



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

## **DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA ANIMAL**

### **Trabajo de Tesis**

Efectividad de tres métodos de diagnóstico para detección de mastitis subclínica y clínica en vacas en ordeño del CAFoP-bovino, UNA -2023.

#### **Autor**

Br. Merling Yaneli Sánchez Duarte

#### **Asesores**

Dra. Deleana del Carmen Vanegas MSc.

LMV. Karla Marina Reyes Ríos.

PhD. Lester Rocha

**Managua, Nicaragua**  
**Junio, 2024**



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

## **DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA ANIMAL**

### **Trabajo de Tesis**

Efectividad de tres métodos de diagnóstico para detección de mastitis subclínica y clínica en vacas en ordeño del CAFoP-bovino, UNA -2023.

#### **Autor**

Br. Merling Yaneli Sánchez Duarte

#### **Asesores**

Dra. Deleana del Carmen Vanegas MSc.

LMV. Karla Marina Reyes Ríos.

PhD. Lester Rocha

**Presentado a la consideración del honorable comité  
evaluador como requisito final para optar al grado de  
Ingeniero Zootecnista**

**Managua, Nicaragua  
Junio, 2024**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la dirección específica Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Zootecnista

---

Miembros del Comité Evaluador

---

Ing. Guadalupe Centeno Martínez  
Presidente

LMV. Martha Rayo Rodríguez MSc.  
Secretario

---

Lic. Cesar Quintero Canizales  
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 10/06/2024

---

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo primeramente se lo dedico a Dios fuente de inspiración en mis momentos de angustia, esmero, dedicación, alegría y tristeza que caracterizaron el transitar de todo este camino.

A mis padres Elena Beatriz Duarte y René Antonio Sánchez por el apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

A mis hermanas Tania Carolina Sánchez Duarte y Heydi Dolores Sánchez Duarte y mi sobrina Nicole Abigail Gaitán Sánchez por todo su apoyo en estos años de carrera alentándome e inspirándome a alcanzar todas mis metas y por acompañarme en los momentos buenos y malos.

A mis maestros y amigos que en el andar por la vida nos hemos ido encontrando, porque cada uno de ustedes ha motivado mis sueños y esperanzas en consolidar un mundo más humano y con justicia. Gracias a todos los que han recorrido conmigo este camino.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles este trabajo que con mucho esfuerzo y esmero me lo he ganado.

Merling Yaneli Sánchez Duarte

## **AGRADECIMIENTO**

Primero y antes que nada, doy gracias a Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más.

A mi familia por acompañarme y apoyarme incondicionalmente durante todo mi trayecto estudiantil, a mis maestros por inculcarme conocimientos, valores, ética y vocación profesional.

Agradezco de manera especial a mis asesores de tesis Dra. Deleana del Carmen Vanegas MSc, M.V. Karla Marina Reyes Ríos y PhD. Lester Rocha por su tiempo, paciencia y dedicación que fue fundamental para mi formación profesional, agradeciéndoles su confianza.

A mis compañeros que gracias a su apoyo y conocimientos hicieron de este trabajo uno de los más especiales.

Agradezco a la Universidad Nacional Agraria y a la Dirección Específica de Ciencia Animal por haberme abierto las puertas de este prestigioso templo del saber, cuna de buenos profesionales.

Así mismo a aquellas personas que de una u otra manera me colaboraron y alentaron a seguir adelante, mi más sincero agradecimiento.

Merling Yaneli Sánchez Duarte

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	iii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	viii
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	viii
<b>RESUMEN</b>	ixx
<b>ABSTRACT</b>	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
2.1. Objetivo general	3
2.1. Objetivos específicos	3
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	4
3.1. Ganadería Lechera De Nicaragua	4
3.2. Razas Lecheras	5
3.2.1. Reyna	5
3.2.2. Pardo Suizo	6
3.3. Anatomofisiología de la glándula mamaria	7
3.3.1. La glándula mamaria cuenta con 4 fases de acuerdo su funcionalidad	8
3.4. Manejo de la hembra bovino en el ordeño	9
3.4.1. Ordeño manual	9
3.4.2. Buenas prácticas de ordeño	11
3.5. Mastitis	12
3.5.1. Clasificación de la mastitis	13
3.5.2. Agentes etiológicos causantes de mastitis	13
3.5.3. Patogenia	14

3.6.	Pruebas diagnósticas para detección de mastitis	15
3.6.1.	Prueba California Mastitis Test (CMT)	15
3.6.2.	Prueba de conductividad eléctrica (DRAMINSKI Mastitis Detector)	16
3.6.3.	Cultivo bacteriológico	16
3.6.4.	Medio de cultivo Agar sangre	17
3.6.5.	Medio de cultivo Agar MacConkey	17
<b>IV.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>19</b>
4.1	Ubicación del estudio	19
4.2	Diseño metodológico	20
4.3	Manejo del ensayo y metodología	20
4.3.1	Selección de los individuos a muestrear	20
4.3.2	Construcción de las hojas de reporte de resultados	20
4.3.3	Realización de técnicas diagnosticas	21
	<i>Etapas de campo</i>	21
	<i>Etapas de laboratorio</i>	22
4.4.	Variables evaluadas	24
4.4.1.	Recolección de datos	25
4.5	Análisis de datos	26
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>27</b>
5.1.	Determinación de las vacas con mastitis subclínica y clínica, utilizando cuatro pruebas diagnósticas.	27
5.2.	Prevalencia general de mastitis subclínica y clínica de animales afectados y sus cuartos mamarios	30
5.3.	Efectividad de los métodos de diagnóstico California Mastitis Test (CMT), DRAMINSKI, Cultivo microbiológico Agar Sangre y Agar MacConkey	34
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>38</b>
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>40</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Patógenos ambientales y contagiosos Promotores de Mastitis	14
2.	Operalización de las variables	23
3.	Identificación de cuartos mamarios con presencia de mastitis clínica y subclínica	25
4.	Análisis de pruebas diagnósticas de campo para detección de mastitis clínica y subclínica	25
5.	Lectura de resultados de pruebas de laboratorio para detección de mastitis clínica y subclínica	26
6.	Identificación de vacas positivas y negativas a la presencia de mastitis clínica y subclínica	27
7.	Identificación de cuartos mamarios positivos y negativos a la presencia de mastitis clínica y subclínica	29
8.	Relación de la efectividad entre pruebas	34
9.	Probabilidad de detección de las pruebas	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Hato de ganado Reyna previo a chequeo clínico en finca Santa Rosa de la Dirección específica de ciencia animal UNA-DECANIM	5
2.	Pardo suizo en exposición de ganado lechero	6
3.	Morfología de la glándula mamaria de la vaca	7
4.	Ubicación satelital de la Dirección específica de ciencia animal	19
5.	Prevalencia general de mastitis por vaca	30
6.	Prevalencia general de mastitis por cuarto mamario	31
7.	Prevalencia de mastitis por cuarto mamario identificado	32

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Preparación de Agares Microbiológicos	51
2.	Etiquetado de vasos para muestra de leche	51
3.	Calibración de DRAMINSKI 4Q	52
4.	Realización de prueba de campo DRAMINSKI 4Q	52
5.	Lectura de Agares Microbiológicos	53
6.	Realización de prueba de campo California Mastitis Test	53

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el CAFoP-Bovino de la Dirección Específica de Ciencia Animal en la Universidad Nacional Agraria (UNA), donde se evaluó la efectividad entre cuatro métodos de diagnóstico para detección de mastitis sub clínica y clínica. La investigación es descriptivo de tipo transversal con enfoque mixto y se efectuó en el periodo comprendido de Mayo – Junio del año 2023. Muestreando a 30 vacas (total de vacas en ordeño) empleando cuatro pruebas diagnósticas (CMT, DRAMINSKI, Agar Microbiológico sangre 5% y Agar MacConkey). Se determinó la presencia de mastitis, se calculó la prevalencia general y por cuarto mamarios y se comparó la efectividad entre pruebas diagnósticas. De las 30 vacas sometidas al estudio la prueba CMT detectó 10 vacas positivas a mastitis sub clínica lo que representó una prevalencia de 33.33 %, DRAMINSKI detectó 3 vacas positivas a mastitis sub clínica con una prevalencia de 10%, el agar microbiológico sangre 5% 2 vacas positivas a mastitis con una prevalencia de 6.66% y el agar microbiológico MacConkey 1 vaca positiva lo que representa un 3.33% de prevalencia. La prevalencia por cuarto mamario (anterior derecho – AD, anterior izquierdo – AI, posterior derecho – PD y posterior izquierdo – PI) mostró un mayor porcentaje de prevalencia con la prueba CMT con un 4.16% de prevalencia en los cuatro cuartos (AD, AI, PD y PI), seguido de la prueba DRAMINSKI con una prevalencia de 1.66% en el cuarto AD y 0.83% para los demás cuartos mamarios (AI, PI y PD), Agar Sangre 5% presentó prevalencia en los cuartos mamarios (AI y PD) con 0.83% y 0% para los cuartos mamarios (AD y PI) y la prueba Agar MacConkey presentó prevalencia en el cuarto mamario (PD) con 0.83% de prevalencia y 0% para sus demás. La efectividad encontrada entre las pruebas mostró que CMT tiene significancia en la efectividad de detección de la mastitis subclínica en relación con las demás pruebas, DRAMINSKI obtuvo un valor inferior al 0,01 (0.0036), Agar sangre 5% (0.0004), Agar MacConkey (0.0004). En los cuatro métodos se detectó mastitis sub clínica, pero la más efectiva fue CMT con una probabilidad de detección mastitis sub clínica de un 3.8% de, DRAMINSKI 4Q 0.42%, Agar Sangre 5% 0.15%, Agar MacConkey 0.09%.

**Palabras clave:** Células somáticas, CMT, DRAMINSKI, Agares microbiológico, Leche.

## ABSTRACT

The present study was carried out in the Bovine CAFoP-of the Specific Directorate of Animal Science at the National Agrarian University (UNA), where the effectiveness of four diagnostic methods for the detection of subclinical and clinical mastitis was evaluated. The research is descriptive, cross-sectional, with a mixed approach and was carried out in the period from May to June 2023. Sampling 30 cows (total milking cows) using four diagnostic tests (CMT, DRAMINSKI, 5% Microbiological Blood Agar and MacConkey Agar). The presence of mastitis was determined, the overall and quarter-breast prevalence was calculated, and the effectiveness between diagnostic tests was compared. Of the 30 cows submitted to the study, the CMT test detected 10 cows positive for subclinical mastitis which represented a prevalence of 33.33%, DRAMINSKI detected 3 cows positive for subclinical mastitis with a prevalence of 10%, the blood microbiological agar 5%, 2 cows positive for mastitis with a prevalence of 6.66% and the MacConkey microbiological agar 1 cow positive which represents a 3.33% prevalence. The prevalence by breast quarter (upper right – AD, upper left – AI, lower right – PD, lower left – PI) showed a higher percentage of prevalence with the CMT test with a 4.16% prevalence in the four quarters, followed by the DRAMINSKI test with a prevalence of 1.66% in the fourth breast AD and 0.83% for the other breast quarters (AI, PI and PD), Blood Agar 5% presented prevalence in the breast quarters (AI and PD) with 0.83% and 0% for the breast quarters (AD and PI) and the test MacConkey Agar had prevalence in the fourth breast (PD) with 0.83% prevalence and 0% for the others. The effectiveness found among the tests showed that CMT has significance in the effectiveness of detecting subclinical mastitis in relation to the other tests, DRAMINSKI obtained a value lower than 0.01 (0.0036), blood agar 5% (0.0004), MacConkey Agar (0.0004). In all four methods, subclinical mastitis was detected, but the most effective was CMT with a probability of detection of subclinical mastitis of 3.8%, DRAMINSKI 4Q 0.42%, Blood Agar 5% 0.15%, MacConkey Agar 0.09%.

**Keywords:** Somatic cells, CMT, DRAMINSKI, Microbiological agars, Milk.

## I. INTRODUCCIÓN

La mastitis es una inflamación de la glándula mamaria a consecuencia de infecciones microbiana. Esta es una de las enfermedades que afecta con más frecuencia al ganado bovino lechero. Según Gasque (2015), “De acuerdo con su duración, se puede clasificar en aguda o crónica. Con relación a sus manifestaciones clínicas, puede ser clínica o subclínica”

“Su causa está directamente relacionada con aspectos de bienestar, salud e higiene y sanidad de las vacas, principalmente las altas productoras de leche” (Córdova, 2019). “Los microorganismos patógenos responsables de la mastitis son bacterias (Estafilococos, Estreptococos, coliformes) pero también pueden ocasionar problemas Mycoplasma, hongos y levaduras” (Zoetis, 2023).

Cruz (2021) expresa que:

La mastitis continúa siendo la enfermedad más común que preocupa a los productores de la leche debido a que es una enfermedad multifactorial donde intervienen los siguientes factores: microorganismos, medio ambiente, hombre, manejo, equipo de ordeño, vaca, etc. lo que hace difícil erradicarla del hato, aunque si es posible controlarla. Es considerada la enfermedad más costosa a las que se puede enfrentar un productor de leche.

Esta enfermedad también altera la composición y propiedades de la leche, ocasionando un menor rendimiento del queso y de la vida útil de los productos lácteos elaborados. Los costos (veterinarios, tratamiento, mano de obra) para controlar la mastitis aumentan y la eficiencia del ordeño puede disminuir debido al mayor tiempo dedicado a atender a los animales con mastitis (DSM, 2011).

Bedolla (2018) indica que:

Las pruebas y métodos para realizar el diagnóstico de mastitis bovina son una herramienta que permite identificar el tipo de infección ya sea de forma subclínica o clínica que puede presentarse dentro de un hato lechero, el método que se elija para realizar las pruebas será esencial para tener un diagnóstico más preciso.

La mastitis en estado subclínico es más difícil de ser detectada ya que las vacas no presentan síntomas y la leche a simple vista no parece presentar alteraciones, por eso es importante realizar las pruebas complementarias para la temprana detección de mastitis en su estado subclínico y ser tratadas a tiempo para evitar que llegue a un estado clínico y la transmisión a vacas sanas. Por esta razón se realizó este estudio con el objetivo de identificar la efectividad entre tres métodos para la detección de mastitis y verificar cual es la de mayor sensibilidad y de esa forma recomendarla a los productores.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Evaluar la efectividad de tres métodos de diagnósticos para mastitis subclínica y clínica (California Mastitis Test (CMT), DRAMINSKI y Cultivos Microbiológicos Agar Sangre5% y Agar MacConkey) en el ganado bovino de la finca Santa Rosa, UNA, 2023.

### **2.2. Específicos**

1. Identificar las vacas con mastitis subclínica y clínica, utilizando tres pruebas diagnósticas: California Mastitis Test (CMT), DRAMINSKI y medio de cultivo microbiológico (Agar Sangre 5% y Agar MacConkey).
2. Determinar la prevalencia general de mastitis subclínica y clínica de animales afectados y sus cuartos mamarios.
3. Comparar la efectividad de los métodos de diagnóstico: California Mastitis Test (CMT), DRAMINSKI y Cultivo microbiológico (Agar Sangre 5% y Agar MacConkey).

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. Ganadería Lechera De Nicaragua

BCN (2019, p, 7), destaca que el “producto Interno Bruto (PIB) registró una contracción de 3.9 % (- 4% en 2018). Sin embargo, la actividad económica empezó a dar señales de recuperación en los últimos meses del año”.

“Con sectores que mantuvieron su dinamismo y sectores que continuaron afectados, presentaron signos de recuperación como el sector pecuario .En relación con el año 2023 la actividad pecuaria disminuyó su producción en -0.9 %” (BCN ,2023 párr., 3).

De acuerdo con López (2019, p.2) “se calculan más de 140 mil pequeños productores en el sector lechero, manifestando que Nicaragua es el principal exportador de lácteos de Centroamérica y ocupa el cuarto lugar a nivel latinoamericano después de Uruguay, Argentina y Brasil”.

En Nicaragua, 1,2 millones de vacas son ordeñadas diariamente donde la evaluación de la producción total para 2021 fue de 389.6 millones de galones, lo que representa un crecimiento del 2.2 % con respecto a 2020. De esta producción de leche, el 61% se vende como leche fluida, el 36% se utiliza para productos lácteos y el 3% de consumo local, por consiguiente, la leche es un alimento fundamental para las familias nicaragüenses que debe preservar su calidad nutricional, química, organoléptica, sanitaria y no estar contaminada por microorganismos que puedan alterar su calidad y perjudicar la salud (Ionita, 2022).

FAGANIC (2019) menciona que:

El perfil del sector pecuario de vacas lecheras está en 1.250.000 mil en producción con una media de 3,7 litros/vaca/día generando 4.600.000 mil litros diarios, 50% en el sector informal, 40% el sector semi industrial (queserías con inspección sanitaria), 10% sector industrial (recogida en red frigorífica).

Guevara (2021, p, 3) hace referencia a:

El sistema nacional de producción, consumo y comercio en el año 2022, realizó un lanzamiento de ESTRATEGIA NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA GANADERIA BOVINA en la cual se plantea un mejoramiento genético de las razas bovinas, nutrición animal, apertura de nuevos mercados, sanidad e inocuidad, incremento de producción lechera, fortalecimiento de las capacidades en buenas prácticas pecuarias y un buen manejo reproductivo.

Acosta (2023)

Da a conocer a la Asamblea Nacional, El Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio que para el periodo del año 2023/2024 se estima un incremento en la producción pecuaria de 3.5%, con una producción de leche líquida de 401.4 millones de galones, con exportaciones superiores a 282.7 millones de dólares (+28.8%), recolección de leche en acopios 185.1 millones de galones. Esto con el objetivo de fortalecer y brindar seguridad alimentaria a las familias nicaragüenses.

## **3.2. Razas Lecheras**

### **3.2.1. Reyna**

“La raza CLT Reyna conocida como Criollo Lechero Tropical Criollo o Lechero Centroamericano el rebaño fundador se originó en la región de Rivas, Nicaragua (por Don Joaquín Reyna) en los años 20 con ganado de España introducido en el siglo XIV” (Rouse 1977, De Alba 2011) (citado por Vilaboa *et al.*, 2012).



Figura 1. Hato de ganado Reyna previo a chequeo clínico en finca Santa Rosa de la Dirección específica de ciencia animal UNA-DECANIM.

### *Características*

- Mantiene buena condición corporal durante el verano, rusticidad
- Buena persistencia en su producción, la fertilidad, resistencia y reducción de los intervalos entre partos en cruces con razas especializadas en leche, temperamento dócil.
- Producción de leche permisible y de calidad, Terneros con manejo adecuado se destetan entre 9 y 10 meses con 180 kg de peso vivo.
- Resistencia a garrapatas, enfermedades de las pezuñas, manejos deficientes, al calor, Sobrevive con pastos naturales, Suavidad de sus mamas al ordeño Hernández (2014).

### **3.2.2. Pardo Suizo**

La Raza de Los Alpes, llamada también Morena por los suizos, y Braunvich, Suiza. (Hidalgo y Teran, 2020)



Figura 2. Pardo suizo en exposición de ganado lechero (Emilio , 2018)

### *Características*

- Alta producción lechera en promedios de 16.000 litros por lactancia, con 4% de grasa
- Gran docilidad, lo que facilita su manejo, los animales adultos son fuertes y de buen peso, las vacas pueden pesar de 600 a 700 kg
- Fortaleza, que la hace adaptarse fácilmente a las diferentes condiciones climáticas.

- Excelente en el pastoreo ya que su metabolismo es muy eficiente, lo que le significa una alta tasa de aprovechamiento del forraje.
- Longevidad, las vacas de doce años producen normalmente leche y grasa.
- Excelente adaptabilidad al trópico y su elevada producción la hacen la alternativa para lograr excelentes resultados en cruces con cebú, así como un mestizaje de gran calidad con otra raza (Hidalgo y Teran ,2020).

### 3.3. Anatomofisiología de la glándula mamaria

Vásquez (s. f) citado por Quispe (2022) define que

La glándula mamaria del ganado bovino se compone de cuatro glándulas, cada una dividida por un pezón. Cada cuarto tiene una unidad funcional independiente. Cuando la glándula termina de sintetizar la leche, se drena a través del canal del pezón, generalmente los cuartos delanteros son un poco menos desarrollados y producen menos leche (40%), a diferencia del cuarto posterior que produce un (60%).

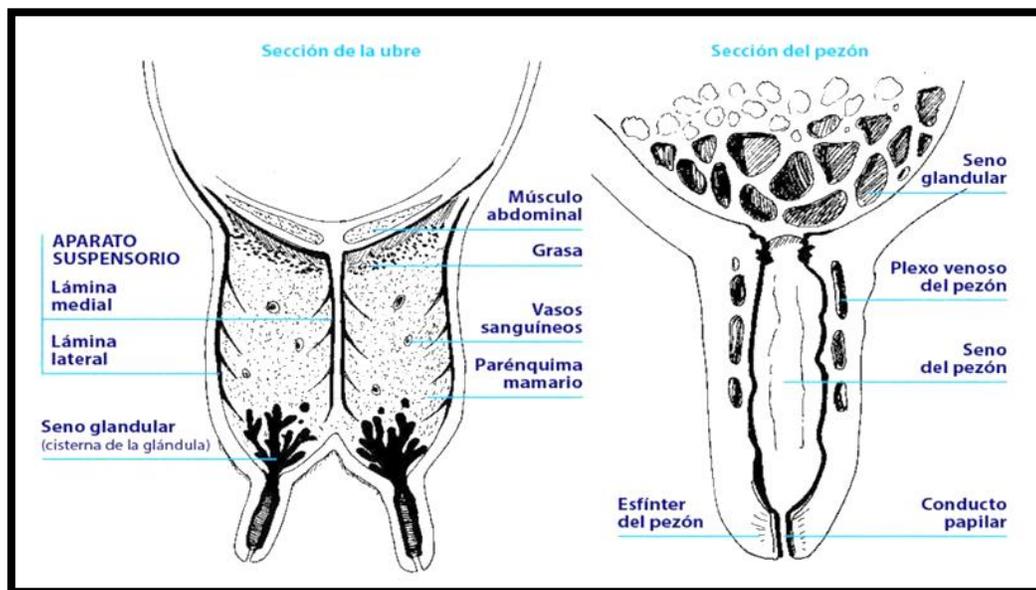


Figura 3. Morfología de la glándula mamaria de la vaca (Ceva , 2011)

### 3.3.1. La glándula mamaria cuenta con 4 fases de acuerdo su funcionalidad

#### *Mamogénesis*

El desarrollo de la glándula mamaria es lo que generará la producción de leche, desde que está inactiva, el momento en que se activa la producción es cuando la vaca está en la preñez, más precisamente al acercarse el parto, Todas estas glándulas tienen el mismo proceso y se activan próximas al parto, el desarrollo de la ubre ocurre más o menos 50-60 días antes del nacimiento del ternero, pero solo observable de 20 a 30 días antes.

#### *Lactogénesis*

Se refleja en la producción de leche cuando los tejidos de la glándula mamaria comienzan a tener actividad en el último tercio de la gestación y los primeros días de lactancia. Este proceso es el comienzo de la asimilación y secreción de leche por las células epiteliales de los alvéolos mamarios. En esta etapa, se establecen los nutrientes, proteínas y sustancias necesarias para la producción de leche. El sistema secretor está compuesto por los alvéolos y sus funciones son remover los nutrientes de la sangre, transformar estos nutrientes en leche y descargarla al lumen.

Etapas:

**Lactogénesis 1.** El punto de partida en su funcionalidad es durante el último tercio de la gestación.

**Lactogénesis 2.** Inicia con la secreción de leche, producción de calostro y luego leche normal. Para que estos tejidos produzcan leche, deben ser estimulados y tener un periodo de lactancia

#### *Galactopoyesis o Lactopoyesis*

Comienza después de la finalización de la lactogénesis II y culmina con la involución de la glándula mamaria. Este proceso también se conoce como mantenimiento de la lactancia o mantenimiento de la producción de leche. Implica un conjunto regulado de cambios en el

volumen y la composición de la leche e incorpora dos elementos importantes: caseínas y lactoglobulinas (Buhimschi, 2004). Akers, 2016; Valdés y Pérez (1994) definen que se caracteriza por primer lugar, la tasa de síntesis y secreción mediada por factores endocrinos, paracrinicos y autocrinos por la secreción continua de hormonas galactopoyéticas y segundo, la expulsión de leche mediante el vaciado de la glándula mamaria ordeñada o amamantamiento, esencial para mantener la secreción de leche (citado por Olivera *et al.*, 2020).

### ***Secado***

La glándula mamaria debe tener un proceso de reposo de unos 60 días aproximadamente disminuyendo la producción de ordeño, esto reduce la presión de la leche, para que los alvéolos no sigan produciéndola, haciendo que recupere parte de su vitalidad y regeneración, no solo en el proceso de secreción de leche, sino que también al haber tenido un golpe u otros patógenos que podrían alterar la glándula desgastándola.

Este proceso de atrofia o involución de la producción permite que los tejidos glandulares y el epitelio se recuperen y muchas bacterias mueran. (Jimenez, 2022).

## **3.4. Manejo de la hembra bovino en el ordeño**

### **3.4.1. Ordeño manual**

La técnica de ordeño manual refiere a todas las acciones que se llevan a cabo con el fin de extraer toda la leche producida en la glándula mamaria de la vaca, sin causar daños buscando que la leche obtenida tenga mejor calidad tanto en la parte higiénica como nutricional (Ortiz , 2008)

#### ***Métodos de ordeño manual.***

El ordeño manual debe realizarse con las manos limpias y secas de forma alterna y continua. Durante este tiempo, también se restablece la circulación vascular. Posteriormente, se vuelven a realizar los movimientos ya descritos hasta completar el ordeño de cada glándula mamaria (Avila, 2023).

### **Consta de tres etapas:**

***Etapas 1.*** Se toma el pezón entre la palma de la mano y con el dedo índice y el pulgar, se presiona la base del pezón, de modo que la leche que está en el pezón se empuja hacia abajo, evitando así la extracción de leche del pezón al seno glandular de la leche.

***Etapas 2.*** Procederemos a cerrar la mano, iniciando la actividad presionando y empujando suavemente la leche con el dedo medio y continuando gradualmente con el dedo anular y finalmente con el meñique, superando la resistencia del canal papilar y así la leche es expulsada del pezón.

***Etapas 3.*** Sin soltar el pezón, abrir la mano suavemente permitiendo que la leche pase de la mama glandular al pezón, llenándola nuevamente. Durante este tiempo, la circulación vascular también se restaura. Posteriormente realizar el primer y segundo movimiento ya descritos se repiten hasta que se completa el ordeño de cada cuarto mamario, el número de movimientos de compresión varía de 40 a 120 por minuto (Avila, 2023)

- **Método a Pellizco**

Se toma el pezón entre los dedos pulgar e índice con lo cual se ejerce presión sobre la pared del pezón desde la base, desplazando los dedos ventralmente hasta la extracción de la leche acumulada en el seno galactóforo del pezón, método aplicado por los ordeñadores en el caso de pezones cortos o transcurrido cierto tiempo durante el ordeño, ya cansados, combinan las técnicas (Avila, 2023).

- **Método a pulgar**

Nieto, D., et al., (2012) describe que “el pulgar y el índice se colocan en la base del pezón y luego se presionan para extraer la leche. Este procedimiento no es muy aceptable debido a que puede ocasionar lesiones del pezón y generar una vía de entrada de patógenos iniciadores de mastitis”.

### **3.4.2. Buenas prácticas de ordeño**

#### ***Previo al ordeño.***

El suelo y las paredes de la sala del ordeño deben limpiarse con agua y detergente, retirar el estiércol, suciedad, piensos o residuos de basura, arrear la vaca en una hora determinada con tranquilidad y buen trato, proporcionando un ambiente calmo antes de ordeñarla. Esto estimula la salida de la leche de la ubre, proporcionarle agua y alimento, sobre todo mantenerles en tranquilidad antes de iniciar el ordeño, garantizar un ordeño en horario fijo al día, En dependencia de la condición de la vaca se pueden realizar hasta dos, inmovilizar la vaca amarrándole las patas y cola con un rejo, lavarse las manos y brazos antes de comenzar el ordeño con agua y jabón, preparar y tener lavado los utensilios de ordeño (FAO, 2011).

#### ***Durante el ordeño***

Heguy (2016), recomienda:

Mantener buena salud, utilizar ropa adecuada, materiales de ordeño listos y limpios, antes de cada ordeño realizar lavado de pezones con agua limpia y preferiblemente tibia, secar con toallas limpias garantizando el total secado de los pezones, realizar pre-ordeño para estimula la liberación de oxitocina que estimula la secreción de leche, observar e identificar casos de mastitis clínica. Si la leche está contaminada con bacterias, pueden propagarse fácilmente desde las manos del ordeñador hacia los pezones de otras vacas, el ordeño debe ser suave con movimientos continuos entre 5 -7 min por vaca una vez terminado el proceso se realiza el adecuado sellado con tintura de yodo por 30 segundos. Si la vaca tiene el ternero dejar que el mismo con su saliva realice el sellado después de amamantar.

#### ***Después Del Ordeño***

Esta fase es fundamental para garantizar un producto de calidad. Realizar colado para eliminar pelo, pajas, polvo, insectos u otras suciedades, lavar la tela con la que se realizó el colado con detergente o cloro a 100 ppm, lavar utensilios utilizados durante el ordeño (baldes, recipientes, tanques) con abundante agua y jabón por dentro y fuera , luego

secar sin que quede ningún residuo de leche, lavar el área de ordeño, comederos, bebederos con agua y detergente para evitar cúmulos de lodo o estiércol, limitando así la contaminación de la leche o infección de otros animales (Tercero, 2015).

### ***Manejo, almacenamiento y transporte de la leche***

Mayen (2020), describe que al final del ordeño, la leche debe filtrarse para eliminar las impurezas (partículas de tierra, insectos, pelo u otros materiales) que se han introducido en la leche durante y después del ordeño, posterior al filtrado de la leche.

Este debe enfriarse rápidamente para no permitir que los microorganismos se multipliquen y acidifiquen la leche.

La leche recién ordeñada tiene una temperatura (alrededor de 37 ° C) temperatura óptima para la multiplicación de microorganismos (la leche es un excelente medio para el desarrollo de microorganismos). Por esta razón, se recomienda que la leche se almacene después del ordeño a una temperatura inferior a 15 ° C, siendo ideal a 4 ° C sin llegar a su congelación. Cuando no puede encontrar un enfriador de leche, puede usar un producto para preservar su calidad, como la lactoperoxidasa (inhibidor del crecimiento de microorganismos durante 3-4 horas). Cuando no puede refrigerarse en las explotaciones lecheras será necesario la recolección y entrega de la misma a un centro de acopio o planta de procesamiento, en el menor tiempo posible con el fin de reducir al mínimo la proliferación de microorganismos.

“Recolectarse, transportarse y entregarse de tal forma que se evite la introducción de contaminantes y se reduzca al mínimo la proliferación de microorganismos en el producto”.

“Mantener el registro y producción de cada vaca ordeñada, En caso que la leche sea destinada a consumo de la familia hervir por 10 min”.

### **3.5.Mastitis**

Según Concha (2004) (citado por Fierro *et al* 2016) expresa que “la mastitis es una inflamación de la glándula mamaria que afecta al ganado bovino y se produce en respuesta a la invasión a través del pezón causada por bacterias, hongos, levaduras, ciertos virus y algas, o por la acción

de toxinas, productos químicos, traumatismos y temperaturas extremas, causando trastornos fisiológicos, químicos y bacteriológicos en sus tejidos”.

“Generalmente sucede como resultado de una infección intramamaria (IIM) causada por “bacterias”, aunque existen mastitis asociadas a otro tipo de microorganismos e incluso mastitis asépticas” (Stempler *et al*, 2022).

### **3.5.1. Clasificación de la mastitis**

#### ***Mastitis subclínica***

Se define como la presencia de uno o varios tipos de microorganismos en combinación con un recuento de células somáticas elevadas en la leche. Este tipo de mastitis no tiene cambios visibles en la glándula mamaria. Se caracteriza por una producción reducida de leche, composición alterada y la presencia de componentes inflamatorios (Bedolla ,2017)

#### ***Mastitis Clínica***

Cualquier cambio indicando inflamación de uno o más cuartos o toda la glándula, con un aumento de la temperatura en el área afectada, enrojecimiento del área, dolor o cualquier signo de alteración de la leche (grumos, color, coágulos de sangre o pus, leche acuosa (Sánchez *et al*, 2018).

### **3.5.2. Agentes etiológicos causantes de mastitis**

La mastitis se puede subdividir en dos categorías “contagiosa y ambiental” según el origen de la infección. (Zoetis, 2023)

#### ***Contagiosos***

Su transmisión es de una vaca con ubre infectada a una sana. La transferencia generalmente ocurre en el proceso del ordeño. Las manos, las toallas y la máquina pueden ser reservorios de las bacterias. Los principales organismos patógenos contagiosos son *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* y *Mycoplasma spp.* debido a que sus síntomas son poco aparentes y pueden sobrevivir a largo plazo su diseminación es rápida en la zona de ordeño, en este tiempo las bacterias son eliminadas por leche (Garcia,2019).

Larumbe y Vidart (2016) sostienen que “estos microorganismos contagiosos están bien adaptados para sobrevivir y crecer en la glándula mamaria y con frecuencia causan infecciones que duran semanas hasta años”.

### ***Ambientales***

Escobar y Mercado (2008) (citado por Chuqui 2017), plantean que son “los microorganismos que normalmente se encuentran en el medio ambiente, pueden estar presentes en el suelo, piel, heces, agua, camas, los alimentos, el equipo y personas responsables del ordeño. Estas infecciones generalmente tienden a desarrollarse Presentaciones subclínicas de la enfermedad, ya que ocurre principalmente por patógenos menores que se encuentran en casi todos los lugares donde se encuentra el ganado”.

Cuadro1. Patógenos ambientales y contagiosos Promotores de Mastitis

Ambientales	Contagiosos
<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Klebsiella spp</i>	<i>Streptococcus agalactiae</i>
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	<i>Mycoplasma bovis</i>
<i>Enterococcus spp</i>	<i>Corybenacterium spp</i>
<i>Streptococcus uberis</i> <sup>a</sup>	<i>Streptococcus uberis</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	

UFC: Agentes etiológicos bacterianos causantes de mastitis bovina.

### **3.5.3. Patogenia**

El “canal glandular” es una vía de entrada para muchos microorganismos patógenos, esto causa una infección de la glándula mamaria. Una vez que el patógeno entra invade desde el exterior de la glándula mamaria, esto se dirige al conducto glandular, se propagan e invaden el tejido mamario causando infección. Daña al tejido glandular conduce a la inflamación que causa mastitis. La presentación de las lesiones de la glándula mamaria dependerá de la duración y el

grado de lesión que tiene; También podemos encontrar fibrosis de glándula, edema inflamatorio y atrofia del tejido mamario (Alvarez *et al*, 2017).

### **3.6.Pruebas diagnósticas para detección de mastitis**

#### **3.6.1. Prueba California Mastitis Test (CMT)**

La Prueba de Mastitis de California (CMT, principio activo Alquilarial sulfonato de sodio).

Es generalmente realizado en una paleta blanca que posee una taza chata correspondiente a cada cuarto que se examina en la vaca. Unas gotas de una solución de detergente especial se colocan en cada taza junto con un chorro de leche correspondiente de cada cuarto. La paleta es rotada cuidadosamente para mezclar los dos líquidos y luego de 30 segundos la paleta se inclina para observar la formación de gelatina a medida que el líquido corre a cada lado de la taza. Un sistema de puntaje visual se utiliza para estimar el conteo celular aproximado.

El principio de esta prueba se basa en la reacción que ocurre entre el reactivo contenido en el CMT y el núcleo de las células somáticas presentes en la leche cuando esta leche se encuentra con un número superior de células somáticas (más de 300,000 células por ml de leche) este producto por lo general detecta infección de la glándula el cual producirá un gel o gelatina como resultado de la reacción.

Resultado negativo, El estado de la solución permanece inalterado. La mezcla sigue en estado líquido. El 25% de las células son leucocitos polimorfonucleares.

(+) Una cruz, al examen, ligera precipitación, pero la leche corre con bastante facilidad en la paleta, se considera que en estas leches hay aproximadamente 300,000 células somáticas por ml.

(++) Dos cruces positivas hay ligera formación de gel levemente viscoso, la leche corre ligeramente y fluida, esta leche tiene aproximadamente 900.000 células por ml.

(+++)  
Tres cruces, el contenido de la paleta se muestra completamente coagulado, gelatinoso y muy viscoso. Hay una adherencia al fondo de la paleta de una manera muy firme.

Si la presencia de células somáticas es de más de 8.000.000 células por ml, las vacas deben ser eliminadas del rebaño al categorizarse como una fuente de diseminación de las bacterias patógenas (Altamirano y Navarro, 2012).

(T) trazas determina una ligera gelificación de la mezcla. La reacción de los rastros desaparecerá con más rotación de la raqueta. Ejemplo: los 4 cuartos se leen como "traza" no hay infección, si es en uno o dos cuartos, es posible que haya infección (De la cruz Gonzalez, 2012).

### **3.6.2. Prueba de conductividad eléctrica (DRAMINSKI Mastitis Detector)**

Los detectores de mastitis DRAMINSKI son la prueba indirecta más segura en el diagnóstico de mastitis subclínica, la fase inicial y sin síntomas visibles, gracias a los cambios en la resistencia eléctrica de la leche causados por el aumento de la sal en la leche. Portátil y fácil de usar, este dispositivo permite la producción de leche de alta calidad al diagnosticar la inflamación de las glándulas mamarias en su ganado lechero más rápido (Agroshow, s.f.).

### **3.6.3. Cultivo bacteriológico**

La recolección de muestras de cuartos individuales de casos clínicos y el cultivo en el laboratorio de bacteriología de los organismos presentes, es la forma más confiable de determinar el tratamiento con antibióticos más apropiado. Las muestras pueden ser utilizadas para rastrear cualquier tipo de resistencia a antibióticos que se haya presentado (Altamirano y Navarro, 2012).

El cultivo y tipificación de bacterias aisladas se considera punto clave para el diagnóstico de mastitis, precisa de tiempo por lo general largo, y requiere condiciones asépticas extremas para evitar la contaminación. Dado que el diagnóstico basado en cultivos depende de la detección de células viables en muestras de leche, es propenso a resultados

falsos negativos. Las muestras falsas negativas no dan resultados en cultivo bacteriológico, a pesar de la presencia de una causa bacteriana de mastitis (Aguilar Galvez y Alvarez Diaz, 2018).

#### **3.6.4. Medio de cultivo Agar sangre**

Calvinho (2013)” destaca” que el método agar sangre es un medio de cultivo no selectivo que determina el crecimiento de cualquier tipo de bacteria gram positiva o negativa.

El medio utilizado para el aislamiento primario de la mayoría de los organismos patógenos de mastitis es agar sangre o agar sangre con 0.1% de esculina. La sangre de bovino (preferiblemente ternero) u ovino, desfibrinada u obtenida con anticoagulante, se agrega al medio base en una concentración del 5%. No se recomienda el uso de sangre de caballo o conejo ya que no revelan la presencia de la hemolisina b de *S. aureus*.

Las placas inoculadas deben incubarse a 35-37°C por 24-48 hs. Usualmente las placas se examinan a las 18-24 hs para detectar la presencia de organismos de crecimiento rápido. En caso de no observarse desarrollo se reincuban por otras 24 hs. Si se sospecha la presencia de organismos de crecimiento lento, la incubación puede prolongarse. Por lo comentado anteriormente es posible que una muestra tomada en condiciones asépticas contenga organismos contaminantes provenientes del canal o el orificio del pezón. El aislamiento de varios tipos de bacterias a partir de leche de cuartos individuales sugiere una toma de muestra deficiente. Si se aíslan tres o más tipos de colonias distintos se deben considerar la muestra como contaminada, salvo que se aíslen *S. agalactiae* o *S. aureus*. Si se sospecha que la muestra está contaminada, el muestreo debería repetirse (citado por Barrantes , 2020).

#### **3.6.5. Medio de cultivo Agar MacConkey**

El Agar MacConkey permite el crecimiento de microorganismos entéricos, es inhibitorio de cocos Gram positivos; la lactosa incorporada permite diferenciar los fermentadores de los no fermentadores por el cambio de color de la colonia que se torna de color rosado para las bacterias fermentadoras de lactosa tales como *Escherichia coli* y *Klebsiella*

pneumoniae e incolora para bacterias lactosa negativa. Una vez recuperado el microorganismo se realizan los estudios subsiguientes para establecer su identificación final. Este medio no es útil para el cultivo y recuperación de microorganismos Gram positivos (BIO, 2023).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación del estudio

El ensayo se estableció en el complejo universitario Tania Beteta, Centro Académico de Formación Práctica (CAFoP-Bovino) de la Dirección específica de Ciencia Animal, localizado en el municipio de Managua-Managua, ubicado de la entrada de la zona franca las mercedes 4 km al sur, del desvío a Sabana Grande 200 mts al norte, 100 mts al oeste.

“Con coordenadas geográficas de 86° 08' 49" longitud oeste, con una elevación de 56 msnm, cuenta con una extensión de 96 MZ” (Urroz y Ramírez, 2006).

El complejo universitario se encuentra a una altura de 220 msnm, comprendida entre dos periodos uno lluvioso o húmedo que va desde mayo a noviembre y otro seco que corresponde a los meses de diciembre hasta abril, con una temperatura promedio anual de 28 °C, con una precipitación promedio anual de 1,140 mm y un clima tropical de sabana. INETER (como se citó en Castro y Espinoza, 2009).



Figura 4. Ubicación satelital de la Dirección específica de ciencia animal

## **4.2 Diseño metodológico**

Se realizó un estudio descriptivo de tipo transversal en el periodo comprendido de Mayo – Junio 2023, con enfoque mixto, se incluyó en el estudio a 30 vacas en ordeño del CAFoP-Bovino, del complejo universitario Tania Beteta (DECANIM-UNA), realizándose muestreos semanales en grupos de 5 unidades animal, para los muestreos las hembras iban siendo tomadas al azar y en los muestreos consecutivos se evitó repetir el número de las vacas ya muestreadas, hasta ser muestreado al total de hembras en ordeño, a excepción de aquellas hembras las cuales tenían una lesión en uno de sus cuartos mamarios, efectuándose un total de 6 muestreos en mes y medio y realizando 3 tipos de técnicas diagnósticas, dos de campo California Mastitis Test (CMT) y DRAMINSKI y una técnica de laboratorio, Cultivo microbiológico (Agar Sangre y Agar MacConkey) con lectura de resultados a las 72 horas, para la detección de mastitis subclínica y clínica, determinación de prevalencia de mastitis por vacas en ordeño y cuarto mamario, así como la efectividad de las técnicas que se implementaron con correlación entre las variables.

## **4.3 Manejo del ensayo y metodología**

### **4.3.1 Selección de los individuos a muestrear**

Para la selección de los animales que fueron sometidos al estudio se visitó el CAFoP y se realizó revisión de los cuartos mamarios, excluyendo a las hembras que tenían una lesión en alguno de sus cuartos, siendo estas excluidas del estudio.

### **4.3.2 Construcción de las hojas de reporte de resultados**

Para las hojas de resultados se realizaron 2 formatos, un para los resultados de las pruebas de campo (CMT y DRAMINSKI) y otro para los resultados de las pruebas de laboratorio (Agar Sangre 5% y Agar MacConkey), a cada cuarto se le dio una identificación distinta AI para el cuarto anterior izquierdo, AD para el cuarto anterior derecho, PI para el cuarto mamario posterior izquierdo y PD para el cuarto posterior derecho esto con el propósito de identificar ordenadamente los resultados que se obtendrían por cada cuarto mamario analizado y observaciones por cualquier evento o suceso que se presentara al momento de la toma de muestra que pudiese haber alterado el resultado de una de las prueba.

### **4.3.3 Realización de técnicas diagnosticas**

#### ***Etapa de campo***

En la etapa de campo se aplicaron 2 métodos de diagnóstico para la detección de mastitis subclínica (CMT y DRAMINSKI), además se recolectó toma de muestras de leche en vasos estériles por cada cuarto mamario para su posterior siembra en los cultivos microbiológicos que fueron preparados con antelación.

El primer muestreo realizado fue la recolección de leche por cuarto mamario en vasos de muestra estériles para su posterior siembra en el Agar Sangre 5% y Agar MacConkey, para la cual primero se realizó la asepsia de la ubre según lo establecido en (Adkins *et al*, 2017).

Como segundo muestreo se realizó la prueba california mastitis test (CMT) siguiendo siempre la metodología descrita por Adkins, p., et, al. (2017). Este fue realizado con leche fresca directamente de la ubre, ya que eso permitiría que este reflejara datos más precisos. Se preparó el reactivo CMT según lo indicado en su envase diluyendo 1/8 de reactivo por cada 7/8 de agua destilada en vasos estéril y se mezclaron.

Para este muestreo se utilizó la paleta para pruebas de mastitis, esta cuenta con cuatro compartimentos donde se recolectó la leche por cuarto mamario ubicándose la paleta bajo la ubre, se tomó aproximadamente 2ml de leche por cada cuarto y se agregó la misma cantidad del reactivo CMT, se mezcló la leche con el reactivo moviendo la paleta de forma circular durante diez segundos y se procedió a la lectura inmediata ya que si se esperaba mucho tiempo estos resultados no serían confiables (Kepro, 2021).

Como tercer método de detección se utilizó DRAMINSKI Detector de Mastitis 4x4Q, Este es un equipo que consta de cuatro cubitos utilizado para detección de los estados subclínicos de inflamación de la ubre en su estado más temprano, indetectable visualmente. La realización de esta prueba es muy sencilla y fácil de usar, hay que tomar los primeros flujos de la leche directamente de la ubre y depositarlos en los cubitos de medición, pulsar el botón y leer los resultados (Inseminar y más, 2013).

### *Etapa de laboratorio*

El primer paso fue la preparación de los medios de cultivos microbiológico agar sangre con base cerebro corazón enriquecida con sangre bovina 5% y Agar MacConkey. La preparación de los medios de cultivo se realizó siguiendo las instrucciones del fabricante, se pesó el agar con ayuda de una balanza analítica y se hidrató durante 10 minutos con agua destilada en un recipiente esterilizado de vidrio resistente a temperatura alta, seguido fue llevado a una plancha a calentar moviendo constantemente el agar hasta el punto de la ebullición, posteriormente se llevó a el auto clave para su esterilización y luego fue atemperado para ser vertido en las placas Petri para conservarse en refrigeración hasta el momento de la siembra. Y finalmente se etiquetaron los vasos estériles donde se recolectaron las muestras de leche por cuarto mamario para la siembra de los cultivos microbiológicos.

La siembra de la muestra de leche en los cultivos microbiológicos Agar Sangre 5% y Agar MacConkey se realizó al terminar el muestreo, esto para lograr obtener datos más precisos utilizando leche fresca, este proceso se realizó en el laboratorio previamente desinfectando con desinfectante virkon el área a utilizada y con uso de guantes estériles, gabacha para laboratorio, gorro quirúrgico y cubre boca.

Primer paso: se atemperaron los Agares y se etiquetaron las placas Petri con la fecha de siembra, número de identificación de la vaca y cuarto mamario, esta nunca estuvo abierta a menos que se fuese a sembrar la muestra de leche.

Segundo paso: se encendieron los mecheros y se calentó la punta del asa de siembra hasta llevarse a rojo vivo luego se atemperó para tomar con ella una gota de la muestra de leche.

Tercer Paso: se tomó con la otra mano la placa Petri con agar sin alejarlo del mechero para evitar contaminación y con ayuda del asa se depositó la gota de leche de la muestra en la parte superior del agar y se arrastró suavemente en forma de zigzag sin ejercer presión y evitando la perforación del agar hasta la parte inferior y se tapó nuevamente la placa.

Cuarto paso: Al terminar la siembra de las muestras de leche por cada cuarto mamario se procedió a incubarse las pruebas a una temperatura de 37°C en una estufa de cultivo.

La lectura de los cultivos microbiológicos se realizó a las 72 horas después de la siembra, mediante la observación del crecimiento de las colonias de bacterias para determinar si había o no presencia de mastitis subclínica y clínica.

#### 4.4. Variables evaluadas

Cuadro 2. Operativización de las variables

Objetivos	Variable	Indicadores	Instrumentos
Determinar las vacas con mastitis subclínica y clínica, utilizando tres pruebas diagnósticas: California Mastitis Test (CMT), DRAMINSKI y cultivos microbiológicos (Agar Sangre 5% y Agar MacConkey).	Vacas positivo a mastitis subclínica y clínica	CMT: N, Traza, 1+, 2+, 3+. DRAMINSKI: -250 (Positivo) +300 (Negativo) Agares Microbiológicos: Observación del crecimiento de colonias bacterianas + mastitis (+ de 10 colonias bacterianas) - mastitis (- de 10 colonias bacterianas)	CMT DRAMINSKI Agar Microbiológico Sangre 5% Agar Microbiológico MacConkey
Calcular la prevalencia general de mastitis subclínica y clínica de animales afectados y sus cuartos mamarios.	Prevalencia	$P = \frac{\text{N}^\circ \text{ animales (+)}}{\text{N}^\circ \text{ total animales en hatu}} \times 100$ $P = \frac{\text{N}^\circ \text{ Cuartos mamarios (+)}}{\text{N}^\circ \text{ total cuartos mamarios}} \times 100$	Fórmula de prevalencia
Comparar la efectividad de los métodos de diagnóstico: California Mastitis Test (CMT), DRAMINSKI, Cultivo microbiológico (Agar Sangre y Agar MacConkey).	Efectividad	Cocientes de posibilidades (Odds ratio) Valor de P	Software estadístico R

#### 4.4.1. Recolección de datos

Los datos se recolectaron en las tablas que se describen a continuación, donde se colocaron los resultados de cada hembra que se muestreo con cada una de las técnicas para detección de mastitis subclínica y clínica a utilizar.

Cuadro 3. Identificación de cuartos mamarios con presencia de mastitis subclínica y clínica

<b>Método de detección</b>	<b>Lectura</b>
CMT	N, Traza, 1+, 2+, 3+.
DRAMINSKI	-250 (Positivo)  +300 (Negativo)
Agar MacConkey	Observación del crecimiento de colonias bacterianas + mastitis (+ de 10 colonias bacterianas) - mastitis (- de 10 colonias bacterianas)
Agar Sangre	Observación del crecimiento de colonias bacterianas + mastitis (+ de 10 colonias bacterianas) - mastitis (- de 10 colonias bacterianas)

Cuadro 4. Análisis de pruebas diagnósticas de campo para detección de mastitis clínica y subclínica

N°	Método Diagnostico	CUARTOS MAMARIOS				OBSERVACIÓN
		AI	AD	PI	PD	
	CMT					
	DRAMINSKI					
	CMT					
	DRAMINSKI					
	CMT					
	DRAMINSKI					
	CMT					
	DRAMINSKI					
	CMT					
	DRAMINSKI					

Leyenda:

AI (Anterior Izquierdo), AD (Anterior Derecho), PI (Posterior Izquierdo) y PD (Posterior Derecho).

Cuadro 5. Lectura de resultados de pruebas de laboratorio para detección de mastitis clínica y subclínica

N°	Agar Microbiológico	CUARTOS MAMARIOS				OBSERVACIÓN
		AI	AD	PI	PD	
	<u>Sangre</u>					
	72 hrs	+ -	+ -	+ -	+ -	
	<u>MacConkey</u>					
	72 hrs	+ -	+ -	+ -	+ -	
	<u>Sangre</u>					
	72 hrs	+ -	+ -	+ -	+ -	
	<u>MacConkey</u>					
	72 hrs	+ -	+ -	+ -	+ -	
	<u>Sangre</u>					
	72 hrs	+ -	+ -	+ -	+ -	
	<u>MacConkey</u>					
	72 hrs	+ -	+ -	+ -	+ -	

Lectura a las 72 horas después de la siembra

Positivo (+) y Negativo (-)

#### 4.5 Análisis de datos

Para evaluar la efectividad de los métodos de detección de mastitis en bovinos de los grupos raciales se utilizó un Modelo Lineal Mixto Bayesiano con una función de error Binomial, con Tipo de Prueba como factor de efecto fijo y la Vaca como factor de efecto aleatorio, usando el paquete blme (Chung, et al. 2013). Se impuso "priors" Normal con media cero en los efectos fijos (una matriz diagonal  $4 \times 4$  con elementos en la diagonal iguales a 9, para varianzas de 9 o desviaciones estándar de 3). Se realizaron comparaciones múltiples usando la Prueba de Tukey. Todos los análisis fueron realizados con el software estadístico R (R Core Team, 2023).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Determinación de las vacas con mastitis subclínica y clínica, utilizando cuatro pruebas diagnósticas.

Cuadro 6. Identificación de vacas positivas y negativas a la presencia de mastitis clínica y subclínica.

PRUEBAS				
Resultado	1: CMT	2: DRAMYNSKI	3: Agar Sangre	4: Agar MacConkey
Positivo	10	3	2	1
Negativo	20	27	28	29

En las pruebas para detección de mastitis a nivel de campo realizada a 30 vacas se obtuvo como resultado, para la prueba número 1 (California Mastitis Test (CMT)) 10 caso positivos y 20 negativos, con respecto a la prueba 2 (DRAMYNSKI) se encontraron 3 caso positivos y 27 negativos, para las pruebas a nivel de laboratorio prueba número 3 (agar microbiológico sangre 5%) se obtuvieron como resultado 2 caso positivos y 28 negativos y para la prueba número 4 (agar microbiológico MacConkey) 1 caso positivo y 29 negativos.

Las 4 pruebas diagnósticas detectaron mastitis subclínica en una hembra bovina con número de identificación (9663), la prueba 2 DRAMINSKI coincidió con la prueba 1 CMT con 2 hembras bovinas más (0731 y 1260) y en el caso de las pruebas microbiológicas prueba 3 Agar Sangre 5% y prueba 4 Agar MacConkey que únicamente coincidieron con la vaca 9663 antes mencionada.

Según los resultados obtenidos la prueba con un mayor número de casos positivos a mastitis fue la prueba 1 (CMT) lo que muestra que fue la prueba con más efectividad para la detección de la mastitis sub clínica.

Por otro lado Reyes y Arguello (2015), expresan que la prueba california mastitis test permite obtener una variedad de resultados y la interpretación puede variar según la experiencia y percepción que tenga la persona que esté realizando la prueba.

Los aparatos basados en la medición de la conductividad eléctrica (DRAMYNSKI) permiten la identificación de la mastitis clínica con precisión, pero en el caso de la mastitis sub clínica, la precisión es solo del 50% en comparación con los métodos estándar. Este instrumento representa una alternativa a la prueba de CMT como prueba de monitoreo de la mastitis sub clínica al lado de la vaca. Aunque a veces da como resultado un gran número de falsos positivos o falsos negativos, por lo que no es muy confiable (BM Editores, 2018).

Según Reyes et al. (2011), el diagnostico microbiológico de la mastitis, no puede hacer un inóculo cuantitativo. Debido a su tamaño y a la superficie sembrada existen las respectivas variaciones de la cantidad de cepas encontrada. El agar sangre es el medio de cultivo más adecuado para aislar los agentes causales de mastitis. La diferenciación de *Streptococcus*, *Staphylococcus aureus* y *Micrococcus ssp.* Se puede hacer bien en este medio.

Estos resultado se asemejan a los de Bermeo (2014) que en su estudio de incidencia de la mastitis subclínica bovina en el sector Soldados de la Parroquia San Joaquin – Ecuador, de 15 animales que resultaron positivos a la prueba CMT, se tomaron nuevamente muestras de leche en frascos estériles, las mismas que en cadena de frio fueron transportadas al laboratorio microbiológico para identificar a los microorganismos responsables de esta patología utilizando un medio de cultivo a base de agar sangre, para lo cual los resultados fueron menor que los de la prueba CMT dando positivo con mastitis subclínica solamente 6 animales y 9 negativos.

Cuadro 7. Identificación de cuartos mamarios positivos y negativos a la presencia de mastitis clínica y subclínica

<b>Resultado</b>	<b>Pruebas</b>			
	<b>1: CMT</b>	<b>2: DRAMYNSKI</b>	<b>3: Agar Sangre</b>	<b>4: Agar Maconkey</b>
<b>Positivo</b>	20	5	2	1
<b>Negativo</b>	100	115	118	119

En las pruebas de campo realizadas a 120 cuartos mamarios, se obtuvo para la prueba número 1- California Mastitis Test (CMT) 20 cuartos mamarios positivos y 100 cuartos mamarios negativos, con respecto a la prueba 2- DRAMYNSKI 5 cuartos mamarios positivos y 115 cuartos mamarios negativos, para las pruebas a nivel de laboratorio prueba número 3- agar microbiológico sangre 5% 2 cuartos mamarios positivos y 118 cuartos mamarios negativos y para la prueba número 4- agar microbiológico MacConkey 1 cuarto mamario positivo y 119 cuartos mamarios negativos.

Según los resultados obtenidos de los 120 cuartos mamarios sometidos al estudio la prueba con un mayor grado de detección fue la prueba 1- CMT, demostrando ser la más efectiva en comparación con las demás pruebas 2, 3 y 4.

El pezón y el canal del pezón son la primera línea de defensa de la glándula mamaria, la infección se produce después que las bacterias ganan la entrada a la glándula mamaria a través del canal del pezón. Estas pueden escapar de los mecanismos de defensa naturales por multiplicación a lo largo del canal del pezón, especialmente después del ordeño; o por propulsión en la cisterna del pezón por las fluctuaciones de vacío en la punta del pezón durante el ordeño. Si la infección no se controla, los niveles de bacteria en la glándula mamaria finalmente se elevan a un nivel en el cual comienza a producirse daño en el epitelio mamario (De Luca et al., 2015).

## 5.2. Prevalencia general de mastitis subclínica y clínica de animales afectados y sus cuartos mamarios

De las 30 vacas en ordeño 11 dieron positivo a mastitis, 9 con mastitis subclínica detectadas con la prueba 1- CMT y 1 vaca positiva a mastitis clínica detectada por las 4 pruebas diagnósticas (1-CMT, 2-DRAMYNSKI, 3- Agar sangre al 5% y Agar MacConkey). Además, la prueba 3 fue la única que detectó mastitis subclínica en la vaca con identificación 9108.

Se obtuvo una prevalencia general a mastitis subclínica de 36.66% (11 vacas positivas) de las 30 vacas sometidas al estudio con las tres pruebas (CMT, DRAMINSKI y Microbiológico: Agar Sangre 5% y Agar MacConkey).

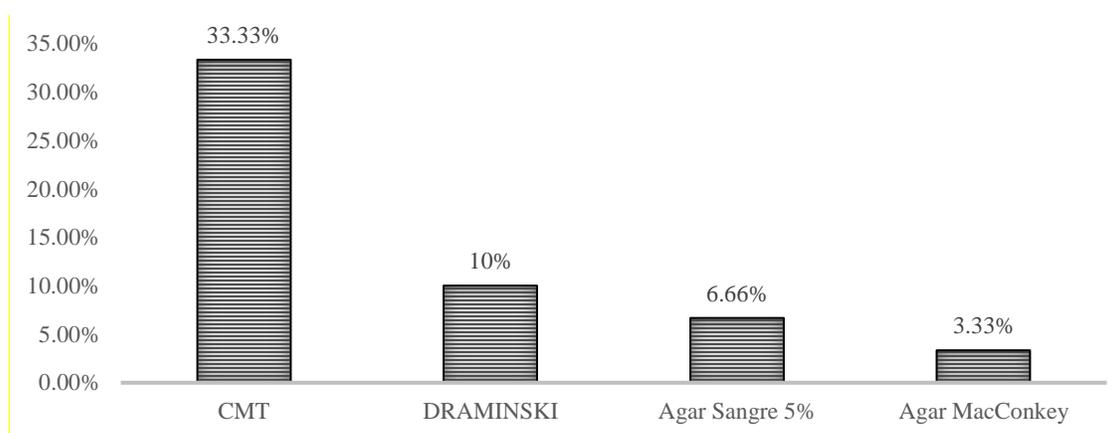


Figura 5. Prevalencia general de mastitis por vaca

La figura 5, muestra la prevalencia general por vaca con respecto a los casos positivos a Mastitis sub clínica por cada una de las pruebas utilizada donde se encontró una mayor prevalencia con la prueba 1- CMT con un 33.33 % de prevalectía, seguido de la prueba 2- DRAMINSKI con un 10% de prevalencia, prueba 3- Agar Sangre 5% con 6.66% de prevalectía, encontrándose el menor porcentaje de prevalencia con la prueba 4- Agar MacConkey con una prevalencia de 3.33%.

Los resultados de prevalencia obtenidos en este estudio fueron mayores en cuanto a la detección de mastitis subclínica con CMT (33.33%), similares con el resultado de DRAMYNSKI (10%)

e inferior con las pruebas microbiológicas(6.66% y 3.33%) en comparación a los obtenidos por Robles y Bracamonte (2015), en su estudio Determinación de la incidencia de mastitis bovina mediante la validación de tres métodos diagnósticos para su detección (CMT, Conductividad eléctrica, y Cultivo Microbiológico) donde se obtuvo un 12.7% para la prueba de california (CMT), un 10.6% para conductividad eléctrica (MAS-DE-TEC), y el análisis microbiológico resultó tener un porcentaje de 28.5% de muestras positivas.

Los resultados de esta investigación son mayores a los reportados por Cuenca et al. (2021), quienes en su estudio de Detección de Mastitis subclínica Bovina y factores asociados, en fincas lecheras de la provincia de Caña – Biblian, Ecuador utilizando la prueba CMT encontraron una prevalencia de 9.1% en vacas y 4.3% en cuartos mamarios.

Bonifaz y Conlago (2017), en su estudio de prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test realizado en Ecuador, obtuvieron resultados de prevalencia superiores al detectado con CMT en este estudio (33.33%), ya que sus datos mostraron una prevalencia del 64% de un total de 880 vacas en ordeño.

Los resultados de prevalencia en este estudio difieren de los obtenidos por Meza y Flores (2019), quienes en su investigación de tesis determinación de prevalencia de mastitis a través del método de conductividad eléctrica DRAMINSKI realizada en 4 fincas de la comarca Panamérica, Camoapa, departamento de Boaco, encontraron una prevalencia de 63.64% en la Finca el Encanto, Finca El Pantanal con un 54.55 % de prevalencia, Finca El Carmen con un 36.84% de prevalencia y la Finca que presenta menor prevalencia es el Jícaro con un 21.43%.

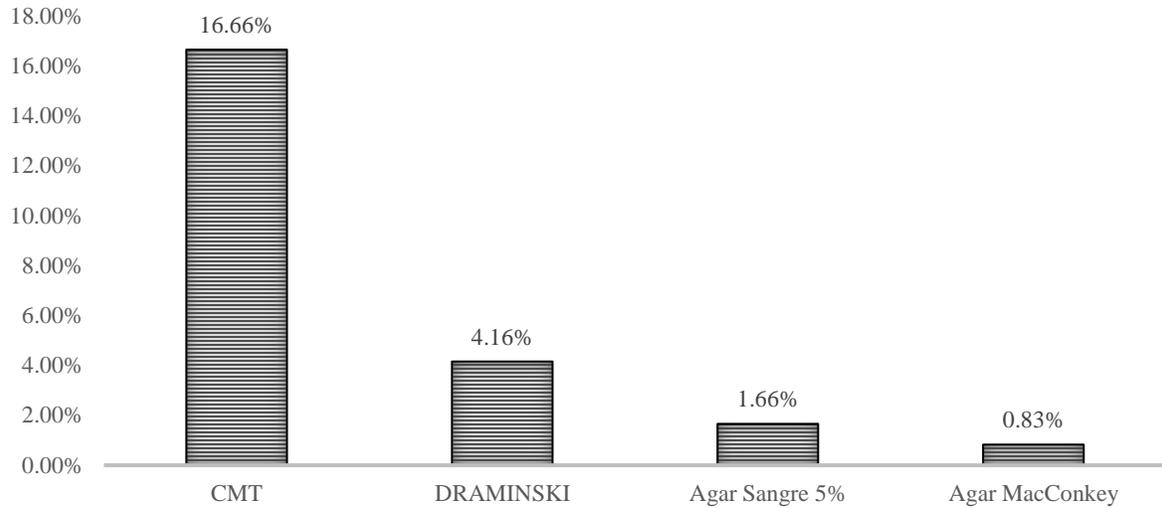


Figura 6. Prevalencia general de mastitis por cuarto mamario

La prevalencia por cuartos mamarios afectados con mastitis subclínica, obtenida en cada una de las pruebas realizadas fue de un 16.66% con la prueba 1 (CMT), 4.16% en la pruebas 2 (DRAMINSKI), 1.66% en la prueba 3 (Agar sangre 5%) y 0.83% en la prueba 4 (Agar MacConkey).

Estos resultados concuerdan con los de Gómez et al. (2015), quienes en su estudio de Criterios de Interpretación para California Mastitis Test en el Diagnóstico de Mastitis Subclínica en Bovinos, no encontraron diferencia estadística entre ellos en cuanto a los cuartos mamarios individuales obtuvieron las prevalencias que consideraron al grado trazas como positivos estuvieron entre 48.3% y 49.3%.

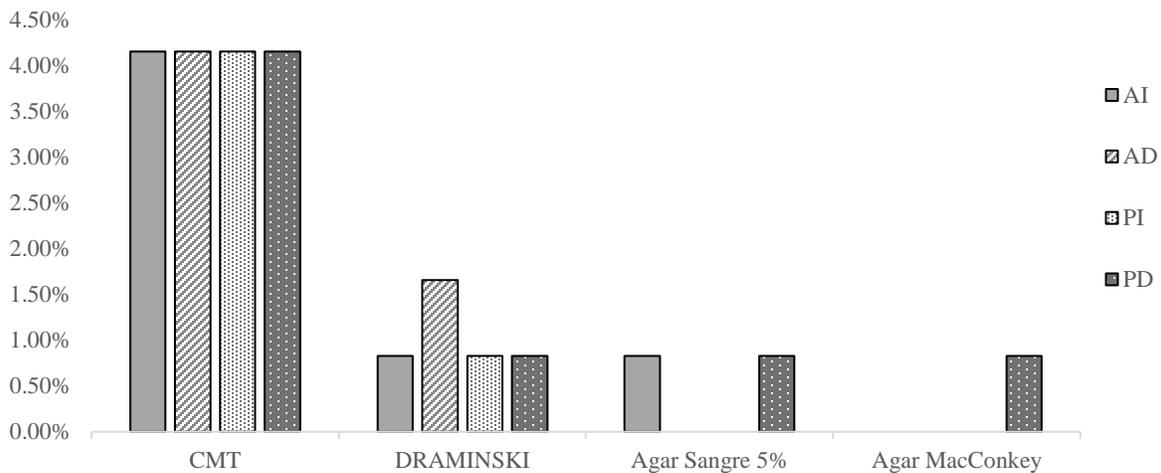


Figura 7. Prevalencia de mastitis por cuarto mamario identificado

La figura 7 muestra los resultados de prevalencia con respecto a los casos positivos a mastitis subclínica por cada uno de los cuartos mamarios (AI: Anterior Izquierdo, AD: Anterior Derecho, PI: Posterior Izquierdo, PD: Posterior Derecho) en cada una de las pruebas utilizadas (CMT, DRAMINSKI, Sangre 5% y McConkey) donde se encontró un mayor porcentaje de prevalencia con la prueba CMT con un 4.16% de prevalencia en los cuatro cuartos mamarios (AI, AD, PI, PD) seguido la prueba DRAMINSKI con una prevalencia de 1.66% en el cuarto mamario AD y 0.83% para los demás cuartos mamarios (AI, PI y PD), Agar Sangre 5% presentó prevalencia solamente en los cuartos mamarios (AI y PD) con 0.83% y 0% para los cuartos mamarios (AD y PI) y la prueba con un menor porcentaje de prevalencia por cuarto mamario fue Agar MacConkey que solamente presentó prevalencia en el cuarto mamario (PD) con 0.83% de prevalencia y 0% para sus demás cuartos mamarios.

Los resultados del presente estudio con respecto a la prevalencia por cuarto mamario por la prueba de CMT fueron más bajos en comparación a los resultados obtenidos por Miranda (2018), en su investigación de Determinación de patógenos frecuentes con su perfil de sensibilidad de la mastitis subclínica presentada en 4 establos lecheros de Lurín Perú, que obtuvo una prevalencia por cuarto mamario afectado de 26.46% para el cuarto mamario anterior derecho, 24.05% para el cuarto anterior izquierdo, 23.02% para el cuarto posterior derecho y 26.46% para el cuadro posterior izquierdo.

Estos resultados también difieren con Escobar y Mercado (2008), que en su estudio de determinación de Mastitis sub clínica mediante California Mastitis Test (CMT) muestra la cantidad y el porcentaje individual de cuartos mamarios afectados por mastitis subclínica en las empresas ganaderas del municipio de Sincé – Sucre, donde el cuarto más afectado fue el AD con un 28.9% (134 Cuartos) y el menor fue el PI con 21.8% (101 Cuartos) de afección siendo superado por el primero en un 7.1% (33 Cuartos); con relación a los cuartos PD y AI presentaron el mismo comportamiento con un 24.6% (114 Cuartos), mostrando estos a su vez una diferencia de 2.8% (13 Cuartos) y 4.3% (20 Cuartos) de prevalencia de mastitis subclínica en lo que se refiere a los cuartos PI y AD.

### **5.3. Efectividad de los métodos de diagnóstico California Mastitis Test (CMT), DRAMINSKI, Cultivo microbiológico Agar Sangre y Agar MacConkey**

Cuadro 8. Relación de la efectividad entre pruebas

<b>Contraste</b>	<b>Cocientes de posibilidades (Odds ratio)</b>	<b>Valor de P</b>
prueba1 / prueba2	9.28	0.0036 *
prueba1 / prueba3	25.71	0.0004 *
prueba1 / prueba4	45.68	0.0004 *
prueba2 / prueba3	2.77	0.6345 ns
prueba2 / prueba4	4.92	0.3721 ns
prueba3 / prueba4	1.78	0.9523 ns

El cuadro 8 muestra los resultados de la efectividad que existe entre las pruebas, obteniendo que la prueba 1- CMT muestra una significancia en la efectividad de detección de la mastitis subclínica en relación con la efectividad de detección entre las pruebas al obtener una significancia de 0.0036 al compararla con la prueba 2-DRAMYNSKI y un 0.0004 con relación a las pruebas 3 y 4 (Agar sangre al 5% y Agar MacConkey); en cambio no se encontró significancia al relacionar la efectividad entre las pruebas 2 con relación a las pruebas 3 y 4, ni al relacionar la prueba 3 con la 4.

Este estudio concuerda con el de Maldonado et al. (2022) quienes en su estudio de Diagnóstico de mastitis subclínica mediante tres métodos (Milk Checker, DRAMINSKI y CMT) para el control y tratamiento en bovinos de leche Holstein, el método más eficaz fue CMT con 92.19% de datos correctos mediante cultivos bacteriológicos así mismo obtuvieron un 100% de bacterias Gram positivas siendo estas en su mayoría *Staphylococcus Aureus*.

Las bacterias Gram Positivas son la principal causa de la mastitis sub clínica y clínica siendo los más frecuente, *staphylococcus aureus* con porcentajes de 32 y 42 %, respectivamente, seguido de otras especies de *staphylococcus* y con menor frecuencia *streptococcus spp.* (Carrillo et al., 2007).

Agar sangre es un medio de cultivo no selectivo, diferencial para la distinción de *Streptococcus spp* y *Staphylococcus spp.* Por la hemólisis. En cambio el Agar MacConkey es un medio selectivo, diferencial y de lista utilizado en el aislamiento de bacterias Gram negativas. En este medio se pueden diferenciar bacterias fermentadoras de la lactosa, a través de la formación de colonias rosadas de las bacterias no fermentadoras de la lactosa, con formación de colonias sin color. (RENYLAB DIAGNOSTICOS IN VITRO, 2020)

DRAMYNSKI mide las variaciones de la resistencia eléctrica de la leche y de acuerdo a lo expresado por Ontario (2022), “las pruebas de conductividad eléctrica deben usarse simplemente como un sistema de alerta temprana de que puede estar ocurriendo una infección, no como un único indicador para tratar una infección de mastitis” esto fue confirmado en un estudio de 5 años realizado en Dinamarca que obtuvo que la conductividad no se vio afectada en el 50% de las vacas analizadas donde los conteos de células somáticas aumentaron significativamente. Esto demuestra que las pruebas de conductividad eléctrica no pueden ser ni sensibles ni específicas. Usarlo solo podría dar como resultado que se pasen por alto casos de infección.

Ontario (2022), expresa que la prueba California Mastitis Test (CMT) mide el recuento de células somáticas o blancas (RCS), Ganadería SOS (2021) indica que estas células aumentan como parte del sistema inmune de la vaca; siendo esta la medida más usada para evaluar el estado de salud de la glándula mamaria, a medida que el RCS aumenta, también aumenta el porcentaje de vacas con uno o más cuartos infectados.

Ganadería SOS (2021), expresa que las células somáticas tienen dos funciones en la ubre por un lado fagocitan microorganismos y por otro lado intervienen en la reparación del tejido secretor cuando este sufre algún daño, generalmente un incremento en el nivel del RCS indica un mayor nivel de infección subclínica. Los cambios en el RCS pueden ser multicausal ya que factores tales como: el estado de la infección, momento de la lactancia, y la edad pueden alterar el RCS en la leche. Esto explica el mayor porcentaje de detección con CMT en relación con las otras pruebas empleadas.

El CMT es un detergente con un indicador de pH añadido, cuando se mezclan con la leche en igual cantidad el CMT disuelve o rompe las paredes celulares externas y las nucleares de cualquier leucocito, constituida principalmente de grasa, el ADN se gelifica formando una masa fibrosa, debido a que los leucocitos se incrementan en los cuartos afectados (Hernández et al., 2013). Por estas razones y por los resultados obtenidos en el presente estudio se determinó que la prueba más efectiva para la detección de la mastitis es la prueba 1 (CMT) ya que detecta la mastitis en los diferentes grados y por diversas razones que puedan alterar el RCS en la leche independientemente del factor que lo ocasiona.

Cuadro 9. Probabilidad de detección de las pruebas.

<b>Probabilidades</b>			
<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prueba 4</b>
0.0380856822 (3.8%)	0.0042463304 (0.42%)	0.0015378001 (0.15%)	0.0008660229 (0.09%)

La prueba 1- CMT fue la que obtuvo una probabilidad de detección mucho mayor en comparación con las demás pruebas con un 3.8% de Probabilidad de detectar la presencia de la mastitis sub clínica y clínica, seguido de la prueba 2- DRAMINSKI 4Q que alcanzo un 0.42% de probabilidad de detección, luego la prueba 3- Agar Sangre 5% que alcanzó un 0.15% de detección, siendo la prueba 4- Agar MacConkey la de menor probabilidad de detección con un 0.09%. Demostrando que la prueba 1- CMT es la prueba con un mayor porcentaje de detección al momento de detectar la mastitis subclínica bovina.

Estos resultados difieren con los obtenidos por Reyes y Arguello (2015), en su estudio comparativo de los métodos diagnósticos California Test y DRAMINSKI 4Q para detección de mastitis subclínicas, obteniendo una eficiencia para DRAMINSKI 4Q de un 97.37% de

diagnósticos correctos y un 2.63% de diagnósticos incorrectos, mientras que la eficacia en diagnóstico que se obtuvo de la prueba california mastitis test fue de un 96.05% de diagnósticos correctos y un 3.95% de diagnósticos incorrectos.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó presencia de mastitis subclínica y clínica en las vacas en ordeño con las tres pruebas diagnósticas, identificando con la prueba CMT 9 vacas con mastitis subclínica y 1 con mastitis clínica, la prueba DRAMYNSKI 2 subclínica y 1 clínica, la prueba microbiológica Agar sangre al 5% con 1 subclínica y 1 clínica y finalmente Agar MacConkey 1 positiva a mastitis clínica.

La prueba diagnóstica 1- CMT es la prueba que obtuvo el porcentaje de prevalencia más alto para la detección de mastitis subclínica y clínica con un 33.33, en relación con los resultados de las pruebas: 2- DRAMINSKI con un 10%, prueba 3- Agar Sangre 5% con un 6.66% y prueba 4- Agar MacConkey con el menor porcentaje de prevalencia con un 3.33%.

De igual manera, de los 120 cuartos mamarios sometidos al estudio correspondiente a 30 vacas, la prueba diagnóstica 1- CMT es la prueba que obtuvo el porcentaje de prevalencia más alto para la detección de mastitis subclínica y clínica con un 16.66% en los 4 cuartos mamarios (AI, AD, PI, PD), con relación a las pruebas: 2- DRAMINSKI con un 1.66% (AI) y 0.83 en el resto de cuartos mamarios (AD, PI y PD), en la prueba 3- Agar Sangre 5% un 0.83% (AI, PD) y finalmente la de menor prevalencia la prueba 4- Agar MacConkey con un 0.83% en un solo cuarto mamario (PD).

La prueba diagnóstica CMT presentó mayor efectividad de detección de mastitis al relacionarla con las otras tres pruebas diagnósticas, al presentar una significancia de 0.0036 con relación a la prueba 2-DRAMYNSKI y un 0.0004 con relación a las pruebas 3 y 4 (Agar sangre al 5% y Agar MacConkey); en cambio no se encontró significancia al relacionar la efectividad entre las pruebas 2 con relación a las pruebas 3 y 4, ni al relacionar la prueba 3 con la 4.

La prueba 1-CMT presentó una mayor probabilidad de detección de mastitis con un 3.8%, en relación con las pruebas 2- DRAMYNSKI con 0.42%, prueba 3- Agar sangre al 5% con 0.15% y prueba 4- Agrar MacConkey con 0.09%.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de la prueba CMT para diagnóstico de mastitis subclínica y clínica, como principal prueba diagnóstico de campo. En el caso de hacer uso de la prueba DRAMYSKI debe tomarse en cuenta si se están administrando tratamientos antibióticos al hato, ya que interfiere con los resultados; en el caso de las pruebas de Agar se recomiendan para conocer el tipo de agentes bacterianos causantes de mastitis y así administrar un tratamiento específico.

Se recomienda tratar de manera específica el cuarto mamario afectado y poner en práctica medidas de higiene y manejo que disminuyan la presencia de mastitis subclínica en las vacas en ordeño, tales como:

- Ordeño limpio (vaca y el medio)

Limpiar el área de ordeño: Esta área deberá ser específica para ordeño debe ser lavado todos los días antes del ordeño con agua y detergente para estar libre de residuos de estiércol, alimento, tierra o basura.

Preparación y lavado de los utensilios de ordeño: Estos utensilios deben ser lavados con agua y jabón antes y después del ordeño para asegurarse que estén limpios de cualquier residuo o mal olor que puedan contaminar la leche.

Lavado de brazos y manos del ordeñador: El ordeñador debe lavarse las manos antes de empezar a ordeñar para eliminar la presencia de cualquier suciedad de las manos, dedos y uñas.

Lavado y secado del pezón: Este paso es muy importante deberá realizarse con agua y toallas limpia asegurando que los pezones queden limpios y secos en su totalidad.

De esta manera prevenir la propagación bacteriana y el establecimiento de infecciones.

- Manera o forma de ordeñar

Las técnicas de ordeño influyen sobre la presencia de mastitis ya que estas pueden generar una lesión en el cuarto mamario permitiéndose una puerta de entrada a agentes bacterianos entre ellos la más traumática es la técnica de pellizco técnica empleada por los ordeñadores

en el CAFoP bovino, para lo cual se recomienda implementar la técnica de ordeño a mano llena que es menos agresiva con los cuartos mamarios.

- Tomar en cuenta para futuras investigaciones la influencia de factores ambientales, de manejo e higiene

Se debe mantener un adecuado control sanitario, para evitar el uso indiscriminado de los antibióticos, respetando además el tiempo de retiro de los mismos y con ello proteger la salud pública y reducir la resistencia a los antimicrobianos.

Realizar una investigación donde se pueda controlar la aplicación de antibióticos en los individuos en estudio, para comprobar si se afecta la sensibilidad de las pruebas DRAMYNSKI y Agares.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Acosta, I. (2023). *Presentan Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio 2023/2024*. Párr,17. <https://www.mag.gob.ni/index.php/noticias?view=article&id=95:nicaragua-presento-plan-de-produccion-consumo-y-comercio-2023&catid=11>
- Adkins, P., Fox, L., Godden, S., Jayarao, B., Keefe, G., Kelton, D., Lago, A., Middleton, J., Owens, W., Petersson-Wolfe, C., Pighetti, G., Quesnell, R., Royster, E., Ruegg, P., Smith, L. & Timmerman, J. (2017). *Laboratory Handbook on Bovine Mastitis. Third Edition*. NMC A Global Organization for Mastitis Control and Milk Quality. USA. *Laboratory\_Handbook\_on\_Bovine Mastitis [1].pdf*
- Agroshow. (6 de junio 2023). *Salud Animal*. <https://agroshow.info/productos/ovinos-y-caprinos/salud-animal/detector-de-mastitis/#:~:text=Detector%20de%20Mastitis%20Los%20detectores%20de%20Mastitis%20DRAMINSKI,el%20aumento%20de%20la%20sal%20en%20la%20leche>.
- AGROTEC DEL SURESTE Razas*. (6 de Agosto de 2019). <https://www.agrotec.com.mx/conoce-mas-acerca-de-la-raza-brahman/>
- Aguilar Galvez, F. L., & Alvarez Diaz, C. A. (2018). *Diagnostico Bacteriologico .Mastitis bovina* (I edicion en español P,116-117 ). Machala-Ecuador: Ediciones UTMACH. ISBN: 978-9942-24-131-3. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15205/1/MASTITIS-BOVINA.pdf>
- Altamirano Lopez, J. d., & Davila Navarro, O. A. (octubre de 2012). Prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras de las fincas asociadas a la red fría de la Cuenta Reto del Millenium (CRM); en las comunidades La Reynaga Malpaisillo y Los Zarzales, Departamento de León, Septiembre –Octubre del 2011. 20-21. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5660/1/221121.pdf>
- Alvarez Pogyo, E. A., Murillo, C., & Alexandra, C. (2017). Prevalencia de mastitis subclínica mediante California Mastitis Test Tesis. *Prevalencia de mastitis subclínica mediante California Mastitis Test CMT en ganado bovino lechero del cantón Cuenca*, 24-25. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26628>
- Asocebu* *Colombia*. (s.f.). <https://www.asocebu.com/index.php/brahman#caracter%C3%ADsticas-de-la-raza>

Avila, S., & Avila Tellez, S. (9 de mayo de 2023). *ECURED enciclopedia cubana*  
[https://www.ecured.cu/Orde%C3%B1o\\_manual#:~:text=M%C3%A9todos%20de%20orde%C3%B1o%20El%20m%C3%A9todo%20de%20orde%C3%B1o,m%C3%A9todo%20a%20pellizco.%203%20El%20m%C3%A9todo%20a%20pulgar](https://www.ecured.cu/Orde%C3%B1o_manual#:~:text=M%C3%A9todos%20de%20orde%C3%B1o%20El%20m%C3%A9todo%20de%20orde%C3%B1o,m%C3%A9todo%20a%20pellizco.%203%20El%20m%C3%A9todo%20a%20pulgar)

Banco Central de Nicaragua, BCN., (2019). *Informe ejecutivo*. p.7.

Banco Central de Nicaragua, BCN., (2023). *informa sobre la evolución del índice mensual de actividad económica (IMAE) de marzo*. Párr. ,3.  
[https://bcn.gob.ni/sites/default/files/noticias/notas\\_prensa/2023/np260523\\_2.pdf](https://bcn.gob.ni/sites/default/files/noticias/notas_prensa/2023/np260523_2.pdf)

Barrantes, M. (2020). Cultivos bacteriológicos de uso en finca para determinar tratamientos selectivos contra mastitis clínica y subclínica bovina Tesis para optar por el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. *Universidad de Costa Rica Facultad de Ciencias Agroalimentarias Escuela de Zootecnia*, 21. Costa Rica.  
<http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/18493/1/45654.pdf>

Bedolla Cedeño, C. (2017). ETIOLOGIA DE LA MASTITIS BOVINA Facultad de Medicina Veterinaria. *Sitio Argentino de Producción Animal*. Michoacan, Mexico: BM Editores.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/infecciosas/bovinos\\_leche/128-Etiologia.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/128-Etiologia.pdf)

Bedolla Cedeño. C. (2018). Pruebas y Métodos para el Diagnóstico de Mastitis II. *BM EDITORES*. <https://bmeditores.mx/ganaderia/pruebas-y-metodos-para-el-diagnostico-de-mastitis-ii-1705/>

Bedolla, C. (2018). Pruebas y Métodos para el Diagnóstico de mastitis. *Bmeditores. mx*. Pruebas y Métodos para el Diagnóstico de Mastitis - BM Editores

BIO -BACTER. (2023). *Medio de cultivo Agar MacConkey*. Obtenido de Cirumedic S.A.S:  
<https://www.bio-bacter.com/wp-content/uploads/2023/01/MEDIO-DE-CULTIVO-AGAR-MACCONKEY-2.pdf>

BM EDITORES. (18 de Mayo de 2018). *El origen de la raza de ganado Pardo Suizo (Raza Schwitz) sus variedades y colores*. <https://bmeditores.mx/ganaderia/el-origen-de-la-raza-de-ganado-pardo-suizo-raza-schwitz-sus-variedades-y-colores/>

Bonifaz, N., & Conlago, F. (2016). Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba decaliforniamastitis test con identificación del agente etiológico, en

paquiestancia, Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 24(2), 43-52. Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba decaliforniamastitis test con identificación del agente etiológico, en paquiestancia, Ecuador (redalyc.org)

Carillo, A. C., Estepa, C. E., Lizarazo, J. J. H., & Villate, J. P. S. (2007). Identificación de bacterias causantes de mastitis bovina y su resistencia ante algunos antibacterianos. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 10(1), 81-91. Identificación de bacterias causantes de mastitis bovina y su resistencia ante algunos antibacterianos | Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica (udca.edu.co)

*Ceva Salud Animal*. (2011). <https://ruminants.ceva.pro/es/ubre-de-vaca>

Córdova Izquierdo, A. (2019). Prevención y tratamiento de mastitis en vacas lecheras. *Ganaderia.com*. <https://www.ganaderia.com/destacado/Prevenci%C3%B3n-y-tratamiento-de-mastitis-en-vacas-lecheras>

Cruz Alamilla, M. (2021). La mastitis bovina y su impacto en la calidad de la leche. *BMEDITORES*. <https://bmeditores.mx/ganaderia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-en-la-calidad-de-la-leche/>

Cuenca-Condoy, M., García-Bracho, D., Reinoso-García, L., González-Rojas, J., & Torracchi-Carrasco, J. (2021). Detection of subclínic bovine mastitis and associated factors, in dairy farms of the province of Cañar-Biblián, Ecuador. *Detection-of-Subclínic-Bovine-Mastitis-and-associated-factors-in-dairy-farms-of-the-Province-of-Cañar-Biblián-Ecuador.pdf* (researchgate.net)

De Luca, L., Caggiano, N y Castrillón, M. (2015). *DAÑO EN EL TEJIDO MAMARIO DURANTE LA MASTITIS BOVINA*. Sitio Argentino de Producción Animal. 109-Danio\_tejido\_mamario.pdf (produccion-animal.com.ar)

Distribuidor centroamericano: NORDIS. (2012). *Manual de uso DRAMINSKI 4Q*. Manual Draminski especies menores.pdf

DMS. (2011). *Mastitis en vacas*. [https://www.dsm.com/anh/es/challenges/supporting-animal-health/mastitis.html#:~:text=La%20mastitis%20es%20una%20inflamaci%C3%B3n,al%20microsc%C3%B3picas%20\(Prototheca%20spp.\)](https://www.dsm.com/anh/es/challenges/supporting-animal-health/mastitis.html#:~:text=La%20mastitis%20es%20una%20inflamaci%C3%B3n,al%20microsc%C3%B3picas%20(Prototheca%20spp.))

El 19 Digital. (2021). *Resultados del estudio general al ható ganadero 2021*. <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:121733-resultados-del-estudio-nacional-al-hato-ganadero-2021>

Emilio , O. (2018). <https://www.pinterest.com/pin/pardo-suizo--517984394636165410/>.  
pinterest:  
[https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=p3rovjHJ&id=804855519F68EC9C71D1C1A3FB94883FC6A8A980&thid=OIP.p3rovjHJjXpbnZY710\\_nmQHaE7&mediurl=https%3A%2F%2Fi.pining.com%2Foriginals%2Fbc%2Fc9%2F58%2Fbcc958c9b4e74ecbf3bdac5a1dc44781.jpg&cdnurl=htt](https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=p3rovjHJ&id=804855519F68EC9C71D1C1A3FB94883FC6A8A980&thid=OIP.p3rovjHJjXpbnZY710_nmQHaE7&mediurl=https%3A%2F%2Fi.pining.com%2Foriginals%2Fbc%2Fc9%2F58%2Fbcc958c9b4e74ecbf3bdac5a1dc44781.jpg&cdnurl=htt)

Enciso Lopez, Luis Alberto;. (2023). *Agrocampo S.A.S.* <https://blog.agrocampo.com.co/raza-de-ganado-gyr/#:~:text=Como%20datos%20curiosos%20sobre%20la%20raza%3A%201%20Tiene,entero%20y%20rojo%20con%20manchas%20blancas.%20M%3A1s%20elementos>

Escobar Díaz, E. R. (2008). Determinación de mastitis subclínica mediante la prueba Mastitis California Test (CMT) y la correlación del periodo de lactancia del animal con los cuartos mamarios afectados en bovinos. DETERMINACION DE MASTITIS SUBCLINICA MEDIANTE LA PRUEBA MASTITIS CALIFORNIA TEST (CMT), CORRELACIONADO CON EL PERIODO DE LACTANCIA Y LOS CUARTOS MAMARIOS AFECTADOS EN BOVINOS (Bos Indicus Y CRUCES) EN EMPRESAS GANADERAS DEL MUNICIPIO DE SINCE-SUCRE (unisucre.edu.co)

Evaristo, Romero, R.C (2021). *Impacto de la mastitis clínica sobre la reproducción y campaña láctea en vacas Holstein de crianza intensiva de la cuenca de lima en el 2019* [tesis maestra en investigación en ciencias veterinarias, Universidad Peruana Cayetano Heredia], p, 4. [https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/11342/Impacto\\_EvaristoRomeroroberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/11342/Impacto_EvaristoRomeroroberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

FAGANIC., Federación de asociación de ganaderos de Nicaragua. (2019). *Contexto actual del sector ganadero.* <https://funides.com/wp-content/uploads/2020/01/FAGANIC-ContextoActual.pdf>

Fernando, Hidalgo; Seralde, Teran;. (2020). BM Editores, SA de CV. *El origen de la raza de ganado Pardo Suizo (Raza Schwitz) sus variedades y colores.* <https://bmeditores.mx/ganaderia/el-origen-de-la-raza-de-ganado-pardo-suizo-raza-schwitz-sus-variedades-y-colores/>

Fierro, N., Carrera Durazno, R., & Ordonez, J. (2016). prevenir es mejor que curar MASTITIS BOVINA. 21. Zamora Chinchipe, Ecuador. <https://www.bing.com/search?q=tesis+nosodes+homeopatico+dh10+para+el+control+de+mastitis+subclinica&aqs=edge.3.69i64i45018.1090032j0j9&FORM=ANAB01&PC=U531>

Figueira, E., (2009) de Ganado Gyr en granja.). [fotografía]. GIRBRASIL - The Gir Media: "No es solo una joya, es raro"

GANADERIA SOS. (2021). *INTERPRETACIÓN DEL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS*. INTERPRETACIÓN DEL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS - Ganaderia SOS: Solución Integral Ganadera

García , A.(2019). *Mastitis contagiosa vs ambiental*. Mastitis Contagiosa vs. Ambiental – DAIReXNET (extension.org)

Gasque Gómez, R. (2015). *Mastitis bovina*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/infecciosas/bovinos\\_leche/107-Mastitis\\_bovina.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/107-Mastitis_bovina.pdf)

Google maps (2024). <https://www.google.com.ni/maps/place/Facultad+de+Ciencia+Animal/@12.1374947,-86.1684537,700m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x8f73fbfd5b409ae9:0xef12c8f30fb527c2!8m2!3d12.1374947!4d-86.1658788!16s%2Fg%2F11xv93p7c?hl=es&hl=es&entry=ttu>

Guevara, Gabriela;. (23 de abril de 2021). *Ministerio de economía familiar comunitaria cooperativa y asociativa( MEFCCA)*. <https://www.economiafamiliar.gob.ni/websitemefcca-mvc/noticia-gobierno-nicaragua-continua-apoyando-sector-ganadero-pais/17>

Heguy, J. (2016). *PRINCIPIOS BÁSICOS :PROCEDIMIENTOS DE ORDEÑO*. *Sitio Argentino de Produccion Animal*, 1. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/193-Principios\\_basicos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/193-Principios_basicos.pdf)

Hernández Baca M., (2014). *Estado poblacional del ganado Reyna en Nicaragua: Distribución, manejo, producción, y cualidades*. Vol,14 .num,22. ISSN 1998-8850.p,42. <https://repositorio.una.edu.ni/3299/1/pp120h557.pdf>

Hernández, A., Cervantes, P., Villagómez, A., Domínguez, B y Lamothe, C. (2013). *TALLER PARA LA PRODUCCIÓN DEL REACTIVO DE CALIFORNIA*. Universidad Veracruzana. [TALLER\\_PARA\\_LA\\_PRODUCCIÓN\\_DEL\\_REACTIVO\\_DE\\_CALIFORNIA.doc x \(uv.mx\)](#)

- Hernandez, M. (1 de Abril de 2014). *Estado poblacional del ganado Reyna en Nicaragua:distribución, manejo, producción y cualidades Reyna livestock population status in Nicaragua:distribution, management, production and qualities* *Dirección específica de ciencia animal, Universidad Nacional Agraria* (Vol. 14). <https://lacalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/224/224>
- Hernandez, M., Morales, Y., & Velasco, A. (2010). *estructura de la glandula mamaria Bovina*. <https://maryygyby.blogspot.com/2010/07/estructura.html>
- Hilton, B. (s.f.). *De agronomia.com*. [https://deagronomia.com/ganaderia/ganado-brahman/Holstein Association USA ,Inc. \(2012\). Caracteristicas Descriptivas Lineales . 8-12. https://www.holsteinusa.com/pdf/print\\_material/linear\\_traits\\_spanish.pdf](https://deagronomia.com/ganaderia/ganado-brahman/Holstein%20Association%20USA%20,Inc.%20(2012).%20Caracteristicas%20Descriptivas%20Lineales%20.%208-12.%20https://www.holsteinusa.com/pdf/print_material/linear_traits_spanish.pdf)
- Inseminar y más. (2013). *DETECTOR DE MASTITIS 4X4QMAST DRAMINSKI*. <http://inseminar.com.ec/index.php/instrumental-veterinario/ubres-cuernos-y-patas/detector-de-mastitis-4x4qmast-draminski-detail>
- Ionita, Elisabeta. (23 de 08 de 2022). *Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/noticias/el-sector-lechero-en-nicaragua/>
- Ituarte, K y Bracamonte, M. (2015). *Determinación de la incidencia de mastitis bovina en la región de Cobachi, Sonora, mediante la validación de tres métodos de diagnóstico para su detección: prueba de california, medición de conductividad eléctrica (MAS-D-TEC) y cultivo microbiológico*. [Tesis Profesional Practica, Universidad de Sonora]. [ituarerobleskenial.pdf](http://ituarerobleskenial.pdf) (uson.mx)
- Jersey Milk Cow. (6 de noviembre de 2023). *Jersey Cattle :todo lo que deberias saber*. <https://jerseymilkcow.com/jersey/>
- Jimenez, C. (2022). *Contexto ganadero Fisiología de la glandula mamaria de la vaca*. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/fisiologia-de-la-glandula-mamaria-de-la-vaca>
- Kepto. (2021). *TEST DE CALIFORNIA PARA MASTITIS*. <https://www.kepto.nl/es/products/test-de-california-para-mastitis/>
- La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). *Buenas practicas de Ordeño. I*, 20. (M. A. Juarez, B. Moacoso, J. A. Hernandez, M. Merida, L. Samayoa, G. Juarez , & K. Gamboa, Edits.) guatemala. <https://www.fao.org/3/bo952s/bo952s.pdf>

- Larumbe Curbelo, R., & Vidart Damian, M. I. (2016). AGENTES PATÓGENOS CAUSANTES DE MASTITIS CLÍNICA EN VACAS. *TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título de doctor en ciencias veterinarias, estudio de caso*, 16-17. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/10378/1/FV-32519.pdf>
- Lenis Sanin, Y. (2014). Manual didactico sobre la reproduccion ,la gestacion la lactancia y el bienestar de la hembra bovina. 189. [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/26348/1/LenisYasser\\_2014\\_ReproduccionVacaManualDidactico.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/26348/1/LenisYasser_2014_ReproduccionVacaManualDidactico.pdf)
- Lopez, Oscar. (2019). *Camara Nicaraguense del Sector Lacteo (CANISLAC)*. <https://canislac.com/como-se-encuentra-el-sector-lacteo-de-nicaragua/>
- Mayen Z. (2020). *Manual de buenas prácticas de ordeño*. p, 23-24. [manualorden%CC%83o20.pdf](http://manualorden%CC%83o20.pdf) (maga.gob.gt)
- Mendoza, J. A., Vera, Y. A., & Peña, L. C. (2017). Prevalencia de mastitis subclínica, microorganismos asociados y factores de riesgo identificados en hatos de la provincia de Pamplona, Norte de Santander. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 64(2), 11-24. PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA, MICROORGANISMOS ASOCIADOS Y FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS EN HATOS DE LA PROVINCIA DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER (scielo.org.co)
- Metodo de ordeño.* (s.f.). [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/43113\\_8.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/43113_8.pdf)
- Meza Robleto, A. N. D. S., & Flores Garcia, E. N. (2019). *Determinación de la prevalencia de mastitis bovina a través del método de conductividad eléctrica (Draminski Mastitis Detector) en cuatro fincas de la comarca Panamerica, Camoapa, departamento de Boaco, Noviembre 2018* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria). Determinación de la prevalencia de mastitis bovina a través del método de conductividad eléctrica (Draminski Mastitis Detector) en cuatro fincas de la comarca Panamerica, Camoapa, departamento de Boaco, Noviembre 2018 - Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria (una.edu.ni)
- Michael. (15 de Enero de 2011). <http://mosqueramusic.blogspot.com/2011/01/ganado-gyr.html>

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA]. (2020, 16 de Abril). *Manual de Buenas Prácticas de Ordeño*. <https://www.maga.gob.gt/download/manual-orden%25CC%2583o20.pdf>
- Nieto D, Berisso, R., Demarchi. Eugenio. Scala (2012) *Prácticas de ordeño. Manual de buenas prácticas de ganadería bovina para la agricultura familiar*. SBN 978-92-5-307344-3. p,39. Manual de Buenas Prácticas (fao.org)
- Oliva, E. (2018) Pardo suizo en exposición de ganado lechero. <https://www.pinterest.com/pin/pardo-suizo--517984394636165410/>
- Olivera Ángel, M., Huertas Molina, O, F., Vargas K., Guzmán V., Londoño D., Diaz O., Rodríguez Lecompte J, C., Gómez L, M., torres Lindarte, G. (2020). *La lactancia vista desde múltiples enfoques, Galactopoyesis o galactoquinesis*. p,57,58. I edición. ISBN: 978-958-5596-66-5  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/342149/20802568>
- Ontario (2022). *Las señales de advertencia de la mastitis: decidir cuándo tratar a las vacas lecheras*. The warning signs of mastitis: Deciding when to treat dairy cows | ontario.ca
- Ortiz Buitrago, E. O. (Domingo de Noviembre de 2008). ORDEÑO MANUAL EN GANADO LECHERO. <https://ordenomanebovinos.blogspot.com/>
- Quispe Peña, K. S. (2022). Principales agentes bacterianos en la Mastitis Bovina. *Componente práctico de carácter Complejivo, presentado al H. trabajo de , 5*. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11402/E-UTB-FACIAG-MVZ-000081.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Renylab (2020). *Agar sangre / Agar MacConkey*. Agar Sangre/MacConkey - Renylab
- Reyes Sánchez, E. A., & Arguello Sánchez, J. S. (2015). *Estudio comparativo entre los métodos diagnósticos para mastitis subclínicas, California Test y DRAMINSKI 4Q en vacas Jersey, Diriamba–Carazo, Agosto–Octubre, 2015* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria). tnl73r457.pdf (una.edu.ni)
- Reyes, E. y Arguello, J. (2015). *Estudio comparativo entre los métodos diagnósticos para mastitis subclínicas, California Test y DRAMINSKI 4Q en vacas Jersey, Diriamba – Carazo, Agosto –Octubre, 2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria] Available under License Creative Commons BY-NC-ND. tnl73r457.pdf (una.edu.ni)

- Reyes, J., Hernández, L., García, M y Lares, C. (2011). Control de la mastitis en ganado bovino. *FUNDACION PRODUCE SINALOA, A. C.* Control de la mastitis en ganado bovino (1).pdf
- Roa, Y. (11 de julio de 2017). *AGRONOMASTER*. Obtenido de 7 Características De La Producción Del Ganado Pardo Suizo. <https://agronomaster.com/ganado-de-raza-jersey/>
- Rodriguez Martinez , G. (1990). Fisiopatología de la glandula mamaria. *Instituto Colombiano Agropecuario, Bogota (Colombia) 9. Curso Nacional Ganaderia de Leche Especializada, Bogota (Colombia),* 229-238. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/31152/28731\\_19533.pdf?sequence=1](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/31152/28731_19533.pdf?sequence=1)
- Sanchez, M., Gutierrez, N y Posada, I. (2018). Prevalencia de mastitis bovina en el Cañón de Anaime, región lechera de Colombia, incluyendo etiología y resistencia antimicrobiana. *Rev. investig. vet. Perú vol.29 no.1 Lima ene./mar. 2018.* Prevalencia de mastitis bovina en el Cañón de Anaime, región lechera de Colombia, incluyendo etiología y resistencia antimicrobiana (scielo.org.pe)
- SOLOSTOCKS. (2023). *Ganado lechero jersey*. <https://www.solostocks.com.mx/venta-productos/ganaderia/ganado-bovino/ganado-lechero-jersey-1458755>
- Stempler , A., Muñoz, A. J., & Lucas, M. F. (2022). *Streptococcus uberis y su importancia como agente causal de la mastitis bovina*, 10. Buenos Aires, Argentina. Vista de Streptococcus uberis y su importancia como agente causal de la mastitis bovina (unne.edu.ar)
- Suarez Quintero, Y. I., & Jimenez Martinez, L. D. (2019). Frecuencias genotípicas y alélicas del Gen de kappa Trabajo de Graduación. 13. <https://repositorio.una.edu.ni/3915/1/tnl10s939.pdf>
- Tercero, G. (2015). DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN MANUAL DE BUENAS PRACTICAS DE ORDEÑO(BPO) PARA LA EMPRESA DE LACTEOS"PARAISO". 94-98. <https://library.co/document/qmjv8kwq-diseno-implementacion-manual-practicas-ordeno-empresa-lacteos-paraiso.html>
- Union Ganadera Regional de Jalisco. (s.f.). *Conceptos geneticos basicos*. [https://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=296&Itemid=138](https://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=296&Itemid=138)
- Urroz Alvares, L. T. y Ramírez Ramírez, E. J. (2006). *Composición e Identificación de Especies forrajeras y no Forrajeras en las Fincas Santa Rosa y Las Mercedes de la Universidad*

*Nacional Agraria. Managua* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria].  
<https://core.ac.uk/download/pdf/35165126.pdf>

Vilaboa Arróniz, J., Quirós, Madrigal, O., Díaz Rivera, P., WingChing Jones, R., Brower Keating, N., Zetina-Córdoba, P., (2012) Los sistemas ganaderos con criollo lechero tropical Reyna en costa rica. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 23. P, 168. ISSN: 1021-7444. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v23n1/a18v23n1.pdf>

Villalobos, J. (2015). Relacion de 17 características físicas del ganado lechero con su productividad en sistema de producción láctea en pastoreo en las faldas del volcán Poás Costa Rica. 23-45. Costa Rica. <https://zootecnia.ucr.ac.cr/images/tesis/pdfs/villalobos-alvarez-juan-manuel.pdf>

Wolter, W., Castañeda, V., Kloppert, B., & Zschoeck, M. (2000). *La Mastitis Bovina*. Jalisco, Mexico. C:\Work\Wolter\Wolterend.prn.pdf (d-nb.info)

Zoetis. (2023). <https://www.zoetis.mx/conditions/bovinos/mastitis.aspx>

Zoetis. (2023). *MASTITIS INFLAMACIÓN DE LA GLÁNDULA MAMARIA O UBRE*.  
<https://www.zoetis.mx/conditions/bovinos/mastitis.aspx>

Zuñiga, R y Bermeo, M. (2014). *Incidencia de la mastitis subclínica bovina, en el sector Soldados de la Parroquia San Joaquín*. [Trabajo de grado, Universidad del Azuay]. 10272.pdf (uazuay.edu.ec)  
[https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/documentos/Informe\\_Anuual\\_2019.pdf](https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/documentos/Informe_Anuual_2019.pdf)

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Preparación de Agares Microbiológico



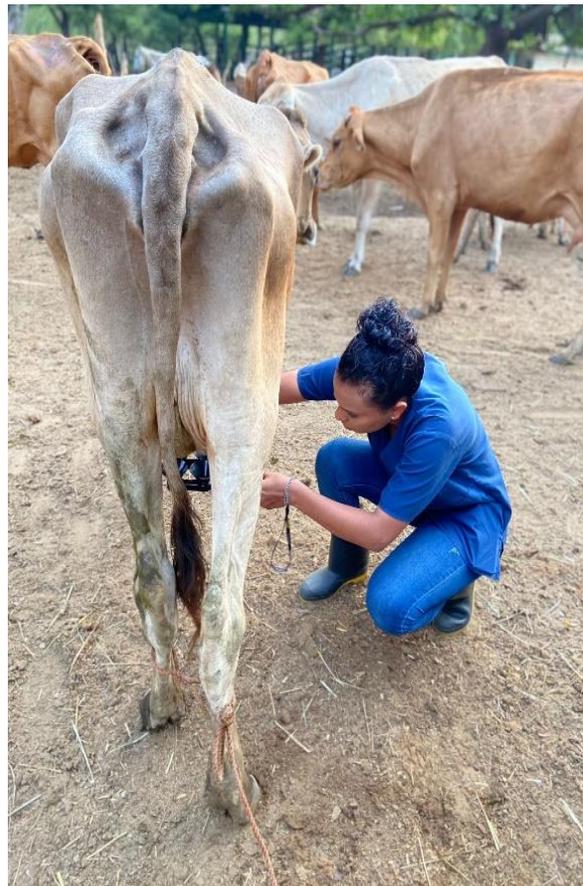
### Anexo 2. Etiquetado de vasos para recolección de muestras de leche



Anexo 3. Calibración de DRAMINSKI 4Q



Anexo 4. Realización de prueba de campo DRAMINSKI 4Q



## Anexo 5. Lectura de Agares Microbiológicos



## Anexo 6. Realización de prueba de campo California Mastitis Test

