



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



## **Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo**



**Título: Influencia de la edad de los animales en indicadores productivos, reproductivos y de calidad de la leche**

**Autor: Yandry Julio González Escobar**

**Tutores: Dra. MV. Aymara Valdivia Ávila Dr.C.**

**Dra. MV. Ariala Vera Hernández**

**Diciembre, 2022**

"No partimos de ninguna posición dogmática, pero nuestro objetivo es producir el máximo de leche, no por vaca, sino por hectárea o por caballería. Esta ha de ser la consigna de una revolución que construye el socialismo".

**Fidel Castro Ruz**

## **Declaración de Autoridad**

Declaro que yo, Yandry Julio González Escobar soy el único autor de este Trabajo de Diploma por lo que autorizo a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

---

Firma

## **Dedicatoria**

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, especialmente a mi madre por exigirme y enseñarme en todo momento hasta forjarme y llevarme a ser la persona que soy hoy. A mi compañero de mil batallas Karel por ser uno de los grandes apoyos e impulsos en mi trayectoria estudiantil y a mi amiga de seis largos años de estudios Naylet por estar en todos los momentos difíciles de nuestra carrera.

A todos mis amigos y compañeros de trabajo y a mi sobrino que espero que le sirva de inspiración para su vida.

A mi abuela Haydee que siempre ha estado presente con sus consejos y su apoyo incondicional.

## **Agradecimientos**

A toda mi familia por su apoyo durante toda esta trayectoria estudiantil.

A mis tutoras Aymara y Ariala por apoyarme en esta trayectoria tan difícil.

A Elia, Angelina y Sonia por su ayuda en el desarrollo experimental de la tesis.

A todos los profesores con los que compartí durante la carrera de alguna manera especialmente al profesor Enildo e Iraní.

A mis compañeros de trabajo y amigos, en especial a mi compañera Naylet aunque ya no esté presente en nuestro país.

A todas las personas que de una manera u otra estuvieron involucradas en todo este trabajo.

Gracias a todos esos que sin mencionarles el nombre saben que son de los que estoy hablando.

## **Opinión del tutor**

El trabajo de diploma titulado: "Influencia de la edad de los animales en indicadores productivos, reproductivos y de calidad de la leche ", desarrollado por el estudiante Yandry Julio González Escobar, constituye una investigación realizada a partir de la dedicación y el trabajo de su autor.

Este trabajo se realizó en el marco de un proyecto territorial al que se incorporó el estudiante, aunque esta decisión constituyera un reto dada su condición de trabajador. La realización del trabajo experimental en estas condiciones demostró la responsabilidad, el alto grado de compromiso y la dedicación a las tareas investigativas que posee su autor. El análisis de los resultados obtenidos y la posterior redacción del documento le permitieron integrar los conocimientos adquiridos en la carrera en los campos de la Zootecnia y la Nutrición Animal, lo que le facilitó arribar a conclusiones y recomendaciones pertinentes.

El trabajo de diploma abarca un problema vital para las empresas pecuarias cubanas en estos momentos, que se respalda con el uso de bibliografía actualizada y un alto rigor científico. Podrá ser utilizado como una herramienta en la toma de decisiones y consultarse como fuente bibliográfica por estudiantes de las carreras agropecuarias. Teniendo en cuenta estos criterios se propone que se acepte como ejercicio de culminación de estudios para la carrera Agronomía.

-----  
M. V. Aymara L. Valdivia Dr. C.

-----  
M.V Ariala Vera Hernández

## **Abreviaturas**

Food and Agriculture Organization (FAO)

Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME)

Oficina Nacional de Estadística de Cuba (ONEC)

Ministerio de la Agricultura (MINAG)

Ministerio de la Industria Alimentaria (MIA)

Dirección de Genética (DG)

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Dioxígeno (O<sub>2</sub>)

Dinitrógeno (N<sub>2</sub>)

Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM)

Prueba de california (CMT)

La edad al primer parto (EPP)

Edad del parto (EP)

Edad al primer servicio (EPS)

Intervalo interpartal (IPP)

Grados Celsius (°C)

Norma Cubana (NC)

Sistema Computarizado de Control Individual (SISCOP)

Días de lactancia (DL)

Error estándar (EE)

Coefficiente de variación (CV)

Valor de probabilidad (V prob)

## **Resumen**

En Cuba la producción de leche aún no satisface las necesidades de la población ni se logran niveles óptimos en su calidad. Este trabajo tiene como objetivo: determinar la influencia del promedio de edad de los rebaños bovinos en los indicadores productivos, reproductivos y de calidad de la leche. Se caracterizó la calidad de la leche producida en dos lecherías con diferentes promedios de edad, a partir de la determinación de la densidad, acidez, porcentaje de grasa en la leche, sólidos totales, y mastitis. Se formaron tres grupos en la lechería dos de acuerdo a la edad de los animales y se compararon los intervalos interpartales (IPP) y la producción de leche de la última lactancia de cada grupo. Se concluyó que la mayoría de los indicadores de calidad de la leche estudiados en las dos lecherías se encontraban en los parámetros establecidos. Solo la densidad de la leche procedente de la lechería dos estaba ligeramente disminuida. Existe una débil correlación inversa entre la producción de leche obtenida en la última lactancia y la edad de los animales y no se evidenció la existencia de correlación entre la edad de los animales y el intervalo interpartal en la lechería dos.

Palabras claves: intervalo interpartal, producción de leche, densidad.

## **Summary**

In Cuba, milk production still does not meet the needs, the optimum levels of quality of this product are not achieved. The objective of this work is to determine the influence of the average age of the bovine herds on the productive, reproductive and milk quality indicators. The quality of the milk produced in two cowgirls with different average ages was characterized, from the determination of the density, acidity, percentage of fat in milk total solids and mastitis. Three groups were formed in the dairy, two according to the age of the animals and the interpartal intervals were compared and the milk production of the last lactation of each group. It was concluded that most of the milk quality indicators studied in the two dairies were within the established parameters only the gravity of the milk from dairy two was slightly decreased. There is a weak inverse correlation between milk production obtained in the last lactation and the age of the animals and there was no evidence of correlation between the age of the animals and the interpartal interval in dairy two.

Keywords: interpartal interval, milk production, density.

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Problema científico	2
1.2. Hipótesis	2
1.3. Objetivo general	2
1.4. Objetivos específicos	2
<b>2. Revisión bibliográfica</b>	<b>3</b>
2.1. Recuento histórico de la producción de leche en Cuba	3
2.2. Situación actual del sector lácteo cubano	4
2.3. Caracterización de la Raza Mambí	5
2.4. Características de la leche como alimento humano	6
2.5. Calidad de la leche. Factores que la condicionan	8
2.5.1. Principales indicadores de calidad de la leche	9
2.6. Principales indicadores productivos y reproductivos en rebaños bovinos productores de leche	12
<b>3. Materiales y métodos</b>	<b>17</b>
3.1. Manejo y sistema de alimentación	17
3.2. Caracterización de los animales	17
3.3. Caracterización de la calidad de la leche producida en las dos lecherías	18
3.3.1. Procedimiento para la toma de muestras de leche del tanque de las lecherías	18
3.3.2. Determinaciones analíticas realizadas	19
3.4. Determinación de la influencia de la edad en la producción de leche y el IPP de las vacas de la lechería 2	22

3.5.Análisis estadístico	22
<b>4.Resultados y discusión</b>	<b>24</b>
4.1.Caracterización de la calidad de la leche producida en las dos lecherías	24
4.2.Determinación de la influencia de la edad en la producción de leche en la última lactancia y el IPP las vacas de la lechería 2	29
<b>5.Conclusiones</b>	<b>34</b>
<b>6.Recomendaciones</b>	<b>35</b>
<b>7.Referencias bibliográficas</b>	<b>36</b>
<b>8.Anexos</b>	<b>44</b>

## 1. Introducción

La leche es uno de los productos agropecuarios más consumidos a nivel mundial, debido a sus propiedades nutricionales y a la amplia gama de derivados que se fabrican a partir de ella. En los últimos años se ha apreciado un crecimiento de su demanda en países emergentes y asociado al crecimiento poblacional (FAO, 2020).

En Cuba la producción de leche aún no alcanza valores capaces de satisfacer las necesidades de la población ni se logran niveles óptimos de calidad en todas las empresas pecuarias. Se reconoce que incrementar los niveles productivos y mejorar los indicadores de calidad de este producto es un reto para productores y comercializadores, debido a los múltiples factores que inciden en este proceso productivo.

La cantidad y composición de la leche producida depende de factores internos (propios del animal) y externos (ambientales). Entre los internos se encuentran la edad de los animales, el número de lactancia, la salud y la raza. En los ambientales se mencionan la nutrición, el manejo y el clima (Corzo *et al.*, 2009).

Los factores que influyen en la calidad higiénico sanitaria de la leche son diversos y en muchos casos difíciles de controlar, debido a las carencias económicas en que se desarrolla el proceso productivo en Cuba. Muchos de ellos dependen de la acción consciente del hombre, la disciplina tecnológica y los conocimientos de los que disponga el personal que desarrolla esta actividad (Valdivia *et al.*, 2021).

La producción láctea se encuentra muy relacionada a los indicadores reproductivos de los rebaños. En la actualidad la crianza bovina y sus indicadores de la reproducción están sensiblemente afectados por los problemas económicos que enfrentan las empresas, predominando el alargamiento de los intervalos interpartales (IPP) y el retardo a la incorporación a la reproducción de las novillas que provoca un envejecimiento de los rebaños y un bajo índice de remplazo. El análisis de esta problemática permite proponer el siguiente problema científico para esta investigación.

### **1.1. Problema científico**

La situación de la ganadería cubana en la actualidad favorece que en los rebaños bovinos se retarde la incorporación a la reproducción de las novillas y los indicadores reproductivos como el IPP no alcancen sus niveles óptimos, lo que favorece que en ellos se mantengan vacas con una edad avanzada. El incremento de la edad promedio de los rebaños es un factor que puede influir en su productividad y en la calidad de la leche que se obtiene.

### **1.2. Hipótesis**

La determinación de la influencia del promedio de edad de los rebaños sobre los indicadores de producción y calidad de la leche puede ser de utilidad para la toma de decisiones en las empresas pecuarias.

### **1.3. Objetivo general**

- Determinar la influencia del promedio de edad de los rebaños bovinos en los indicadores productivos, reproductivos y de calidad de la leche.

### **1.4. Objetivos específicos**

- Evaluar la influencia del promedio de edad del rebaño en indicadores de calidad de la leche.
- Determinar la influencia del promedio de edad de los animales en el indicador producción de leche por lactancia.
- Determinar la influencia de la edad de los animales en el comportamiento del indicador intervalo interpartal.

## **2. Revisión bibliográfica**

### **2.1. Recuento histórico de la producción de leche en Cuba**

El surgimiento de la ganadería en Cuba se inicia con la llegada de los colonizadores españoles, los cuales trajeron ganado mayor y menor de Europa, que fue soltado libremente en todo el territorio nacional. Favorecido por el clima y la abundancia de pastos naturales, el ganado vacuno se reprodujo a un ritmo mayor que la apropiación y estabilización de las haciendas pecuarias, desarrollo que en aquellos primeros tiempos estuvo con frecuencia interrumpido por la extrema movilidad de los colonos, ansiosos de nuevas conquistas en el continente (Aguilar *et al.*, 2004).

En Cuba la ganadería tuvo su auge en la etapa colonial desde el siglo XVI hasta el XIX. Momento que coincidió con que la agroindustria azucarera se convirtiera en la principal actividad exportadora de la isla (Anónimo, 2021).

Desde 1959, se propició el desarrollo de una ganadería lechera que tenía como subproducto la carne; para ello se creó una estructura de grandes empresas estatales que agrupaban más del 75 % de los animales en lecherías con 120-280 vacas, ordeño mecanizado, manejo de pastos artificiales, así como una fuerte industria de procesamiento. La ganadería estatal representaba el 80 % del total nacional y estaba organizada en 106 empresas especializadas; sin embargo, el modelo altamente dependiente de insumos generó importantes resultados hasta finales de la década del 80, cuando se logró un consumo per cápita de 150 litros de leche por habitantes (Martínez *et al.*, 2017).

La desaparición del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), encabezado por la Unión Soviética y donde Cuba se veía favorecida, así como el fortalecimiento del bloqueo económico de Estados Unidos a la Isla cambiaron drásticamente las condiciones de producción (Martínez *et al.*, 2017). Desde inicios de la década del 90 hasta la actualidad se ha transformado la lechería cubana a sistemas de explotación de bajos insumos, donde la alimentación se basa en pastos, forrajes y un mínimo de suplementos (González *et al.*, 2004).

## **2.2- Situación actual del sector lácteo cubano**

Cuba contaba con una población ganadera de alrededor de dos millones de cabezas de ganado bovinos, 63 mil búfalos y 1,8 millones de cabras. Existían alrededor de 228 mil propietarios privados y cooperativos, de los cuales solo el 30 % tiene entre 11-20 vacas, con un aporte de menos del 40 % del volumen de leche (ONEC, 2014).

Según el Ministerio de la Agricultura (MINAG), en el año 2015 la producción de leche fue de 380 millones de litros, lo que permitió cubrir aproximadamente el 50 % de la demanda nacional. Estos volúmenes de producción son insuficientes para cubrir los niveles productivos, por lo que es necesario importar grandes cantidades de productos lácteos. Todos los años se importan entre 35 000 y 45 000 toneladas de leche en polvo, con un costo que oscila entre 100 y 150 millones de dólares, según los precios del mercado internacional (MIA, 2015).

Los principales puntos críticos de la cadena lechera en Cuba son: descapitalización profunda del sector lechero, falta de garantía en la alimentación de los animales en el periodo poco lluvioso, elevado nivel de dispersión de los productores, pérdidas de alrededor del 45 % en la producción primaria por inadecuada conservación, bajas productividad y eficiencia, deficiente estado del transporte y de los caminos, extensos recorridos de las rutas de acopio hacia la industria, precios regulados por el estado y deficiente aplicación del sistema de pago por calidad. Estos factores favorecen un fuerte mercado marginal de leche cruda sin procesar y productos lácteos artesanales de baja calidad (Ponce, 2009).

En la actualidad la ganadería no presenta en su conjunto indicadores favorables debido a diferentes causas. Para suplir las insuficiencias en las producciones nacionales de los productos lácteos, cárnicos y de alimentos, el país destina un elevado monto financiero para adquirir los mismos dentro de la actividad de comercio exterior (Anónimo, 2021) .

### **2.3. Caracterización de la Raza Mambí**

La mayoría de las vacas de los rebaños genéticos destinados a la producción lechera en Cuba corresponden a cruces de la raza Holstein con el Cebú. Predomina el uso del cruce 5/8 Holstein 3/8 Cebú, denominado Siboney de Cuba, y el 3/4 Holstein 1/4 Cebú, conocido como Mambí de Cuba. Una menor proporción representa el Holstein puro (Hernández y Ponce, 2018).

Estos autores realizaron un estudio donde compararon algunos parámetros productivos de las razas Holstein, Mambí y Siboney. En esta investigación se comprobó que las mayores producciones lácteas de estas razas se obtuvieron en los años de 1987-1990 con mayores promedios en la raza Holstein que superaron al Mambí y al Siboney. De los años 1991 al 2001, el comportamiento fue inestable. En 1991, 1993 y 1999 el Holstein superó al Mambí de Cuba y al Siboney de Cuba. En la mayoría de los años restantes de este período, hubo similares producciones en el Holstein y el Mambí, cuyos promedios superaron a los del Siboney de Cuba.

El Mambí de Cuba se desarrolló, fundamentalmente, en la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas, según un proyecto de la Dirección de Genética. En el año 2009, se disponía de 5 172 hembras puras y 7 607 mestizas (DG, 2009).

Hernández *et al.* (2011) caracterizaron algunos de los rasgos de la raza Mambí. Plantean que la media de la edad a la incorporación es de 26,8 meses con 291.3 kg de peso vivo, un IPP de 482.4 días con una duración de la lactancia de 287.8 días. En cuanto a los indicadores de calidad de la leche de esta raza (Valdivia *et al.*, 2020) determinaron una densidad de la leche de 1,029-1,031g·mL<sup>-1</sup>, un porcentaje de grasa de 3,70-4,31% y un contenido de sólidos totales de 12,30-12,80 %.

## 2.4. Características de la leche como alimento humano

La leche es una mezcla compleja de materia grasa, proteínas, lactosa, minerales, vitaminas y otros componentes que se encuentran en pequeñas cantidades dentro de un medio como emulsión, dispersión o suspensión. El porcentaje aproximado de cada uno de estos componentes en la leche de vaca es de 87,5 % de agua, 3,8 % de materia grasa, 2,5 % de caseína, 0,7 % albúmina y globulina, 4,8 % lactosa y 0,7 % materia mineral y en menor cantidad contiene vitaminas, enzimas, anticuerpos, hormonas, pigmentos (carotenos, xantofilas, riboflavina), células (epiteliales, leucocitos, bacterias y levaduras), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dioxígeno (O<sub>2</sub>) y dinitrógeno (N<sub>2</sub>) (Hershberger, 2012).

La fase de solución de la leche está constituida por lactosa, proteínas séricas, minerales y vitaminas hidrosolubles. En la suspensión coloidal están presentes algunas de las proteínas de la leche, como la caseína, dentro de gran número de micropartículas o micelas, que no se sedimentan salvo que sufran alteraciones térmicas importantes. Las grasas y vitaminas liposolubles forman la fase de emulsión dentro de diversos glóbulos que impiden que se mezclen con el agua (Hershberger, 2012).

La leche de vaca es un alimento básico en la alimentación humana y ha formado parte de la dieta del hombre, al menos, en los últimos 10.000 años. Por su contenido en nutrientes y su excelente relación entre la calidad nutricional y el aporte energético, es un alimento clave en la nutrición en todas las edades de la vida del hombre (Fernández *et al.*, 2015).

Este producto es una fuente importante de macro y micronutrientes. Aporta proteínas de alto valor biológico, lípidos, hidratos de carbono, vitaminas liposolubles y del complejo B, además de minerales como calcio y fósforo. Su uso en la alimentación de los niños favorece el crecimiento lineal, el desarrollo de la masa ósea y la salud dental (Wakida *et al.*, 2019). En la tabla 1 se representa su composición promedio, según Fernández *et al.* (2010).

Tabla 1-Composición promedio de la leche de vaca por cada 1000 g de leche (Fernández *et al.*, 2010).

<b>Componentes</b>	<b>Valor (g)</b>
Agua	880
Lactosa	46
Grasa	36
Triglicéridos	35
Fosfolípidos	0,5
Esteroles, carotenos, tocoferoles	0,5
Sustancias nitrogenadas	32
Caseína	26
Proteínas séricas	4,5
Sustancias nitrogenadas no proteicas	1,5
Sustancias minerales	7
Ácidos orgánicos (g)	1,5

La leche proporciona nutrientes esenciales y es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas. Puede contribuir considerablemente a la ingestión necesaria de nutrientes como el calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B12 y ácido pantoténico, los productos lácteos son alimentos ricos en nutrientes y su consumo puede hacer más diversa las dietas basadas principalmente en el consumo de vegetales. Estos productos desempeñan un importante papel en las dietas de los niños en poblaciones con bajo nivel de ingestión de grasas y acceso limitado a otros alimentos de origen animal (FAO, 2018).

## **2.5. Calidad de la leche. Factores que la condicionan**

Se entiende por leche de calidad a la proveniente del ordeño de vacas sanas bien alimentadas, libre de olores, sedimentos, sustancias extrañas y con características como: cantidad y calidad apropiada de componentes sólidos (grasa, proteína, lactosa y minerales); con un mínimo de carga microbiana; libre de bacterias causantes de enfermedades (brucelosis, tuberculosis, mastitis y toxinas); sin residuos químicos e inhibidores y con un mínimo de células somáticas (Méndez y Osuna, 2007).

La calidad de la leche puede separarse en dos grandes referentes; el composicional y el higiénico-sanitario. La calidad composicional está referida a los requisitos de “composición fisicoquímica” que debe cumplir la leche y se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa y proteína, parámetros que determinan su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento de derivados lácteos (Guzmán, 2013).

La leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; ni ser insípida, ni tener color y olor anormales; su contenido de bacterias debe ser bajo; no puede contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes) y su composición y acidez deben ser normales (FAO, 2017). Su composición varía en dependencia de diferentes factores tales como la alimentación (Khan *et al.*, 2019), la genética, la raza y el medio ambiente donde se desarrolla el animal (Mestawet *et al.*, 2012).

La calidad higiénica está relacionada con el contenido microbiano de la leche cruda, el cual se transfiere en buena medida a los productos que se elaboran a partir de ella. Este aspecto incide de manera representativa en la vida útil del producto terminado (Kelly, 2011).

El manejo durante el ordeño y las malas prácticas higiénicas en su procesamiento pueden afectar las cualidades de la leche (Gwandu *et al.*, 2018). Uno de los pilares básicos para la producción láctea de buena calidad, es la adecuada limpieza y desinfección de los equipos de ordeño y tanques de enfriamiento. Esta medida básica todavía no se vuelve rutina en el manejo por parte de los

productores. Es necesario que los conceptos básicos, procedimientos y principales métodos de limpieza y desinfección sean entendidos con la finalidad de garantizar una producción de calidad superior (Quiroz, 2018).

García *et al.* (2018) consideran que para garantizar la calidad bacteriológica de la leche se debe fomentar el uso de buenas prácticas ganaderas, como la implementación de medidas higiénicas que garanticen el ordeño de pezones limpios, secos y sanos. Valdivia *et al.* (2020) determinaron que en una granja de una empresa pecuaria matancera el 18 % de los ordeñadores mostraban deficiencias en el conocimiento de la ejecución de la rutina del ordeño. Fundamentalmente se detectaron alteraciones en el orden de las operaciones que la conforman y la no ejecución de la antisepsia final del pezón.

Los indicadores de calidad de la leche se pueden afectar también cuando existen largos intervalos comprendidos entre su obtención y su distribución a la población, sobre todo cuando no se refrigera o no se usan preservantes para mantener su calidad (Martínez *et al.*, 2015). Valdivia *et al.* (2020), relacionaron el almacenamiento prolongado de la leche a temperaturas superiores a los 4°C con el deterioro progresivo del TRAM (Tiempo de Reducción del Azul de Metileno).

### **2.5.1. Principales indicadores de calidad de la leche**

La calidad composicional está referida a los requisitos de “composición fisicoquímica” que debe cumplir la leche y se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa, proteína y densidad entre otros. Estos parámetros determinan su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento de derivados lácteos (Guzmán, 2013; Inga, 2017). A continuación se describirán algunos de ellos.

#### **Densidad**

El valor de la densidad cambia de acuerdo con la concentración de los elementos de la leche que se encuentran en suspensión (sólidos no grasos) ya que la misma está relacionada con la mezcla de sus componentes: agua, grasa, proteínas, lactosa, minerales y sólidos no grasos (Inga, 2017).

Este parámetro es otra medida de calidad importante en la leche. Para el caso de la leche fresca, la densidad indica en forma presumible la posible adulteración por el agregado de agua o por la remoción del contenido graso. Esta constante es afectada por la temperatura, de allí que la lectura de densidad se refiere siempre a una temperatura fija, normalmente 15 ° C y en algunos casos 20 ° C (Lora, 2003). La densidad de la leche a una temperatura de 15°C varía entre 1.030 y 1.033 g/m (Mercado *et al.*, 2014).

El aguado de la leche provoca cambios en la calidad composicional y sus propiedades nutritivas (Martínez *et al.*, 2015). Este valor disminuye proporcionalmente con el porcentaje de agua adicionado (Ártica, 2016).

### **Acidez**

El rango normal de este parámetro debe estar comprendido entre 0.13 a 0.17 g ácido láctico/100 mL (Romero *et al.*, 2018). Valdivia *et al.* (2020) relacionan la existencia de condiciones de refrigeración en las vaquerías con la preservación de los valores normales de este parámetro, después del almacenamiento de la leche por 24h. Los valores de acidez menores de 0,15% pueden deberse a la presencia de mastitis, el aguado de la leche o a las adulteraciones con algún producto químico alcalinizante (Ártica, 2016).

### **Grasa**

El componente de la leche que presenta mayor variabilidad es la grasa. También, esta variación puede ser observada entre vacas de la misma raza que reciben distinta alimentación. En este particular, el factor que más interfiere en el porcentaje de grasa en la leche es la concentración de la fibra en la dieta o la relación forraje/concentrado. Así, cuanto mayor es la concentración de fibra, mayor es la de la grasa en la leche, debido a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen en función de las diferencias de dietas. El uso de sustancias químicas tamponantes o alcalinizantes como el bicarbonato de sodio u óxido de magnesio, puede prevenir la caída del porcentaje de grasa en la leche de la vacas que reciben dietas con elevada cantidad de concentrado (Harding, 1995).

Se conoce que la presencia de mastitis en el rebaño también puede genera modificaciones en la leche. Esta enfermedad provoca cambios en la composición proteica y lipídica de este producto (Aguilar y Álvarez, 2019).

### **Mastitis**

La mastitis es una inflamación de la glándula mamaria y sus tejidos secretores, que reduce la producción del volumen de leche. Además altera su composición, su sabor, y eleva la carga bacteriana normal (Gasque, 2015). Este autor considera que esta enfermedad eleva la carga bacteriana de la leche y de acuerdo a su curso clínico puede clasificarse como clínica o subclínica.

La mastitis es la enfermedad que más afecta a la industria lechera en todo el mundo, porque ocasiona disminución tanto de la fertilidad como de la producción, así como también, menor calidad de la leche, fuertes pérdidas económicas y potencialmente es un problema de salud pública. Se caracteriza por alteraciones obvias en la ubre, como por ejemplo hinchazón, enrojecimiento, picor o cambios en la apariencia de la leche y su composición (Reyad, 2015).

La mastitis bovina es una enfermedad infecto-contagiosa de los cuartos o glándulas mamarias, en la cual la inflamación se produce como respuesta a la invasión, a través del canal del pezón, de diferentes tipos de bacterias, micoplasmas, hongos, levaduras y hasta algunos virus. Sin embargo, las bacterias de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium* y algunos gérmenes Gram negativos, son responsables de más del 90 % de los casos (Chaves, 2015). En investigaciones recientes realizadas en vaquerías de la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas se aislaron las bacterias Gram positivas *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus coagula* positiva y *Corynebacterium* sp. (Valdivia *et al.*, 2022).

Para diagnosticar la presencia de mastitis subclínica en los rebaños se utiliza la prueba de california (CMT) (Hidalgo, 2016). Esta es una técnica sencilla y de fácil aplicación en condiciones de campo. Se utiliza ampliamente en Cuba para el diagnóstico de la mastitis subclínica y la toma de decisiones para disminuir la

presencia de la enfermedad a partir de la interpretación de sus resultados (Valdivia *et al.*, 2020).

La mastitis puede cambiar sustancialmente las características propias de la leche (color, olor, aspecto y composición físico-química), lo que provoca el deterioro o reducción de su vida útil, (Hernández *et al.*, 2015). La leche con elevado porcentaje de células somáticas reduce su valor para la industria de manufactura del queso, yogur y otros derivados con las consecuentes pérdidas económicas (Andrade *et al.*, 2017).

### **Sólidos totales**

Los sólidos totales están conformados principalmente por lactosa, grasa, proteína y minerales. Cada uno de estos componentes se produce en mayor o menor proporción según una serie de variables, tanto internas como externas, al animal. Entre los factores más significativos que influyen en su contenido se encuentran: raza, dieta, salud ruminal, época del año, disponibilidad y calidad del pasto, producción de leche, etapa de lactancia y contenido de células somáticas (Saborío, 2011).

Los puntos críticos a considerar para maximizar la producción de sólidos en leche son los siguientes: apropiado balance de nutrientes en las raciones alimenticias, maximizar el consumo de alimentos, monitoreo sistemático de la dieta y periódicas correcciones por cambios cuantitativos y/o cualitativos en los recursos utilizados (Taverna, 2005).

### **2.6. Principales indicadores productivos y reproductivos en rebaños bovinos productores de leche**

Según Anónimo (2021), en los aspectos a considerar para la recuperación de la ganadería bovina en Cuba se deben tener en cuenta, entre otros, los siguientes indicadores productivos y reproductivos: producción de leche vaca/lactancia, edad a la incorporación e IPP.

A continuación se ofrecerán los criterios abordados en la bibliografía consultada referente a estos indicadores que se estudiaron en la presente investigación.

## **Producción de leche vaca/lactancia**

La producción de leche vaca/lactancia: Es el resultado de la producción diaria y la duración de la lactancia. Ilustra más que la producción diaria en un día concreto. Se calcula a partir de los animales que han parido e iniciado la lactancia (Corzo *et al.*, 2009).

Estos autores consideran entre los factores que afectan la cantidad y la composición de la leche producida la edad de las vacas y el número de lactancia. Ellos consideran que las hembras incrementan el volumen de lactación en lactancias posteriores a la primera.

La hembra joven, que todavía crece debe desviar parte de los nutrientes que consume hacia la formación de nuevos tejidos como músculos, huesos y sistemas orgánicos diversos y esto disminuye las posibilidades de secreción láctea. La hembra adulta deja de crecer y por tanto no enfrenta esta demanda. Además dispone para la lactación del resultado del crecimiento que experimentó en etapas anteriores, lo cual se traduce en mayor desarrollo de los sistemas de órganos, mayor volumen de reservas corporales en términos de energía en el tejido adiposo, proteínas en el tejido muscular y minerales en el tejido óseo.

## **Edad a la incorporación**

La edad al primer parto (EPP) consiste en el tiempo que tarda un animal en alcanzar su madurez sexual y reproducirse por primera vez (Hare *et al.*, 2006). Refleja la velocidad de crecimiento de la hembra y la edad a la pubertad, cuya presentación tardía reduce el valor económico del animal al disminuir el número potencial de descendientes y lactancias producidas en su vida útil (Grajales *et al.*, 2006).

El primer parto es uno de los eventos reproductivos que marcan el inicio productivo y reproductivo de una hembra y es considerado eje de la fertilidad, y está directamente relacionado con la edad del parto (EP) y la edad al primer servicio (EPS). Refleja el tiempo que tardó la novilla en alcanzar su madurez, aparearse, desarrollar su primera gestación ( $\pm 283$  días) y reproducirse exitosamente por primera vez (Villasmil y Yañez, 2012).

En la ganadería vacuna lechera, se debe tener en cuenta que una vaca que no esté gestada o en ordeño, en el tiempo óptimo establecido es improductiva. Estos animales afectan la eficiencia del sistema (Anónimo, 2021).

Malos parámetros previos como edad o peso al primer servicio prolongados generalmente reflejan pobre alimentación y complicaciones sanitarias que afectan la EPP y por ende la fertilidad que alteran su posterior vida productiva y reproductiva. Reducir la EPP se traduce directamente en rentabilidad para la ganadería, por el aumento del desempeño productivo del animal durante su vida. Las hembras de reemplazo deben mantenerse con dietas adecuadas, para no afectar la edad del parto, la edad al primer servicio y otros aspectos como la reducción del desarrollo mamario (Cooke *et al.*, 2013).

La EPS está estrechamente relacionada con la EP. Se define como la edad en que es servida por primera vez la hembra después de alcanzar la madurez sexual. No siempre los individuos que presentan la pubertad, tienen un completo desarrollo de su sistema reproductor, la EPS se da tiempo después, uno o dos ciclos posteriores al inicio de la pubertad. Un retraso en éste parámetro implica pérdidas productivas y económicas, incrementando el tiempo que transcurre desde la pubertad hasta el primer parto (Berry *et al.*, 2013). La EPS suele presentarse entre 16 a 18 meses de edad (Granados, 2017).

### **Intervalo interpartal**

El IPP abarca el periodo de tiempo entre un parto y el siguiente (Fialho *et al.*, 2018). Generalmente el IPP ideal es de 365 días (12 meses), pretendiendo tener de 80 a 85 días posparto. No obstante, la realidad es que se presentan IPP de 15, 18 o 24 meses, varios factores influyen sobre la duración del período anestro posparto: estado nutricional, ciclo corto, efectos de la succión, inflamación uterina (Endecott, 2015).

Los principales parámetros reproductivos para determinar la eficiencia reproductiva de las ganaderías se representan en la tabla 2. El intervalo interpartal, los días abiertos y los servicios por concepción son los mejores descriptores por ser acumulativos de otros parámetros (Sánchez, 2010).

Tabla 2. Principales parámetros reproductivos para determinar la eficiencia reproductiva de la ganadería bovina (Sánchez, 2010).

Índice reproductivo	Valor óptimo	Valor que indica problemas
Intervalo interpartal	12,5 – 13 meses	>14 meses
Promedio de días al primer celo observado	<40 días	>60 días
Promedio de días de vacía al primer servicio	45 a 60 días	>60 días
Servicios por concepción	<1,7	>2,5
Índices de concepción al primer servicio en novilla	65 a 70%	<60%
Índices de concepción al primer servicio en vacas en lactancia	50 a 60%	<40%
Vacas que conciben con menos de tres servicios	>90%	<90%
Vacas con un intervalo entre servicios de 18 a 24 días	>85%	<85%
Promedio de días vacía (días abiertos)	85 a 110 días	>140 días
Vacas vacías por más de 120 días	<10%	>15%
Duración del periodo seco	50 a 60 días	<45 días o > 70 días
Promedio de edad al primer parto	24 meses	<24 o >30 días

En la tabla 3 se muestran los indicadores productivos y reproductivos a los que debe aspirar la ganadería vacuna en Cuba para su recuperación según (Anónimo, 2021).

Tabla 3. Indicadores productivos y reproductivos a los que debe aspirar la ganadería vacuna en Cuba para su recuperación (Anónimo, 2021).

Indicadores de Producción y productividad.	Unidad	Parámetros de Referencia
Vacas en Ordeño	%	65-70
Producción de leche vaca/día	Litros/v/día	8
Producción de leche vaca/lactancia.	Litros	>2000
Días de lactancia	Días	240
Producción de leche total diaria/ha/día	Litros/ha/día	>8
Producción de leche ha/año	Litros	>3000
Relación Novillas /vacas	%	Necesario 25%
Natalidad	%	>80
Mortalidad de terneros	%	<7
Mortalidad de adultos	%	<4
U.G.M /ha de pasto	UG/ha	1.5-3,según sistema
Ordeños diarios	No.	2
Peso de incorporación	Kg	320
Edad de incorporación	Meses	18-22
Edad al primer parto	Meses	27 a 30
Peso del primer parto	Kg	400
Periodo parto gestación	Días	<90
Intervalo interpartal	Días	< 390
Peso al nacer	Kg	30 a 35
Edad al destete	Meses	6 a 8
Peso al destete terneros	Kg	170
Peso de finalización en la ceba	Kg	400 a 450 , según la raza
Edad de finalización de la ceba	Meses	30
Ganancia media diaria	g	500-1000
Producción de carne /ha/año	Kg	500-1000

### **3. Materiales y métodos**

La investigación se desarrolló en dos lecherías de una granja pertenecientes a una empresa pecuaria de Matanzas. El experimento se realizó en mayo de 2022, con una temperatura promedio de 29° C y una humedad de 75%. Se seleccionaron las lecherías de la granja que poseían un mayor y un menor promedio de edad de sus vacas en ordeño.

#### **3.1. Manejo y sistema de alimentación.**

En las dos unidades, se aplicó el mismo régimen de manejo. Se realizan dos ordeños, a las 4:00 am y a las 4:00 pm, empleándose un ordeño mecanizado de cuatro plazas tipo Alfa-Laval. A los animales se les suministró una alimentación basada en pasto y forrajes.

#### **Alimentación**

**En la lechería 1** se les suministró a los animales: Pasto Pitilla (*Dichanthium anulatum*) y jiribilla (*Dichanthium caricosum*), pasto mulato (*Brachiara* híbrido cv. Mulato II CIAT 36087), king grass CT-115 (*Cenchrus purpureus Schumach Morrone*) y *Tithonia diversifolia*.

**En la lechería 2** se les suministró a los animales: Pasto saca cebo (*Paspalum notatum*) y jiribilla (*Dichanthium caricosum*), King grass CT-115 (*Cenchrus purpureus Schumach Morrone*) y *Tithonia diversifolia*.

#### **3.2. Caracterización de los animales**

Se consideró la raza, el número de vacas en ordeño, la edad promedio, la producción diaria por vaca en ordeño (L), los días de lactancia promedio y el número de vacas que presentaban cuartos perdidos (tabla 4).

La lechería 1 contaba con un total de 53 vacas y la dos con 58 vacas.

Tabla 4. Caracterización de los grupos de ordeño de las lecherías seleccionadas.

Lechería	Razas	Edad promedio de los animales (años)	Número de vacas en ordeño	Producción diaria por vaca en ordeño (L)	Días de lactancia promedio	Número de vacas con cuartos perdidos
Lechería 1	Mambí Siboney	10	19	2,4	180	5
Lechería 2	Mambí Siboney	7	24	3	166	5

Se debe aclarar que en los dos rebaños predominaba la raza Mambí.

### 3.3. Caracterización de la calidad de la leche producida en las dos lecherías

Los muestreos de leche realizados en las dos lecherías estudiadas contenían la leche procedente de los ordeños de la tarde anterior y de la madrugada del día en que se realizó el muestreo. Se tomaron muestras de 500 mL de leche después de efectuar el ordeño de la mañana en cada unidad. Se trasladaron al laboratorio de bromatología de la leche donde se hicieron los siguientes análisis: acidez, densidad, grasa, sólidos totales y prueba de california para el diagnóstico de la mastitis. Se tomaron tres muestreos en diferentes días del mes de mayo y cada determinación se realizó por triplicado en el laboratorio de bromatología de la leche (Anexo 1).

#### 3.3.1. Procedimiento para la toma de muestras de leche del tanque de las lecherías

Las muestras se tomaron en envases estériles que se endulzaron con la leche almacenada en cada uno de los tanques, posteriormente se taparon con tapas de goma y se trasladaron al laboratorio en una nevera con hielo para mantener la temperatura entre 4 y 6 °C. Se procesaron inmediatamente después de su llegada.

### 3.3.2. Determinaciones analíticas realizadas

#### Determinación de la densidad de la leche

La densidad se determinó según la Norma Cubana NC 119: 2006. Previamente se endulzó una probeta de 250 mL con una pequeña porción de leche de la muestra de ensayo. Posteriormente se añadió la muestra de leche hasta el enrase de la misma, se evitó la formación de espuma, mientras se transfirió la porción de ensayo. Se introdujo el termo lactodensímetro, sumergiéndolo suavemente sin que chocara con las paredes y se dejó flotar libremente hasta su completa estabilización. Finalmente se efectuó la lectura en grados lactodensímetros, se anotó el punto en que el límite superior del menisco que forma el líquido cortó la escala graduada del instrumento (figura 1 y Anexo 2).



Figura 1. Determinación de la densidad de la leche.

#### Determinación de la acidez

Se realizó según la Norma Cubana NC 71: 2000.

**Preparación de la muestra:** Las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente hasta que alcanzaron 20 °C y se agitaron hasta lograr una completa homogeneidad.

**Preparación de la porción de ensayo:** con la utilización de una pipeta volumétrica de 10 mL se transfirió la muestra a un vaso de precipitado.

**Determinación:** A la porción de ensayo se le añadieron 5 gotas de solución alcohólica de fenolftaleína al 1 % mezclándola bien, se valoró con solución de

hidróxido de sodio 1 M, hasta que se apreció un cambio de color ligeramente rosado, el cual debió permanecer durante 30 segundos.

### **Determinación del porcentaje de grasa de la leche**

La grasa se determinó con el empleo del método de Gerber (Nielsen, 2003).

Se utilizó la pipeta volumétrica de seguridad, se tomaron 10 mL de ácido sulfúrico y se transfirieron a un butirómetro. Se adicionaron 11 mL de la muestra de leche al butirómetro y se añadió 1 mL de alcohol amílico. Se tapó el butirómetro con un tapón, se agitó hasta que los coágulos de caseína se disolvieron por completo.

La solución resultante se calentó en un baño de agua a temperatura  $(65 \pm 2) ^\circ\text{C}$  y se centrifugó durante 5 minutos. Se colocó nuevamente el butirómetro en el baño de agua durante 5 minutos y se hizo coincidir con ayuda del tapón, el menisco inferior de la columna de grasa con el cero o una división entera de la escala. Se efectuó la lectura, tomando como límite la parte inferior del menisco superior. La cantidad de grasa se expresó en % (Figura 2 y Anexo 3).



Figura 2. Equipos del laboratorio utilizados para determinar la grasa de leche. Butirómetro y centrifugadora

### **Prueba de california para el diagnóstico de la mastitis**

Se realizó según la norma cubana NC118: 2001

**Procedimiento:** Se depositaron 2 mL de la muestra de leche a investigar en una cápsula, se añadieron 3 mL de reactivo de California. Se mezclaron cuidadosamente, con movimientos circulares a la capsula y se observó la reacción a los 15 segundos (figura 3 y Anexo 2).

En dependencia de las características que presenta la reacción, se clasifica la leche de la siguiente manera:

**Negativo (-):** la mezcla permanece líquida sin que presente la tendencia a la formación del precipitado.

**Trazas (T):** Se manifiesta un ligero precipitado que es posible observar al inclinar la cápsula, según continúen los movimientos esa precipitación desaparece.

**Positivo débil (+):** Se observa un precipitado, pero no existe la tendencia a formar gel. En algunas leches la reacción se revierte, desapareciendo los grumos o precipitados tras agitar la cápsula.

**Positivo (++):** La mezcla se espesa inmediatamente y se observa la tendencia a gelificarse de manera que mientras se rote la cápsula se arremolina hacia el centro de la misma y los costados permanecen visibles.

**Positivo fuerte (+++):** Se forma un gel bien definido. Generalmente al cesar la rotación de la capsula el gel deja un pico que sobresale del resto de la masa, también se observará que este tiende a adherirse al fondo de la capsula.



Figura 3. Prueba de california para el diagnóstico de la mastitis.

### **Determinación de los sólidos totales**

Los sólidos totales se determinaron según las Normas Cubanas establecidas (Norma Cubana NC 6731: 2001).

### **3.4. Determinación de la influencia de la edad en la producción de leche y el IPP de las vacas de la lechería 2**

A partir del análisis de los datos recopilados en el Sistema Computarizado de Control Individual de la empresa (SISCOP), se tomaron los datos de las vacas pertenecientes al rebaño de la lechería 2. Se recogieron las edades, las edades de incorporación, la producción de leche de la última lactancia y el último IPP de estos animales. Posteriormente se formaron tres grupos de vacas de acuerdo a su edad. Se tuvo en cuenta que todos los animales pertenecieran a la raza Mambí y que tuvieran más de un parto. Cada grupo contó con 8 animales.

**Grupo 1:** Vacas que tenían hasta 7 años de edad.

**Grupo 2:** Vacas que tenían entre 8-9 años de edad.

**Grupo 3:** Vacas mayores de 10 años de edad.

Se determinó, utilizando el análisis estadístico, si existían diferencias entre los grupos con respecto a la leche producida por los animales durante la última lactancia y los días de IPP para su último parto. También se calculó la edad promedio a la que se incorporaron estos animales a la reproducción.

Se realizó un análisis de correlación para determinar la relación existente entre la edad de los animales y la producción de leche en la última lactancia. También se determinó si existía relación entre la edad y el IPP.

### **3.5. Análisis estadístico**

Para caracterizar la calidad de la leche producida en las dos vaquerías estudiadas se determinó la media y la desviación estándar para lo que se utilizó Microsoft office Excel 2007.

Se realizó un análisis de varianza simple para la comparación de medias de la producción de leche en la última lactancia y del IPP para el último parto entre los grupos de edades, utilizando la prueba de múltiples rangos DUNCAN al 95% de probabilidad de confianza, a través del software estadístico Statgraphic plus. Versión 5.0 en inglés.

Para comprobar la relación existente entre la producción de leche y la edad y entre el IPP y la edad de los animales se realizó un análisis de correlación lineal simple utilizando el software estadístico Statgraphic plus. Versión 5.0 en inglés.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1. Caracterización de la calidad de la leche producida en las dos lecherías

A continuación se realizará un análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros de calidad de la leche estudiados en las dos lecherías.

#### Densidad

Los resultados de la densidad de la leche ( $1,02917 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) de la lechería 1 (tabla 5) se encuentran en el rango de los parámetros normales, según establece la Norma cubana del 2006 (Martínez *et al.*, 2017) y coinciden con los determinados ( $1,0297\text{-}1,031 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) por Valdivia *et al.* (2020) en dos lecherías de la provincia de Matanzas.

La densidad encontrada en las muestras de leche procedentes de la lechería 2, que posee un menor promedio de edad en su grupo de ordeño (tabla 4) es de  $1,02817 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  (tabla 6). Este valor se corresponde con el rango mínimo de densidad establecido según Inga (2017), pero se cataloga como leche con bajo peso específico según la Instrucción 03 del Grupo Empresarial de la Industria alimentaria (Martínez *et al.*, 2017). La disminución de la densidad de la leche puede deberse a su adulteración con agua. Este indicador disminuye proporcionalmente con el porcentaje de agua adicionada (Ártica, 2016).

También se conoce que los cambios en el rendimiento productivo influyen de manera inversa en la composición de la leche (Acosta *et al.*, 2020). En este caso debe tomarse en cuenta que el indicador L/ vaca de esta unidad es de solo 3L/ vaca, lo que indica una baja producción láctea. Además la alimentación que recibían los animales se basaba fundamentalmente en pastos y forrajes. La alimentación es uno de los factores que más influye sobre la composición de la leche en Cuba en los diferentes genotipos estudiados en los últimos años (Hernández y Ponce, 2002).

Por otra parte debe tenerse en cuenta que en esta lechería se detectó la presencia de mastitis. En algunos estudios se plantea que esta enfermedad provoca una

disminución de la densidad, encontrándose valores inferiores a  $1,029 \text{ g mL}^{-1}$  (Jurado *et al.*, 2020).

Tabla 5. Parámetros de calidad de la leche determinados para la lechería 1

<b>Lecherías</b>	<b>Densidad promedio (g·mL<sup>-1</sup>)</b>	<b>Acidez promedio (%)</b>	<b>Grasa promedio (%)</b>	<b>Sólidos Totales promedio (%)</b>	<b>CMT</b>
<b>Lechería 1</b>	1,02917	0,145	3,76	12,18	++
<b>Desviación estándar</b>	0,00025	0,011	0,26	0,26	

Tabla 6. Parámetros de calidad de la leche determinados para la lechería 2

<b>Lecherías</b>	<b>Densidad promedio (g·mL<sup>-1</sup>)</b>	<b>Acidez promedio (%)</b>	<b>Grasa promedio (%)</b>	<b>Sólidos Totales promedio (%)</b>	<b>CMT</b>
<b>Lechería 2</b>	1,02817	0,140	5,37	12,55	++
<b>Desviación estándar</b>	0,00025	0,0086	0,68	0,12	

### **Acidez**

La acidez alcanzó valores de 0,145% y 0,140% en las lecherías 1 y 2, respectivamente (tablas 5 y 6), encontrándose en el rango normal y coincidiendo con los resultados obtenidos (0,141-0,153%) para este parámetro por Valdivia *et al.* (2020). Este resultado está relacionado con la existencia de refrigeración en las dos unidades evaluadas. En Cuba, donde predominan las altas temperaturas la conservación de la leche a  $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$  resulta necesaria. Especialmente en los meses de verano donde el incremento de la temperatura y la humedad favorecen el desarrollo de microorganismos patógenos (Valdivia *et al.*, 2021).

## Grasa

En las dos lecherías estudiadas se encontraron valores de grasa superiores al 3% (3,76 % en la lechería 1 y 5,37% en la 2) (tablas 5 y 6), considerados admisibles por Jurado *et al.* (2019). Estos resultados están en correspondencia con los genotipos empleados y con la alimentación que reciben basada en el consumo de pastos y forrajes (Valdivia *et al.*, 2020).

Los animales de los dos rebaños pertenecían a las razas Mambí y Siboney, siendo predominante la primera. Los valores de este indicador encontrados en esta investigación son superiores a los indicados por Hernández *et al.* (2011) para la raza Mambí correspondientes con 3,40% a los 244 días de lactancia y 3,35% para 305 días. Este resultado pudiera estar vinculado a las bajas producciones de leche encontradas en las dos unidades productivas que alcanzaron 2,4 y 3 L/vaca en las lecherías 1 y 2, respectivamente. Este hecho coincide con los planteamientos de Vishweshwar y Krishnajah (2005) y Cañas *et al.* (2011), quienes consideran que a mayor cantidad de leche producida, menor es el porcentaje de grasa en la leche y viceversa. También debe tomarse en cuenta que las muestras de leche tomadas incluyeron el ordeño de la mañana y la tarde y según Herrera *et al.* (2017) los contenidos de grasa obtenidos en el ordeño de la mañana y la tarde son diferentes.

Los resultados encontrados en las dos unidades son superiores a los obtenidos por Jurado *et al.* (2019). Estos autores obtuvieron valores medios para este indicador de 2,743%.

En el caso de la lechería 2 se encontró un porcentaje de grasa superior a 5 (tabla 6), por encima de los valores determinados por Valdivia *et al.* (2020), en estudios realizados en unidades, en las que los animales pertenecían a la raza Mambí y producían en condiciones semejantes a las estudiadas en este experimento. En esta unidad el promedio de edad de las vacas del grupo de ordeño es de 7 años (tabla 4). Cañas *et al.* (2011) en estudios de curvas de lactancias de vacas Holstein encontraron los mayores porcentajes de grasa en los partos 5 y 6, que posiblemente se corresponden con la edad promedio que tienen los animales de

esta lechería. Se debe considerar además que se comprobó que la densidad de la leche en esta unidad es de 1,02817 (tabla 6) y se conoce que este parámetro tiene una relación inversa con la grasa (López y Barriga, 2016).

### **Prueba de California (CMT)**

La mastitis es la más costosa de las enfermedades endémicas que afectan al ganado lechero. Esta patología ejerce un gran impacto en la producción, el bienestar animal y la calidad de la leche producida (Pena y Marra, 2019). Se apreció la existencia de dos cruces de esta enfermedad en la leche del tanque colector de las dos lecherías (tablas 5 y 6). Este resultado no se corresponde con los valores permisibles establecidos por la Federación Internacional de lecherías en mezclas de leche, que no deben superar los resultados de negativo a positivo débil (Remón *et al.*, 2019).

Un elevado número de células somáticas en la leche cruda es indicador no solo de que los animales pueden padecer mastitis. También brinda información indirecta sobre pérdidas de producción y modificaciones bioquímicas en la leche y en su calidad (Jurado *et al.*, 2019). Este autor muestreo animales que tenían diferentes números de lactancias (entre 1 y 8) y por lo tanto distintas edades y encontró valores de células somáticas por encima de lo establecido. Por su parte Medrano *et al.* (2021) plantean que a mayor número de lactancias se incrementa el riesgo de presentar mastitis subclínica, al igual que en vacas en lactancia tardía. En la presente investigación las dos vaquerías estudiadas se encuentran afectadas por el mismo grado de infección a pesar que poseen promedios de edades diferentes de sus vacas en ordeño. Esta situación indica que la presencia de la enfermedad debe estar vinculada a problemas de manejo e higiene del ordeño y a deficiencias en la prevención de la enfermedad.

La presencia de mastitis en los rebaños se asocia con la disminución de la producción de leche (Ruiz *et al.*, 2016) lo que está en correspondencia con los resultados del indicador litro/ vaca obtenido en las dos lecherías estudiadas (2,4 y 3 L/vaca, para la lechería 1 y 2 respectivamente).

La mastitis puede ocasionar daños irreversibles en el tejido secretor de la ubre (Montero, 2022). En las dos unidades se contabilizaron 5 animales con cuartos perdidos, lo que representa el 26,31% de las vacas de la lechería 1 y el 20,83% de la lechería 2. En una lechería bien manejada el porcentaje de vacas con tres cuartos no debe superar el 2% de las vacas en ordeño (Strapini *et al.*, 2018). Este dato concuerda con el criterio de Valdivia *et al.* (2021), quienes consideran que la mastitis puede causar la pérdida de cuartos y afectar la función de la ubre hasta provocar el desecho de los animales. Al respecto Suárez *et al.* (2017) en investigaciones desarrolladas en Argentina encontraron que el riesgo de sacrificio fue 5,4 veces mayor para las vacas que padecían mastitis subclínica en comparación con las sanas.

### **Sólidos totales**

El contenido de sólidos totales en las dos lecherías (12, 18 para la lechería 1 y 12, 55 para la lechería 2) tablas 5 y 6, se encuentra en los valores normales según Valdivia *et al.* (2020). Aunque según Contero *et al.* (2021) los sistemas de producción deben tener como objetivo además de incrementar la productividad obtener leche con mayor contenido de sólidos totales.

En la lechería 2 se obtuvo un mayor porcentaje de sólidos totales en concordancia con el superior contenido de grasa registrado para esta unidad, que a su vez es la que presenta un menor promedio de edad en el grupo de ordeño. Este resultado concuerda con los criterios de Acosta *et al.* (2020) que consideran que el porcentaje de grasa es el indicador que tiene mayor influencia sobre el porcentaje de sólidos totales en la leche.

El análisis integral de los resultados de calidad de la leche de las dos unidades estudiadas arroja que la mayoría de los parámetros investigados se encontraban en los rangos normales, independientemente de la diferencia en el promedio de edad de los grupos de ordeños de cada unidad. Solo la densidad se mostró disminuida en la lechería que presentaba un menor promedio de edad de sus vacas (lechería 2), pero este resultado podría estar asociado a otros factores de

manejo y alimentación. En el caso de la mastitis las dos vaquerías se encontraban afectadas con dos cruces de la enfermedad.

En este estudio se evidenció que aunque la edad de los animales se encuentra entre los factores que influyen en la calidad de la leche. Se deben tener en cuenta las condiciones de manejo y alimentación en las que se efectúa el proceso productivo.

#### **4.2. Determinación de la influencia de la edad en la producción de leche en la última lactancia y el IPP de las vacas de la lechería 2**

En la tabla 7, se aprecia que la mayor producción de leche en la última lactancia la alcanzaron los animales del grupo 2 (1 399,13 Kg), con un promedio de edad entre 8 y 9 años, seguido por el grupo 1 (1 395, 75 Kg), en el que se encontraban los animales que tenían hasta 7 años de edad. Entre estos grupos no se encontraron diferencias significativas. El grupo 3, en el que se agrupaban los animales mayores de 10 años, alcanzó la menor producción láctea (979, 125 Kg) y fue diferente significativamente del resto de los grupos estudiados. Este resultado concuerda con el obtenido al realizar el análisis de correlación entre estos dos parámetros, que evidenció la existencia de una débil correlación inversa entre la producción de leche y la edad de los animales, por lo que a medida que aumenta la edad provoca una disminución en la producción de leche 19,6%. (Coeficiente de correlación de -0,44, ecuación de regresión:  $PL=1891,1-65,8 * Edad$ ).

En este ensayo el menor promedio de producción de leche se registró para el grupo en el cual los animales tenían más de diez años de edad. Esta determinación puede estar asociada al descenso paulatino de este indicador después de la lactancia máxima como resultado del proceso de envejecimiento normal de las vacas (Corzo *et al.*, 2009).

Las producciones lácteas calculadas para la última lactancia de los tres grupos estudiados en este experimento (tabla 7), resultaron menores a las encontradas por Hernández y Ponce (2018). Estos autores refieren valores de 2 584.24 – 2 115.55 kg para vacas de raza Mambí, en los años 1987-1990. Consideran que en el periodo de 1991-1999 se apreció una reducción drástica en las producciones en

general, que obedece a que este fue un período de limitaciones económicas en Cuba, en el que se redujeron los insumos y no se pudo mantener un suministro sistemático de pienso a las vacas lactantes. Por ello, la alimentación fue fundamentalmente a base de pastos, sin riego ni fertilización.

García *et al.* (2019) consideran que los factores ambientales y el manejo inadecuado determinan la eficiencia del comportamiento reproductivo y productivo. Por otra parte Arboleda (2020) relaciona la producción obtenida en la lactancia con el manejo y el empleo de pastos de buena calidad.

En el experimento desarrollado en la actual investigación la alimentación de las vacas se basaba en el empleo de pastos naturalizados *saca cebo* (*Paspalum notatum*) y *jiribilla* (*Dichanthium caricosum*) y forrajes, sin el suministro de concentrados. Este hecho puede asociarse a las bajas producciones lácteas encontradas en este rebaño. Aspecto de gran interés si tenemos en cuenta que la producción de kg de leche de una composición aceptable es el factor más importante en la explotación lechera, En términos generales, el beneficio económico aumenta con el incremento de la producción por vaca (Núñez *et al.*, 2017).

El análisis del comportamiento del indicador reproductivo IPP es importante ya que las diferencias en su duración afectan el número de terneros nacidos y la cantidad de leche producida por vaca (Arboleda, 2020). En Cuba se considera que este indicador en el bovino debe ser menor a los 390 días (Anónimo, 2021).

En esta investigación alcanzó un promedio 497 días el grupo 1 (en el que se encontraban las vacas de menor edad), en el grupo 2 (animales entre 8-9 años de edad) llegó a la cifra promedio de 610 días y en el grupo 3 (>10 años) se calculó un promedio de 435 días. No se encontraron diferencias significativas para este parámetro al comparar los grupos 1 y 3. Sin embargo se apreciaron al comparar estos dos grupos con el grupo 2 (tabla 7). En todos los grupos los valores de este indicador exceden el intervalo recomendado.

**Tabla 7.** Promedio de producción de leche e IPP de las vacas en los diferentes grupos estudiados. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los resultados de cada indicador. DL (días de lactancia).

<b>Grupos</b>	<b>Promedio de la producción de leche (Kg), última lactancia</b>	<b>Promedio del IPP (días) para el último parto</b>
<b>Grupo 1 (hasta 7 años)</b>	1 395, 75 <sup>a</sup> DL promedio 301 días	497 <sup>a</sup>
<b>Grupo 2 (8-9 años)</b>	1 399,13 <sup>a</sup> DL promedio 290 días	610 <sup>b</sup>
<b>Grupo 3 (&gt;10 años)</b>	979,125 <sup>b</sup> DL promedio 257 días	435 <sup>a</sup>
<b>EE</b>	75	27,9
<b>CV (%)</b>	29,2	26,7
<b>V prob</b>	0,023*	0,024*

Al analizar estos resultados se consideró necesario realizar un análisis estadístico que permitiera correlacionar la edad con el intervalo interpartal. Obteniéndose como resultado que no existe relación entre estos parámetros ( $r = -0,17$ ).

El IPP promedio calculado para el grupo 2 (animales entre 8-9 años) resultó mayor (610 días), al compararlo con el resto de los grupos. Esta cifra es superior a la estimada para la raza Mambí por Hernández *et al.* (2011), que alcanzó los 482,4 días.

El incremento de este indicador pueden estar vinculadas a deficiencias en el manejo y la alimentación (García *et al.*, 2019). Estas últimas según Hernández y Ponce de León (2018) pueden provocar dificultades para que las vacas queden gestantes. También debe considerarse que la zona ecológica sea favorable, ya que esta influye tanto en las variables productivas como en las reproductivas (Hidalgo y Vera, 2019). Al respecto Strapini *et al.* (2018) consideran que para

evitar los problemas reproductivos es necesario disminuir el estrés, optimizar el consumo de alimentos y minimizar las carencias de minerales. Estas dificultades se presentan con frecuencia en las condiciones de producción bovina en nuestro país, debido a las dificultades económicas por las que atraviesa la nación.

El grupo 3, en el que se encontraban los animales de mayor edad del rebaño (>10 años), alcanzó el mejor valor para el IPP (435 días), sin que se apreciarán diferencias con el grupo 1 (animales de menor edad). Esta situación puede deberse a que las vacas mayores de 10 años permanecen en producción porque posiblemente han sido seleccionadas por su buen comportamiento reproductivo. Muestra de ello es que las dos causas fundamentales de descarte del ganado en la empresa son los trastornos irreversibles de la glándula mamaria y los trastornos irreversibles de la reproducción. Estos criterios coinciden con los emitidos por Strapini *et al.* (2018) al señalar estos dos aspectos como los principales motivos de desecho de los animales en producción.

En la investigación también se determinó que los animales que participaron en el estudio se incorporaron con una edad promedio de 2,77 años con un coeficiente de variación de 31,3 %. Actualmente en Cuba se considera que las hembras bovinas deben incorporarse con una edad entre 18 y 22 meses y un peso de 320 kg (Anónimo, 2021).

Este resultado se asocia a las carencias nutricionales y dificultades en el manejo de los animales en desarrollo que provocan su retraso a la incorporación. Criterios que coinciden con los planteamientos de Marini y Maso (2019) al considerar entre los factores esenciales que favorecen la incorporación de las novillas su manejo adecuado en las etapas de cría y recría, adaptado a cada sistema de producción y con un manejo sanitario programado según la región (Marini y Maso, 2019).

En este análisis es necesario considerar que la dilatación en el tiempo de la incorporación a la reproducción de las novillas tiene implicaciones económicas para las lecherías. Esta situación favorece el mantenimiento de una categoría totalmente improductiva en el sistema por mayor tiempo (Marini y Maso, 2019). Además se plantea que los animales que tienen su primer parto a una edad

avanzada tienen un mayor riesgo de ser descartados (Casanova *et al.*, 2011). Los productores lecheros deben evitar la eliminación de los animales para aumentar la longevidad del rebaño y reducir las pérdidas económicas (Strapini *et al.*, 2018).

En este caso también se debe considerar que las novillas no incorporadas en tiempo a la reproducción, el número de vacas improproductivas por su edad, problemas reproductivos y cuartos de ubres inutilizados, repercuten en la economía de la unidad. Estos son animales a los que hay que garantizarles alimentos, agua, cuidados y medicamentos y no retribuyen el producto con leche o terneros (Anónimo, 2021).

## **5. Conclusiones**

- La mayoría de los indicadores de calidad de la leche estudiados en las dos lecherías se encontraban en los parámetros establecidos, aunque los dos rebaños tenían promedios de edades diferentes. Solo la densidad de la leche procedente de la lechería 2 está ligeramente disminuida.
- La calidad de la leche producida depende en gran medida de las condiciones de manejo y alimentación existente en las unidades de producción.
- Existe una débil correlación inversa entre la producción de leche obtenida en la última lactancia y la edad de los animales de la lechería 2.
- No se evidenció la existencia de correlación entre la edad de los animales y el intervalo interpartal de los animales de la lechería 2.

## **6. Recomendaciones**

- Mejorar las condiciones de alimentación y manejo de las dos lecherías estudiadas para lograr un incremento de sus indicadores productivos y reproductivos e incrementar sus parámetros de calidad de la leche.
- Continuar profundizando en el estudio de los factores que condicionan la calidad de la leche obtenida en las lecherías.

## 7. Referencias bibliográficas

1. Acosta, Y., La-O-Michel, A.L., La-O-Cantalapiedra, L.A. 2020. La composición de la leche según raza y la lactancia. *Hombre Ciencia y Tecnología*. 24:92-97.
2. Aguilar, R.; Bu, A.; Dresdner, J.; Fernández, P.; González, A.; Polanco, Carmen.; Tansini, R. 2004. *La ganadería en Cuba: desempeño y desafíos*. Montevideo. Editorial Prontografica .p 17-18.
3. Aguilar, F. y Álvarez, C. A. 2019. *Mastitis bovina*. Machala, Ecuador: Ediciones UTMACH.
4. Andrade, M.; Muños, M.; Artieda, J. R.; Ortíz, P.; González, R.; Vega, V. 2017. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. *REDVET Revista electrónica Veterinaria*. 18 (11): 1-16.
5. Anónimo. 2021. Aspectos a considerar para la recuperación de la ganadería bovina cubana. La Habana. Cuba. Editorial política.
6. Arboleda, María. 2020. Comparación de algunos parámetros productivos y reproductivos de vacas Holstein y sus cruces con Jersey y Gyr en un hato lechero en trópico alto colombiano. Trabajo de grado para optar por el título de Medica Veterinaria. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias Medicina Veterinaria, Caldas Antioquia.
7. Ártica, L. 2016. *Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lácteos*, tercera edición, Perú. Huancayo. Ediciones TEIA. Universidad Nacional del Centro del Perú. p 93-103.
8. Berry, D.; Kearney, J.; Twomey, K.; Evans, R. 2013. Genetics of reproductive performance in seasonal calving dairy cattle production systems. *Animal & Bioscience*. 52 (1).
9. Cañas, J., Cerón, M., Corrales, J. 2011. Modelación de curva de lactancia para producción de leche, grasa y proteína en bovinos Holstein en Antioquia, Colombia. *Revista MVZ Cordoba*. 16 (2):2514-2520.
10. Casanova, D., Schneider, M.P., Andere, C.I., Rodríguez, E.M., Rubio, N.E., Juliarena, M., Díaz, C. y Carabaño, M.J. 2011. Análisis de la longevidad funcional de la raza Holando-Argentina. Sitio argentino de Producción Animal [en línea]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>.

11. Chaves, C. 2015. Curso de sistemas de producción lechera de Argentina y Cuba: Calidad de Leche y Mastitis Bovina. APROCAL, FCV UBA.
12. Contero, R., Requelme, N., Cachipundo, C. y Acurio, D. 2021. Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. La Granja. Ciencias de la Vida. 33 (1) :31-43
13. Cooke, J.; Cheng, Z.; Bourne, N.; Wathes, D. 2013. Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. Journal of Animal Sciences. 3 (1): 1–12.
14. Corzo, J., García, L., Silva, J.; Pérez, E. 2009. Zootecnia General con un enfoque ecológico. La Habana, Cuba. Editorial Félix Varela. p 23-123.
15. Dirección de Genética (DG). 2009. Resumen de la información estadística de las empresas y granjas genéticas. La Habana. 93 p.
16. Endecott, R. 2015. Postpartum interval and fertility. Drovers Driving the Beef Market.
17. Fernández, A.; Berrocal, L.; Moore, J.; Paredes, L.; Pérez, L.; Charlotty, E.; Ortiz, L.; Pareja, J.; Palomino, W. 2010. Tecnología Productiva en Lácteos. Calidad de la leche.
18. Fernández, E., Martínez, J. A., Martínez, V., Moreno, J. M., Collado, L. R., Hernández, M., Morán, F. J. 2015. Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. Nutrición Hospitalaria. 31(1): 92-101.
19. Fialho, A. L. L.; Souza, M. B.; Silva, W .; Arruda, E.; Kischel, H.; Ribeiro, Ferreira, M .; Medeiros, C. F.; Silva, J. R.; Oliveira, M. V.; Ferraz, A .; Melo, , F. A. 2018. Efecto do estrés térmico calórico agudo y crónico de bovinos de rasas adaptadas. Medicina Veterinaria Zootecnia. 70 (1):64–72.
20. Food and Agriculture Organization (FAO). 2017. Producción y productos lácteos. Calidad y evaluación.
21. Food and Agriculture Organization (FAO). 2018. Obtenido del Portal lácteo [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-productionproducts/products/composicion-de-la-leche/es/>.
22. Food and Agriculture Organization (FAO). 2020. Revisión del Mercado lácteo [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ca8341en/CA8341EN.pdf>.

23. García, F., Sánchez, T., López, O., Benítez, M. 2018. Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados a esta. *Pastos y Forrajes*. 41(1):35-40.
24. García, J. R., Noval, E., Quiñones, R., Pérez, A., Hernández, M. 2019. Principales indicadores reproductivos y factores ambientales que afectan a vacas de los genotipos Siboney y Mambí de Cuba. *Producción Animal*. 31(2):34-43.
25. Gasque, R. 2015. Mastitis bovina. Sitio argentino de Producción Animal [en línea]. Disponible en: <http://www.produccionanimal.com.ar>. [Consultado el 14 de octubre del 2022].
26. González, A.; Fernández, P.; Polanco, C.; Aguilar, R.; Dresdner, J.; Tansini, R. 2004. La ganadería en Cuba: desempeño y desafíos. Instituto Nacional de Investigaciones Económicas. La Habana, Cuba. p. 277.
27. Grajales, H.; Hernández, A.; Prieto, E. 2006. Edad y peso a la pubertad y su relación con la eficiencia reproductiva de grupos raciales bovinos en el trópico colombiano. *Livestock Research for Rural Development* [en línea]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd18/10/graj18139.htm>. [Consultado el 14 de octubre del 2022].
28. Granados, L. 2017. Manejo reproductivo del ganado bovino en los diferentes sistemas de producción de la región Huetar Norte y Chorotega de Costa Rica. Modalidad: Práctica dirigida. Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Medicina.
29. Guzmán, K. 2013. La industria láctea en Valledupar: primera en la región del Caribe [en línea]. Disponible en: [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/dtser\\_184.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_184.pdf) [Consultado el 14 de octubre del 2022].
30. Gwandu, S. H.; Nonga, H. E.; Mdegela, R. H.; Katakweba, A. S.; Suleiman, T. S.; Ryoba, R. 2018. Assessment of raw cow milk quality in smallholder dairy farms in Pemba Island Zanzibar, Tanzania. *Vet. Med. Int.*, DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/1031726>.

31. Harding, F. 1995. Milk quality. Glasgow; Chapman and Hall.
32. Hare, E.; Norman, H.; Wright, J. 2006. Trends in calving age and calving intervals for Dairy cattle breeds in the United States. *J. Dairy Sci.* 89(1):365-370.
33. Hernández, R. y Ponce, P. 2002. Estudio de la composición de la leche en las condiciones actuales del trópico en Cuba. *Salud Animal.* 24 (2):111 -114.
34. Hernández, Arelis.; Ponce de León, Raquel Elena.; García, Sonia., Guzmán, Gladys.; Mora, Marta. 2011. Evaluación genética del bovino lechero Mambí de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 45 (4):141-147.
35. Hernández, Jenny Carolina.; Angarita, Maritza.; Benavides, D.A.; Prada. F. 2015. Agentes etiológicos de mastitis bovina en municipios con importante producción lechera del departamento de Boyacá. *Investigación en Salud Universidad de Boyacá.* 2 (2): 162 -176.
36. Hernández, Arelis.; Ponce de León, Raquel Elena. 2018. Comportamiento de la producción lechera, reproducción y longevidad en el Holstein y sus cruces con Cebú. *Cuban J. Agricultura. Sci.*52 (3).
37. Herrera, A. M.; Mora, R. E.; Isea, J. C., Darghan, E. 2017. Producción y composición química de leches de vacas F1 x Cebú suplementadas con dos fuentes de nitrógeno no proteico. *Revista Científica. FCV-LUZ.* 27 (2):119-130
38. Hershberger, U. 2012. Producción y calidad de leche de vacas en pastoreo o estabulación. Chapingo, Estado de México [en línea]. Disponible en: [https://chapingo.mx/produccionanimal/administrador/components/com\\_jresearch/files/theses/PPA\\_MC\\_044\\_09\\_12\\_AGR\\_UHDA.pdf](https://chapingo.mx/produccionanimal/administrador/components/com_jresearch/files/theses/PPA_MC_044_09_12_AGR_UHDA.pdf). [Consultado el 14 octubre del 2022].
39. Hidalgo, María, Isabel. 2016. Para diagnosticar la presencia de mastitis subclínica en los rebaños se utiliza la prueba de california (CMT).
40. Hidalgo, G.A. y Vera, J. H. 2019. Edad al primer servicio y al parto sobre producción láctea en primera lactación en vaquillonas lecheras. *Ciencias Animales. Recia.* 11(2).

41. Inga, L. F. 2017. Control de la calidad en la densidad de la leche. Unidad académica de ciencias químicas y de la salud. Ecuador. Machala. Universidad técnica de Machala. p. 8-26.
42. Jurado, H., Muñoz, L., Fajardo, C., Quitiaquez, D., Insuasty, E. 2019. Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. *Medicina Veterinaria Zootecnia*. 66 (1):53-66.
43. Jurado, H. A.; Solarte, C. E.; Burgos, A. J.; González, A.; Rosero, Carol. 2020. Relación entre la calidad composicional de la leche de bovinos Holstein del trópico alto de Nariño. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 11(2): 421-434.
44. Kelly, A.L., Leitner, G. and Merin, U. 2011. Milk quality and udder health: Test Methods and Standards. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2 ed. San Diego (USA). p. 894–901.
45. Khan, I.; Bule, M.; Ullah, R.; Nadeem, M.; Asif, S.; Niaz, K. 2019. The antioxidant components of milk and their role in processing, ripening, and storage: Functional food. *Veterinary World*.
46. López, A. y Barriga, D. 2016. La leche, composición y características. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Sevilla. 24-21.
47. Lora, M. 2003. Tecnología de Leche: Guía de Prácticas del Curso. Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina.
48. Marini, P.R. y Maso, R. 2019. Edad al primer parto e indicadores de eficiencia en vacas lecheras con diferente potencialidad productiva en sistemas a pastoreo. *Granja*. 29 (1).
49. Martínez, Ailin.; Villoch, Alejandra.; Ribot, A.; Montes de Oca, Nivian.; Riverón, Yamilka.; Ponce, P. 2015. Calidad e inocuidad en la leche cruda de una cadena de producción de una provincia occidental de Cuba. *Salud Animal*. 37 (2): 79-85.
50. Martínez, Ailin.; Ribot, A.; Villoch, Alejandra.; Montes de Oca, Nivian.; Remón, Dianys. 2017. Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba. *Salud Animal*. 39 (1): 51-61.

51. Medrano, Catalina.; Ahumada, D.G.; Romero, J.J.; Donado, Pilar. 2021. Prevalencia, incidencia, factores de riesgo de la mastitis subclínica en lecherías especializadas en Colombia. *Agronomía Mesoamericana* 32(2):149-169.
52. Méndez, V. M. y Osuna, L. E, 2007. Caracterización de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda en algunos sistemas productivos de la región del Alto del Chicamocha, Bogotá. [en línea]. Disponible en: <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2007/12/T14.07M523c.pdf>.  
[Consultado el 14 de octubre del 2022].
53. Mercado, Marcela.; González, Viviana.; Rodríguez, Deycib.; Carrascal, Ana Karina. 2014. Perfil sanitario nacional de leche cruda para consumo humano directo. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. p.1-142.
54. Mestawet, T.A.; Gima, A.; Adnø, T.; Devold, T.G.; Narvhus, J.A.; Vegarud, G.E. 2012. Milk production, composition and variation at different lactation stages of four breeds in Ethiopia. *Small Rum Res.* p. 176-181.
55. Ministerio de la Industria Alimentaria. 2015. Balance Anual del Grupo Lácteo. La Habana. Cuba. p. 12.
56. Montero, P. 2022. Calidad y seguridad de la leche cruda producida en Panamá. *Revista de I+D Tecnológico.* 18(1).
57. Nielsen, S. 2003. *Food Analysis*. Editorial. Kluwer Academic/Plenum Publ. p. 131-142.
58. Norma cubana NC 71. Determinación de acidez. Vig.2000.
59. Norma cubana NC 118. Prueba de California para el diagnóstico de Mastitis. Vig. 2001.
60. Norma cubana NC 6731. Leche, crema y leche evaporada. Determinación del contenido de sólidos totales. Vig.2001.
61. Norma cubana NC 119. Determinación de la densidad o peso específico de la Leche. Vig.2006.
62. Núñez, O.P., Almeida, R. I., Rosero, M.A., Lozada, E.E., Kelli, G.E. 2017. Comportamiento productivo y calidad de la leche en bovinos (*Bos taurus*) utilizando un probiótico natural. *J. Selva Andina Anim. Sci.* 4(2).

63. Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (ONEC). 2014. Anuario Estadístico de Cuba. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. [Consultado el 14 de octubre del 2022].
64. Pena, Susana.; Marra, Rita. 2019. Análisis económico del tratamiento antibiótico en mastitis bovina. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Argentina Primera edición. Editorial Facultad de Agronomía.
65. Ponce, P. 2009. Un enfoque crítico de la lechería internacional y cubana. Salud Animal. 31(2):77-85.
66. Quiroz, J. 2018. Actualidad Ganadera. Obtenido de Actualidad Ganadera [en línea]. Disponible en: <http://www.actualidadganadera.com/articulos/limpieza-equipos-ordenos.html>. [Consultado 14 de octubre del 2022].
67. Remón, Dianys.; González, Dayaimi.; Martínez, Ailin. 2019. Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de la leche cruda por métodos de flujo citométrico. Salud Animal. 41 (1):1-8.
68. Reyad, S. 2015. Epidemiología molecular de la bacteriana mastitis en el ganado vacuno en la provincia de El Oro, Ecuador. Impacto económico y medidas de control. Ecuador: Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.
69. Romero, A.; Calderón, A.; Rodríguez, Virginia. 2018. Evaluación de la calidad de leches crudas en tres subregiones del departamento de Sucre, Colombia. RECIA. 10 (1):43-50.
70. Ruiz, A. K., Peña, J., Remón, D. 2016. Mastitis bovina en Cuba. Producción Animal. 28(2-3):39-50.
71. Saborío, A. 2011. Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche. ECAG. 56:70-73.
72. Sánchez, A. 2010. Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México. Tesis de pregrado. Universidad Veracruzana de México.
73. Strapini, Ana., Gallo, Carmen.; Bustamante, Hadie.; Werner, Marianne.; Sepúlveda, Pilar.; Valenzuela, R. 2018. Manual de manejo y bienestar de la vaca lechera. Prolesur, Valdivia, Chile.

74. Suárez, H.; Martínez, G.M.; Bertoni E.A. 2017. Mastitis, a Health- Related Indicator of Dairy Cow Welfare and Productivity Víctor. *J Dairy Vet Sci.*; (5):1-5.
75. Taverna, M. 2005. La Calidad de la leche y de los quesos. EEA - Rafaela del INTA. Argentina.
76. Valdivia, Aymara.; Rubio, Yasmmary.; Pérez, Y.; Sarmenteros, Ileana.; Vega, J.; Mendoza, Angelina. 2020. Factores que influyen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche en dos lecherías. *Pastos y Forrajes*. 43 (3):267-274.
77. Valdivia, Aymara.; Rubio, Yasmmary.; Beruvides, A. 2021. Calidad higiénica sanitaria de la leche, una prioridad para los productores. *Revista digital de Producción Animal*, 33(2).
78. Valdivia, Aymara.; Rubio, Yasmmary.; Martínez, Marlene.; Garrote, Melisa.; Pérez, Y.; Matos, Madyu. 2022. Actividad antibacteriana de la Propolina frente a bacterias causantes de mastitis subclínica. *Revista de producción animal*. 34(3).
79. Villasmil, Y. y Yañez, L. 2012. Edad al primer servicio y primer parto de novillas Doble Propósito. Cuaderno científico. GIRARZ 6, January.
80. Vishweshwar, K. y Krishnaiah, N. 2005. Quality control of milk and processing. E. Reddy, S. Andra. Pradesh, India.
81. Wakida, G.; Villasis, M. Á.; Calva, R.G.; Choperena, R.; Xóchihua, L.; Flores, S.; Velasco, L. 2019. Consumo de leche de vaca en la edad pediátrica. Revisión de la evidencia científica. Documento de consenso de la Sociedad Mexicana de Pediatría. *Revista Mexicana de Pediatría*. 86(S1).

## 8. Anexos

Anexo 1. Procesamiento de las muestras de leche en el laboratorio de bromatología de la leche.



Anexo 2. Determinación de la densidad y las cruces de mastitis en las muestras de leche.



Anexo 3. Determinación de la grasa en las muestras de leche.





Determinación de la grasa.