



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

VALORACIÓN DE LOS NIVELES DE ÁCIDO L-LÁCTICO EN PLASMA DE VACAS
RAZA HOLSTEIN FRIESIAN (*Bos taurus*) EN PRODUCCIÓN

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Médica Veterinaria

AUTORA: MARBELLA ALTAGRACIA RODAS ÁVILA

TUTOR: DR. JUAN LEONARDO MASACHE MASACHE, MGTR.

Cuenca - Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Marbella Altagracia Rodas Ávila con documento de identificación N° 0302085147, manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 19 de febrero del 2024

Atentamente,



Marbella Altagracia Rodas Ávila

0302085147

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Marbella Altagracia Rodas Ávila con documento de identificación N° 0302085147, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo experimental: “Valoración de los niveles de Ácido L-Láctico en plasma de vacas raza Holstein Friesian (*Bos taurus*) en producción”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médica Veterinaria, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 19 de febrero del 2024

Atentamente,



Marbella Altagracia Rodas Ávila

0302085147

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Leonardo Masache Masache con documento de identificación N° 1103109003, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: VALORACIÓN DE LOS NIVELES DE ÁCIDO L-LÁCTICO EN PLASMA DE VACAS RAZA HOLSTEIN FRIESIAN (*Bos taurus*) EN PRODUCCIÓN, realizado por Marbella Altagracia Rodas Ávila con documento de identificación N° 0302085147, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 19 de febrero del 2024

Atentamente,



Dr. Juan Leonardo Masache Masache, Mgtr
1103109003

DEDICATORIA

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban mis padres por mi avance y desarrollo de esta tesis, es simplemente único y se refleja en la vida de un hijo.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Gracias a Dios por la vida de mis padres. también porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más me aman, y a las que yo sé que más amo en mi vida.

A mis amigas Michelle, Gabriela, Briana, Antonella, Doménica y Paula las cuales fueron un pilar fundamental para poder estar donde estoy, porque ellas hicieron que la vida universitaria se vea de otra manera, cada una es un sol en mi vida.

De igual forma este logro está dedicado para quienes me motivaron a seguir esta carrera mis pequeños amigos peludos Bruno, Trapo, Olivia, Zowy, Milo y especialmente a mi pequeño Cachito que, a pesar de no encontrarse presente ahora, en vida supo acompañarme como un amigo de verdad, cada larga noche de estudio aun puedo recordar tu calor.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mi hermana María José por ser mi compañera en cada momento entregándome su apoyo y amor, sin ella no habría podido empezar a recorrer este camino, es la responsable de que hoy este formándome como una profesional, gracias por ser mi ejemplo a seguir, espero algún día ser una profesional tan grande como tú.

Para mi sobrina Tamara que además de ser mi mejor amiga, es mi verdadero impulso para ser mejor persona y mejor profesional, gracias por enseñarme a no rendirme por darme tus consejos y apoyo cuando me sentía derrumbada, eres la mejor persona que tengo en el mundo, este proyecto es nuestro.

Para mi tutor que gracias a su compromiso, dedicación y paciencia me ayudo a sacar este proyecto adelante, sin su apoyo esto seguiría siendo un sueño, pero ahora es una meta cumplida, gracias infinitas.

No podría terminar estos agradecimientos sin mencionar a mi compañero de vida y mejor amigo, Stefano Barrera, su apoyo incondicional y su amor inquebrantable fueron fundamentales para que lograra alcanzar mis metas académicas, gracias a su apoyo en momentos difíciles, logré mantenerme enfocada en mi camino y no desviarme hacia otras direcciones, sus consejos y palabras de aliento me motivaron a seguir adelante, incluso cuando las cosas parecían imposibles.

El amor, la paciencia y comprensión que me ha brindado me permitieron crecer como persona y superar los obstáculos que surgieron durante mis estudios, no habría podido lograr todo esto sin su presencia constante a mi lado, gracias por estar para mi hoy y siempre.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Problema	12
1.2. Delimitación.....	13
1.2.1. Temporal	13
1.2.2. Espacial	13
1.2.3. Académica.....	13
1.3. Explicación del problema.....	14
1.4. Objetivos	14
1.4.1. Objetivo General	14
1.4.2. Objetivos Específicos	14
1.5. Hipótesis.....	14
1.5.1. Hipótesis Nula.....	14
1.5.2. Hipótesis Alternativa.....	14
1.6. Fundamentación Teórica.....	15
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL.....	15
2.1. Vacas Holstein Friesian.....	15
2.2. Anatomía del aparato digestivo.....	16
2.3. Composición de la Leche	17
2.4. Fisiología con respecto a la Producción	18
2.5. Lactosa	19
2.5.1. Estructura	20
2.6. Ácido Láctico	20
2.6.1. Fisiología con respecto al Ácido L-Láctico.....	21
2.6.2. Acidosis Ruminal	23
2.7. Medidor Portátil de Lactato.....	24
2.7.1. Rangos de Lactato en Vacas.....	24
2.8. Ordeño.....	25
2.8.1. Tiempo de Ordeño.....	25
2.8.2. Máquina de Ordeño.....	26
2.9. Resumen del estado del arte del estudio del problema.....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28

3.1.	Diseño	28
3.2.	Población y muestra	29
3.3.	Estadística	29
3.4.	Operalización de variables	30
3.4.1.	Dependiente: Analizador portátil de Lactato.....	30
3.4.2.	Independiente: Sangre	30
3.5.	Materiales físicos.....	31
3.6.	Materiales biológicos	32
3.7.	Consideraciones éticas	32
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1.	Análisis de datos.....	33
4.2.	Discusión.....	40
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1.	Conclusiones	41
5.2.	Recomendaciones.....	41
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	43
7.	ANEXOS	46

Índice de Tablas

Tabla 1: Variable dependiente	30
Tabla 2: <i>Variable independiente: sangre</i>	30
Tabla 3 Variable Independiente: Vacas.....	31
Tabla 4: Materiales de oficina	31
Tabla 5: Materiales de campo.....	32
Tabla 6: Materiales de laboratorio.....	32
Tabla 7: Materiales biológicos	32
Tabla 8 Valores estadísticos de lactato calculado en vacas entre dos a cinco años	33
Tabla 9 Valores estadísticos de litros de leche calculados en vacas entre dos a cinco años	34
Tabla 10 Valores estadísticos de lactato calculado en vacas entre seis a diez años	34
Tabla 11 Valores estadísticos de litros de leche calculados en vacas entre seis a diez años	35
Tabla 12 Valores estadísticos de niveles de lactato en vacas mayores de 10 años	36
Tabla 13 Valores estadísticos de litros de leche calculados en vacas mayores de diez años	36

Índice de Fotografías

Fotografía 1: Calibración del equipo medidor de lactato	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 2 Toma de muestras de coccígea	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 3: Extracción de leche	47
Fotografía 4: Obtención de resultados	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 5: Ficha de Campo	49

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Diagrama de campana de Gauss calculada en vacas de 2 a 5 años	37
Ilustración 2 Diagrama de campana de Gauss calculada en vacas entre seis a diez años	38
Ilustración 3 Diagrama de campana de Gauss calculada en vacas mayores de 10 años	39

RESUMEN

La leche es un producto de consumo masivo en nuestra sociedad, al igual que los productos que derivan de la misma, la raza más proliferativa en este medio es la Holstein Friesian (*Bos taurus*), se realizó la investigación en relación al efecto del ácido láctico en vacas de producción y si se evidencian cambios dependiendo de la edad de los individuos. Para poder lograr el objetivo se dividieron a los individuos en tres grupos dependiendo de su edad, el primer grupo destinado a vacas de dos cinco años, el segundo grupo a vacas entre seis y diez años y el tercer grupo a vacas mayores de diez años, se tomaron muestras de sangre para analizarlas mediante una herramienta especifica que es el medidor portátil de lactato. Para lograr identificar su efecto en la leche se recolectó y midió la cantidad que producía cada una por día, para al final realizar una suma total. Al finalizar la recolección de datos, estos fueron procesados por medio de un sistema digital para realizar las tablas comparativas respectivas, de igual manera se realizó el análisis estadístico correspondiente obteniendo datos como media, mediana, moda, varianza, desviación y coeficiente de variación. Los individuos analizados demostraron tener un valor de lactato minimo de 0,56 mmol/L y un valor máximo de 1,44 mmol/L que se encontraron dentro de un rango normal.

Palabras claves: Láctico, leche, vaca, medidor, determinación, edad.

ABSTRACT

Milk is a product of mass consumption in our society, as are the products derived from it. The most proliferative breed in this environment is the Holstein Friesian (*Bos taurus*). Research was carried out in relation to the effect of lactic acid. in production cows and if changes are evident depending on the age of the individuals. In order to achieve the objective, the individuals were divided into three groups depending on their age, the first group for cows between two and five years old, the second group for cows between six and ten years old and the third group for cows over ten years old. Blood samples were taken to analyze them using a specific tool, the portable lactate meter. To identify its effect on the milk, the amount that each one produced per day was collected and measured, in order to finally make a total sum. At the end of the data collection, these were processed through a digital system to create the respective comparative tables, in the same way the corresponding statistical analysis was carried out obtaining data such as mean, median, mode, variance, deviation and coefficient of variation. The analyzed individuals demonstrated to have a minimum lactate value of 0.56 mmol/L and a maximum value of 1.44 mmol/L, which were within a normal range.

Key words: lactic, milk, cow, meter, determination, age.

1. INTRODUCCIÓN

El lactato es un analito que se puede medir en el plasma sanguíneo, para (Canido, Izquierdo, & Ruiz, Medicion de L-lactato en bovinos: una herramienta muy util para clinicos de campo, 2021) la producción de lactato da como consecuencia la presencia de iones de hidrogeno los cuales desembocan a una posible acidosis metabólica en caso que el mecanismo no funcione correctamente, debemos tener en cuenta que las células necesitan de energía para su desarrollo y esto lo realiza captando el ATP iniciando un proceso conocido como glucolisis la cual al finalizar nos da como resultado piruvato y se consume NADH, del piruvato que se formó obtenemos lactato que con ayuda de la enzima deshidrogenasa se transformara en piruvato nuevamente.

Se puede decir que el desequilibrio presente en los niveles de lactato tienen dos posibles causas, la investigación de (Canido, Izquierdo, & Ruiz, Medicion de L-lactato en bovinos: una herramienta muy util para clinicos de campo, 2021) indica que la principal se da por hipoxia tisular esto quiere decir que los tejidos no cuentan con suficiente ingesta de oxígeno y por ende tampoco sus células, otro motivo es de origen patológico como tumores, enfermedades hepáticas o por procesos metabólicos. La mayoría de vacas lecheras se encuentran en tierras altas y su dieta puede o no estar controlada lo cual desencadena que sus niveles de lactato aumenten de manera progresiva, teniendo como resultado un gran número de animales con baja productividad.

1.1. Problema

En nuestra ciudad y sus alrededores un número significativo de personas consumen leche y sus productos derivados, sin embargo, hay ocasiones en la que los pequeños

productores no alcanzan a recolectar los niveles necesarios para obtener una ganancia representativa, puesto que la mayoría de granjas lecheras se encuentran en tierras altas y hay muchas ocasiones que los animales no tienen los cuidados alimenticios que son debidos, esto produce un aumento de los niveles de lactato en la sangre de manera indirecta, produciendo una disminución en la producción de leche.

1.2. Delimitación

1.2.1. Temporal

El trabajo de investigación se realizó en un periodo de 400 horas, las cuales se dividieron en proceso experimental y redacción del documento final.

1.2.2. Espacial

Las muestras fueron tomadas de diferentes granjas situadas en la parroquia Tarqui, principalmente el sector Gullanzhapa, en donde las localidades se encuentran cercanas entre sí, el sector se encuentra ubicado a una latitud de -3.0002173 y longitud de -79.0046755. Coordenadas extraídas de Google Earth. [Gullanzhapa]. Recuperado el 13 de noviembre de 2023 de <https://earth.google.com/web/search/Iglesia+de+Gullanzhapa,+Cuenca>

1.2.3. Académica

El trabajo de investigación se encuentra relacionado con el área de laboratorio clínico, ya que se realiza la medición de lactato presente en el plasma sanguíneo en vacas de raza Holstein Friesian (*Bos taurus*) para poder establecer si existe una relación entre los niveles de ácido láctico presente y la producción de leche tomando en cuenta la edad.

1.3. Explicación del problema

El incremento de lactato en la sangre de vacas raza Holstein Fresian (*Bos taurus*) puede deberse a la altitud en la que están sometidas, a pesar que se han desarrollado físicamente para soportar la falta de oxígeno esto puede dar un daño posterior a su salud (principalmente en su nivel celular), esto daría como resultado un consumo de energía inadecuado y por ende una baja en la producción láctea, que al principio puede ser indetectable, pero si se realiza una suma total, podrían perderse varios litros anuales. Es importante poder tener un adecuado manejo en el alimento y horarios de ordeño, para evitar que el lactato aumente y produzca problemas en el aspecto metabólico.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Valoración de los niveles de Acido L-láctico presente en el plasma de bovinos en producción de la parroquia Tarqui.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Medir los niveles de ácido láctico mediante el uso de un analizador portátil de lactato.
- Valorar los niveles de ácido L-láctico distribuidos por grupos de edad.
- Comparar con valores de otras citas bibliográficas.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis Nula

La presencia de altos niveles de ácido L-láctico en el plasma de vacas raza Holstein Friesian no influye en la producción.

1.5.2. Hipótesis Alternativa

La presencia de altos niveles de ácido L-láctico en el plasma de vacas raza Holstein Friesian da como resultado una disminución en su producción.

1.6. Fundamentación Teórica

El presente trabajo dará el uso de un medidor portátil de lactato, el cual utiliza al plasma sanguíneo para analizarlo y proporcionar la cantidad de lactato que se encuentra en cada individuo, de la misma forma al usar una máquina de ordeño nos permitirá extraer la cantidad de leche total que produce cada animal para poder contabilizar y relacionarlo de acuerdo a los niveles de lactato presentes en sangre, de esta manera se va obtendrá una relación óptima que puede ser de ayuda para comerciantes lecheros, estudiantes universitarios, médicos veterinarios entre otros.

2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

2.1. Vacas Holstein Friesian

La raza Holstein Friesian es considerada una raza lechera según (Gasque, 2008) este tipo de razas tienen como finalidad zootécnica o comercial la producción de leche, además se considera que cualquier modelo de producción resulta significativo al momento de su aprovechamiento como en el caso lechero. En el caso de las vacas de raza Holstein Friesian pueden ser consideradas de doble propósito, para (Ávila & Gutiérrez, 2010) este tipo de animales pueden ser aprovechados tanto por su potencial lechero como el cárnico, para el caso de machos puede incluir el proceso de engorda, sin embargo, la mayoría de razas son consideradas de doble propósito ya que son desechadas, terminando como animales de abasto (becerros, vacas y toros). Esta raza se origina hace varios años en el norte de Holanda y partes

de Frisia Occidental, actualmente para (Ávila & Gutiérrez, 2010) en la actualidad este ganado se divide en dos ramas, la primera es la Frisón Holandés que es más conocida de igual manera existe la rama Americana que se centra más en países como Estados Unidos y Canadá, esta última rama ha evolucionado de manera física con rasgos más angulosos y cambiando su forma robusta a una más esbelta dando como resultado un aumento en su producción de leche superando así a la rama Holandesa. Podemos identificar esta raza de otras gracias a sus atributos físicos, para (Rouse, 1972) las más importantes son su conformación general equilibrada con pecho profundo y ancho, cuanto con una línea dorsal recta, su ubre se encuentra bien adherida con aplomos rectos y pezuñas anchas, además es considerada la raza lechera más pesada, según (Ávila & Gutiérrez, 2010) pueden alcanzar un peso de 675 kg y los toros hasta 1 100 kg, al nacer las hembras pueden pesar entre 38 a 42 kg, la productividad muestra variedad según la estirpe y el sistema de producción.

2.2. Anatomía del aparato digestivo

El bovino es un animal rumiante que se caracteriza por tener cuatro compartimientos para almacenar y procesar su alimento, el aparato digestivo del bovino empieza en la zona de la boca que está conformada por estructuras como dientes, lengua, paladar duro y paladar blando, siendo para (García & Marcos, 1969) la lengua una parte distintiva por la presencia de diferentes papilas que le confieren una textura áspera y le sirve como el principal órgano de aprehensión en el alimento, en la parte de su dentadura cabe recalcar que al ser una especie herbívora carece de caninos e incisivos y en su lugar cuentan con una almohadilla carnosa.

Cuando el animal consume alimento este se mezcla con la saliva formando el bolo alimenticio que se prepara para atravesar el esófago que es un órgano con una longitud de

aproximadamente un metro, cuando atraviesa esto pasa a la porción del rumen o abdomen: ocupando el lado izquierdo, es la cavidad que ocupa mayor espacio en el aparato digestivo de la vaca, es característico por su forma de saco plano con dos lados, el lado visceral adyacente a los órganos internos y el lado superior hacia el lado abdominal. Además, está dividido en bolsas y separado por correas, luego de esta viene el compartimiento Red o Gorro de Malla: Ubicado en la mitad derecha de la zona del vientre de la vaca suele ser redonda y plana la cual en conjunto tiene forma de panal, luego el alimento va hacia el librillo: Se ubica en el lado derecho y tiene forma circular. Está recubierto por una lámina formada por un gran número de pliegues musculares y papilas cuya función es contener el material fibroso. Por último, se encuentra el abomaso o cuajada: ubicado en el lado derecho se encuentran presentes glándulas, pliegues de tipo espirales y mucosos, se dice que por presentar una mucosa secretora es el verdadero estómago de la vaca.

2.3. Composición de la Leche

La leche es una mezcla de diferentes componentes tanto físicos como químicos, para (Alais, 1988) las principales sustancias químicas que la componen son: lactosa, caseínas, albuminas, sales, lactato, glicéridos de ácido láctico, entre otros. Mientras que de manera física coexisten varios estados como la emulsión, suspensión y solución. Es importante reconocer que la composición de la leche va a depender de la raza, en el caso de las vacas raza Holstein para (Koeslag, 2015) la leche que produce esta raza cuenta con un 87.6% de agua, 12.4% de sólidos, 3.7% de grasa, 3.2% de proteína, 4.8% de lactosa (es considerado el carbohidrato más importante de la leche pues le confiere el sabor dulce a la leche) y un 0,7% de cenizas. Para (Castro, 2002) si la cantidad de energía no recubre sus necesidades las

bacterias que están presente en el rumen no pueden convertir las proteínas que se obtienen disminuyendo así la producción láctea. La cantidad y calidad de la leche depende de varios factores fisiológicos (Lesur, 2005) los principales factores son a) la etapa de lactancia: donde los primeros cinco días después del parto nos da un cambio significativo en la leche por la producción del calostro y luego del primer mes después del parto se normaliza b) alimentación: el requerimiento de nutrientes y minerales en la dieta es importante para obtener una cantidad y calidad estándar c) frecuencia y ritmo de ordeño: se considera que una vaca puede ser ordeñada hasta cuatro veces al día todo esto se encuentra vinculada con los horarios a los que son sometidos, la irregularidad en las horas de alimentación y ordeño produce alteraciones d) temperatura ambiental: por la ubicación geográfica podemos tener una mayor o menor cantidad de leche, mientras más caliente se encuentre el clima el contenido de grasa en la leche será menor e) tamaño del animal: se considera que mientras más grande sea la vaca puede producir más leche.

2.4. Fisiología con respecto a la Producción

Para entender el funcionamiento de la producción de leche es importante saber que la ubre es considerada un grupo de cuatro glándulas sudoríparas modificadas de origen dérmico, estas a su vez se dividen en glándulas anteriores y posteriores, para (Dukes, 1977) estas glándulas secretan la leche por medio de un conducto que finaliza en un pezón por cada glándula, se debe tener en cuenta que al menos el 40% de las vacas tienen alteraciones en el número de pezones pero no necesariamente son secretores, cuando este sucede es recomendable someter a las terneras a una intervención quirúrgica para no causar futuros problemas al momento

de la lactancia o secreción de leche. Para el momento de la lactancia el becerro es el encargado de estimular la salida de la leche, para que esto suceda (Vélez, 1997) menciona que se produce un vacío y cambio de la presión entre la punta del pezón y el interior de la ubre, el proceso puede durar alrededor de un minuto y se recomienda que al finalizar la lactancia se recurra a la ordeña de manera inmediata, si no se logra completar el proceso la vaca tendrá un ordeño incompleto para (Aja, 1991) cuando una vaca no es ordeñada el tiempo necesario puede llegar a bajar su producción de leche hasta en un 10%. Debajo de las células epiteliales está presente la membrana basal y detrás de la misma hay una extensa red de capilares que transportan sustancias para la síntesis de la leche. El tejido glandular o parénquima está rodeado por una matriz de grasa y tejido conectivo, el estroma. Además de servir como tejido de soporte, ayuda en el funcionamiento y a su vez crecimiento del tejido glandular. Según (Johnson R., 2018) el tamaño del estroma afecta el tamaño de las glándulas en algunas especies, puesto que es el sitio predilecto donde se forman los conductos mamarios.

2.5. Lactosa

Es un componente que se encuentra presente en la leche de los mamíferos, además pertenece al grupo de los carbohidratos, como afirman (Chamberlain & Wilkinson, 2012) la lactosa es un componente importante igual que la glucosa sin embargo esta última solo se encuentra presente en la sangre, pero es de vital importancia ya que a partir de la glucosa se puede dar el proceso de sintonización de la lactosa principalmente en la glándula mamaria, otros autores discuten que este proceso se realiza a partir de otros ácidos orgánicos volátiles.

Este componente es de suma importancia para determinar el nivel de leche que se puede obtener de cada individuo según las investigaciones de (Chamberlain & Wilkinson, 2012) el grado de lactosa varía entre 48 y 52 g/l.

Se puede decir que la disminución de la cantidad de leche se encuentra relacionada con los niveles de lactosa y estos se ven afectados en casos de enfermedades metabólicas, enfermedades a la glándula mamaria (principalmente mastitis) o falta de sales para que se complete la regulación osmótica

2.5.1. Estructura

La lactosa es un carbohidrato que se mantiene formado por la unión de dos sacáridos uno de glucosa y el otro de galactosa, se encuentra unida por un enlace B 1-4, va a depender de igual manera en el estado que se encuentre la leche, cuando esta de manera cristalina se presenta como un monohidrato esto se debe a su poca solubilidad en el agua, cuando se somete a hidrolisis la lactosa puede contar con un poder edulcorante dándole ese sabor dulce a la leche de consumo, en los estudios de (Chamberlain & Wilkinson, 2012) se indica que el sabor de la leche hervida proviene de las reacciones de Maillard donde se da la interacción entre los grupos carboxilo libres de la lactosa y los grupos amilo libres de las proteínas cuando la temperatura aumenta, de igual manera esto puede dar como resultado la presencia de glucosa, ácido fórmico, ácido levulico o hidroximetilfurfural.

2.6. Ácido Láctico

El ácido láctico es un compuesto orgánico que se produce en el cuerpo de los animales durante el metabolismo anaeróbico, particularmente en el músculo durante el ejercicio intenso. Además, para (Terrell, y otros, 2002) es un producto intermedio

importante en la fermentación láctica de la lactosa, que es el principal carbohidrato en la leche. El ácido láctico tiene una alta solubilidad en agua, lo que le permite ser transportado a través de la sangre y ser eliminado por los riñones. La medición de los niveles de ácido láctico en la sangre es importante en la evaluación del estado de salud de los animales. Existen diferentes maneras de darle un significado para (Garcia & Santos, 2019) ácido láctico es un compuesto orgánico que se forma durante el proceso de fermentación láctica. Se produce a partir de la glucosa, que se descompone en piruvato y luego se convierte en ácido láctico por la enzima lactato deshidrogenasa.

El ácido láctico es un ácido débil y se encuentra presente en varias fuentes, incluyendo las vacas lecheras. En las vacas lecheras, el ácido láctico se produce a través de la fermentación láctica en el rumen. El rumen es una parte del sistema digestivo de las vacas lecheras, para (Smith & Williams, 2018) los microorganismos descomponen los alimentos fibrosos en sustancias más simples. Durante este proceso, se produce una gran cantidad de ácido láctico como producto de desecho. La presencia de ácido láctico en las vacas lecheras tiene implicaciones tanto positivas como negativas. Por un lado, el ácido láctico es una fuente de energía para las bacterias del rumen y ayuda a mantener un equilibrio microbiano saludable. Por otro lado, un exceso de ácido láctico puede provocar acidosis ruminal, una enfermedad que afecta la digestión y la producción de leche de las vacas.

2.6.1. Fisiología con respecto al Ácido L-Láctico

De acuerdo con varios estudios, la raza Holstein Friesian tiene una capacidad metabólica excepcional y su facultad para producir grandes cantidades de

leche se debe en parte a su capacidad para metabolizar y utilizar los nutrientes de manera efectiva. Según otro estudio de (Dukes, 1977), la fisiología única de la raza Holstein Friesian les permite aumentar su producción de leche a medida que se les proporciona más alimento y agua. Sin embargo, otro estudio sugiere que el estrés oxidativo puede ser un factor que afecta la productividad de las vacas, incluidas las Holstein Friesian. Durante el proceso de lactancia, se produce una cantidad significativa de radicales libres, lo que puede llevar a la oxidación celular y el daño a los tejidos. Esto, a su vez, puede afectar la producción de leche y aumentar la susceptibilidad a enfermedades. En general, la fisiología de las vacas Holstein Friesian les permite producir grandes cantidades de leche, aunque pueden estar afectadas por factores como el estrés oxidativo. Se necesitarán más investigaciones para entender completamente el impacto de estos factores y cómo pueden influir en la producción de leche de estas vacas.

De acuerdo con un estudio de (Terrell, y otros, 2002), las vacas pueden producir grandes cantidades de ácido láctico durante períodos de ejercicio. Esto se debe a que, durante el ejercicio intenso, sus músculos utilizan la glucosa como fuente de energía, lo que lleva a la producción de ácido láctico como subproducto del glucólisis anaerobio. Además, un estudio de (Vélez, 1997) sugiere que los niveles de ácido láctico en la leche pueden influir en la calidad de la leche producida por las vacas. Por ejemplo, puede haber un aumento en los niveles de ácido láctico en la leche de vacas con mastitis, lo que puede afectar la fermentación y el sabor del queso producido a partir de dicha leche. En general, la producción de ácido láctico en vacas puede ocurrir como resultado del ejercicio intenso y puede tener un impacto en la calidad de la leche producida. Se necesitarán más investigaciones para entender

completamente el impacto de los niveles de ácido láctico en la producción de leche de estas vacas.

2.6.2. Acidosis Ruminal

Una de las enfermedades que se presentan con mayor frecuencia en el aumento de ácido láctico es la acidosis ruminal, al ser una enfermedad metabólica afecta el rendimiento en la producción, para (Acuña, 2003) es producida por el aumento de carbohidratos en el organismo que tienen la característica de fermentarse de manera rápida (acético, propiónico, butírico) cuando los niveles de pH del rumen se encuentran a menores a 5,5 esto favorece el ingreso de *Streptococcus bovis* y *Lactobacillus*, esto da como resultado la liberación de ácido láctico el cual se va a encontrar acumulado en uno de sus estómagos dando como resultado un alto grado de deshidratación y cambios en la hemoconcentración, dependiendo de los niveles de carbohidratos consumidos la enfermedad tiene diferente lapso de duración, ya que esta enfermedad se puede presentar de manera aguda, subaguda o crónica, el principal causante de esta es cuando el animal tiene acceso a comida de manera incontrolada, en las primeras fases se presentan síntomas como anorexia, taquicardia, ataxia, diarrea, pupilas dilatadas y en el peor de los casos pueden fallecer en pocos días. Se puede diferenciar a una vaca con acidosis ruminal subaguda por sus síntomas más leves como la distensión abdominal, principios de diarrea, contracciones ruminales débiles. Si el animal tiene un diagnóstico temprano se puede dar tratamiento, sin embargo existen lesiones en la pared abdominal, ingreso de

bacterias en los estudios de (Acuña, 2003) indica que esto puede desencadenar en abscesos hepáticos, abscesos pulmonares multifocales, pericarditis o en casos muy raros trombosis en la vena cava caudal donde comúnmente tenemos epistaxis o hemoptisis (pequeñas manchas de sangre que se expulsan junto con esputo).

2.7. Medidor Portátil de Lactato

Para poder analizar y comparar los niveles de lactato en cada individuo se utilizó un medidor de lactato portátil, específicamente la marca THE EDGE el cual se encarga de medir la concentración de lactato en sangre de manera rápida puesto que cada resultado tarda alrededor de 45 segundos en revelarse usando una gota de sangre venosa, para (medicaldirect, 2017) la muestra debe ser de 3ul en sangre con un hematocrito entre el 35% a 50% , este dispositivo cuenta con tiras reactivas que gracias a su acción sifonica puede llevar la muestra hacia la parte interna del biosensor donde la muestra se analiza y cuantifica para mostrarla en pantalla, tiene un rango de medida entre 5-200 mg/dl que es un equivalente de entre 0.56-22.2 Mmol/L.

2.7.1. Rangos de Lactato en Vacas

De acuerdo a varios estudios realizados previamente para (Drewry, Quigley, Geiser, & Wellborn, 1999) el rango normal para un bovino debe ir entre los 0,56 a 2.22 mmol/L y gracias a estos rangos se puede clasificar el aumento de lactato en valores leves que van de 2,5 a 4,9 mmol/l, valores moderados 5,0 a 9,9 mmol/l y valores severos que superan los 10 mmol/l según (Constable, Streeter, Koenig, & Perkins, 1998) los animales que superan este nivel tienen una alta mortalidad.

2.8.Ordeño

El ordeño es el proceso de recolección de leche que se realiza principalmente con fines económicos, biológicos o de salud, para (Schuring, 2017) se puede definir como la forma de cosechar la leche siempre teniendo en cuenta factores como seguridad, rapidez y comodidad, al combinar todos estos elementos podemos tener un correcto calendario de ordeño.

2.8.1. Tiempo de Ordeño

El tiempo es un factor clave para tener un ordeño optimo, mientras menos tiempos la vaca se encuentre conectada a las pezoneras es mejor, pero siempre hay que priorizar extraer toda la leche, en muchas ocasiones como indica (Callejo, 2013) es posible que después de extraer la leche con la máquina de ordeño se necesite hacer de manera manual ya que pueden quedarse grandes cantidades de leche sostenidas (500 cc de la ubre), debemos tener una buena planificación sobre el número de ordeños y el tiempo destinado a cada uno de ellos para evitar problemas de salud como mastitis o una hiperqueratosis.

Como indica (Callejo, 2013) si es posible acortar el periodo de ordeño mediante la disminución de la duración entre un 10% a un 20% del periodo de flujo máximo de la leche aumentando el nivel de vacío en el colector, otro método es eliminar el periodo de bajo o nulo flujo en la leche cuando se empieza el proceso esto se consigue primordialmente haciendo cambios en la rutina de ordeño permitiendo colocar las pezoneras en el momento adecuado.

Muchos autores afirman que realizar dos ordeños al día puede estimular

mejor el pezón y aumentar la cantidad de leche, se recomienda mantener un tiempo entre 5 a 8 minutos para no lastimar al animal obteniendo un promedio de 500 gramos como mínimo, en ciertos casos se pueden tener hasta tres ordeños por día pero no se recomienda porque puede tener al animal sometido bajo mucho estrés en caso que sea un proceso incomodo o doloroso disminuyendo la cantidad de leche que va a ser capaz de producir.

2.8.2. Máquina de Ordeño

Es un implemento mecánico utilizado principalmente para la recolección de leche, esto nos ayuda a tener un proceso mucho más rápido y efectivo, esta máquina tiene diferentes componentes como afirma (Melling & Alder, 2000) esta cuenta con la bomba de vacío (disminuye la presión de aire ya que lo extrae de las demás tuberías, pezoneras o centralizadores), tanque de reserva al vacío (lugar donde se almacena el producto), regulador de vacío, medidor de vacío, línea para vacío y pulsación, trampa sanitaria(evita que cualquier cuerpo extraño ingrese a la bomba), pulsador, recibidor y bomba para leche.

La máquina se encuentra conformada por cuatro pezoneras y cada una de ellas contiene en su interior un casquete rígido, una parte flexible y tubos corto de leche y de pulsado, sin embargo, la única parte que entra en contacto con el animal es la parte flexible para (Badui, 1981) esta parte del equipo tiene una vida limitada ya que está hecha con un material siliconado, se pueden obtener hasta 2500 ordeños en un lapso de seis meses teniendo el cuidado apropiado, la forma en la que actúan las pezoneras es abriéndose y cerrándose hasta un punto donde colapsan porque pierden su elasticidad.

2.9. Resumen del estado del arte del estudio del problema

El ácido L-láctico es un metabolito importante en la evaluación de la salud metabólica de las vacas lecheras durante el período de producción. Según (Johnson, Abuajamieh, & Stoakes, 2017), "en los rumiantes, el ácido L-láctico se produce en los músculos en situaciones de ejercicio físico intenso o en estados de estrés, y es un producto intermedio importante en el metabolismo de la glucosa". Además, los niveles de ácido L-láctico en plasma pueden ser utilizados como indicadores de la salud metabólica en vacas lecheras.

El ganado actual tiene importantes necesidades metabólicas las cuales deben compensarse con alimento elevando ciertos metabolitos importantes, para (Pinzon, 1988) el conocimiento de su trabajo metabólico nos ayudaría a conocer si existe o no relevancia de acuerdo a su producción.

Al paso de los años los animales han evolucionado, en el caso de los bovinos su estómago se transformó, para poder alimentarse principalmente de pastos y forrajes verdes, lo cual hace que reciban cantidades considerables de ácido láctico, según (Vélez, 1997) el lactato es metabolizado principalmente en el hígado y el riñón, dando lo que se conoce como el ciclo de Cori, que es esencial para el desdoblamiento del mismo. Durante el período productivo de una vaca, la edad va a jugar un papel importante para (Contreras, Strieder, Raphael, Grummer, & Armentano, 2017), "la evaluación del nivel de ácido L-láctico en plasma puede ser una herramienta útil para monitorear la salud metabólica de las vacas lecheras durante este período y prevenir la aparición de enfermedades metabólicas".

La evaluación de los niveles de ácido L-láctico en plasma puede ser utilizada

para determinar el estado de salud metabólica de las vacas lecheras, al igual que su calidad y cantidad de leche producida individualmente. En este sentido, es importante evaluar los niveles de ácido L-láctico en vacas de diferentes rangos de edad, para determinar si existe una relación entre los niveles de ácido L-láctico y valores de producción. Esto proporcionará información valiosa para el desarrollo de estrategias efectivas de manejo y nutrición para prevenir enfermedades metabólicas en vacas lecheras y mejorar su bienestar general, para dar un aumento en la producción lechera.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño

Para poder desarrollar la investigación se obtuvieron 204 muestras de sangre en diferentes granjas ubicadas en la parroquia de Tarqui, para esto se dividieron a las vacas en tres grupos dependiendo de su edad, el primer grupo fue formado por vacas de dos a cinco años, el segundo grupo se conformó con vacas de entre seis a diez años y el ultimo grupo de vacas mayores de diez años. Luego de dividir las se extrajeron las muestras de sangre provenientes de la vena coccígea con ayuda de catéteres individuales, al finalizar la recolección se dio el uso del analizador portátil de lactato en donde se colocaron aproximadamente tres gotas de sangre en una tira de reactivo que marcó la cantidad de lactato presente en el plasma de cada individuo. Para medir la cantidad de leche se realizaron dos ordeños en cada vaca con ayuda de una máquina de ordeño clásica y se dio paso a la medición de la cantidad de leche en milímetros, a cada vaca se le efectuó un ordeño en la mañana y otro ordeño en la tarde, luego se pasó a ejercer el sumatorio total y la respectiva comparación con los niveles de lactato.

3.2. Población y muestra

Para el desarrollo de la investigación se tomaron muestras de aproximadamente 204 vacas en producción de leche, donde se tomó en cuenta la edad y cantidad de leche aportada por cada animal, para obtener variables más definidas, para la selección de la muestra se tomó en cuenta que el estudio correspondió a una población infinita, se analizaron 204 muestras sanguíneas de vacas raza Holstein Friesian (*Bos Taurus*) con la ayuda de un lactómetro.

Una vez que se seleccionaron las muestras, se pudo aplicar técnicas estadísticas inferenciales para estimar los valores del ácido L-láctico en plasma de la población de vacas y compararlos con la cantidad de leche obtenida, por este motivo se separó a las vacas en grupos de edades, el primer grupo en vacas de dos a cinco años, el segundo grupo en vacas de seis a diez años y el último grupo en vacas mayores de diez años. Estas técnicas permitieron obtener conclusiones generales acerca de la población de interés a partir de la información contenida en la muestra seleccionada, y evaluar la precisión de estas conclusiones. Es importante tener en cuenta que, al igual que con cualquier técnica de muestreo, es posible que existan sesgos en los resultados obtenidos mediante la técnica de estadística inferencial. Por lo tanto, es fundamental tomar medidas adicionales para minimizar estos sesgos, como definir claramente los criterios de inclusión y exclusión, utilizar un tamaño de muestra adecuado y dar una descripción detallada de las características de la población y la muestra seleccionada.

3.3. Estadística

Para poder realizar una recolección de datos adecuada, se usó estadística inferencial, esto nos permitió averiguar características de una población a partir de la información

proporcionada por la misma. Se procedió a tabularlos para poder el análisis estadístico, se evaluó de manera primordial media, mediana, moda, varianza, desviación y coeficiente de variación.

3.4. Operalización de variables

3.4.1. Dependiente: Analizador portátil de Lactato

Tabla 1: *Variable dependiente*

CONCEPTO	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICE
Mecanismo el	Equipo	Cantidad de lactato	Mg/dL
cual permite ver		presente en	Mmol/L
los niveles de		diferentes etapas	
lactato de forma		productivas.	
rápida y segura,			
para poder			
correlacionarlos.			

3.4.2. Independiente: Sangre

Tabla 2: *Variable independiente: sangre*

CONCEPTO	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICE
Elemento que genera información acerca de los niveles	Biológicas	Edad	Vacas de dos a cinco años
			Vacas de seis a diez años

de lactato presentes en un animal			Vacas mayores a diez años
--------------------------------------	--	--	------------------------------

Tabla 3 *Variable Independiente: Vacas*

CONCEPTO	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICE
Sujeto de estudio que mediante su sangre nos permite conocer los niveles de lactato en su organismo	Animal	Edad	Vacas de dos a cinco años Vacas de seis a diez años Vacas mayores de diez años

3.5. Materiales físicos

Tabla 4: *Materiales de oficina*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Computadora	Unidad	1
Esfero	Unidad	1
Hojas de papel bond	Resma	1
Impresora	Unidad	1
Engrapadora	Unidad	1

Tabla 5: *Materiales de campo*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Guantes de nitrilo	Caja	3
Overol	Unidad	1
Botas	Unidad	1
Ficha de muestras	Unidad	1

Tabla 6: *Materiales de laboratorio*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Medidor de lactato	Unidad	1
Tiras reactivas	Caja	9
Alcohol	Litro	1
Algodón	Funda	1
Agujas	Caja	1

3.6. Materiales biológicos

Tabla 7: *Materiales biológicos*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Bovinos	Unidad	204
Sangre Venosa	Mililitros	0.5

3.7. Consideraciones éticas

Las normativas empleadas para el buen manejo y cuidado animal por parte de la Ciudad de Cuenca se ven dirigidas por la UGA (Unidad de Gestión Ambiental) las cual se encarga de que los animales no sufran ningún tipo de maltrato o estrés en el momento de un

procedimiento médico, transporte o proceso con fin económico, para esta unidad se debe “Diseñar e implementar planes de manejo, protocolos, programas y proyectos tendientes al cumplimiento de la presente ordenanza.” GAD Parroquial de Cuenca(Const). Art.8. 30 de enero de 2016 (Ecuador). Además, el artículo 83 numeral 6 de la Constitución, instituye como deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible, como prueba de esto el mismo artículo 71 de la Constitución de la República del Ecuador, señala que el Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de datos

Tabla 8 *Valores estadísticos de lactato calculado en vacas entre dos a cinco años*

	Media	Valor Min	Valor Max	Rango	Mediana	Moda	Varianza	Desviación	Coefficiente de variación
Lactato en sangre	0,82	0,56	1,33	0,77	0,78	0,67	0,05	0,23	0,28

La tabla número 8 corresponde a los valores de lactato presentes en sangre los cuales se mantuvieron dentro de los parámetros normales, teniendo una media aritmética de 0,82 y una moda de 0,67 lo cual nos indica que en el grupo de vacas entre dos a cinco años sus valores encajan dentro de los rangos considerados aceptables, se puede observar que la

varianza tiene una relación estrecha con su media aritmética con un valor de 0,05 es decir que no difiere, en la tabla se observa un valor de 0,28 correspondiente al coeficiente de variación el cual demuestra confiabilidad en los datos ya que no existe una dispersión destacable entre ellos.

Tabla 9 *Valores estadísticos de litros de leche calculados en vacas entre dos a cinco años*

	Media	Valor Max	Valor Min	Rango
Litros de Leche	18	35	8	27

En la tabla 9 se pueden identificar los valores estadísticos de la leche obtenidos de las vacas entre dos a cinco años, definiendo su media, valor máximo, valor mínimo y rango correspondiente a la cantidad de leche producida por día, este grupo cuenta con un promedio de 18 litros de leche por día, evidenciando que el pico máximo de producción fue de 35 litros de leche y el mínimo de 8 litros, teniendo una diferencia de 27 litros de leche entre ellas. Al

tener rangos de lactato normales se considera que la cantidad de leche producida es aceptable dentro del grupo.

Tabla 10 *Valores estadísticos de lactato calculado en vacas entre seis a diez años*

	Media	Valor Min	Valor Max	Rango	Mediana	Moda	Varianza	Desviación	Coeficiente de variación
Lactato en sangre	0,75	0,56	1,44	0,88	0,78	0,56	0,04	0,19	0,26

En la tabla número 10 se puede observar los valores estadísticos de lactato correspondientes al grupo de vacas entre seis a diez años, en el cual se evidencia su media, mediana, moda, valor máximo, valor mínimo, rango, varianza, desviación y coeficiente de variación.

Se puede evidenciar que en el grupo de edad entre seis a diez años se tiene un valor de lactato promedio correspondiente a 0,75 el cual está dentro del rango establecido, el valor mínimo de lactato que se detectó fue de 0,56 mientras que el valor máximo fue de 1,44 dentro de los rangos de referencia, se puede evidenciar que el coeficiente de variación es de 0,26 lo cual indica la confiabilidad de los datos establecidos esto a la vez se logra corroborar con el valor de varianza el cual es de 0,04 y no se encuentra alejado del dato de media con 0,75, esto quiere decir que los valores no se encuentran con un nivel de dispersión alto.

Tabla 11 *Valores estadísticos de litros de leche calculados en vacas entre seis a diez años*

	Media	Valor Max	Valor Min	Rango
Litros de Leche	20	32	6	26

En la tabla 11 se pueden evidenciar los datos estadísticos de los valores de leche producidos por el grupo de vacas entre seis a diez años por día, teniendo una media de 20 litros de leche al día, se evidencia que el pico de leche en este grupo es de 32 litros mientras que el mínimo fue de 6 litros por día, con un rango de 26 litros entre los individuos, en este caso se evidencia que los valores de leche se presentan reducidos, puede explicarse por el valor atípico de lactato presente en sangre.

Tabla 12 *Valores estadísticos de niveles de lactato en vacas mayores de 10 años*

	Media	Valor Min	Valor Max	Rango	Mediana	Moda	Varianza	Desviación	Coefficiente de variación
Lactato en sangre	0,89	0,67	1,11	0,44	0,89	1,11	0,03	0,17	0,20

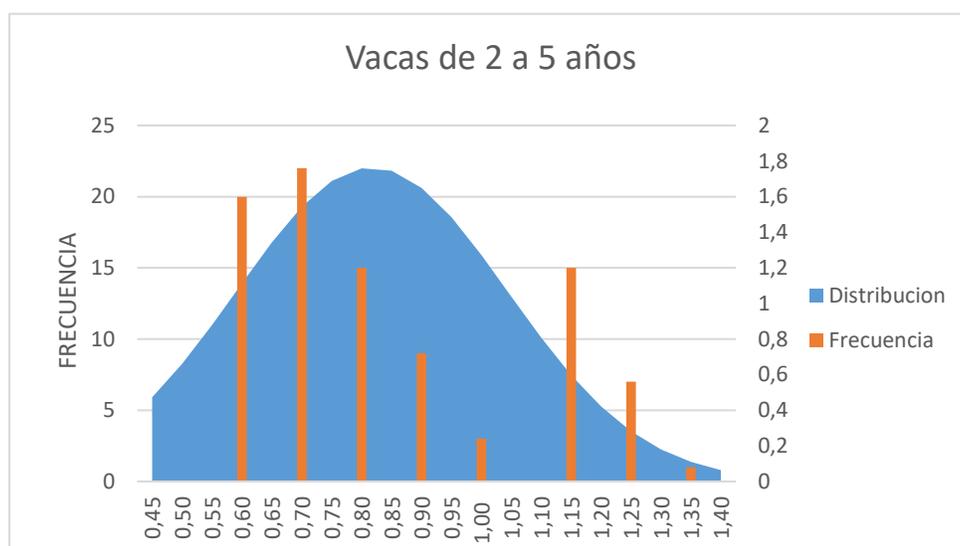
En la tabla 12 se puede evidenciar los valores estadísticos media, mediana, moda, rango, valor máximo, valor mínimo, varianza, desviación y coeficiente de variación correspondiente al grupo de vacas mayores de diez años, en este grupo podemos encontrar que el promedio de lactato es de 0,89 teniendo en cuenta que el valor que se presenta mayor cantidad de veces es 1,11 puede deberse a su elevada edad, esto viéndose representado en su valor máximo de 1,11 mientras que su valor mínimo es de 0,67 los cuales se encuentran dentro de los valores referenciales de lactato, se puede identificar que el coeficiente de variación se encuentra dentro de los rangos aceptables con un 0,20 afirmando que existe confiabilidad en los datos, de la misma forma se puede ver que su varianza al contar con un valor de 0,03 comprueba que no existe dispersión significativa en los datos.

Tabla 13 *Valores estadísticos de litros de leche calculados en vacas mayores de diez años*

	Media	Valor Max	Valor Min	Rango
Litros de Leche	15	26	7	19

En la tabla 13 se puede analizar los valores estadísticos como media, valor máximo, valor mínimo y rango correspondientes a los litros de leche de vacas mayores de diez años, teniendo un promedio de 15 litros de leche por día que es ligeramente menor al resto de grupos y puede deberse al factor de la edad, en este grupo el pico de leche alcanzado fue de 26 litros y el valor mínimo producido fue de 7 litros con un rango de 29 litros de leche por día, la cantidad de leche producida en este grupo se puede considerar aceptable.

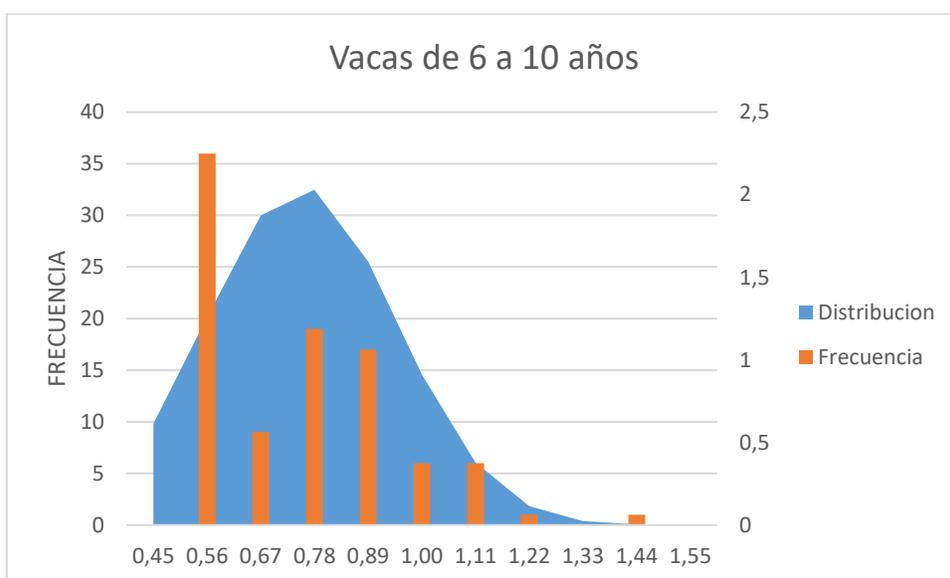
Ilustración 1 *Diagrama de campana de Gauss calculada en vacas de 2 a 5 años*



En la ilustración 1 se evidencia un diagrama de campana de Gauss representando los niveles de lactato presentes en bovinos de dos a cinco años donde se evidencia la frecuencia con la que los valores de lactato se presentan, se puede evidenciar una gran concentración de valores con relación a la media aritmética dando como resultado una curva mesocúrtica que se puede evidenciar de forma clara, dando a entender que el mayor número de individuos se encuentran entre valores de 0,60 a 0,80 mmol/L. A su vez se puede evidenciar la baja

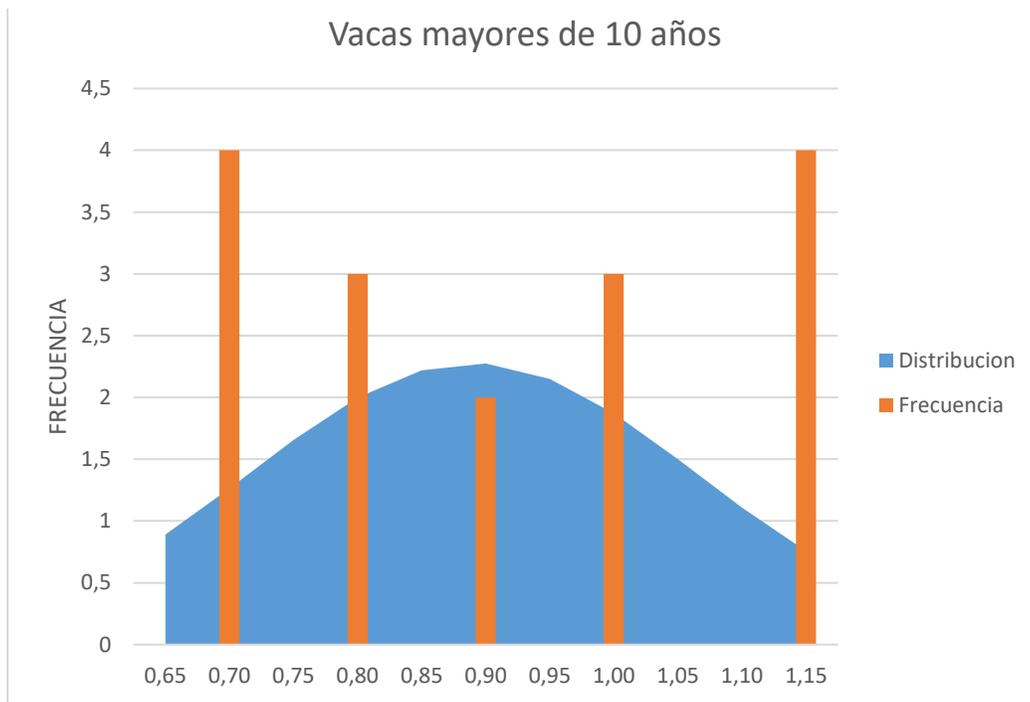
frecuencia en los niveles de 1,00 y 1,35 mmol/L puesto que muy pocos individuos pertenecen a esta distribución.

Ilustración 2 *Diagrama de campana de Gauss calculada en vacas entre seis a diez años*



En la ilustración 2 se puede evidenciar un diagrama de campana de Gauss correspondiente a los niveles de lactato de vacas entre seis a diez años, el gráfico indica una curvatura leptocúrtica lo que nos indica que los resultados están mayormente presentes alrededor de la media y cuenta con la presencia de pocos valores atípicos, por lo que su curvatura se encuentra mucho más pronunciada, esto se debe principalmente a que la distribución se encuentra concentrada en la parte central, además podemos evidenciar en el intervalo de 0,56 se encuentra concentrado el mayor número de individuos con un total de 36 vacas.

Ilustración 3 *Diagrama de campana de Gauss calculada en vacas mayores de 10 años*



En la ilustración 3 se evidencia un diagrama de campana de Gauss del grupo correspondiente a vacas mayores de 10 años, se logra distinguir una curva platicúrtica esto evidencia que los valores no se encuentran centrados alrededor de la media esto debido al factor edad, el cual nos proporciona una distribución de datos más amplia, teniendo en cuenta que contamos con el mismo número de individuos al inicio de la cola y al final de la misma explicándose por el valor de la moda de 1,11, haciendo que nuestra media tenga el menor número de individuos en este caso dos.

4.2. Discusión

Al evaluar otras investigaciones sobre los niveles de lactato en sangre en bovinos se puede destacar que en el estudio de (Allende, 2015) en vacas jóvenes el nivel crítico puede ir a partir de los 4,5 mmol/L y además existen casos donde tras un parto distócico los niveles de lactato quedan alterados.

En la investigación de (Canido, Ibarguchi, & Ruiz, Medición de L-Lactato en Bovinos: una herramienta muy útil para clínicos de campo, 2022) se explica que “la elevación de los niveles de lactato en sangre, por encima de los valores considerados normales, puede ser indicativa de varios procesos patológicos” indicando que los niveles de hasta 1,5 mmol/L pueden entrar en un rango normal y es muy raro ver un animal que cuente con más de 1 mmol/L.

El estudio de (Sierra, 2019) indica que el “lactato es utilizado como indicador de actividad física excesiva, agotamiento y daño muscular” demostrando que en bovinos presentes en zonas altas tienen un aumento de lactato significativo a comparación de las zonas bajas.

La presente investigación demuestra que la mayoría de vacas presento un nivel de lactato entre 0,56 a 3,33 mmol/L, demostrando que existen muy pocas variaciones entre ellos, si los relacionamos con la cantidad de leche producida por cada individuo se puede analizar que mientras los niveles de lactato se mantengan bajos se puede obtener mayor cantidad de leche por día, al contrario, produce enfermedades metabólicas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Por medio del presente trabajo experimental acerca de la valoración de los niveles de Acido L-láctico en bovinos de raza Holstein Friesian en producción se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

- Los bovinos raza Holstein Friesian de la parroquia Tarqui tienen niveles de lactato que oscilan de 0,56 a 1,44 mmol/L en sangre, los cuales se encuentran relacionados con la edad, nutrición y estado físico.
- Los bovinos con niveles a partir de 1,11 mmol/L demostraron tener una productividad láctea inferior que a los bovinos que contaban con valores menores a 1,00 mmol/L.
- En la investigación se pudo observar que las vacas dentro del grupo de 10 años o más demostraron tener un nivel de lactato más elevado con respecto a las vacas más jóvenes, además su promedio de leche fue menor con tan solo 15 litros por día.
- La investigación demostró que el grupo de vacas entre seis y diez años obtuvieron una cantidad promedio de 20 litros por día y con niveles de lactato bajos.

5.2. Recomendaciones

- Recolectar muestras de lactato con mayor frecuencia en el ganado bovino para poder evitar inicio de enfermedades metabólicas, desgaste muscular o disminución de su producción de leche.
- Para próximos trabajos sobre el tema se recomienda sacar muestras en tubo colector para evitar contaminación de la misma y disminuir el estrés del animal.

- Brindar a las vacas un programa de salud que se adapte a su condición corporal, edad y requerimientos para evitar un aumento de ácido láctico.
- Respecto a los resultados obtenidos durante el trabajo de campo se puede recomendar tener un cuidado mayor de las vacas longevas y proporcionarles una calidad de vida digna, para evitar factores como acidosis ruminal, caquexia, estrés y menor producción.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, R. (2003). *COJERAS DEL BOVINO: FISIOPATOLOGIA Y PROFILAXIS*. Buenos Aires: Inter-Medica.
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. En S. Aguilar, *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud*. (págs. 3-4). Tabasco: SALUD.
- Aja, S. (1991). *Aspectos clínico-zootécnicos de la anatomía de la glándula mamaria de la vaca. Control de mastitis y calidad de la leche*. Mexico, D.F.: SUA-FMVZ UNAM.
- Alais, C. (1988). CIENCIA DE LA LECHE : Principios de técnica lechera. En C. Alais, *CIENCIA DE LA LECHE* (pág. 21). Mexico : Reverte, S. A.
- Allende, C. A. (2015). *RELACION ENTRE LACTEMIA, CONCENTRACION DE PROTEINAS SERICAS TOTALES Y PREDISPOSICION A ENFERMAR EN TERNERAS DENTRO DEL PRIMER MES DE VIDA* . Santiago: UNIVERSIDAD DE CHILE.
- Avila, S., & Gutierrez, A. (2010). *Producción de leche con ganado bovino*. Mexico D.F: Manual Moderno.
- Badui, D. (1981). *Química de los alimentos*. Mexico: Alhambra,S.A.
- Callejo, A. (2013). *El bienestar de la vaca lechera*. SERVET.
- Canido, F., Ibarguchi, J., & Ruiz, A. (2022). Medición de L-Lactato en Bovinos: una herramienta muy útil para clínicos de campo. En F. Canido, J. Ibarguchi, & A. Ruiz, *Medición de L-Lactato en Bovinos: una herramienta muy útil para clínicos de campo* (págs. 18-20). albeitar.
- Canido, F., Izquierdo, J., & Ruiz, A. (2021). *Medición de L-lactato en bovinos: una herramienta muy útil para clínicos de campo*. Albeitar.
- Carreño, E. (2000). *Determinación de indicadores metabólicos en el Ganado Criollo Colombiano*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Castro, R. (2002). *Ganadería de leche, enfoque empresarial*. Costa Rica: Universidad estatal a distancia.
- Chamberlain, T., & Wilkinson, M. (2012). *Alimentación de la vaca lechera*. Zaragoza: ACRIBIA,S.A.
- Cheng, C., Li, M., & Huang, Q. (2013). *The diet effect on lactose metabolism and milk yield in dairy cows*. Journal of Animal Science and Biotechnology.
- Constable, P., Streeter, R., Koenig, G., & Perkins, N. (1998). Blood lactate and pyruvate concentrations and lactate-pyruvate ratio in 41 cattle with abomasal volvulus. En P. Constable, *Proceedings of the 20th World Buiatrics Congress* (págs. 121-123). Sydney,Australia: Australian Association of Cattle Veterinarians.

- Contreras, G., Strieder, C., Raphael, W., Grummer, R., & Armentano, L. (2017). *Prepartum dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows*. Journal of Dairy Science.
- CUENCA, E. G. (2016). *ORDENANZA PARA EL CONTROL Y MANEJO DE LA FAUNA URBANA Y LA PROTECCIÓN DE ANIMALES DOMÉSTICOS DE COMPAÑÍA DEL CANTÓN CUENCA*. Cuenca.
- Drewry, J., Quigley, J., Geiser, D., & Wellborn, M. (1999). Effect of high arterial carbon dioxide tension on efficiency of immunoglobulin G absorption in calves. En J. Drewry, J. QUIGLEY, D. Geiser, & M. Wellborn, *Effect of high arterial carbon dioxide tension on efficiency of immunoglobulin G absorption in calves* (págs. 609-614). Vet.Res.
- Dukes, H. (1977). *Physiology of domestic animals*. Texas: Cornell University Press.
- García, F., & Santos, R. (2019). *Efecto de la adición de sales minerales y suplementos alimenticios en la acidosis ruminal de vacas lecheras*. Colombia: Archives of Veterinary Science.
- García, J., & Marcos, G. (1969). *ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL APARATO*. Buenos Aires: UBA.
- Garrett, E., Pereira, A., Nordlund, K., Armentano, L., & Goodger, W. (2017). *The association between oxidative stress biomarkers and the productivity of Wisconsin Holstein cows*. PLoS one.
- Gasque, G. (2008). *Enciclopedia Bovina*. UNAM.
- Johnson, J., Abuajamieh, M., & Stoakes, S. (2017). Heat stress alters the lactational performance of dairy cows through multiple biological pathways. *Animal Frontiers*, 38-45.
- Johnson, R. (2018). *Holstein Friesian cows: Characteristics and management*. Obtenido de Holstein Friesian cows: Characteristics and management: <https://www.dairyherd.com/article/holstein-friesian-cows-characteristics-and-management>
- Koeslag, J. (2015). *Manuales para educación agropecuaria. Producción Animal*. Mexico: Trillas.
- Lesur, L. (2005). UNA GUIA PASO A PASO: MANUAL DEL GANADO BOVINO PARA LECHE. En L. Lesur, *MANUAL DEL GANADO BOVINO PARA LECHE* (págs. 52-54). Mexico: trillas.
- medicaldirect*. (Agosto de 2017). Obtenido de MEDICAL DIRECT: medicaldirect.es/es/medidores-de-lactato/5173-analizador-medidor-de-lactato-the-edge-91901s54107-es.html
- Melling, M., & Alder, M. (2000). *Práctica bovina 2*. Buenos Aires: Inter-Medica.
- Mijares, G., Villa, A., Badinga, L., & Thatcher, W. (2013). *Plasma lactate and metabolic hormone concentrations in dairy cows with dystocia or retained placenta*. Theriogenology.
- Pinzon, E. (1988). *Historia de la ganadería Bovina en Colombia*. Bogotá: Suplemento ganadero.
- Rouse, J. (1972). *World cattle: Vol. I, II, III*. Oklahoma: University of Oklahoma press.
- Schuring, N. (2017). *Inteligencia de Ordeño*. Kalamazoo: GEA.

- Sierra, C. (2019). Indicadores de bienestar en bovinos del trópico: una visión desde el estrés y el eje hipotalámico-pituitario-adrenal. *Revista Veterinaria*, 101-114.
- Smith, J., & Williams, C. (2018). *Acidosis ruminal en vacas lecheras: una revisión de la fisiopatología y enfoques de manejo*. Journal of Dairy Science .
- Terrell, S., Piekielek, N., Rountree, M., Robertshaw, D., Friend, T., & Lay, D. (2002). *Physiologic and behavioral responses of dairy cattle to an acute bout of exercise*. Journal of Dairy Science.
- Velez, M. (1997). *Producción de ganado lechero en el trópico*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.

7. ANEXOS



Fotografía 1: *Calibración del equipo medidor de lactato*



Fotografía 4 *Toma de muestras de coccígea*



Fotografía 7: *Extracción de leche*



Fotografía 8: *Obtención de resultados*

NOMBRE	CODIGO	EDAD	LITROS POR LA MAÑANA	LITROS POR LA TARDE	LITROS TOTALES	VALOR MMOL/L
Emilia		3 años	6	4	10	1,11
Paca		5 años	6	4	10	0,67
Lucha	12	5 años	12	7	19	0,78
Rubi	15	5 años	22	13	35	0,56
Mary	28	2 años	9	6	15	0,67
Marina	9	2 años	5	3	8	0,67
Katia	22	4 años	9	7	16	1,11
Poleth	14	5 años	18	10	28	0,56
Ary	21	4 años	12	7	19	0,78
Angie	30	4 años	9	5	14	0,67
Daniela	24	3 años	8	5	13	1,11
Laura	26	3 años	5	4	9	0,67
Juaquina	25	3 años	7	5	12	0,67
Sol	23	3 años	7	6	13	0,78
Alejandra		2 años	7	7	14	0,78
Lupe	38	2 años	10	8	18	0,56
Gata		3 años	10	10	20	0,67
Muñeca		4 años	8	5	13	1,11
Valeria 2		5 años	7	3	10	1,22
Cara Blanca		3 años	11	8	19	0,67
Negra		4 años	8	6	14	0,78
Edina		5 años	9	7	16	0,67
	1	3 años	8	3	11	0,56
	11	5 años	16	10	26	0,56
	12	3 años	9	4	13	0,67
	13	4 años	7	4	11	0,56
	16	4 años	9	5	14	0,89
	3	5 años	10	13	23	0,56
	11	4 años	7	5	12	1,11
	12	5 años	16	12	28	0,56
	13	3 años	6	5	11	1,11
	14	3 años	6	4	10	0,56
	16	4 años	10	7	17	0,56
	20	4 años	12	6	18	0,67
	21	4 años	13	8	21	0,56
	22	5 años	17	13	30	0,56
	23	4 años	16	12	28	0,67
	25	3 años	9	4	13	0,56
	26	4 años	12	7	19	0,67
	30	5 años	14	12	26	0,89
	31	5 años	16	10	26	0,78
Sandy		5 años	10	8	18	0,78
Flor		5 años	8	6	14	0,89
Tilu		4 años	4	8	12	1,11
Lidia		3 años	7	4	11	0,67
Pelusa	33	4 años	15	12	27	0,56
Mora		5 años	20	10	30	0,67
Castilla		5 años	12	8	20	0,67
Coqueta	40	4 años	9	6	15	0,78
Loquilla		4 años	8	5	13	1,11
	001	5 años	10	7	17	0,78
	003	4 años	7	4	11	1,00
	008	3 años	7	4	11	0,78
	012	2 años	6	3	9	1,11
	017	5 años	9	6	15	1,11
	025	3 años	7	5	12	0,89
	028	5 años	13	10	23	0,67
	040	4 años	9	6	15	0,89
	046	5 años	18	11	29	0,56

NOMBRE	CODIGO	EDAD	LITROS POR LA MAÑANA	LITROS POR LA TARDE	LITROS TOTALES	VALOR MMOL/L
Sofia		7 años	5	3	8	2,00
Rubi		10 años	6	4	10	1,11
Luciana	9	6 años	20	8	28	0,56
Sofia	5	7 años	15	10	25	0,67
Diana		6 años	12	14	26	0,56
Valeria		10 años	8	4	12	1,11
Gata 2		7 años	11	8	19	0,89
Chuga		8 años	4	2	6	3,33
Blanca		9 años	6	4	10	1,00
	7	7 años	14	10	24	0,67
	5	6 años	13	10	23	0,67
	17	7 años	15	11	26	0,56
	20	8 años	14	10	24	0,56
	15	6 años	15	12	27	0,56
	17	7 años	16	13	29	0,89
	18	9 años	14	10	24	0,78
	19	6 años	13	10	23	0,56
	24	8 años	10	7	17	0,67
	27	6 años	17	10	27	0,56
	28	8 años	15	9	24	0,56
	29	9 años	12	6	18	0,56
Jacara		7 años	6	4	10	1,00
Paca 2		7 años	6	4	10	1,11
Morena		6 años	8	6	14	1,00
Rubi 3		9 años	7	5	12	0,89
Lola		9 años	4	2	6	1,22
Eri		10 años	4	3	7	0,89
Zara		8 años	5	4	9	0,89
Sofia		8 años	4	2	6	1,11
	050	3 años	8	6	14	0,78
	052	4 años	9	7	16	0,78
Lucha		5 años	16	9	25	0,67
Anita		3 años	9	6	15	1,22
Pequita		3 años	9	5	14	1,22
Lolu		5 años	16	12	28	0,56
Kata		4 años	13	14	27	1,22
Lala		2 años	10	11	21	0,89
Ria		5 años	7	8	15	1,22
Mina		3 años	11	8	19	1,22
Rosada		4 años	8	9	17	1,11
Matilda		4 años	9	7	16	0,78
Rusa		1 año	11	10	21	0,67
	12	3 años	8	10	18	1,11
	17	5 años	13	12	25	0,89
	23	4 años	12	11	23	1,00
	28	4 años	11	14	25	1,33
Ame		2 años	14	10	24	1,11
Rosa		5 años	8	7	15	0,89
Griselda		4 años	11	9	20	0,67
Roja		3 años	9	7	16	1,00
Tania		2 años	14	9	23	0,56
Pupa		4 años	10	8	18	1,22
Greta		5 años	13	12	25	0,78
Rosita		4 años	9	7	16	1,11
Tamy		1 año	12	12	24	0,56
	006	3 años	11	12	23	0,67
	007	2 años	16	9	25	0,78
	010	5 años	13	9	22	0,89
	014	5 años	10	8	18	1,11
	016	1 año	13	10	23	0,56
	017	4 años	15	7	22	0,56
	020	3 años	8	7	15	0,67

NOMBRE	CODIGO	EDAD	LITROS POR LA MAÑANA	LITROS POR LA TARDE	LITROS TOTALES	VALOR MMOL/L
Vacha		11 años	4	3	7	1,11
Dorada		12 años	6	4	10	1,00
Loreta		13 años	5	3	8	1,11
Negra		12 años	9	7	16	0,78
Manchita	7	12 años	11	9	20	0,67
Mila	10	11 años	6	4	10	0,89
Gorda		15 años	4	6	10	0,89
Linda	67	14 años	8	4	12	1,11
Mary		13 años	8	5	13	1,00
Marqueza		11 años	5	3	8	1,00
Rubia		13 años	11	10	21	0,67
Rina		12 años	12	8	20	0,67
Pecosa		11 años	10	6	16	1,11
Tati	16	12 años	12	9	21	0,78
	24	11 años	13	12	25	0,67
	013	13 años	14	12	26	0,78

Blanca		8 años	5	3	8	1,00
Pintada		6 años	10	4	14	0,67
Luna		10 años	12	10	22	0,56
Bella		6 años	11	8	19	1,11
Niña		8 años	8	6	14	0,78
Nila		6 años	6	5	11	0,67
Chiquita		8 años	6	3	9	0,89
Morena 2	31	8 años	12	9	21	0,78
Flaca	20	7 años	8	5	13	0,89
Mija	44	6 años	14	10	24	0,56
Huaca		9 años	10	8	18	0,89
Marinera		10 años	12	10	22	0,78
Noble		6 años	6	3	9	1,00
Macarena		7 años	12	8	20	0,78
Lucero		6 años	12	10	22	0,67
Leona		7 años	16	14	30	0,56
Montesa		9 años	7	4	11	0,89
Perla		9 años	8	6	14	0,67
Roxana		8 años	9	7	16	1,11
Colorada		10 años	10	6	16	0,89
Gitana		9 años	8	4	12	0,78
Osa		8 años	10	5	15	0,56
Perla 2		6 años	16	12	28	0,56
Sultana		6 años	15	10	25	0,78
Pastora		6 años	14	11	25	0,56
Gota		7 años	13	10	23	0,56
Paquita	19	6 años	12	8	20	0,89
Luna 2	47	9 años	14	11	25	0,56
	005	6 años	8	5	13	1,00
	006	8 años	16	13	29	0,56

NOMBRE	CODIGO	EDAD	LITROS POR LA MAÑANA	LITROS POR LA TARDE	LITROS TOTALES	VALOR MMOL/L
	015	6 años	9	7	16	0,89
	019	10 años	13	10	23	0,78
	022	7 años	13	9	22	0,89
	030	6 años	17	13	30	0,56
	031	7 años	18	14	32	0,56
	037	9 años	10	15	25	0,56
	044	8 años	15	11	26	0,67
	048	6 años	16	11	27	0,56
Rosa		7 años	16	11	27	0,56
Bacha		10 años	13	10	23	0,78
Muñeca		9 años	14	8	22	0,89
Celeste		9 años	17	12	29	0,56
Pasa		9 años	14	10	24	0,89
Riti		6 años	12	14	26	0,78
Cami		8 años	13	10	23	0,78
Tata		7 años	15	9	24	0,56
Lisa		9 años	6	8	14	0,89
Nala		10 años	12	7	19	0,78
Lila		7 años	12	11	23	0,78
Mancha		7 años	14	13	27	0,56
	14	6 años	14	11	25	0,56
	22	9 años	14	10	24	0,78
	27	6 años	9	7	16	0,56
	31	8 años	12	14	26	0,56
Mora		10 años	10	13	23	0,56
Majo		9 años	9	6	15	0,78
Estrella		7 años	15	10	25	0,56
Caramelo		6 años	13	12	25	0,78
Cereza		8 años	12	10	22	0,56
Fresa		10 años	14	12	26	0,56
Olivia		8 años	10	8	18	0,78
	003	6 años	8	9	17	0,89
	005	6 años	14	13	27	0,56
	008	8 años	15	7	22	0,56
	011	7 años	10	13	23	0,56
	012	9 años	9	11	20	0,78
	019	7 años	12	9	21	0,78

Fotografía 11: *Ficha de Campo*