



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**“EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES REPRODUCTIVOS DE LOS  
PREDIOS LECHEROS DEL CANTÓN COTACACHI, IMBABURA”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria**

**AUTORA:**

**Lady Vanessa Silva Meza**

**DIRECTOR:**

**Ing. Aragón Esparza Miguel Vinicio MSc.**

**Ibarra, 2024**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES REPRODUCTIVOS DE LOS  
PREDIOS LECHEROS DEL CANTÓN COTACACHI, IMBABURA”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su  
presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

**APROBADO**

Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza MSc.

**DIRECTOR**

  
\_\_\_\_\_

FIRMA

Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
\_\_\_\_\_

FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100468492-2
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Silva Meza Lady Vanessa
<b>DIRECCIÓN:</b>	Atuntaqui- Calle Rio Amazonas y Santa Rosa
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:lsilvam@utn.edu.ec">lsilvam@utn.edu.ec</a>
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b> 0969588312

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“Evaluación de los indicadores reproductivos de los predios lecheros del cantón Cotacachi, Imbabura”.
<b>AUTOR (ES):</b>	Silva Meza Lady Vanessa
<b>FECHA DE APROVACION:</b>	21/02/2024
<b>PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Agropecuaria
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza MSc.

**2. CONSTANCIA**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de febrero del 2024

**EL AUTOR**

.....  
Lady Vanessa Silva Meza

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Silva Meza Lady Vanessa, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 21 días del mes de febrero de 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel Vinicio Aragón Esparza', written over a horizontal line.

Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza MSc.

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 21 días del mes de febrero del 2024

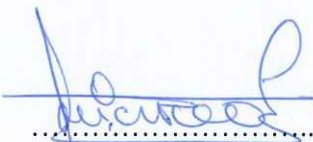
**Lady Vanessa Silva Meza:** Evaluación de los indicadores reproductivos de los predios lecheros del cantón Cotacachi, Imbabura /Trabajo de titulación. Ingeniería Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 21 días del mes de febrero del 2024, 86 páginas.

**DIRECTOR:** Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar los indicadores reproductivos de los predios lecheros del cantón Cotacachi, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Identificar los predios lecheros existentes en las parroquias del cantón Cotacachi que cuenten con registros, Determinar los indicadores reproductivos de los predios lecheros del cantón Cotacachi, Imbabura y Analizar la situación reproductiva de los predios lecheros de las parroquias del cantón Cotacachi.



Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza MSc.

**Director de Trabajo de Grado**



Lady Vanessa Silva Meza

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, Victor y Patricia, su constante apoyo y dedicación han sido la base de mis logros. Su incansable esfuerzo y sacrificio han sido una inspiración constante para mí, y les estoy infinitamente agradecida por guiarme y alentarme en cada paso de mi camino hacia la realización de mis metas y sueños.

A mi amada hija, Emily Alejandra, quiero agradecerle por ser mi mayor fuente de inspiración. Tu amor y tu alegría han iluminado incluso los días más oscuros, recordándome siempre el verdadero propósito de mis esfuerzos. Cada día, tu presencia me impulsa a esforzarme más y a superar cualquier obstáculo que se presente en mi camino.

A mis queridos hermanos, Alejandro, Fernanda, Ismael y Victoria, les agradezco de todo corazón por su apoyo incondicional y su constante ánimo. Su presencia ha sido un pilar fundamental en mi vida, y siempre estaré agradecida de tenerlos a mi lado y por ser parte de mi historia.

Asimismo, quiero expresar mi gratitud a la Universidad Técnica del Norte, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, especialmente a la carrera de Agropecuaria y a sus docentes por su guía experta, su dedicación y por impartir sus conocimientos necesarios para alcanzar mis metas profesionales.

**Lady Vanessa Silva Meza**

## **DEDICATORIA**

Hoy culmina una etapa importante en mi vida, y deseo dedicar este logro a las personas que han sido mi mayor apoyo y fuente de inspiración. A mis queridos padres, Victor y Patricia, y a mis hermanos Alejandro, Fernanda, Ismael y Victoria, ustedes son el mejor equipo que la vida me ha dado. Su constante apoyo, amor incondicional y ejemplo de perseverancia han sido fundamentales en cada paso de este camino.

Emily, mi amor, este logro también te pertenece. A veces, sacrificamos momentos juntas, pero tu comprensión y aliento han sido mi mayor impulso. A ti, mi razón de ser, te dedico este logro con todo mi corazón.

A mis sobrinos, Benjamín, Eliana, Martín y Aaron, esta meta conquistada está dedicada para ustedes. Ustedes son mi inspiración constante, y cada logro es también para ustedes, en la esperanza de construir un mejor futuro juntos.

Gracias a mis amigos por ser mi soporte incondicional y por compartir este camino conmigo. Hoy celebro este logro con gratitud y humildad, sabiendo que no estaría aquí sin su amor y apoyo constante.

“Gracias por siempre estar”

**Lady Vanessa Silva Meza**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	I
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	V
ÍNDICE DE ANEXOS .....	VI
RESUMEN .....	VII
CAPITULO I .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problema de investigación .....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos .....	4
1.5 Preguntas directrices .....	5
CAPITULO II.....	6
2.1 Generalidades de la Ganadería.....	6
2.2 Producción de leche en el Ecuador .....	6
2.3 Producción de leche en el cantón Cotacachi .....	7
2.4 Sistemas de Producción Ganadera .....	8
2.4.1 Sistema tradicional.....	8



2.4.2	Sistema semitecnificado .....	8
2.4.3	Sistema tecnificado .....	9
2.5	Genotipos o razas lecheras .....	9
2.6	Alimentación/Condición Corporal .....	10
2.7	Estrés calórico .....	10
2.8	Indicadores reproductivos .....	11
2.8.1	Edad a la pubertad .....	11
2.8.2	Edad al primer servicio .....	11
2.8.3	Edad al primer parto .....	12
2.8.4	Días del parto al primer estro.....	12
2.8.5	Intervalo parto primer servicio .....	12
2.8.6	Intervalo parto-concepción o días abiertos .....	13
2.8.7	Intervalo entre partos .....	13
2.8.8	Tasa de concepción.....	13
2.8.9	Servicios por concepción .....	13
2.8.10	Tasa de preñez .....	14
2.9	Indicadores productivos .....	14
2.9.1	Producción de leche.....	14
2.9.2	Duración de la lactancia.....	15
2.9.3	Longitud del periodo seco .....	15
2.9.4	Descartes voluntarios.....	15

2.9.5	Porcentaje de natalidad .....	15
2.9.6	Porcentaje de mortalidad < 1 año (M) .....	16
2.10	Importancia de los indicadores productivos y reproductivos.....	16
2.11	Manejo de registros .....	16
2.11.1	Registros reproductivos .....	17
2.11.2	Registros productivos .....	17
2.11.3	Registros sanitarios .....	17
2.12	Marco legal.....	17
CAPITULO III.....		20
3.1	Caracterización del área de estudio.....	20
3.1.1	Ubicación política del área en estudio .....	20
3.1.2	Ubicación Geográfica .....	20
3.1.3	Características climáticas.....	23
3.2	Materiales, equipos y herramientas .....	24
3.3	Métodos.....	25
3.3.1	Población .....	26
3.3.2	Unidad muestral.....	26
3.3.3	Análisis estadístico .....	28
3.3.4	Variables evaluadas .....	28
3.4	Manejo de la investigación.....	31
3.4.1	Solicitud de la base de datos del Programa de Erradicación de Fiebre Aftosa-Imbabura (PEFA) 31	

3.4.2	Identificación y selección de UPAs .....	31
3.4.3	Acercamiento y visita a las Unidades Productivas Lecheras (UPLs) .....	32
3.4.4	Aprobación y acceso a información .....	32
3.4.5	Recolección de datos .....	33
3.4.6	Creación de la base de datos y tabulación .....	34
3.4.7	Análisis estadístico .....	35
CAPÍTULO IV .....		36
4.1	Edad al primer servicio .....	36
4.2	Edad al primer parto .....	39
4.3	Número de montas e inseminaciones por preñez .....	42
4.4	Intervalo parto primer servicio .....	45
4.5	Intervalo entre parto y parto .....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		51
5.1	Conclusiones .....	51
5.2	Recomendaciones .....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		54
ANEXOS .....		64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Producción y rendimiento de leche a nivel nacional</i> .....	7
<b>Figura 2:</b> <i>Ganado vacuno por razas existentes en el Ecuador</i> .....	9
<b>Figura 3:</b> <i>Mapa de ubicación del área de estudio</i> .....	21
<b>Figura 4:</b> <i>Diagrama de los eventos reproductivos registrados</i> .....	34
<b>Figura 5:</b> <i>Estructura de la base de datos</i> .....	35
<b>Figura 6:</b> <i>Edad al primer servicio de los predios lecheros pertenecientes a cada parroquia del cantón Cotacachi.</i> .....	37
<b>Figura 7:</b> <i>Edad al primer parto de los predios lecheros pertenecientes a cada parroquia del cantón Cotacachi.</i> .....	40
<b>Figura 8:</b> <i>Número de montas e inseminaciones por preñez</i> .....	42
<b>Figura 9:</b> <i>Intervalo parto primer servicio (IPPS) entre parroquias</i> .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> <i>Extensión de las parroquias del cantón Cotacachi</i> .....	22
<b>Tabla 2:</b> <i>Características climáticas de las parroquias del cantón Cotacachi</i> .....	24
<b>Tabla 3:</b> <i>Materiales y equipos utilizados en la investigación</i> .....	25
<b>Tabla 4:</b> <i>Unidades productivas ganaderas pertenecientes a las parroquias del cantón Cotacachi.</i> .....	26
<b>Tabla 5:</b> <i>Historial de los eventos reproductivos registrados.</i> .....	27
<b>Tabla 6:</b> <i>Número de animales existentes en los hatos con registros.</i> .....	28
<b>Tabla 7:</b> <i>Unidades Productivas Lecheras existentes en las parroquias del cantón</i> .....	32

<b>Tabla 8:</b> <i>Detalle de las UPL y número de animales analizados</i> .....	36
<b>Tabla 9:</b> <i>Resumen de la variable edad al primer servicio por parroquia.</i> .....	39
<b>Tabla 10:</b> <i>Resumen de la variable edad al primer parto por parroquia.</i> .....	41
<b>Tabla 11:</b> <i>Resumen de la variable Número de montas e inseminaciones por preñez.</i> .....	43
<b>Tabla 12:</b> <i>Resumen de la variable Intervalo parto primer servicio por parroquia.</i> .....	46
<b>Tabla 13:</b> <i>Prueba de comparación de medias de la variable IPP</i> .....	47
<b>Tabla 14:</b> <i>Resumen de la variable Intervalo entre parto y parto</i> .....	48
<b>Tabla 15:</b> <i>Resumen de los indicadores reproductivos de las UPL</i> .....	49
<b>Tabla 16:</b> <i>Resumen general de las variables para el cantón Cotacachi.</i> .....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> <i>Formato de encuesta aplicada a los ganaderos del cantón Cotacachi</i> .....	64
<b>Anexo B.</b> <i>Modelo de registro físico en libretas</i> .....	65
<b>Anexo C.</b> <i>Modelo de registro en cartillas individuales</i> .....	66
<b>Anexo D.</b> <i>Modelo de registro mediante aplicación de software ganadero</i> .....	67
<b>Anexo E.</b> <i>Visita a Unidades de Producción Lechera (UPL)</i> .....	67
<b>Anexo F.</b> <i>Acceso a información y toma de datos</i> .....	69

# EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES REPRODUCTIVOS DE LOS PREDIOS LECHEROS DEL CANTÓN COTACACHI, IMBABURA

Autor: Lady Vanessa Silva Meza

Universidad Técnica del Norte

Correo: [lvsilvam@utn.edu.ec](mailto:lvsilvam@utn.edu.ec)

## RESUMEN

La evaluación de los indicadores reproductivos (IR) y su registro proporciona una comprensión detallada del comportamiento reproductivo en las unidades productivas lecheras (UPL). En este estudio, el objetivo fue evaluar los indicadores reproductivos de los predios lecheros del cantón Cotacachi, Imbabura, mediante una metodología descriptiva que involucró encuestas y registros reproductivos de 8 UPL en cuatro parroquias del cantón Imantag, Cotacachi, Quiroga y García Moreno. Las variables fueron: edad al primer servicio (EPS), edad al primer parto (EPP), número de montas e inseminaciones por preñez (NMI), intervalo parto-primer servicio (IPPS) e intervalo parto-parto (IPP). Los resultados, analizados mediante la prueba de LSD Fisher ( $p < 0.05$ ), mostraron diferencias significativas en variables como EPS, EPP, IPPS y NMI. Las parroquias mostraron variaciones en promedios donde, EPS varió entre 623.09 y 765.81 días, EPP entre 936.45 y 1058.95 días, IPPS entre 82.07 y 116.71 días, y NMI entre 1.39 y 1.85 servicios. El IPP no presentó diferencias significativas, con promedios de 403.51 a 442.63 días. Por lo tanto, la eficiencia reproductiva del cantón Cotacachi se sitúa fuera de los parámetros ideales para variables como EPS, EPP, IPPS e IPP, siendo NMI la única que cumple con las expectativas óptimas. Estos resultados sugieren la necesidad de implementar estrategias de manejo reproductivo para mejorar la eficiencia reproductiva en las UPL del cantón.

**Palabras claves:** Indicadores reproductivos, eficiencia reproductiva, producción lechera, ganadería lechera.

## ABSTRACT

The evaluation of reproductive indicators (RI) and their registration provides a detailed understanding of reproductive behavior in dairy production units (LPU). In this study, the objective was to evaluate the reproductive indicators of dairy farms in Cotacachi canton, Imbabura, through a descriptive methodology involving surveys and reproductive registers of 8 LPUs in four parishes of Imantag, Cotacachi, Quiroga and García Moreno. The variables were: age at first service (EPS), age at first calving (EPP), number of matings and inseminations per pregnancy (NMI), calving-first service interval (IPPS) and calving-calving interval (IPP). The results, analyzed by LSD Fisher test ( $p < 0.05$ ), showed significant differences in variables such as EPS, EPP, IPPS and NMI. The parishes showed variations in averages where EPS varied between 623.09 and 765.81 days, EPP between 936.45 and 1058.95 days, IPPS between 82.07 and 116.71 days, and NMI between 1.39 and 1.85 services. The IPP did not show significant differences, with averages from 403.51 to 442.63 days. Therefore, the reproductive efficiency of the Cotacachi canton is outside the ideal parameters for variables such as EPS, EPP, IPPS and IPP, with NMI being the only one that meets optimal expectations. These results suggest the need to implement reproductive management strategies to improve reproductive efficiency in the canton's LPUs.

**Key words:** Reproductive indicators, reproductive efficiency, dairy production, dairy cattle, dairy farming

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Los factores ambientales, agrícolas y tecnológicos son características de cada sistema de producción lechero, mismos que varían dependiendo de la ubicación geográfica en la que se encuentran ubicadas las unidades de producción agropecuarias (UPAs). Además de la gran influencia que representan la situación económica y social de los productores (Cervantes et al., 2001).

La producción de leche a nivel mundial proviene de aproximadamente 150 millones de familias dedicadas a esta actividad. En los países no desarrollados son los pequeños agricultores quienes se dedican a la producción lechera misma que aporta a los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria y la nutrición del hogar. La leche es una fuente de ingresos relativamente rápida, rentable e importante para los pequeños productores (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022).

La rentabilidad es una parte importante de cualquier industria, y la industria lechera no es una excepción. El rendimiento del hato ganadero se mide mejor utilizando indicadores previamente registrados. Por lo tanto, cada una de las producciones de leche está asociada a indicadores reproductivos, productivos, económicos, sociales y ambientales; su relación determina la sustentabilidad (Lane et al., 2013).

Miglior et al. (2005) mencionan que los índices de selección han tenido un desarrollo muy progresivo en todo el mundo, enfocándose en el objetivo de lograr una reproducción más equilibrada para mejorar e incrementar la producción. La meta reproductiva aumenta en base a los índices de selección en especial el rendimiento, la longevidad, la salud y la reproducción.

Para lograr un manejo reproductivo eficiente es importante llevar registros adecuados que permitan un análisis e interpretación confiables. El desarrollo de programas de manejo reproductivo computarizados ha llevado a la implementación de diferentes sistemas de registros de la información y de métodos para evaluar la eficiencia reproductiva (Quinteros y Marini, 2017).



Un rendimiento reproductivo efectivo es esencial y está estrechamente vinculado con la producción diaria, el progreso genético y las políticas de reemplazo. Los aspectos más cruciales que influyen en la gestión de la reproducción incluyen la fertilidad, los intervalos entre los nacimientos, el período de tiempo en que las vacas no quedan preñadas, la identificación de los signos de celo y el primer apareamiento después del parto, entre otros. El objetivo óptimo de cualquier programa de reproducción en un rebaño de ganado bovino es asegurar que todas las hembras tengan su primer parto a los 24 meses de edad y, a partir de ese momento, que tengan una cría cada 12 meses (Córdova et al., 2005).

La destacada posición productiva de los países desarrollados en el sector lechero se fundamenta en la aplicación estratégica de tecnologías avanzadas y el continuo mejoramiento genético. Quinteros y Marini (2017) subrayan la importancia de la generación, manejo, procesamiento e interpretación de datos diarios en los predios lecheros, resaltando la gestión eficiente de la información como un pilar esencial. La innovación tecnológica, reflejada en sistemas automatizados de ordeño, monitoreo de la salud del ganado y gestión de datos agrícolas, ha optimizado los procesos y reducido los costos. Además, el enfoque constante en el mejoramiento genético, mediante técnicas como la inseminación artificial y la selección genética, ha resultado en razas de ganado lechero más eficientes y adaptadas a diversas condiciones.

## **1.2 Problema de investigación**

En la actualidad, uno de los principales desafíos que tienen un impacto directo en los aspectos económicos de las explotaciones lecheras son los indicadores de eficiencia reproductiva (López, 2006). En Ecuador, la información procesada y disponible para los ganaderos de pequeña y mediana escala sobre cómo las mejoras en las razas lecheras de alto rendimiento afectan a características relacionadas con la funcionalidad, la permanencia de los animales en el rebaño y el desempeño reproductivo de la industria lechera es limitada. Estos aspectos aún no han sido objeto de un análisis exhaustivo (Marini et al., 2019) .

Analuisa (2004), señala que la eficiencia en la producción ganadera es un desafío. Para lograrlo, es esencial evaluar los diversos problemas que surgen durante los procesos de producción y reproducción en la explotación. La detección de estos problemas solo puede lograrse mediante un análisis exhaustivo de los datos registrados en cada etapa. Por lo tanto, el estudio de todos los aspectos relacionados con la productividad y la reproducción es fundamental para

identificar áreas de mejora en la gestión de los animales. Esto se hace con el objetivo de elevar los niveles de producción y reproducción, lo que a su vez contribuirá a que la explotación ganadera sea más rentable.

Por otro lado, en las zonas de producción bovina, a excepción de algunos casos destacados, los ganaderos que se dedican a la cría y la producción de leche raramente mantienen un registro detallado de su ganado. Como resultado, carecen de un conocimiento sólido de los indicadores clave de productividad en sus explotaciones, como la producción total de leche por vaca durante una lactancia, la producción de leche entre partos, el promedio de edad al primer parto, entre otros aspectos relevantes (García et al., 2017).

La ganadería en Ecuador, a lo largo de su historia, ha seguido principalmente un enfoque extensivo debido al modelo de desarrollo agrícola adoptado. Esto significa que el aumento en la producción se ha centrado en agregar más recursos, como pastizales y cabezas de ganado, en lugar de mejorar los rendimientos por unidad de recurso. Esta tendencia se refleja en los bajos niveles de producción tanto de leche como de carne (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2003).

### **1.3 Justificación**

Los niveles medios de producción de leche presentan notables discrepancias entre países, principalmente debido a las diferencias existentes en los sistemas de producción. Estas diferencias incluyen aspectos como la alimentación del ganado y la elección de razas, entre otros factores. En países industrializados, se ha observado una disminución tanto en la producción global de leche de vaca como en el número de establecimientos lecheros y de animales destinados a la producción de leche. Sin embargo, es importante destacar que la productividad por vaca ha experimentado un incremento constante en las regiones en desarrollo (FAO, 2022).

En sistemas de producción altamente automatizados, la utilización de registros se simplifica y se convierte en una herramienta valiosa en diversas tareas, como la adquisición de materias primas, la gestión de desechos, y la planificación y ejecución de trabajos cotidianos. En los sistemas especializados en la producción de leche, las vacas incluso son provistas de dispositivos automáticos de lectura de sus números de identificación. También se utilizan monitores electrónicos que supervisan su actividad física, ya que un aumento en la actividad puede indicar el inicio del ciclo de celo, pero también puede señalar posibles problemas.

Además, se registran datos relacionados con los cambios diarios en el peso corporal de las vacas y la cantidad de leche que se produce durante cada sesión de ordeño (García et al., 2017).

En las naciones en desarrollo, es común que los animales destinados a la producción de leche sean criados en sistemas de subsistencia y en una escala reducida. Estos animales suelen ser utilizados para una variedad de propósitos. Además, se desarrollan y producen en condiciones desafiantes, como la falta de recursos y un manejo básico, todo en un entorno que puede ser adverso. A pesar de estar adaptados a las condiciones locales, estos animales tienen un potencial genético limitado para la producción de leche (FAO, 2022).

El cantón Cotacachi alberga el 22% de la población de ganado lechero en la provincia de Imbabura. En la zona subtropical de Cotacachi, la producción promedio de leche por vaca al día es de 5.15 litros, en comparación con el promedio nacional de la zona subtropical, que es de 16.5 litros por vaca al día (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Santa Ana de Cotacachi, 2015).

Al conocer el decreciente nivel de producción láctea del cantón Cotacachi el presente estudio tuvo como objetivo evaluar los indicadores reproductivos de los predios lecheros del cantón Cotacachi que contemplen un sistema de registros físicos o digitales mediante la recolección, sistematización y análisis de datos reproductivos recopilados de los controles periódicos a los que están sometidos estos predios, mediante mapas de distribución, haciendo correlación de cada una las variables analizadas, con el fin de conocer el desempeño del establecimiento y establecer estrategias de mejora. Por lo tanto, este conocimiento, permitirá disponer de información relevante y local para identificar los problemas en cuanto a rendimiento, productivo, reproductivo y eficiencia lechera que servirá para replanificar la rentabilidad de las empresas ganaderas en condiciones similares del Ecuador.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Evaluar los indicadores reproductivos de los predios lecheros del cantón Cotacachi, Imbabura.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Identificar los predios lecheros existentes en las parroquias del cantón Cotacachi que cuenten con registros.

- Determinar los indicadores reproductivos de los predios lecheros del cantón Cotacachi, Imbabura.
- Analizar la situación reproductiva de los predios lecheros de las parroquias del cantón Cotacachi.

### **1.5 Preguntas directrices**

¿Cuántos predios lecheros se encuentran en las parroquias del cantón Cotacachi, que cuentan con registros?

¿Cuál es la situación actual del estado reproductivo del ganado bovino en los predios lecheros del cantón Cotacachi?

¿Cuáles son los mejores indicadores reproductivos para generar una base de datos de los predios lecheros del cantón Cotacachi?

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Generalidades de la Ganadería**

En Ecuador, la actividad agrícola y ganadera juega un papel fundamental en la vida socioeconómica del país, ya que desempeña un papel significativo en la creación de empleo y en la generación de ingresos para las familias rurales. Cerca de 285.000 agricultores se dedican exclusivamente a la cría de ganado, y en conjunto, alrededor de 1.200.000 personas dependen de actividades productivas que están estrechamente vinculadas a la producción de leche.

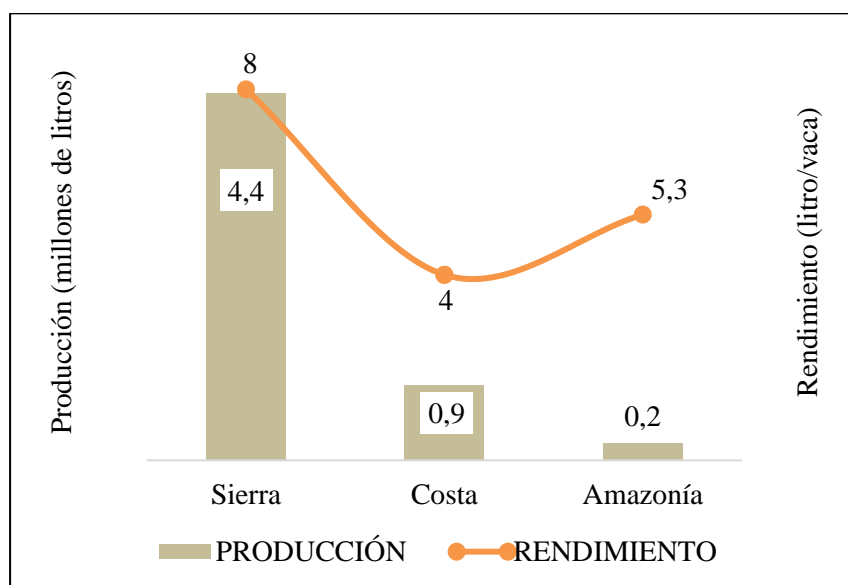
En el contexto actual de globalización y competencia, se impulsa al sector ganadero a mejorar su eficiencia. La producción de leche ahora se considera una empresa y, como tal, se busca generar beneficios a través de la implementación de tecnología. A largo plazo, esto se traducirá en resultados positivos en términos de productividad, reproducción y rentabilidad económica. El uso eficaz de los recursos disponibles en el ganado lechero y una gestión adecuada son fundamentales para lograr una explotación más eficiente (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca [MAGAP], 2016).

#### **2.2 Producción de leche en el Ecuador**

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022), la producción lechera diaria a nivel nacional alcanzó los 5.5 millones de litros, con un rendimiento promedio de 6.8 litros por vaca (Figura 1). La provincia de Pichincha contribuye con el 18.7% del total de la producción nacional de leche. Este volumen de producción se obtiene gracias a un total de 815,882 cabezas de vacas que son ordeñadas en todo el país.

**Figura 1**

*Producción y rendimiento de leche a nivel nacional*



*Nota:* Datos tomados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. Fuente: INEC (2022)

Por otra parte, según los datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria continua ESPA (2022), reporta que la mayor proporción de esta producción se encuentra en la Región Sierra, que encabeza con 4.4 millones de litros de leche diarios, seguida por la costa con 0.9 millones y, en último lugar, la amazonia con 0.2 millones. En lo que respecta al rendimiento, la Región Sierra también lidera con 8 litros por vaca/día, seguida por la amazonia con 5.3 y la costa con 4 litros por vaca.

### **2.3 Producción de leche en el cantón Cotacachi**

El 22% de la población de ganado bovino destinado a la producción de leche en la provincia de Imbabura se concentra en el cantón Cotacachi. En lo que respecta a la producción de leche, se registra un promedio de 6.93 litros/día/vaca en la zona andina de este cantón. No obstante, esta cifra es inferior al promedio de 5.15 litros/día/vaca en la zona subtropical de Cotacachi, en comparación con el promedio nacional de 16.5 litros/día/vaca en las zonas subtropicales (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Santa Ana de Cotacachi, 2015).

El bajo nivel de producción de leche se atribuye a factores incontrolables, como las condiciones climáticas adversas, que afectan tanto a los pastizales durante inviernos prolongados como a la disponibilidad de alimentos durante sequías prolongadas, lo que conlleva a la escasez y

elevados costos de alimentación. Además, los elevados índices de enfermedades, incluyendo la fiebre aftosa y el carbunco, también inciden en esta situación (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2019).

## **2.4 Sistemas de Producción Ganadera**

### **2.4.1 Sistema tradicional**

Cerca del 80 al 90 por ciento de la producción de Alrededor del 80 al 90 por ciento de la producción lechera se produce en sistemas agrícolas tradicional. Estas actividades se basan en un nivel bajo de insumos, por lo que la producción por animal lechero es bastante reducida(FAO, 2023).

Los pequeños productores suelen depender en gran medida de prácticas de autosuficiencia, aprovechando los recursos de su propia finca con el respaldo de tiendas locales donde pueden adquirir productos relacionados con la ganadería. En sus operaciones, combinan el proceso de ordeño con el cuidado y alimentación de los terneros hasta que estos alcanzan la edad adecuada para el destete. En general, este enfoque implica un uso limitado de insumos y una tecnología escasa en comparación con explotaciones más grandes (Herrero et al., 2017).

### **2.4.2 Sistema semitecnificado**

En términos generales, este sistema de explotación se clasifica como mixto, ya que los animales pasan parte del día en pastoreo al aire libre, pero en otras horas o épocas del año son mantenidos en espacios cerrados (estabulación) donde reciben una alimentación más intensiva. Además, en este sistema, se recurre a asistencia técnica, aunque en menor medida en comparación con otros sistemas de producción (Ministerio de desarrollo rural y tierras, 2012).

Este enfoque de producción se fundamenta en la rotación de pastizales mejorados, lo que implica que el ganado se mueve de un área a otra para el pastoreo. Además, durante la temporada seca, se complementa la dieta del ganado con alimentos producidos en la misma finca. En términos de salud animal, el sistema se distingue por la aplicación de tratamientos preventivos. Además, el productor utiliza la inseminación artificial como una estrategia para mejorar genéticamente su hato (Flores, 2000).

### 2.4.3 Sistema tecnificado

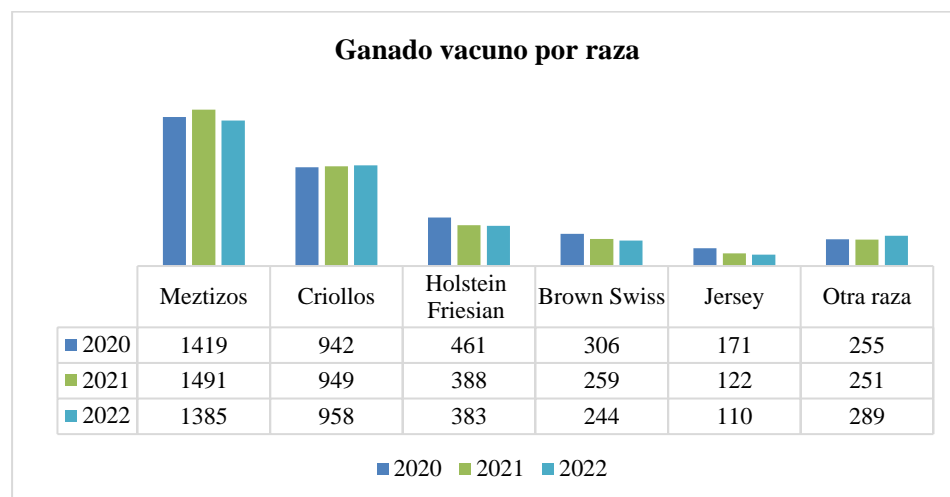
Este sistema de explotación se caracteriza por su ambiente altamente controlado, donde las consideraciones técnicas y económicas están enfocadas en lograr el máximo rendimiento a un costo reducido por animal. En este enfoque, es fundamental contar con infraestructuras altamente tecnificadas que aseguran condiciones ambientales óptimas para los animales, la utilización de razas de alto potencial productivo, una alimentación cuidadosamente equilibrada y un manejo técnico llevado a cabo por personal altamente capacitado (Ministerio de desarrollo rural y tierras, 2012).

### 2.5 Genotipos o razas lecheras.

La intensa competencia internacional ha motivado a los productores a buscar un aumento en la producción de leche por cada vaca. Además, la demanda de las plantas de pasteurización de leche de mayor contenido de grasas y proteínas ha llevado a muchos de estos productores a incorporar razas especializadas en la producción de leche. Algunas de las principales razas que se consideran incluyen la Holstein Friesian, Jersey, Brown Swiss, Gyr, entre otras (Díaz, 2013).

**Figura 2**

Ganado vacuno por razas existentes en el Ecuador



*Nota:* La Figura 2 muestra la cantidad de animales por razas existentes en el país en los últimos 3 años. Fuente: INEC (2022).



Ecuador cuenta con varias razas lecheras, aunque no todas son originarias del país. Según INEC (2022), la Figura 2 revela que las razas lecheras más comunes en el periodo 2020-2021, fueron los genotipos mestizos y criollos, seguidos por Holstein, Brown Swiss y Jersey.

## **2.6 Alimentación/Condición Corporal**

La evaluación del estado corporal (EC) en vacas lecheras es un indicador que refleja la cantidad de reservas de energía almacenadas en el cuerpo de los animales. Realizar esta evaluación de manera regular permite a los productores y asesores anticipar la producción de leche y la eficiencia reproductiva, evaluar la formulación y distribución de la alimentación, y disminuir la probabilidad de enfermedades metabólicas en el período inicial de lactancia. El estado corporal se evalúa utilizando una escala del 1 al 10, donde uno indica que el animal está muy delgado y 10 indica obesidad; mientras que valores de 4 a 5 representan un EC moderado, y de 6 a 7 indican una condición corporal buena a alta (Grigera y Bargo, 2005).

Stahringer et al. (2008), señala que la gran parte de los problemas de reproducción se pueden atribuir a la falta de una nutrición adecuada y un estado corporal insuficiente. Cuando las vacas carecen de la cantidad adecuada de grasa corporal, su capacidad para quedar preñadas a tasas satisfactorias se ve afectada. El rendimiento reproductivo de una vaca de cría está influenciado por su condición corporal en dos momentos clave. Primero, al momento del parto, se recomienda que la vaca tenga una condición corporal de 5 o superior para evitar que el intervalo entre el parto y el primer celo se prolongue más allá de 60 a 70 días. Segundo, al momento del servicio, las vacas con una condición corporal de 4 o más suelen mantener intervalos de parto de 365 días o menos, asegurando la producción regular de terneros.

## **2.7 Estrés calórico**

El estrés calórico representa uno de los factores más significativos de tensión para el ganado, y causa consecuencias significativas, como la reducción en la producción de leche y la influencia negativa en su calidad. Asimismo, provoca una disminución en el aumento de peso, afecta la capacidad de concepción y la tasa de fertilidad, además de tener un impacto adverso en el funcionamiento del sistema inmunológico (Temple et al., 2015).

El calor excesivo en verano puede tener un impacto negativo en la fertilidad de las vacas lecheras y de carne, ya que puede causar una manifestación inadecuada del celo debido a la disminución en la producción de estradiol por parte del folículo dominante, el cual se desarrolla

en un entorno con niveles bajos de hormona luteinizante. Esto conlleva una reducción significativa de aproximadamente el 20% al 27% en las tasas de concepción, así como una disminución en la tasa de éxito en el primer servicio en vacas lecheras en el período de lactancia, que ocurre durante la temporada de verano (Bernabucci et al., 2010).

## **2.8 Indicadores reproductivos**

Los indicadores reproductivos permiten evaluar el rendimiento reproductivo dentro de un hato como los días abiertos y el intervalo entre partos. Los indicadores pueden ser calculados cuando existe un registro previo y adecuado de cada uno de los eventos reproductivos que se presentan a diario dentro del sistema. Por lo tanto, los índices reproductivos desempeñan un papel importante ya que ayudan a detectar problemas en etapas tempranas. Además, los índices reproductivos son útiles para analizar el historial de los problemas reproductivos, incluyendo la fertilidad y otros desafíos vinculados con la reproducción (Sánchez, 2010).

### ***2.8.1 Edad a la pubertad***

La pubertad se conoce como la etapa donde el animal alcanza la madurez sexual y reproductiva dándose así con la presencia del primer signo de estro o celo. Esta etapa es de gran importancia económica y productiva. A partir de este indicador se puede medir la capacidad reproductiva o fertilidad del hato. Sin embargo, la pubertad se ve afectada y está directamente relacionada a diversos factores como edad, raza, peso, alimentación y medio ambiente (Severino et al., 2017).

El inicio de la pubertad puede variar por las condiciones antes mencionadas. Sin embargo, la edad ideal a la pubertad es de 9 a 11 meses, aunque existen casos donde esta puede iniciar de los 4 a 20 meses de edad. Cuando existe una presión reproductiva precoz, es decir, antes de que el animal alcance la madurez reproductiva puede tener efectos negativos en el desarrollo corporal final de los animales además de grandes complicaciones en la etapa de gestación y parto (Bavera, 2000).

### ***2.8.2 Edad al primer servicio***

La edad al primer servicio es el momento en que el animal ha alcanzado la madurez sexual y da paso a su primera monta natural o servicio de inseminación artificial. Este indicador está estrechamente ligado al peso y desarrollo corporal del animal. En condiciones óptimas, la edad ideal para el primer servicio oscila entre los 15 y 20 meses de edad (Berry et al., 2013).

El inicio de la pubertad no define que anatómicamente el sistema reproductor del animal este desarrollado por completo. Por tal razón, es considerable brindar el primer servicio o monta luego de 2 o 3 ciclos posteriores al inicio de la pubertad o del primer estro. El manejo de lapsos muchos más prolongados conllevan consecuencias negativas en el aspecto productivo y económico (Hidalgo y Vera, 2019).

### ***2.8.3 Edad al primer parto***

Este indicador define el lapso en que la novilla luego de una monta o inseminación efectiva logra su primera gestación misma que dura alrededor de 283 días, logrando así una reproducción exitosa obteniendo una cría. Este factor juega un papel crucial en la cantidad de crías que el animal puede tener durante su vida productiva. Normalmente, se espera que este proceso ocurra entre los 18 y 24 meses de edad siendo esta la meta ideal (Marini y Di Masso, 2019).

### ***2.8.4 Días del parto al primer estro***

Es el periodo que transcurre desde el parto hasta la presencia del primer celo detectable. La reanudación de la actividad ovárica suele ser más temprana en vacas lecheras a comparación de los animales destinados a la producción de carne. Puede tardar hasta 3 meses post parto para que el primer celo se manifieste. En casos de retrasos muchos más prolongados se deben a factores como el amamantamiento, carencias nutricionales, entre otras (INTAGRI, 2018).

La presencia de la primera ovulación es esencial, ya que determina y limita el número de ciclos estrales que pueden presentarse antes del primer servicio o inseminación. A mayor número de celos presentes durante los primeros 60 días post parto, mayor es la posibilidad de lograr una preñez exitosa al primer servicio (Sintex, 2005).

### ***2.8.5 Intervalo parto primer servicio***

Se enfoca en la inseminación o monta natural de las vacas post parto que han presentado un estado de salud óptimo y una involución uterina completa. Habitualmente se considera que lo ideal es que la vaca tenga un periodo de reposo voluntario de 60 días y no menos. Se asume que las vacas con un servicio temprano presentan baja fertilidad debido a la involución incompleta del útero además experimentan lactancias cortas y menos productivas que aquellas que son servidas en periodos posteriores. En vacas mestizas, la involución uterina se completa

de 21 a 26 días posparto cuando la hembra a parido sin dificultad, siendo un poco más tardío en animales con complicaciones o partos distócicos (Soto y Perea, 2005).

#### **2.8.6 Intervalo parto-concepción o días abiertos**

Es el lapso de días vacíos transcurridos entre el parto y la inseminación o monta efectiva. Este factor es indispensable para la evaluación del desempeño reproductivo de la vaca. Dicho lapso no debe ser mayor a los 100 días esto con la finalidad de obtener beneficios económicos ya que permite aumentar la producción de leche en relación con los costos de mano de obra y alimentación, incrementa el número de terneros nacidos y los días productivos a lo largo de la vida de la vaca, y reduce los gastos asociados con la reproducción (Temesgen et al., 2022).

#### **2.8.7 Intervalo entre partos**

Está definido por la suma de días abiertos y el periodo de gestación (285 días), este parámetro también es fundamental en la evaluación de la eficiencia reproductiva de las hembras en el hato. Idealmente debería durar 365 días al año obteniendo una cría por cada vaca por año. Existen variaciones en el intervalo entre partos debido a factores directos como ambientales y genéticos (Ossa et al., 2007).

#### **2.8.8 Tasa de concepción**

Es el porcentaje de animales en gestación confirmada en relación al número de inseminaciones o servicios aprovechados. Un buen porcentaje de concepción es cuando el rango tiende de 55 a 80%. Sin embargo, este porcentaje puede verse afectado por factores ambientales, así como la calidad de semen, técnicas de inseminación y más elementos. Una tasa de concepción más alta suele indicar una mejor eficiencia reproductiva en el ganado, lo que es fundamental para la rentabilidad de una explotación ganadera (Prado y Campos, 2000).

#### **2.8.9 Servicios por concepción**

El número de servicios por concepción es la suma de inseminaciones o montas necesarias para lograr que la vaca alcance la gestación. Usualmente se considera ideal un rango de 1.5 a 1.8 servicios por concepción. Este parámetro no se relaciona genéticamente sino por técnicas de manejo como detección oportuna de celo, calidad de semen, inseminación, así como reabsorciones embrionarias. El lograr un número reducido de inseminaciones o montas es

indicador de una alta eficiencia reproductiva y, en última instancia, puede significar rentabilidad para los productores (INTAGRI, 2018).

### ***2.8.10 Tasa de preñez***

La tasa de preñez dentro de un hato se base en la velocidad a la que las vacas conciben, es decir el número de vacas aptas que se preñan cada 21 días. Este parámetro se mide directamente mediante la observación de cada evento de concepción en el hato en diferentes lapsos de tiempos específicos, en dicho caso, cada 21 días (Fricke, 2003).

Llevar un seguimiento constante de la tasa de preñez, permite una evaluación oportuna del estado reproductivo. Por tal motivo, facilita detectar oportunamente problemas reproductivos actuando así en la toma de decisiones oportunas, como inseminar vacas vacías en menos tiempo, descartar animales con problemas reproductivos constantes y elevar aceleradamente el porcentaje de preñez en las primeras etapas de la lactancia (González et al., 2003).

## **2.9 Indicadores productivos**

La productividad de industria lechera o sistema ganadero esta defino por la tendencia lechera o duración del periodo de lactancia, volumen producido por animal por día y un volumen final anual. Cuanto mayor sea el volumen producido por animal por día, mayor será la productividad de la vaca en términos de leche. Por otro lado, a partir del inicio de cada periodo de lactancia también se obtiene un ternero por vaca por año, esto es importante para los sistemas ganaderos porque determina el crecimiento de crías de reemplazo para el rebaño (Mayorga, 2012).

### ***2.9.1 Producción de leche***

La producción de leche inicia con el parto dando lugar a la fase calostrual con una duración de 23 días, posteriormente inicia la producción de leche durante 305 días. La producción de leche anual muestra el promedio de litros producidos en un hato ganadero. Ejemplares de hatos ganaderos de Estados Unidos han logrado una producción promedio de 9.525 Kg de leche por lactancia. Sin embargo, este parámetro varía en relación a la genética, condiciones ambientales, nutricionales y de manejo. El dominio de estos factores puede contribuir en el desarrollo de la producción lechera del hato (INTAGRI, 2021).

### ***2.9.2 Duración de la lactancia***

Tradicionalmente la duración de una lactancia es de aproximadamente 305 días o 10 meses, a los 60 y 90 días el animal alcanza su pico de producción y posteriormente desciende hasta llegar a su periodo seco. La duración de este periodo incide en la cantidad y calidad de la leche. El ciclo de la lactancia se divide en cuatro etapas, lactancia temprana, media y tardía donde cada una tiene una duración aproximada de 120 días y dentro de ellas los niveles de producción decrecen, finalmente el periodo seco con una duración de 65 días (Meyer, 2017).

### ***2.9.3 Longitud del periodo seco***

El periodo seco es el tiempo que transcurre desde el final de la lactancia hasta el siguiente parto o inicio de la nueva lactancia. Este periodo tiene una duración de 45 a 75 días, tiempo necesario para que la glándula mamaria se regenere y se forme un nuevo tejido secretor. Periodos más cortos o alargados a los mencionados manifiestan efectos en la producción de leche para próximas lactancias además de severos trastornos metabólicos durante el parto (Rivas, 2005).

### ***2.9.4 Descartes voluntarios***

Es el porcentaje de vacas que se excluyen anualmente en un sistema ganadero por diversas razones. Identificar animales improductivos o animales problema dentro del hato ayuda a disminuir pérdidas e incrementar la productividad y la economía. Las vacas problema son aquellas que presentan dificultades o fallas reproductivas, es decir, vacas que no conciben luego de varias inseminaciones, abortos, baja producción, edad, entre otros (Doncel et al., 2020).

### ***2.9.5 Porcentaje de natalidad***

El porcentaje de natalidad se refleja en base a la obtención de crías de acuerdo al número de vacas gestantes durante un periodo, es decir la cantidad de crías vivas por año que posteriormente servirán para cría de reemplazo en caso ser hembras y para la venta en caso de ser machos. Este porcentaje es viable cuando representa el 70 a 90% de natalidad y se convierte en un indicador importante dentro de la productividad de la finca desde la perspectiva reproductiva de los animales (Alvear, 2010).

### **2.9.6 Porcentaje de mortalidad < 1 año (M)**

Este porcentaje evalúa la supervivencia del animal durante el periodo de destete donde la tasa de mortalidad debería ser de 1 a 2% y no más allá del 5%. Mientras que, en la etapa de recría, que comprende el tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el inicio de la pubertad el porcentaje de mortalidad ideal es de 6 a 7% y no superar el 10%, estos porcentajes se deberían preservar bajo un manejo apropiado y sanidad de los terneros (Espinoza y Gómez, 2005) .

### **2.10 Importancia de los indicadores productivos y reproductivos**

Los indicadores productivos y reproductivos son de gran importancia dentro de cualquier sistema ya que desempeñan un papel clave para la identificación de áreas de mejora, marcar objetivos en base a la producción futura, analizar los avances y detectar problemas oportunamente. Además, los indicadores productivos y reproductivos registrados correctamente y controlados de manera eficaz garantizan la sostenibilidad económica de la empresa láctea (Colmenares et al., 2007).

### **2.11 Manejo de registros**

Dentro de las explotaciones ganaderas diariamente se presente un sinnúmero de eventos que necesariamente deben ser registraos de manera oportuna. Los registros son la clave para el mejoramiento de indicadores productivos, reproductivos y económicos. Por otro lado, facilitan el análisis, documentación y comparación de datos actuales y pasados, permitiendo así la creación de proyecciones futuras. Estos registros permiten cuantificar la producción, fijar objetivos y evaluar los beneficios derivados de modificaciones en la administración de la explotación (Hazard, 2004).

En los sistemas altamente tecnificados los animales poseen lectores automáticos para su identificación y que a su vez permiten el monitoreo de su actividad motriz ya que una mayor actividad puede asociarse al inicio de un nuevo celo o alertar sobre posibles problemas, también permiten conocer las variaciones de peso diario y producción láctea por ordeños. Dichos datos son analizados diariamente con la finalidad de establecer correcciones de manejo, ajustes de alimentación, identificar vacas con problemas y requieren tratamientos o están en tratamiento, contabilizar días de periodo seco, entre otros. En términos generales, apoyar la toma de decisiones tanto en la gestión de la cría como en la administración de la explotación (García et al., 2017).

### ***2.11.1 Registros reproductivos***

Los registros reproductivos son de vital importancia para el manejo de los animales, estos proporcionan información para la toma de decisiones futuras. Esta información permite conocer el comportamiento de la vaca. Por lo tanto, mediante la aplicación de registros reproductivos el ganadero puede predecir eventos futuros como fechas de partos, celos y servicios. Es decir, se determina si los ciclos reproductivos de los animales están presentándose con normalidad de tal manera que nos permitan calcular los índices claves dentro de un hato, como intervalo entre partos, intervalo entre parto y concepción, tasa de preñez, entre otros. También es factible calcular el porcentaje de preñez después del primer servicio en el hato. Con estos registros, es posible determinar la eficiencia de los servicios necesarios para lograr que las vacas queden preñadas (Tominaga y Soto, 2009).

### ***2.11.2 Registros productivos***

Los registros productivos tienen un enfoque en el desempeño diario del animal, estos están basados en un formato estructurado para recopilar información relacionada con el origen, manejo, comportamiento y destino de los animales, proyecciones de apoyo en la toma de decisiones para el productor. El formato de los registros productivos debe contener datos diarios de producción de leche, nacimientos, número de lactancias, fecha de inicio y término de la lactancia, venta de animales, muertes, entre otros (Silva et al., 2010).

### ***2.11.3 Registros sanitarios***

La presencia de enfermedades en el hato es uno de los problemas que afectan directamente la producción y la economía de la explotación láctea. Al generarse problemas sanitarios los costos de producción aumentan por aplicación de tratamiento y a su vez la productividad de leche disminuye y el tiempo de recuperación es prolongado. Por lo tanto, los registros sanitarios ayudan a crear un historial clínico de vacunas, desparasitaciones, episodios de enfermedades, administración de fármacos, tratamientos, tiempo de resguardo para no consumo de la leche, dosis, vías de administración, entre otros (Ministerio del Ambiente, 2013).

## **2.12 Marco legal**

La presente investigación se fundamenta en base a la norma jurídica suprema vigente del Ecuador que es la Constitución de la República del Ecuador, leyes y códigos que comprendan



la línea de investigación del desarrollo agropecuario sostenible. Los artículos mencionados a continuación justificaran el aporte de este estudio para la ciudadanía.

- Constitución del Ecuador

El Art. 15, sección del Ambiente Sano menciona que el Estado promoverá, tanto en el sector público como privado, el empleo de tecnologías y energías amigables con el ambiente. Al igual que lo dispuesto en número 1 y 3 de la sección VIII, Art. 385, señala que el Sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales es el encargado de Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos. Y de la misma manera, desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la ejecución del buen vivir. Así mismo, en el número 1, 3 y 8 del Capítulo III, Art. 281, atribuye la obligación al estado impulsar la producción y transformación agroalimentaria de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria. Al igual que, fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria. Igualmente, asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiadas para garantizar la soberanía alimentaria.

- Ley de desarrollo agrario

En el capítulo III de la Investigación Agropecuaria, Art. 21 indica que cualquier Investigación Agropecuaria será determinada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y ejecutada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. En el mismo lineamiento el Art. 22 define el objetivo de la investigación agropecuaria y su orientación al desarrollo de la productividad de los recursos humanos y naturales mediante la generación y adopción de tecnologías de fácil difusión y aplicación a fin de incrementar la producción de los productos alimenticios básicos de alto contenido nutritivo.

- Decreto Ejecutivo No. 1449

En función al Artículo 4, promulga que Agrocalidad es la entidad encargada de promover y desarrollar instrumentos técnicos para posicionar al Ecuador en forma competitiva en el creciente mercado internacional y local de productos sanos y nutricionales, fundamentadas en políticas, productos y servicios de calidad, obtenidos como resultado de un proceso de

producción y certificación orgánica eficiente y confiable, cuya actividad principal responde a las características de ser económica rentables, socialmente justos y ecológicamente equilibrada.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

Imbabura es una de las 24 provincias que conforman el Ecuador, misma que se encuentra ubicada en el callejón andino específicamente en la región sierra norte, en la zona 1 del país. La provincia de Imbabura está constituida por seis cantones Pimampiro, Ibarra, San Miguel de Urcuquí, Antonio Ante, Otavalo y Cotacachi (Prefectura de Imbabura, 2019). El cantón Cotacachi fue seleccionado como el área de estudio. El cantón Cotacachi está constituido por las parroquias Cotacachi, Imantag, Quiroga, Apuela, Peñaherrera, Plaza Gutiérrez (Calvario), 6 de Julio de Cuellaje, Vacas Galindo (El Churo), García Moreno (Llurimagua).

##### 3.1.1 *Ubicación política del área en estudio*

Provincia: Imbabura

Cantón: Cotacachi

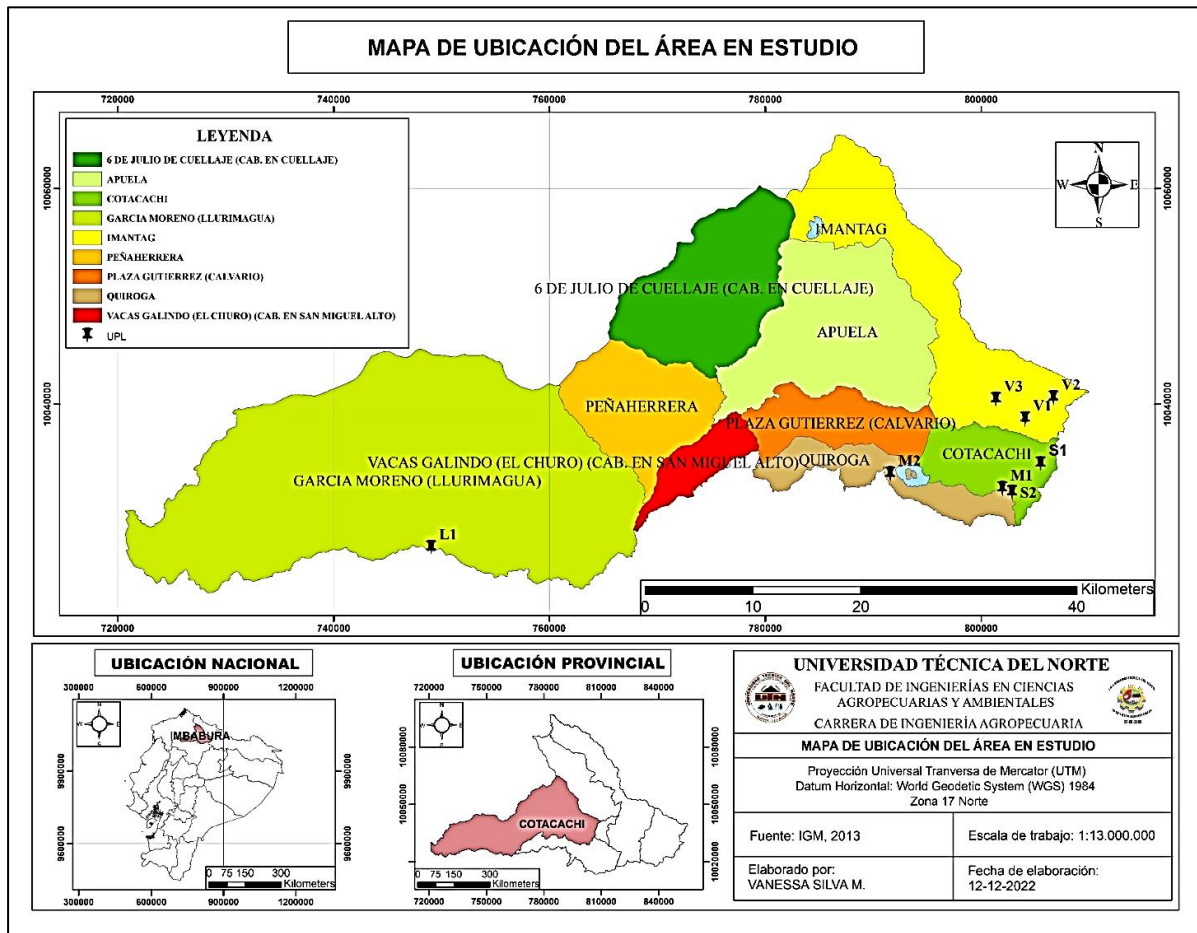
Parroquias: Cotacachi, Imantag, Quiroga, Apuela, Peñaherrera, Plaza Gutiérrez (Calvario), 6 de Julio de Cuellaje, Vacas Galindo (El Churo) y García Moreno (Llurimagua).

##### 3.1.2 *Ubicación Geográfica*

El cantón Cotacachi se encuentra al occidente de la provincia de Imbabura, sus límites bordean con diversas provincias y cantones. Se divide en dos zonas andina y zona subtropical. Al norte limita con el cantón Urcuquí y la provincia del Carchi, al Sur con el cantón Otavalo y la provincia de Pichincha, al este con los cantones Urcuquí y Antonio ante y al oeste con la zona de Las Golondrinas y Esmeraldas (Prefectura de Imbabura, 2019).

**Figura 3**

*Mapa de ubicación del área de estudio*



El cantón Cotacachi posee una extensión de 1.698,9 Km<sup>2</sup> misma que representa alrededor del 36.9% de la superficie total de la provincia de Imbabura, alrededor de 240,09 Km<sup>2</sup> son destinados a la producción pecuaria con un 100% de pasto cultivado, en él se concentra alrededor del 22% de la población bovina de leche (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Santa Ana de Cotacachi, 2015).

Por otro lado, las parroquias del cantón Cotacachi son nueve mismas que cuentan con características propias. Estas poseen diferente extensión territorial como muestra la Tabla 1.

**Tabla 1***Extensión de las parroquias del cantón Cotacachi*

<b>Parroquia</b>	<b>Extensión (Km<sup>2</sup>)</b>
Cotacachi	63
Imantag	227,65
Quiroga	33,6
Apuela	220,8
Peñaherrera	122.36
Cuellaje	182,9
García Moreno	682,4
Plaza Gutiérrez	80
Vacas Galindo	79

**Fuente:** Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Santa Ana de Cotacachi (2015)

La parroquia Cotacachi está ubicada en la cabecera cantonal siendo la parroquia central del cantón esta posee una extensión de 63 Km<sup>2</sup> (GAD Municipal Santa Ana de Cotacachi, 2015). A continuación, Imantag con una extensión de 227,65 Km<sup>2</sup>, esta parroquia limita al norte al norte con la parroquia Urcuquí, al sur con la cabecera cantonal, al este con Atuntaqui y al oeste limita con la montaña de Esmeraldas (GAD Parroquial Rural Imatag, 2015). Por otro lado, la parroquia de Quiroga posee una extensión de 33,6 Km<sup>2</sup>, está ubicada al sur del cantón a 2km de la cabecera cantonal y limita con la parroquia Plaza Gutiérrez perteneciente a la zona de Intag (GAD Parroquial Rural de Quiroga, 2015).

Apuela es una de las parroquias más grandes del cantón cuenta con una superficie de 220.8 Km<sup>2</sup>, se encuentra ubicada en la zona de Intag misma que se localiza a 60Km de la cabecera cantonal, limita con las parroquias Imantag, Cuellaje, Peñaherrera y Plaza Gutiérrez (GAD Parroquial Rural de Apuela, 2015). Posteriormente la parroquia de Peñaherrera posee una extensión de 122.36 Km<sup>2</sup>, esta limita al norte con la provincia de Esmeraldas y la parroquia Cuellaje; al sur con las parroquias Vacas Galindo y García Moreno; al este con las parroquias de Apuela y Vacas Galindo y al oeste está limitada por la parroquia García Moreno; está ubicada a una distancia de 63Km de la cabecera cantonal y a 8Km de la parroquia Cuellaje (GAD Parroquial Rural Peñaherrera, 2015).

La parroquia Cuellaje está limitada al norte por la parroquia de Imantag, al sur por la parroquia Peñaherrera; al este por las parroquias Imantag y Apuela y al oeste limita con la provincia de Esmeraldas. Cuenta con una superficie de 182,9Km<sup>2</sup> y se encuentra a 71Km de la cabecera cantonal, 114Km de Ibarra, 20 Km de la parroquia de Apuela y 8 Km de Peñaherrera(GAD

Parroquial Rural “6 de Julio-Cuellaje,” 2015). Seguidamente, García Moreno es la parroquia más grande del cantón posee una extensión de 682,4 Km<sup>2</sup>, está limitada al norte por la cordillera de Toisán, al sur por el Río Guayllabamba, al este limita con el río Aguagrú y al Oeste por la provincia de esmeraldas. Se ubicada a 107Km de la cabecera cantonal, 114 de la ciudad de Ibarra, a 89Km de la ciudad de Otavalo, a 57Km de Peñaherrera, 66,9Km de Plaza Gutiérrez, 71,2Km de Cuellaje y a 69Km de la parroquia de Apuela (GAD Parroquial Rural García Moreno, 2015).

La parroquia Plaza Gutiérrez cuenta con una extensión de 80Km<sup>2</sup> misma que limita al norte con la parroquia de Apuela, al sur con Quiroga, al este limita con Imantag y Cotacachi y al oeste con la parroquia Vacas Galindo. Se encuentra a 5 Km de Apuela, y a 65 Km de Cotacachi (GAD Parroquial Rural Plaza Gutiérrez, 2015). Finalmente, la parroquia de Vacas Galindo posee una extensión territorial de 79 Km<sup>2</sup> misma que limita al norte con las parroquias Plaza Gutiérrez y Apuela, al sur y este con la parroquia Selva Alegre y al oeste con García Moreno y Peñaherrera (GAD Parroquial Rural Vacas Galindo, 2015).

### ***3.1.3 Características climáticas***

Debido a que Cotacachi es el cantón más extenso posee un relieve único extendiéndose desde el Volcán Cotacachi con su pico glacial cuya altitud es de 4939 msnm, hasta sus valles tropicales húmedos que descienden a los 500 m.s.n.m. Su clima es muy variado para cada una de las localidades, la temperatura oscila entre 8 a 32°C y precipitaciones anuales de 500 a 3000mm (Prefectura de Imbabura, 2019). A continuación, la Tabla 2 muestra las características climáticas de cada parroquia del cantón Cotacachi.

**Tabla 2***Características climáticas de las parroquias del cantón Cotacachi.*

<b>Provincia:</b>	Imbabura	<b>Latitud:</b>	00° 18' N
<b>Cantón:</b>	Cotacachi	<b>Longitud:</b>	074° 02' O
<b>Parroquias</b>	<b>Altitud (m.s.n.m)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
Cotacachi	2418	14 a 19	1897
Imantag	700 a 4800	4 a 16	500 a 1500
Quiroga	2480 a 3440	9 a 15	1100 a 1300
Apuela	1480 a 4880	10 a 20	1500 a 3000
Peñaherrera	1180 a 3490	12 a 20	1400 a 1700
Plaza Gutiérrez (Calvario)	1700 a 2700	12 a 15	1500 a 2000
6 de Julio de Cuellaje	1750 a 2600	10 a 20	1500 a 3000
Vacas Galindo (El Churo)	1120 a 2600	14 a 20	1250 a 2500
García Moreno (Llurimagua)	283 a 3200	20 a 25	1600 a 2100

*Fuente:*(GAD Municipal Santa Ana de Cotacachi, 2015)

La zona andina del cantón Cotacachi comprende una temperatura promedio de 14 a 22°C y una precipitación anual de 500 a 1000mm. Mientras que la zona subtropical (Intag) obtiene una temperatura que varía entre 16 a 32°C y una precipitación anual de 3000mm. Estas condiciones permiten el desarrollo de la producción agropecuaria siendo esta la principal actividad económica.

### **3.2 Materiales, equipos y herramientas**

El presente estudio se desarrolló mediante la recopilación exhaustiva de datos extraídos del historial reproductivo individual de las vacas en producción. Estos datos se obtuvieron de registros que abarcan el periodo comprendido entre 2015 y 2021, recopilados de ocho unidades productivas lecheras situadas estratégicamente en las parroquias de Imantag (3), Cotacachi (2), Quiroga (2) y García Moreno (1). La selección de estas unidades se llevó a cabo de manera conveniente, considerando la disponibilidad de registros necesarios para la investigación. La recopilación de información requirió el acceso a registros físicos o digitales, el uso de equipos tecnológicos y la movilización, entre otros recursos.

**Tabla 3***Materiales y equipos utilizados en la investigación*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Equipos</b>
Libro de campo	Computadora
Plantillas en Excel	cámara fotográfica
Trasporte	GPS
Mapa	Celular
Registros	

Para el desarrollo de la fase de campo se utilizó movilización propia que permitió la visita a cada uno de las unidades productivas lecheras (UPL), libros de campo para la toma y registro de información de interés, cámara fotográfica en caso de tener acceso a los registros tanto físicos como digitales.

### **3.3 Métodos**

El estudio se realizó en las parroquias Cotacachi, Imantag, Quiroga, Apuela, Peñaherrera, Plaza Gutiérrez (Calvario), 6 de Julio de Cuellaje, Vacas Galindo (El Churo), García Moreno (Llurimagua) del cantón Cotacachi provincia de Imbabura. Inicialmente se procedió a realizar un acercamiento con los propietarios o encargados de las unidades productivas lecheras, con la finalidad de definir aquellas que poseen el manejo de registros de los indicadores reproductivos.

El registro de información se llevó a cabo a través de un sondeo aplicado a la base de datos de Vacunación de Fiebre Aftosa 2020, proporcionada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad). Esta base de datos abarca un total de 1646 unidades de producción ganadera, destacando que muchas de ellas albergan un mínimo de 3 animales y un máximo de 688. Es importante resaltar que solo un pequeño porcentaje de estas unidades se dedica específicamente a la producción lechera.

Una vez definidos los predios lecheros se procedió a la recopilación de datos de cada uno de los indicadores reproductivos de interés, estos se tomaron dentro del periodo 2015-2022 además, se procedió a seleccionar las UPL que contemplen un sistema de registros que contengan los indicadores en estudio y que puedan ser procesados, a partir de esa cantidad de predios se determinará la unidad muestral por parroquia.



Finalmente se creó una base de datos en Microsoft Excel, la cual facilitó el procesamiento y tabulación de los registros obtenidos mismos que fueron trasladados al programa estadístico Infostat y así obtener el análisis que permitió conocer los resultados.

### 3.3.1 Población

Para la presente investigación se tomó en cuenta las UPAs registradas en el catastro público del Proyecto de Erradicación de Fiebre Aftosa-Imbabura (PEFA) en donde se registran 1646 unidades de producción bovina que se dedican a la producción lechera, engorde y doble propósito, como se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Unidades productivas ganaderas pertenecientes a las parroquias del cantón Cotacachi.*

<b>Parroquia</b>	<b>Leche</b>	<b>Engorde</b>	<b>Doble propósito</b>	<b>Nº de UPA</b>
Cotacachi	5	248	13	265
Imantag	8	106	32	147
Quiroga	4	246	48	298
Apuela	10	85	65	160
Peñaherrera	1	118	17	136
Plaza Gutiérrez (Calvario)	3	64	17	84
6 de Julio de Cuellaje	1	83	2	86
Vacas Galindo (El Churo)	1	52	11	64
García Moreno (Llurimagua)	29	354	23	406
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>1356</b>	<b>228</b>	<b>1646</b>

Nota: Datos tomados del Proyecto de Erradicación de Fiebre Aftosa-Imbabura (2020).

De las 1646 unidades productivas agropecuarias, 1356 dedican a la producción de ganadería de carne, 228 a la producción doble propósito y únicamente 62 están destinados a la producción lechera del cantón, dichas unidades conformaron la población en estudio.

### 3.3.2 Unidad muestral

La unidad muestral consiste en los registros detallados de cada vaca en producción dentro de una unidad productiva lechera (UPL). Estos registros abarcan todo el historial de la vaca desde su fecha de nacimiento hasta cada evento reproductivo significativo. Estos eventos incluyen la

fecha de observación del primer celo, fechas de inseminación o monta, repeticiones de inseminaciones o montas, abortos, partos, infecciones y tratamientos del aparato reproductivo, fecha de secado, entre otros. Estos registros proporcionan una visión integral de la vida reproductiva de cada vaca, permitiendo un análisis exhaustivo de su desempeño reproductivo. En la Tabla 5 se muestra el historial de los eventos reproductivos registrados periódicamente.

**Tabla 5**

*Historial de los eventos reproductivos registrados.*

Código del animal: 1359		Fecha de Nacimiento: 29/06/16	
Eventos reproductivos y veterinarios	Fecha	Observación	
Monta Natural	17/09/17		
Test preñez	26/12/17	+ 100 Días	
Parto	06/07/18	Macho	
Inseminación	28/09/18	Tomahaw	
Test preñez	05/11/18	+	
Secado	02/05/19		
Parto	05/07/19	Hembra	
Revisión	18/07/19	INV/NOR/YAT	
Inseminación	16/08/19	KIMBALL RC	
Revisión	21/10/19	FOD/LIV	
Inseminación	01/11/19	KIMBALL RC	
Test preñez	02/12/19	+	
Vacuna aftosa	10/12/19		
Celo	04/01/20		
Revisión	13/01/20	1 LAV	
Inseminación	25/01/20	Brecken	
Test preñez	27/03/20	+	
Secado	29/08/20		
Parto	03/11/20	Hembra	
Revisión	04/12/20	INV NOR/YAT	
Inseminación	04/01/21	COMMEND	
Inseminación	25/01/21	MOSAIC	
Revisión	26/02/21	FOD/LIV	
Inseminación	16/03/21	MOSAIC	
Test preñez	23/04/21	+	
Parto	22/12/21	Hembra	
Inseminación	24/02/22	SELTZER	
Test preñez	08/04/22	+	
Secado	07/10/22		
Parto	06/12/22	Macho	

El registro detallado en la Tabla 5, es un ejemplo de todos los eventos documentados de un ejemplar de 6 años de edad. Este ejemplar ha experimentado 5 partos y durante su vida reproductiva se ha logrado registrar cada evento reproductivo desde su nacimiento hasta la

etapa actual. Por lo tanto, en la Tabla 6 se detallan los animales que cuentan con estos registros dentro de cada parroquia.

**Tabla 6**

*Número de animales existentes en los hatos con registros.*

<b>Parroquia</b>	<b>Número de animales</b>
Imantag	523
Cotacachi	124
Quiroga	71
García Moreno	16
<b>Total</b>	<b>734</b>

Se detectaron 734 animales con registros tanto físicos como digitales individuales, generando un conjunto de 5780 datos reproductivos en las 8 unidades productivas lecheras (UPL). Estos datos se recopilaron a partir de información compartida registrada en las UPL.

### **3.3.3 Análisis estadístico**

Utilizando el software estadístico InfoStat, se llevó a cabo el análisis de datos con el objetivo de determinar si las diferencias observadas fueron o no significativas, las cuales se obtuvieron a través de la prueba LSD Fisher ( $p=0.05$ ) con el propósito de realizar una comparación de medias entre parroquias y posteriormente respaldar con la estadística descriptiva.

### **3.3.4 Variables evaluadas**

Las variables evaluadas en la presente investigación, mismas que se facilitaron por los registros existentes en cada una de las unidades productivas lecheras (UPL) fueron: Edad al primer servicio, Edad al primer parto, Número de montas e inseminaciones por preñez, Intervalo parto-primer servicio e Intervalo parto-parto. Es importante mencionar que EPS, EPP, IPS e IPP se expresaron en días.

**3.3.4.1 Edad al primer servicio.** La fórmula utilizada para calcular esta variable se basó en tres datos fundamentales: la fecha de nacimiento del animal, la fecha del primer parto y el periodo de gestación estándar de 283 días. La estructura de la fórmula empleada fue la siguiente:

$$EPS = (Fecha\ primer\ parto - Fecha\ de\ nacimiento) - 283$$

En caso de disponer las fechas de primer servicio y de nacimiento de la vaca, se aplicó la siguiente fórmula:

$$EPS = Fecha\ primer\ servicio - Fecha\ de\ nacimiento$$

Estas expresiones permiten calcular la Edad al Primer Servicio según la información disponible en cada escenario.

**3.3.4.2 Edad al primer parto.** Esta variable se calculó en relación al tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento de la vaca hasta la fecha de su primer parto registrado.

$$EPP = Fecha\ Primer\ parto - Fecha\ de\ Nacimiento\ de\ la\ vaca$$

**3.3.4.3 Número de montas e inseminaciones por preñez.** Para esta variable se contabilizaron todas las montas e inseminaciones de todas las vacas durante el periodo 2015-2022 en relación con el número de preñeces confirmadas.

Por ejemplo, la vaca 3054 registró los siguientes datos:

- 1 monta natural (preñez confirmada = parto)
- 2 inseminaciones (preñez confirmada = parto)
- 5 inseminaciones (preñez confirmada = parto)
- 1 inseminación (preñez confirmada = parto)
- 2 inseminaciones (preñez confirmada = aborto)
- 1 inseminación (preñez confirmada = parto)

La suma total de montas e inseminaciones aplicadas fue de 12, y al calcular el promedio, se obtuvo un valor de 2 montas e inseminaciones por cada preñez confirmada. Siendo este el método aplicado para cada uno de los animales en producción logrando conocer el promedio general por UPL y por parroquia.

**3.3.4.4 Intervalo parto-primer servicio.** Esta fórmula se estructuró con el propósito de cuantificar el intervalo que transcurre entre la fecha del último parto conocido hasta la fecha del primer servicio. Por lo tanto, la fórmula diseñada fue la siguiente:

$$IPPS = \text{Fecha primer servicio} - \text{fecha del último parto}$$

Ejemplo: La vaca código 976 nacida el 13/04/13 registró:

- Fecha de último parto: 31/08/15
- Fecha de primer servicio: 19/11/2015

Al aplicar la fórmula, se restó la fecha del último parto de la fecha del primer servicio:

$$IPPS = (19 - 11 - 2015) - (31 - 08 - 2015)$$

$$IPPS = 80 \text{ días}$$

De tal manera que se obtuvo un IPPS de 80 días como resultado del ejemplo aplicado.

**3.3.4.5 Intervalo parto-parto.** Esta fórmula se diseñó con el propósito de cuantificar el lapso de tiempo entre dos eventos específicos: el parto más reciente y el parto previo. El método aplicado fue el siguiente:

$$IPP = \text{Fecha del parto actual} - \text{fecha del último parto}$$

Para ilustrar su aplicación, tenemos el ejemplo de la vaca identificada como código 2935, ha registrado 6 partos hasta la actualidad cada uno se registró en las siguientes fechas:

Primer parto: 10/01/2017

Segundo parto: 20/12/2017

Tercer parto: 29/12/2018

Cuarto parto: 12/12/2019

Quinto parto: 07/02/2021

Sexto parto: 01/04/2022

Se calcula el IPP para cada periodo:

$$IPP_1 = (20/12/2017 - 10/01/2017) = 344\text{días}$$

$$IPP_2 = (29/12/2018 - 20/12/2017) = 374\text{días}$$

$$IPP_3 = (12/12/2019 - 29/12/2018) = 348\text{días}$$

$$IPP_4 = (07/02/2021 - 12/12/2019) = 423\text{días}$$

$$IPP_5 = (01/04/2022 - 07/02/2021) = 418\text{días}$$

Luego de obtener estos resultados, se calculó el promedio, que fue de 381.4 días, proporcionando así una medida promedio del intervalo entre los partos de la vaca código 2935.

### **3.4 Manejo de la investigación**

Al ser una investigación de campo y de tipo descriptiva, su desarrollo se llevó a cabo gracias a la colaboración y aportes de información de diversas entidades, tanto gubernamentales como privadas. Es importante destacar que los propietarios de las Unidades Productivas Lecheras (UPL), pertenecientes al ámbito privado, desempeñaron un papel fundamental al proporcionar datos relevantes y permitir el acceso a información detallada de los registros periódicos del comportamiento reproductivo animal. A continuación, se presenta un desglose detallado de cada una de las actividades realizadas en el curso de la investigación:

#### ***3.4.1 Solicitud de la base de datos del Programa de Erradicación de Fiebre Aftosa-Imbabura (PEFA)***

En primer lugar, se llevó a cabo una solicitud a la entidad pública correspondiente Agrocalidad-Imbabura, para obtener la base de datos del Programa de Erradicación de Fiebre Aftosa-Imbabura (PEFA) 2020 y así contar con un registro fidedigno de las unidades productivas agropecuarias (UPAs) que se dedican netamente a la producción ganadera.

#### ***3.4.2 Identificación y selección de UPAs***

Para identificar los predios, se desarrollaron filtros que permitieron un acceso rápido a información esencial. Debido a la amplia información contenida en la base, se filtraron 1646 unidades productivas agropecuarias divididas en 1356 dedicadas a ganado de carne, 228 doble propósito y 62 lecheras. Por lo tanto, el estudio se enfocó en las 62 UPAs orientadas a la producción exclusivamente de leche denominadas Unidades Productivas Lecheras (UPLs).

### 3.4.3 Acercamiento y visita a las Unidades Productivas Lecheras (UPLs)

En esta etapa se llevó a cabo el acercamiento y la visita a las Unidades Productivas Lecheras (UPLs) con el objetivo de socializar el tema y los objetivos de la investigación. Subsecuentemente, se implementó el método de entrevista y encuesta (Anexo A), el cual permitió obtener información detallada sobre la estructura de cada UPL con el propósito de determinar si contaban con los registros necesarios. La Tabla 7 presenta un desglose de las parroquias del cantón que albergan UPLs y especifica cuántas de ellas mantienen registros.

**Tabla 7**

*Unidades Productivas Lecheras existentes en las parroquias del cantón*

Fincas lecheras del Cantón Cotacachi		
Parroquia	UPL sin registro	UPL con registro
Cotacachi	3	2
Quiroga	1	3
Imantag	5	3
Apuela	9	1
Cuellaje	1	0
García Moreno	24	5
Peñaherrera	1	0
Plaza Gutiérrez	3	0
Vacas Galindo	1	0
Total	48	14

En este punto del proceso, se logró visitar un total de 42 UPL, manteniendo interacción directa con 22 de ellas. Se observó que únicamente 14 de estas UPL implementan un manejo adecuado de registros, proporcionando información valiosa para la investigación.

### 3.4.4 Aprobación y acceso a información

Se llevó a cabo de manera consecutiva la solicitud de acceso a la información, estableciendo contacto directo con los propietarios en algunos casos y con los encargados en otros, siendo necesario presentar un oficio para su aprobación. Se obtuvo la aprobación a los registros únicamente de 8 UPLs distribuidas en las diferentes parroquias del cantón.

### ***3.4.5 Recolección de datos***

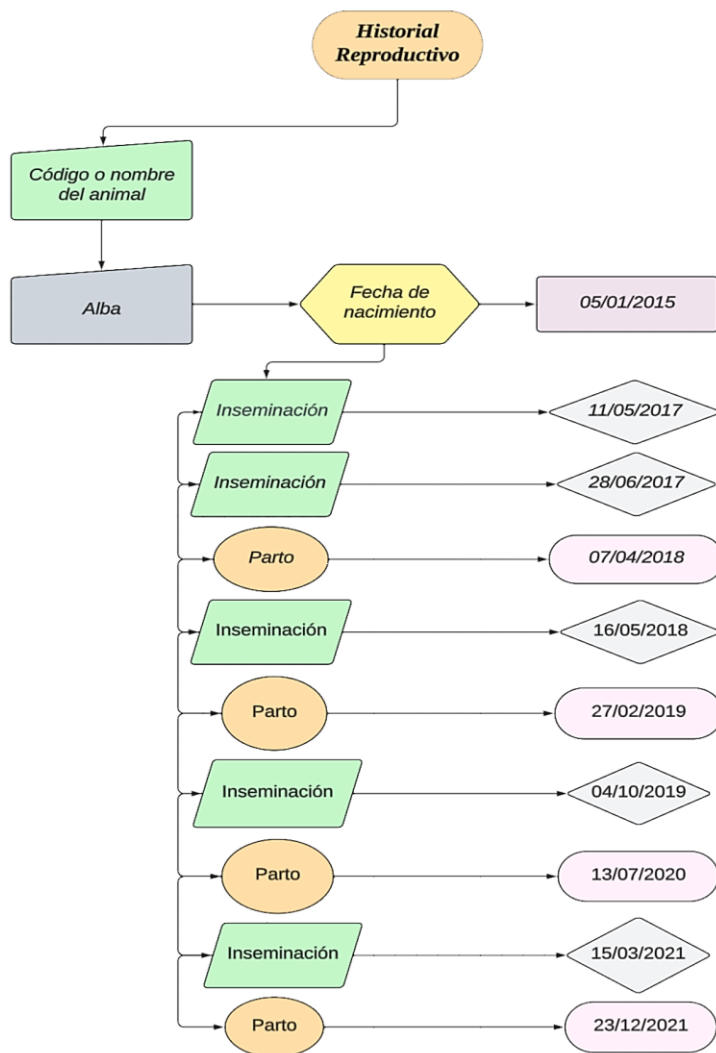
Posteriormente se realizó la recolección de datos, estos se manejan de acuerdo al formato particular establecido dentro de cada UPL, es decir, son tomados de forma física como anotaciones en cuadernos de campo manejados por los vaqueros, siendo pocos los casos que transfieren esta información a una base de datos o programas ganaderos. Por lo tanto, se llevó a cabo la recolección información necesaria de las vacas en producción durante el periodo 2015-2022, este proceso se llevó a cabo mediante el registro fotográfico (Anexo B).

A partir de los registros individuales, se tomó como primer dato el código o nombre del animal. Luego, se identificó la fecha de nacimiento, seguida de la fecha del primer servicio. Posteriormente, se registró la fecha de parto en caso de existir una preñez confirmada. En caso contrario, se continuó con el registro y conteo de montas y servicios adicionales necesarios para lograr una preñez. Consecutivamente, se anotó la fecha de cada servicio y partos. Este procedimiento sistemático se aplicó para cada periodo reproductivo del animal, asegurando una documentación detallada y exhaustiva de su historial reproductivo.



**Figura 4**

*Diagrama de los eventos reproductivos registrados*



En la Figura 4, se presenta un diagrama de ejemplo que ilustra los eventos registrados durante cada ciclo reproductivo del animal, basados en el código o nombre del mismo. Este diagrama incluye la identificación de la fecha de nacimiento, inseminaciones y partos, proporcionando datos para estructurar una base de datos que permita analizar indicadores reproductivos relevantes.

### **3.4.6 Creación de la base de datos y tabulación**

Se estableció una base de datos en el programa Excel, utilizando un formato personalizado, para organizar la información de 734 vacas en producción. Cada vaca cuenta con un historial reproductivo único, tal como se ilustra en el ejemplo presentado en la Figura 5.

## Figura 5

### Estructura de la base de datos

Identificación de los animales (código o nombre)	Fecha de nacimiento de los animales	Fecha de servicio (monta o inseminación artificial)	Fecha de servicio efectivo	Edad al primer servicio (días)	Edad al primer parto (días)	Fecha de parto	Número de montas o inseminación por concepción	Intervalo parto – primer servicio (días)	Intervalo entre partos (días)
	FN	FS	FSE	EPS	EPP	FP	NSC	IPPS	IPP
Abril (211)	27/07/2017	04/10/2019	09/01/2020	799	1178	17/10/2020	2		
		09/01/2021	09/01/2021			18/10/2021	1	84	366
Acacia(802)	03/09/2019	26/12/2021	26/12/2021	845	1131	08/10/2022	1		
Adela (735)	25/11/2017	20/04/2020	20/04/2020	877	1170	07/02/2021	1	147	
		04/07/2021	24/09/2021			08/07/2022	3		516
Aida (721)	13/08/2017	30/08/2019	30/08/2019	747	1027	05/06/2020	2	30	
		05/07/2020	05/07/2020			16/04/2021	1	158	315
		21/09/2021	21/09/2021			24/06/2022	1		434

El programa facilitó el cálculo individual de las variables mediante la aplicación de las fórmulas antes mencionadas para el posterior análisis estadístico. La creación de esta base de datos se destaca por su importancia en la investigación, ya que no solo proporciona un almacenamiento organizado de la información, sino que también refleja la diversidad de los historiales reproductivos de los animales.

Un ejemplo concreto es el cálculo de la Edad al Primer Servicio (EPS) para la vaca 211. Se tomó la fecha de nacimiento, que fue el 27/07/2017, y la fecha del primer servicio, que fue el 04/10/2019. Aplicando la resta entre ambas fechas ( $04/10/2019 - 27/07/2017 = 799$  días), se obtuvo una EPS de 799 días o 26.63 meses. De manera similar, se determinó la Edad al Primer Parto (EPP) mediante la diferencia entre la fecha del primer parto y la fecha de nacimiento ( $17/10/20 - 27/07/2017 = 1178$  días), resultando en una EPP de 1178 días o 39.26 meses. Este enfoque detallado y sistemático permite obtener información precisa sobre los indicadores reproductivos de cada animal para su posterior análisis y evaluación.

### 3.4.7 Análisis estadístico

Finalmente, los datos obtenidos fueron ingresados al programa estadístico InfoStat que mediante la aplicación de pruebas LSD Fisher permitió conocer la diferencia entre medias para cada una de las variables mostrándose así sus resultados mediante gráficos de barras y tablas de medidas de resumen.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación se orientó hacia la evaluación de los indicadores reproductivos en ocho unidades de producción lechera presentes en cuatro parroquias del cantón Cotacachi, como se detalla en la Tabla 8 que incluye información sobre las UPL y el número de animales analizados.

**Tabla 8**

*Detalle de las UPL y número de animales analizados*

Parroquia	UPL	Número de animales
Imantag	V1	493
	V2	21
	V3	9
Cotacachi	S1	86
	S2	38
Quiroga	M1	9
	M2	62
García Moreno	L1	16

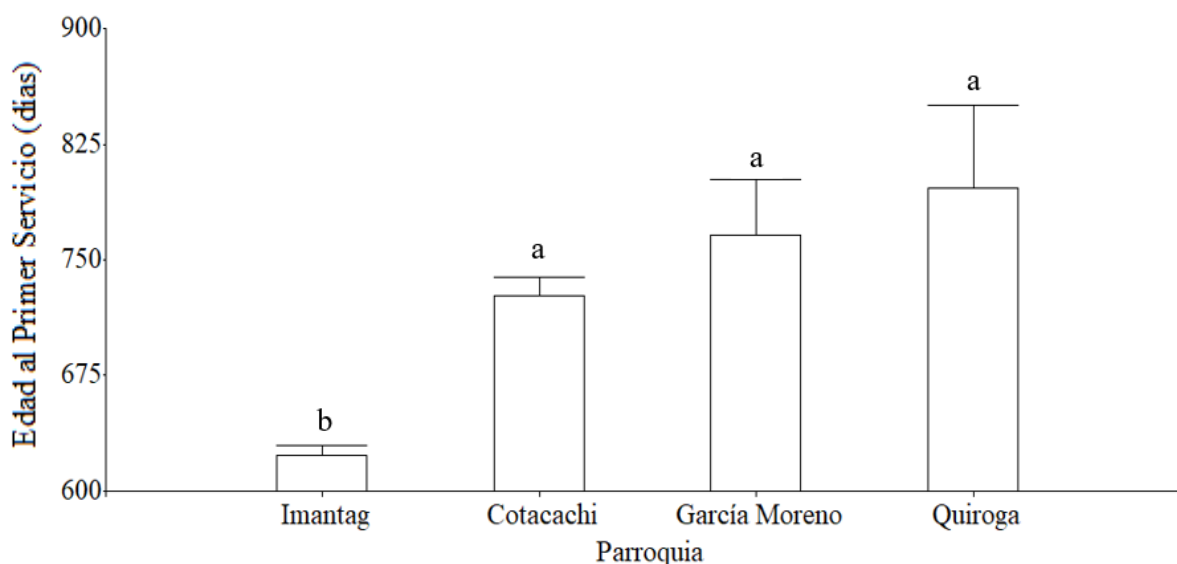
Dentro de los resultados obtenidos, se determinaron diversos indicadores reproductivos como la edad al primer servicio (EPS), edad al primer parto (EPP), número de montas e inseminación por preñez (NMI), intervalo parto – primer servicio (IPPS), e intervalo parto-parto (IPP). Estos resultados se basan en el análisis de datos de 734 animales en producción, utilizando registros históricos reproductivos. A continuación, se describen los resultados específicos de cada uno de estos indicadores.

#### 4.1 Edad al primer servicio

Los resultados obtenidos para el indicador reproductivo edad al primer servicio (EPS) en las parroquias Imantag, Cotacachi, García Moreno y Quiroga fueron 623.09, 727.04, 765.81 y 796.50 días, respectivamente. Además, se pudo observar que el valor de p alcanzó un umbral de  $<0.0001$ , lo que indica una diferencia altamente significativa entre parroquias.

**Figura 6**

*Edad al primer servicio de los predios lecheros pertenecientes a cada parroquia del cantón Cotacachi.*



En la Figura 6, se puede observar que el mejor promedio presentó la parroquia Imantag en comparación a la parroquia de Quiroga que obtuvo un promedio más alto con una diferencia de 173.41 días entre sí. Por lo tanto, con base a los promedios antes mencionados ninguna parroquia cumple con el estándar recomendado por Bavera (2005), quien sugiere que la edad al primer servicio debería ser a los 15 meses (450 días) de esta manera se aprovecha la vida útil del vientre en un lapso de 6 a 7 años para obtener una producción animal de 5 a 6 terneros y por tanto lograr 5 a 6 lactancias ajustadas. Lo anterior es corroborado por Montossi y Soares (2012) quienes afirman que en sistemas de cría intensivo donde predominan factores de manejo y correcta alimentación, se logra obtener hembras que presentan su entore o primer servicio a los 15 meses de edad, logrando así una mayor productividad en ventas de terneros y subproductos con un incremento en el ingreso neto.

Estudios como el de Hidalgo y Vera (2019), en El Oro, Cantón Zaruma, a una altitud de 1500 m.s.n.m., bajo condiciones climáticas subtropicales en vaquillas de genotipo Holstein Friesian x Brown Swiss, arrojaron un promedio para la Edad al Primer Servicio (EPS) de 26.43 meses. En comparación, la parroquia de García Moreno, que comparte condiciones similares, muestra un promedio de 25.52 meses. Se observa una diferencia mínima de 0.91 meses (27.3 días), la cual se presume que podría tener implicaciones en la oportuna detección de celo, un signo que se presenta cada 21 días.

Al contrastar estos resultados con el parámetro recomendado de 15 meses, se evidencia un retraso significativo de 10.6 meses en los parámetros mencionados. Este retraso puede tener repercusiones en la eficacia de la reproducción y en la gestión general del sistema reproductivo, resaltando la importancia de considerar factores como la altitud y el genotipo en la interpretación de los indicadores reproductivos.

Por otro lado, Balarezo et al. (2015) llevaron a cabo una investigación en la provincia del Carchi, abarcando altitudes desde los 100 hasta los 4729 m.s.n.m. En este estudio, reportaron una Edad al Primer Servicio (EPS) de 548.57 días, equivalente a un período de 18.2 meses, lo cual es menor en comparación con la parroquia de Imantag, que registró una EPS de 623.09 días. Estos resultados sugieren una asociación con los sistemas de manejo aplicados durante la fase de crianza de terneras y vaquillas. Además, la investigación identificó factores ambientales como elementos de efecto negativo, destacando que ambientes extremos pueden perturbar el ciclo reproductivo de las vacas. Asimismo, se resalta el papel crucial de la genética en la determinación de la edad al primer servicio en vacas. Se menciona que ciertas líneas genéticas pueden ser seleccionadas para características específicas, incluyendo la madurez sexual temprana.

De manera similar, en un estudio efectuado por Garzón y Suquitana (2016), en la provincia del Azuay, específicamente en el cantón Cuenca situado a 2550 m.s.n.m con una temperatura promedio de 15°C, se registró una Edad al Primer Servicio (EPS) de 21 meses. Los autores atribuyen este retraso a prácticas de alimentación inadecuadas, así como a factores genéticos y ambientales que obstaculizan la incorporación de las novillas a la reproducción a una edad apropiada. Este hallazgo resalta la importancia de considerar múltiples variables, incluyendo la nutrición, genética y condiciones ambientales, al analizar y comprender los indicadores reproductivos en diferentes entornos y sistemas de manejo.

Según Peralta (1983), es común que un primer servicio (PS) se realice entre 15 a 16 meses de edad, lo que proporciona un periodo adicional dentro de la vida útil del animal y contribuye a una mayor eficiencia productiva. Asimismo, señala que un primer servicio entre los 24 y 27 meses es beneficioso, ya que tiende a presentar menos complicaciones y es ampliamente aplicado. Peralta también sugiere que la EPS debería aprovecharse entre los 16 y 18 meses, evitando esperar más allá de los 24 a 26 meses de edad para obtener mejores resultados en términos de eficiencia reproductiva.

La Edad al Primer Servicio (EPS) en la parroquia Imantag presenta un promedio de 623.09 días (20.76 meses), lo que indica una prolongación de 5.77 meses en comparación con lo recomendado. Esta extensión temporal señala que la parroquia experimenta un retraso de más de 5 meses en el inicio de la producción de leche, lo cual conlleva a una significativa pérdida económica. Teniendo en cuenta el número de animales para esta parroquia (523) y un promedio de producción de leche de 12 litros por vaca por día, con un precio por litro de \$0.40, la pérdida económica total se estima en \$2510.40. Este análisis destaca la importancia de optimizar los indicadores reproductivos para maximizar la eficiencia y la rentabilidad en la producción lechera.

**Tabla 9**

*Resumen de la variable edad al primer servicio por parroquia.*

Parroquia	Edad al primer servicio (días)				
	N	Media $\pm$	Mínimo	Máximo	Var(n-1)
Imantag	523	623.09	402	1184	23604,03
Cotacachi	124	727.04	448	1223	16746,77
García Moreno	16	765.81	581	1023	21323,63
Quiroga	10	796.50	527	1046	29322,06

*Nota.* n= número de datos analizados

En la Tabla 9 se observa que las cuatro parroquias presentaron un promedio que oscila entre 632.93 y 796.50 días, lo que equivale a un rango de 21.09 a 26.55 meses. Estos valores indican que ninguna de las Unidades de Producción Lechera (UPL) en el cantón Cotacachi cumplen con el estándar óptimo para esta variable. Según Tolasa y Andure (2021), la prolongación de los períodos hasta la primera cubrición o servicio, está estrechamente vinculada a la calidad de alimentación e irregularidades en el manejo durante la etapa de recría.

Es importante destacar que dentro de las UPL existen animales que muestran una edad mínima para el primer servicio de 402 a 527 días, mismos que indican una edad reproductiva temprana. Los investigadores Ramón (2016) y Ballene et al. (2003), concuerdan que estos eventos ocurren cuando el animal ha adquirido un peso adecuado a su corta edad, lo cual es el resultado de una correcta nutrición, buen manejo, factores ambientales favorables, sanidad y genotipo.

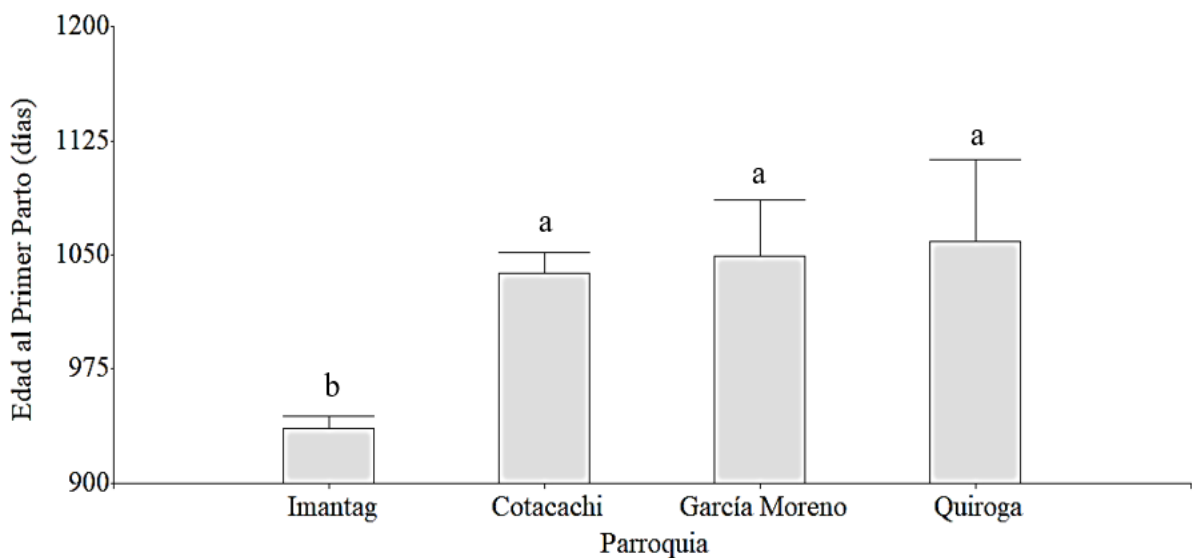
#### **4.2 Edad al primer parto**

La relación entre la edad al primer parto y la condición corporal del animal es integral. Esto implica que si las novillas logran alcanzar una condición corporal de 3.25-3.50 antes de la edad

objetivo (que oscila entre 21 y 24 meses para Holstein y entre 20 y 22 meses para Jersey), entonces fisiológicamente están suficientemente maduras para la preñez. Por lo tanto, las novillas que dan a luz antes de esta edad tienden a ser más productivas, como lo señala The Dairy Calf and Heifer Association Gold Standards [DCHA], (2019).

### Figura 7

*Edad al primer parto de los predios lecheros pertenecientes a cada parroquia del cantón Cotacachi.*



Como resultado del análisis de la edad al primer parto (EPP), en la Figura 7 se observa que la parroquia Imantag, constituida por tres predios lecheros, registro el promedio más bajo de 936.45 días, lo que equivale a 31.21 meses. En contraste, la parroquia de Quiroga tuvo un promedio más alto de 1058.95 días correspondiente a 35.29 meses. Estas dos parroquias muestran una variación de 122.5 días, lo que representan una diferencia estadísticamente significativa con un valor de  $p < 0.0001$ . Mientras que las parroquias de Cotacachi y García Moreno no presentaron diferencia significativa entre ellas.

**Tabla 10***Resumen de la variable edad al primer parto por parroquia.*

Edad al primer parto (días)				
Parroquia	N	Medias $\pm$	Mínima	Máxima
Imantag	523	936.45	665	1688
Cotacachi	124	1038.36	720	1651
García Moreno	16	1049.13	841	1309
Quiroga	10	1058.95	813	1312

*Nota.* n= número de datos analizados

En la Tabla 10 se presentan los promedios obtenidos en este estudio, donde la parroquia Imantag alcanzó un promedio de 936.45 días (31.2 meses) en cuanto a la Edad al Primer Parto (EPP). Según Marini y Di Masso (2019), recomiendan significativa una edad al primer parto de 24 meses, esto en consideración de maximizar la producción y minimizar los costos de cría de vaquillas.

En comparación, Hidalgo y Vera (2019) en su investigación desarrollada en la provincia de El Oro, Cantón Zaruma, a una altitud de 1500 m.s.n.m., bajo condiciones climáticas subtropicales en vaquillas de genotipo Holstein Friesian x Brown Swiss, obtuvieron un promedio de 36.96 meses en cuanto a EPP. Este valor coincide con el registrado por Revelo (2018) en la provincia de Pichincha, específicamente en el cantón Rumiñahui, situado a una altitud de 2748 m.s.n.m., que contempla una temperatura media anual de 13.98°C. Este estudio sobre la EPP de vacas genotipo Montbéliarde x Holstein reportó un promedio similar de 36.9 meses de edad. Por otro lado, Dután et al. (2017) en su investigación llevada a cabo en 15 cantones de la provincia de Azuay ubicados en las zonas occidental, andina y subtropical, con una altitud promedio de 2500 m.s.n.m., en vacas de genotipo Holstein Friesian mestizas con un manejo a pastoreo, obtuvieron un promedio de 37.2 meses para la EPP. Estos resultados muestran la variabilidad en la EPP entre diferentes estudios y resaltan la importancia de considerar factores como el genotipo, las prácticas de manejo y las condiciones ambientales en la interpretación de los indicadores reproductivos.

En este estudio la parroquia Quiroga alcanzó un promedio de 35.3 meses, similar a los datos antes citados a diferencia de la parroquia Imantag que manifestó un promedio más bajo correspondiente a 31.2 meses, misma que comprende una diferencia de 7.2 meses en relación



al parámetro recomendado. Bailey y Currin (2009), refieren que animales que presentan su primer parto superior a 24 meses de edad suponen un alto costo de producción debido a que la inversión en la etapa de cría de las novillas aumenta, además implica una menor obtención de animales de reemplazo creando así una ganadería menos rentable.

En términos de productividad, Schultz et al. (2023) destacan que a medida que la edad al primer parto aumenta, la producción de leche disminuye de manera significativa, afectando la rentabilidad. Por lo tanto, en este estudio, la parroquia Imantag, al tener la Edad al Primer Parto (EPP) de 31.2 meses en comparación con la edad recomendada de 24 meses, muestra una prolongación de 7.2 meses, lo que refleja un período de 216 días en los cuales no se produce leche.

Considerando las 523 vacas en producción en dicha parroquia y un promedio de 12 litros diarios por vaca, esto representa 188.280 litros perdidos durante los 7.2 meses. A un precio de \$0.40 por litro, la pérdida económica generada únicamente en Imantag asciende a \$75.312. Este análisis subraya la importancia de optimizar la edad al primer parto para maximizar la producción y la rentabilidad en la actividad lechera.

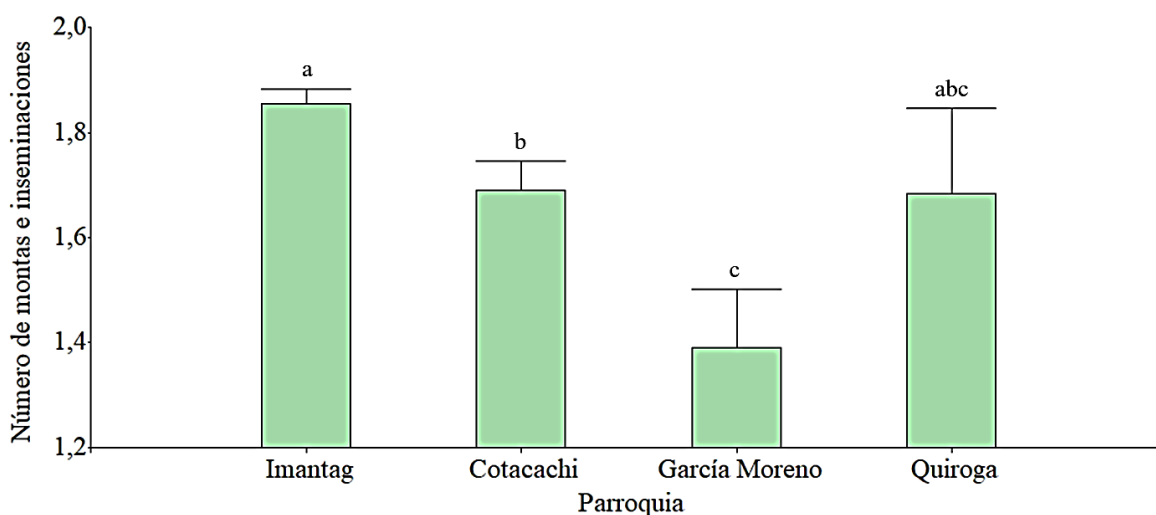
Sin embargo, en la presente investigación para la variable EPP se encontraron promedios mínimos que oscilan de 665 a 720 días (22.17 a 24 meses) siendo ejemplares que cumplen con el parámetro ideal y que justifican lo mencionado por DCHA (2019) la presencia de primer parto a edades más tempranas comparadas a lo ideal es debido a que la novilla logro una condición corporal adecuada para su madurez reproductiva.

#### **4.3 Número de montas e inseminaciones por preñez**

En lo que respecta a la variable número de montas e inseminaciones por preñez, Velásquez y Hernández (2008) mencionan que este indicador es considerado óptimo cuando su valor se sitúa por debajo de 1.7 servicios, mientras que valores superiores a 2.5 indican problemas en el hato lechero. A su vez aluden que es de gran importancia tener en cuenta el control genético de la fertilidad de la vaca es muy limitado, por lo que factores ambientales adquieren un papel crucial para superar los desafíos en términos de rendimiento y fertilidad.

#### **Figura 8**

*Número de montas e inseminaciones por preñez*



Los resultados obtenidos para esta variable fueron similares entre parroquias con excepción de la parroquia García Moreno, que presentó el promedio más bajo, como se representa en la Figura 8. En relación a los valores obtenidos, el nivel de significancia fue de  $p=0.0046$ , lo cual indica una diferencia significativa y notable en este aspecto.

En consecuencia, el promedio de número de montas e inseminaciones por preñez para la parroquia García Moreno fue de 1.39 servicios, mientras que Quiroga tuvo un promedio de 1.68, Cotacachi registro 1.69 y, por último, la parroquia Imantag alcanzó un promedio de 1.85 (Tabla 11). Estos resultados se sitúan dentro de los valores ideales establecidos como lo menciona INTAGRI, (2018), el rango aceptable considerado para el número de servicios por preñez es de 1.5 a 1.8, esto depende de diversos factores tanto de manejo como la detección de estros, técnicas de reproducción, calidad de semen, entre otros.

**Tabla 11**

*Resumen de la variable Número de montas e inseminaciones por preñez.*

Número de montas e inseminaciones por preñez				
Parroquia	N	Medias $\pm$	Mínima	Máxima
García Moreno	46	1.39	1.00	4.00
Quiroga	30	1.68	1.00	4.00
Cotacachi	378	1.69	1.00	8.00
Imantag	1478	1.85	1.00	6.00

Sin embargo, se pudo observar que, dentro de las parroquias en estudio, algunos animales requerían un número máximo de 6 u 8 servicios para lograr una concepción, como se detalla en la Tabla 11, lo cual está supera el rango considerado aceptable. En el estudio de Calero et

al. (2022), llevado a cabo en la provincia de Pichincha, específicamente en la parroquia de Machachi, que se encuentra a una altitud de 3500 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 16°C, basándose en registros del periodo 2018-2020 de un hato lechero de genotipo Brown Swiss, se obtuvo un promedio de 2.0 servicios por concepción. Además, se observó un incremento anual en el número de servicios, lo que resultó en una disminución en la eficiencia de este indicador. Los investigadores concluyeron que hay una relación entre el número de servicios y la edad del animal, ya que encontraron que en 2018 el promedio de servicios fue de 1.8, mientras que en 2020 este promedio aumentó a 2.5 servicios por preñez.

De manera similar, Ortiz (2008) en su investigación llevada a cabo en la parroquia del cantón Mejía, provincia de Pichincha, específicamente en Alóag, con una altitud de 2795 m.s.n.m. y una temperatura media de 13.8°C, centrada en vacas del genotipo Holstein Friesian durante el periodo 2002-2006, indicó que el número de servicios aumentó de 1.42 en el año 2002 a 1.98 en 2006. En otra perspectiva, Colimba (2009) en la provincia de Pichincha, cantón Quito, en las parroquias Pintag (altitud de 3.250 – 3.390 m.s.n.m. y temperatura de 13°C) y Alóag (altitud de 2.925 – 3.200 m.s.n.m. y temperatura media de 10°C), evaluó el número de servicios en relación con el número de partos. Obtuvo un promedio de 1.41 servicios para el primer parto, 2.44 para el segundo, y 2.57 servicios para el tercer parto en el genotipo Holstein. Asimismo, logró un promedio de 1.42 servicios para el primer parto, 1.64 para el segundo, y 1.71 servicios para el tercer parto en el genotipo Montbeliarde-Holstein. En consecuencia, ambos estudios coinciden en que el número de servicios tiende a aumentar conforme se incrementa el número de partos, junto con la edad del animal.

Para Smith y Becker (2022) los problemas relacionados con la tasa de concepción o número de montas e inseminaciones por concepción pueden surgir debido a diversos factores, como la exactitud en la detección de celo, la duración del periodo de espera voluntario, manipulación del semen y calidad del semen, el momento de la inseminación, las técnicas utilizadas, las posibles infecciones en el tracto reproductivo, el estado nutricional, la fertilidad y las condiciones climáticas.

En general, los promedios encontrados en las parroquias en estudio se sitúan dentro del rango ideal, con valores mínimos de 1.39 servicios y máximos de 1.85 servicios. De manera similar, el estudio realizado en la provincia de Azuay, a altitudes que oscilan entre 2.720 y 3.890 msnm, con una temperatura promedio anual de 11,9°C, llevado a cabo por Chilpe y Chuma (2015), también reportó un valor de 1.4 servicios por concepción, lo que demuestra que la mayoría de

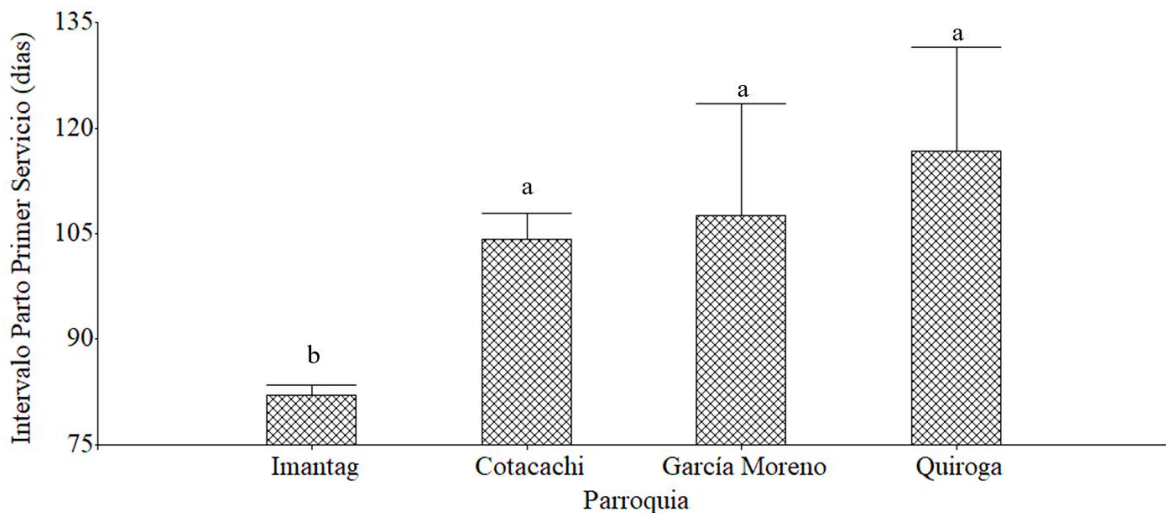
los animales en los hatos evaluados muestran una eficiencia reproductiva significativa basada en la técnica aplicada ya que principalmente se maneja la monta natural.

#### 4.4 Intervalo parto primer servicio

Los promedios de intervalo parto primer servicio (IPPS) por parroquia fueron significativamente menores ( $p < 0.05$ ). La parroquia Imantag reflejo el promedio más bajo, con una diferencia significativa de  $p < 0,0001$  en comparación con las parroquias Cotacachi, García Moreno y Quiroga, las cuales no presentaron diferencias significativas entre sí como muestra la Figura 9.

**Figura 9**

Intervalo parto primer servicio (IPPS) entre parroquias.



Esta variable es uno de los indicadores claves para evaluar la eficiencia reproductiva de un hato. El intervalo del parto al primer servicio (IPPS) o tiempo de espera voluntario se define como el periodo en el cual ocurre la involución uterina, el cual debería situarse en alrededor de 50 días y no exceder más allá de los 85 días (VanRaden et al., 2004).

En la Tabla 12, se observa que únicamente la parroquia Imantag alcanzó un promedio representativo de 82.07 días, ubicándose dentro del rango óptimo. Mientras que, Cotacachi, García Moreno y Quiroga presentaron intervalos de 104.17, 107.63 y 116.71 días respectivamente, superando los límites considerados como ideales. Resultados similares fueron reportados por Calero et al. (2022), en su estudio llevado a cabo en la provincia de Pichincha, específicamente en la parroquia de Machachi, que se encuentra a una altitud de 3500 m.s.n.m.

con una temperatura promedio de 16°C, basándose en registros del periodo 2018-2020 de un hato lechero de genotipo Brown Swiss, obtuvieron un promedio de 80.6 días para IPPS durante los años 2018-2020, a su vez identificaron que este indicador tuvo una variación creciente de año en año.

**Tabla 12**

*Resumen de la variable Intervalo parto primer servicio por parroquia.*

Parroquia	Intervalo parto primer servicio (días)			
	N	Medias $\pm$	Mínima	Máxima
Imantag	954	82.07	23	469
Cotacachi	255	104.17	22	467
García Moreno	30	107.63	34	391
Quiroga	21	116.71	64	376

Por otro lado, en la provincia de Azuay, donde las altitudes varían entre 2.720 y 3.890 msnm, con una temperatura promedio anual de 11,9°C, Chilpe y Chuma (2015), registraron un promedio para IPPS de 174.3 días. Dichos resultados relacionan al tamaño de los UPAs ya que un mayor número de animales puede dificultar el manejo. De igual manera, consideran la posibilidad de problemas en la expresión de celos, la eficacia en su detección, el manejo deficiente de los registros o fallos durante el proceso de Inseminación Artificial (IA).

Ortiz (2008), respalda esta información en su investigación llevada a cabo en la parroquia del cantón Mejía, provincia de Pichincha, específicamente en Alóag, con una altitud de 2795 m.s.n.m. y una temperatura media de 13.8°C. Enfocada en vacas del genotipo Holstein Friesian durante el periodo 2002-2006, registró un Intervalo entre Partos Servicios (IPPS) de 113.2 días para vacas primerizas y 108.3 días para vacas con múltiples partos, con un promedio general de 109.2 días. Ortiz afirma que la prolongación significativa de este indicador se ve influenciada por efectos del medio ambiente, problemas en la expresión de signos de celo, dificultades en la detección de celos y deficiencias en el manejo.

Ortiz et al. (2009) en el valle de Lima, Perú, que abarca altitudes de 200 a 2240 m.s.n.m. con una temperatura variada de 12 a 30°C, evaluó el IPPS y su relación con factores medioambientales y de manejo. Obtuvieron promedios para la estación de invierno de 105 días, verano 112 días y primavera 113.8 días. Por lo tanto, señalan que el mejor IPPS se observó en la estación de invierno, concluyendo que las vacas que experimentan partos en épocas más frías

muestran una eficiencia reproductiva superior en comparación con los animales que paren en otras estaciones del año.

Asimismo, Arana et al. (2006), en su estudio realizado en el valle del Mantaro, Perú, a una altitud de 3.320 m.s.n.m. y una temperatura media anual de 12°C, reportó un promedio de 118.4 días para el IPPS. Del mismo modo, señala que los problemas observados pueden atribuirse al nivel tecnológico de los hatos evaluados, donde posiblemente existan problemas en la detección del celo y limitaciones nutricionales.

El Intervalo entre Partos Servicios (IPPS) en la parroquia Imantag fue de 82.07, mientras que la parroquia Quiroga presentó un promedio para IPPS de 116.71, mayor a lo recomendado. Esto implica factores como la reducción en la producción de leche durante ese período adicional. Por lo tanto, el tiempo prolongado es de 31.71 días, al ser aplicado al promedio de producción de leche de 12 litros/vaca/día. Durante este periodo, se genera una pérdida de 380.52 litros por vaca. Considerando el precio de \$0.40 por litro, esto resulta en una pérdida económica de \$152.21 por animal en producción. Dado que esta parroquia está conformada por 71 animales evaluados, la pérdida económica total a nivel parroquial se estima en \$10,806.91.

#### 4.5 Intervalo entre parto y parto

El análisis de la variable intervalo entre parto y parto reflejó un valor de  $p=0.3403$ , el cual indica que no se observaron diferencias significativas entre las parroquias. Esta conclusión se respalda mediante la prueba de comparación de medias detallada en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Prueba de comparación de medias de la variable IPP*

Parroquia	Media	E.E
García Moreno	400.23	16.48 A
Imantag	413.27	3.22 A
Cotacachi	419.43	5.95 A
Quiroga	436.43	21.18 A

Ossa et al. (2007) menciona que el intervalo entre partos es uno de los indicadores más importantes para la evaluación de la eficiencia reproductiva individual de las vacas en el hato, siendo el intervalo ideal de 365 días, lo que equivale a un ternero por vaca al año ya que este intervalo está compuesto por el periodo de servicio y el periodo de gestación. Por lo tanto, los promedios obtenidos para las cuatro parroquias se encuentran fuera de lo ideal.

**Tabla 14***Resumen de la variable Intervalo entre parto y parto*

Parroquia	Intervalo entre parto y parto (días)			
	N	Medias $\pm$	Mínima	Máxima
García Moreno	30	400.23	311	683
Imantag	936	413.27	227	988
Cotacachi	255	419.43	236	777
Quiroga	21	436.43	348	727

En la Tabla 14 se evidencia que los promedios de Intervalo entre Partos (IPP) en las cuatro parroquias oscilan entre 400 y 436 días, superando el estándar ideal de 365 días en un margen de 35 a 71 días respectivamente. Valores similares fueron reportados por Calero et al. (2022), quienes realizaron su estudio en la provincia de Pichincha, específicamente en la parroquia de Machachi, que se encuentra a una altitud de 3500 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 16°C, basándose en registros del periodo 2018-2020 de un hatillo lechero de genotipo Brown Swiss, adquirieron un promedio para IPP de 404,3 días. Por lo que consideran la posibilidad de un déficit en la temprana detección de celo o un manejo reproductivo deficiente, factores que pueden influir en la baja eficiencia reproductiva del hatillo.

Aunque los promedios encontrados en este estudio no son excesivamente prolongados y se sitúan dentro de un rango considerado, son inferiores a los datos obtenidos por Chilpe y Chuma (2015), en su investigación realizada en la provincia de Azuay. En esa investigación, a altitudes que oscilan entre 2.720 y 3.890 msnm, con una temperatura promedio anual de 11,9°C, reportaron un promedio de 15.1 meses, equivalente a 453 días.

De manera similar, Vidal (2009), en su estudio llevado a cabo en predios lecheros de las provincias Imbabura, Cayambe y Carchi, que comprenden altitudes entre 2530 y 3200 m.s.n.m y temperaturas medias de 12 a 14 °C, enfocado en vacas de genotipo Pizán, reflejó promedios para cada intervalo evaluado de 387,0 días en el primer intervalo, 467,0 días para el segundo intervalo y con una tendencia al aumento en el tercer intervalo con 616,5 días.

Zúñiga (2013) al evaluar el Intervalo entre Partos (IPP) en las haciendas San Jorge y Cubillin Bajo en la provincia de Chimborazo, con una temperatura promedio de 14°C y ubicadas a una altura de 2800 y 2900 msnm, obtuvo promedios de 441.12 y 349.09 días respectivamente. Estos autores coinciden en que los periodos prolongados de IPP pueden atribuirse a problemas en el

periodo post parto y a factores como la alimentación, la edad y la influencia del medio ambiente.

En el contexto de la rentabilidad, la disminución en los ingresos se debe al Intervalo entre Partos (IPP) prolongado, como se evidencia en la parroquia Quiroga, que presenta un IPP mayor de 436.43, con una prolongación de 71.43 días en relación al parámetro recomendado de 365 días. Al calcular la pérdida de litros en un animal que produce un promedio de 12 litros/día durante este periodo, se genera una pérdida de producción de 857.16 litros. Si asumimos que el precio por litro es de \$0.40, la pérdida económica se estima en \$342.86 por vaca. Dado que hay 71 animales evaluados en dicha parroquia, estos generan una pérdida económica total de \$24,343.34 a nivel parroquial.

Esta pérdida económica total de \$24,343.34 en la parroquia indica un impacto significativo en la rentabilidad debido al IPP prolongado. La eficiencia reproductiva es esencial para maximizar la producción de leche y, por ende, los ingresos. Este ejemplo destaca la importancia de monitorear y gestionar adecuadamente el intervalo entre partos para optimizar la eficiencia productiva y económica en la UPL.

Finalmente, en la Tabla 15 se refleja un resumen general de cada una de las variables evaluadas dentro de cada UPL que brinda información y sostenía un manejo de registros reproductivos considerables.

**Tabla 15**

*Resumen de los indicadores reproductivos de las UPL*

Parroquia	UPL	N.º de animales	EPS	EPP	NMI	IPPS	IPP
García Moreno	L1	16	765.81	1049.13	1.39	107.63	400.23
	M1	9	788.11	1075.22	1.66	117.25	436.35
Quiroga	M2	62	872.00	912.50	2.50	106.00	438.00
	S1	86	719.53	1039.97	1.84	98.23	420.15
Cotacachi	S2	38	744.03	1034.74	1.34	118.17	417.72
	V1	493	605.15	919.33	1.87	81.22	413.98
Imantag	V2	21	876.71	1177.14	1.50	92.41	404.06
	V3	9	1013.89	1312.44	1.57	112.00	391.79

Nota. EPS=Edad al primer servicio (días), EPP = Edad al primer parto (días), IPPS = Intervalo parto – primer servicio (días), IPP = Intervalo entre partos (días), NMI = Número de montas e inseminación por preñez.



De las ocho unidades de producción lechera (UPL) analizadas, es notable destacar que la UPL codificada como V1 registró el promedio más bajo para la variable EPS, alcanzando los 605.15 días. Asimismo, obtuvo el promedio más bajo para para la variable IPPS, con 81.22 días. En cuanto a la variable EPP, se observa que la UPL codificada como M2 alcanzó un promedio de 912.50 días. Por otro lado, la UPL con codificación L1 reflejo un promedio de 1.39 servicios para la variable NMI y 400.23 días para la variable IPP.

La evaluación de los datos, tanto de manera individual para cada parroquia y unidad de producción lechera (UPL), como de manera general para el cantón Cotacachi (Tabla 16), muestran resultados no favorables para logra una producción rentable. En otras palabras, las variables IPS, EPP, IPPS e IPP no cumplen con los estándares óptimos según la literatura, mientras que NMI es la única variable que se encuentra dentro del rango recomendado.

**Tabla 16**

*Resumen general de las variables para el cantón Cotacachi.*

Cantón	Variable	N	Media	Mínima	Máxima
Cotacachi	EPS (días)	673	648.12	402	1223
	EPP (días)	673	959.72	665	1688
	NMI	1932	1.81	1	8
	IPPS (días)	1260	87.73	22	469
	IPP (días)	1242	414.61	222	988

Por lo tanto, se observa que los promedios de cada variable son altamente variables y muestran fluctuaciones significativas entre las distintas Unidades de Producción Lechera (UPL). Se asume que la eficiencia reproductiva del cantón Cotacachi está vinculada al tipo de manejo aplicado, interpretación de los registros reproductivos y a las condiciones ambientales a las que están expuestas las parroquias. Esta afirmación encuentra respaldo en los planteamientos de Cruz, (2006) y Jurado, (2020), quienes señalan que la eficiencia reproductiva de un hato no solo se ve influenciada por condiciones ambientales, sino también por factores como la raza, la nutrición y los estándares de sanidad. En este sentido, sugieren la consideración de cambios en las prácticas tradicionales, proponiendo la implementación de nuevas tecnologías y normas zootécnicas para mejorar el control reproductivo.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Las parroquias del cantón Cotacachi albergan alrededor de 1646 Unidades de Producción Agropecuarias (UPA) destinadas a la ganadería, de las cuales solo el 3.77% son Unidades de Producción Lechera (UPL). Es importante destacar que solo cuatro de las nueve parroquias del cantón, cuentan con predios que implementan un sistema de registro para eventos reproductivos.

Según el catastro del Programa de Erradicación de Fiebre Aftosa – Imbabura, se identifican 64 Unidades de Producción Lechera en el cantón Cotacachi, y apenas el 21.87% de ellas cuenta con registros reproductivos. Esta baja proporción de unidades documentadas resalta la necesidad urgente de fortalecer el manejo de registro y concientización entre los propietarios de predios lecheros.

La evaluación de la Edad al Primer Servicio (EPS) en las parroquias Imantag, Cotacachi, García Moreno y Quiroga del cantón Cotacachi revela discrepancias significativas respecto al estándar recomendado. Aunque todas las parroquias muestran un retraso en la EPS, la parroquia Imantag registró el promedio más bajo. Factores como la altitud, genotipo, prácticas de manejo y condiciones ambientales juegan un papel crucial en la variabilidad de los indicadores reproductivos.

El indicador Edad al Primer Parto (EPP) en novillas en el cantón Cotacachi revela variaciones notables en la madurez reproductiva. Aunque Imantag muestra un EPP promedio más bajo, sugiriendo una madurez temprana en comparación a las demás parroquias que presentaron un EPP promedio más alto, indicando una madurez más tardía, las cuatro parroquias se encuentran fuera del rango ideal. Estos resultados enfatizan la necesidad de implementar estrategias de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva en las parroquias.

El Indicador Número de montas e inseminaciones por preñez en las parroquias del cantón Cotacachi indica una eficiencia reproductiva generalmente positiva. Con valores fluctuantes entre 1.39 y 1.85 servicios. Por lo tanto, todas las parroquias muestran que este indicador es el único que se encuentra dentro del rango aceptable según los estándares establecidos.

Al analizar el indicador Intervalo entre Partos y Primer Servicio (IPPS), se observa que la parroquia Imantag sobresale al mostrar un promedio de IPPS más corto en contraste con Cotacachi, García Moreno y Quiroga, donde los promedios son más prolongados. Estas discrepancias evidencian la influencia significativa de factores específicos de manejo, condiciones ambientales y prácticas de reproducción en cada parroquia.

El Intervalo entre Partos obtuvo valores promedio que varían entre 400 y 436 días. Es notable que la parroquia Imantag muestra un promedio más favorable debido a que su IPP es más corto en comparación con las demás parroquias. Aunque todos los valores se sitúan por encima del estándar ideal de 365 días, no son excesivamente prolongados. Estos resultados sugieren la existencia de posibles deficiencias en la gestión reproductiva.

El 80% de los indicadores reproductivos en el cantón se sitúan por debajo de los estándares ideales. Estas cifras desfavorables se atribuyen a diversos factores como condiciones climáticas, aspectos nutricionales, influencias genéticas y prácticas de manejo que afectan la eficacia reproductiva. Sin embargo, cabe resaltar que la parroquia Imantag muestra una eficiencia aceptable en los indicadores reproductivos, indicando un mejor manejo en los sistemas de producción en esa área.

La falta de cumplimiento con los estándares recomendados sugiere la necesidad de implementar medidas para mejorar la eficiencia reproductiva en las Unidades de Producción Lechera. La pérdida económica asociada al retraso de los indicadores EPS, EPP, IPPS e IPP resalta la importancia de mejorar estos indicadores para maximizar la rentabilidad.

## **5.2 Recomendaciones**

Los resultados obtenidos señalan la necesidad de fomentar la implementación de registros en más unidades de producción para mejorar la gestión y seguimiento de los eventos reproductivos en el sector ganadero del cantón Cotacachi.

Sería sumamente valioso que las entidades públicas encargadas del desarrollo ganadero tomen en consideración la importancia y potencialidad de trabajos como este, con el objetivo de integrar en sus políticas y acciones, actividades específicas destinadas a fomentar y fortalecer las Unidades de Producción Lechera. Al invertir en la implementación de actividades que promuevan la modernización, capacitación y acceso a tecnologías adecuadas, se podría fortalecer significativamente la capacidad productiva de este sector, beneficiando no solo a los

productores, sino también a la economía local y al suministro de alimentos de calidad para la población.

Con miras a obtener una comprensión integral y precisa de la situación reproductiva de las Unidades de Producción Lechera, se recomienda el uso y manejo de registros precisos y detallados de eventos reproductivos, como celos, montas, inseminaciones, partos, y cualquier incidencia relevante que permitan conocer y evaluar más indicadores de importancia como el Índice de Eficiencia Reproductiva. El adecuado registro y manejo de la información facilitará la interpretación de los datos, determinando así el rendimiento reproductivo y respaldar la toma de decisiones estratégicas.

Se propone realizar una investigación integral que examine la interrelación entre factores genéticos, prácticas de manejo y nutrición, con el objetivo de profundizar en la comprensión de su impacto en los indicadores reproductivos. Este estudio podría abordar aspectos clave, como la identificación de marcadores genéticos asociados con la salud reproductiva, la evaluación de prácticas de manejo que favorezcan o limiten la reproducción, y el análisis de cómo la alimentación influye en los procesos reproductivos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvear, E. (2010). *Caracterización productiva y reproductiva de la hacienda San Jorge para recomendar un programa de inseminación artificial*. [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1260/1/17T0961.pdf>
- Analuisa, I. (2004). *Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva en Diez hatos lecheros de Aloag, Aloasi, Machachi y Tambillo en la provincia Pichuncha* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2391>
- Arana, C., Echevarría, L., y Segura, J. (2006). Factores que afectan el Intervalo Parto-Primer Servicio y Primer Servicio-Concepción en vacas lecheras del Valle de Mantaro durante la época lluviosa. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 17(2), 108–113.
- Bailey, T., Currin, J. (2009). Heifer Inventory and the Economics of Replacement Rearing. *College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University*, 404(287), 3–4. [www.ext.vt.edu](http://www.ext.vt.edu)
- Balarezo, L., Montenegro, F., y Mora, R. (2015). Obtención de parámetros productivos, reproductivos y nutricionales en explotaciones lecheras del Carchi. *SATHIRI-Sembrador*, 8.
- Ballene', M., Landi, H. G., Bilbao, G., y Dick, A. (2003). Pubertad, peso vivo y desarrollo corporal en diferentes biotipos bovinos productores de leche: Una actualización bibliográfica resumen. In *ITEA* (Vol. 99).
- Bavera, G. (2000). Pubertad. *Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC*, 1–2. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Bavera, G. A. (2005). Primer entore. *Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.*, 1–3. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronchi, B., y Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4(7), 1167–1183. <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>

- Berry, D. P., Kearney, J. F., Twomey, K., y Evans, R. D. (2013). Genetics of reproductive performance in seasonal calving dairy cattle production systems. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 52(1), 1–16.
- Calero-Vaca, G., Almeida-López, F., Jiménez-Yáñez, S., Maldonado-Arias, D., y Toalombo-Vargas, P. (2022). Parámetros productivos y reproductivos del gato lechero Brown Swiss ubicada en un clima andino. *Polo Del Conocimiento*, 7(5), 1739–1780. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i5.4057>
- Cervantes, F., Santoyo, H., y Álvarez, A. (2001). *Lechería familiar, factores de éxito para el negocio* (Plaza y Valdés.S.A. de C.V., Ed.; Primera, Vol. 1).
- Chilpe-Torres, M. I., y Chuma-Álvarez, J. L. (2015). *Parámetros productivos, reproductivos, manejo y sanidad en ganado lechero de las parroquias Tarqui, Cumbe y Victoria de Portete*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21435>
- Colimba-Fuertes, C. (2009). *Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de la craza bovina montbeliarde con razas lecheras de las haciendas el Relicario y Guagrabamba en la provincia de Pichincha* [Tesis de pregrado, ESPE-IASA I]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2596>
- Colmenares, O., Martínez, N., Domínguez, C., Birbe, B., y Herrera, P. (2007). Indicadores productivos y reproductivos en fincas ganaderas en los llanos centrales. *I Simposio: Tecnologías Apropriadas Para La Ganadería de Los Llanos de Venezuela, Capítulo II*, 15.
- Córdova, A., Córdova, M., Córdova, C., y Pérez, J. (2005, June). Comportamiento reproductivo de ganado lechero (Reproductive behavior of dairy cattle). *Revista Electrónica de Veterinaria*, Vol. VI, Núm. 7, VI. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070705.html><http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070705.html>
- Cruz, A. (2006). Principales factores que afectan la prolificidad del ganado vacuno en Latinoamérica. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VII(10), 1–11.

- Díaz, R. X. (2013). *Caracterización morfoestructural y faneróptico del bovino criollo en la provincia de Manabí, Ecuador* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Doncel, B., Vidal, E., Pla, M., Riet, F., y Giannitti, F. (2020). Clasificación y criterios de descartes de vacas lecheras. “*Jornada de Campo Virtual Porterías Abiertas de Lechería*”. *La Estanzuela, INIA*, 795, 6.
- Dután, J. B., Ayala, L. E., Rodas, E. R., Nieto, P. E., Andrade, O. S., Pesántez, M. T., Guevara, R. V., Guevara, G. V., Murillo, Y. A., Serpa, V. G., Vanegas, R. A., Bustamante, J. G., Calle, G. R., y Ortega, V. V. (2017). Relación del número de partos, edad y la morfoestructura del genotipo Holstein en la Provincia del Azuay. *MASKANA, Producción Animal*.
- Espinoza, R., y Gómez, N. (2005). Índices productivos y reproductivos del bovino criollo en el departamento de Puno. *Dialnet*, 4.
- Flores, A. (2000). Costos de producción por litro de leche en tres sistemas de producción de Nicaragua. In *ACADEMIA*.
- Fricke, P. M. (2003, August 24). La ecuación de la reproducción en los rodeos lecheros. *Dairy Science at the University of Wisconsin-Madison, USA.*, 8–14. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- García, T. B., López, I., Castañeda, R. O., Piña, B. A., y Valdovinos, M. E. (2017, November 6). *Manejo de registros para bovinos en el sistema de producción de doble propósito*. 7–10. <https://www.ganaderia.com/destacado/Manejo-de-registros-para-bovinos-en-el-sistema-de-produccion-de-doble-proposito>
- García, T., López, I., Castañeda, R., Piña, B., y Valdovinos, M. (2017). Manejo de registros para bovinos en el sistema de producción de doble propósito. *CE La Posta CIRGOC INIFAP*, 22. <https://www.ganaderia.com/destacado/Manejo-de-registros-para-bovinos-en-el-sistema-de-produccion-de-doble-proposito>
- Garzón, J., y Suquitana, M. (2016). *Análisis de los sistemas productivos bovinos del cantón Cuenca* [Tesis pregrado]. Universidad de Cuenca.

- Gasque Ramón. (2016). Reproducción bovina. In BM Editores (Ed.), *Enciclopedia Bovina: Vol. Reproducción 150* (p. 1). [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Santa Ana de Cotacachi. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantón Cotacachi*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural “6 de Julio-Cuellaje.” (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia 6 de Julio-Cuellaje*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Quiroga. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Quiroga*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural García Moreno. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia García Moreno 2014-2019*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Imatag. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Imatag 2015-2035*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Peñaherrera. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GAD Parroquial Peñaherrera*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Plaza Gutiérrez. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Plaza Gutiérrez 2014-2019*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Vacas Galindo. (2015). *Diagnóstico Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Vacas Galindo*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Apuela. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT, de la parroquia rural de Apuela*.
- González-Stagnaro, C., Madrid-Bury, N., y Goicochea-Llaque, J. (2003). Análisis de la tasa de preñez en vacas doble proposito. *Revista Científica, FCV-LUZ, XIII(6)*, 440–447.
- Grigera, J., y Bargo, F. (2005). Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. *Sitio Argentino, Producción Animal En Tambo*, 7. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_condicion\\_corporal/45-cc\\_lecheras.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/45-cc_lecheras.pdf)
- Hazard, S. (2004). Registros productivos y reproductivos en producción lechera. *INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 112*, 1–12.



- Herrero, J. M., Piedra, M. A., Cuji, P., Ramírez, V., Rodríguez, L., López, D., y Cipriano, J. (2017). *Línea base y demanda potencial técnica de biodigestores en Ecuador: Análisis del contexto y tipologías de productores*. [https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/180114\\_e1.1\\_linea\\_base\\_ecuador\\_biogas.pdf](https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/180114_e1.1_linea_base_ecuador_biogas.pdf)
- Hidalgo, G. A., y Vera, J. H. (2019). Edad al primer servicio y al parto sobre producción láctea en primera lactación en vaquillonas lecheras. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 11(2), 721. <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n2.2019.721>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2022*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2022/PPT\\_%20ESPAC\\_%202022\\_04.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf)
- INTAGRI. (2018). Parámetros Reproductivos del Ganado Bovino. In *Serie Ganadería Núm. 15*. <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/parametros-reproductivos-del-ganado-bovino>
- INTAGRI. (2021). Raza Holstein. *Artículos Técnicos de INTAGRI*, 76, 5.
- Jurado, N. D. (2020). *Factores determinantes de la eficiencia reproductiva en Bovinos* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35049/2020N%C3%A9storJurado.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). *Sistemas de producción*. Portal Lácteo. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/production-systems/es/>
- Lane, E. A., Crowe, M. A., Beltman, M. E., y More, S. J. (2013). The influence of cow and management factors on reproductive performance of Irish seasonal calving dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 141(1–2), 34–41. <https://doi.org/10.1016/J.ANIREPROSCI.2013.06.019>
- López, F. J. (2006). Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. *Universidad Del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 4(1), 81–82.

- Marini, P., Chávez, J., y Reyes, F. (2019). *Parámetros Productivos y Reproductivos de vacas Holstein de primera lactancia*. 131–132. <https://www.researchgate.net/publication/332328961>
- Marini, P. R., y Di Masso, R. J. (2019a). Edad al primer parto e indicadores de eficiencia en vacas lecheras con diferente potencialidad productividad en sistemas a pastoreo. *La Granja*, 29(1), 84–96. <https://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.07>
- Mayorga, J. Z. (2012). Medición de la productividad de las fincas productoras de leche del municipio de Ubate Cundinamarca y su impacto en el uso de los recursos de uso común RUC. In Universidad Santo Tomas (Ed.), *XVII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática* (p. 26). Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas.
- Meyer, J. (2017). Milking and Lactation. *Holstein Foundation*, 24. [www.holsteinfoundation.org](http://www.holsteinfoundation.org)
- Miglior, F., Muir, B. L., y Van Doormaal, B. J. (2005). Selection indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 1255–1263. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72792-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72792-2)
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca. (2016). *La política agropecuaria ecuatoriana. Hacia el desarrollo territorial rural sostenible 2015-2025*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2003). *I Informe sobre recursos zoogenéticos Ecuador*.
- Ministerio de desarrollo rural y tierras. (2012). *Compendio Agropecuario. Observatorio Agroambiental y Productivo 2012* (M. Cauthin, M. Durán, y L. Vega, Eds.; MDRyT-VDRA, Vol. 1). Depósito Legal: 4 -1- 189 – 12 P.O. [www.agrobolivia.gob.bo](http://www.agrobolivia.gob.bo)
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2019). *Rectificación y apertura de la vía E29 tramo Las Golondrinas-Saguangal provincia de Imbabura*. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/04/LOTAIP\\_3\\_las-golondrinas.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/04/LOTAIP_3_las-golondrinas.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Guía para el manejo sanitario de ganado bovino en la parroquia de Papallacta* (ecopar, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Proyecto de Adaptación al Impacto

del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Gu%C3%ADa-Sanitaria-Ganado.pdf>

Montossi Fabio, y Soares de Lima Juan Manuel. (2012). Desarrollo de propuestas tecnológicas para el próximo salto productivo-Desde la Cría. In *Programa Nacional de Producción de Carne y Lana*.

Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Animales Lecheros*. Portal Lacteo. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Producción lechera*. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>

Ortiz A., D., Camacho S., J., y Echevarría C., L. (2009). Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 20(2), 196–202. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172009000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172009000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Ortiz, H. (2008). *Evaluación reproductiva y productiva del Hato lechero Holstein Friesian de la Hacienda San Luis durante el periodo 2002-2006* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1504>

Ossa, G., Suárez, M., y Pérez, J. (2007). Factores ambientales y genéticos que influyen la edad al primer parto y el intervalo entre partos en hembras de la raza criolla Romosinuano. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(2), 74–80. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945023010>

Peralta, R. (1983). SERVICIO EN VAQUILLONAS. *Dinámica Rural, Bs.As.*, 179(1), 92–94. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Prado, M. C., y Campos, R. G. (2000). Tasas de concepción y factores relacionados con el cruce de novillas Bos indicus por Bos taurus bajo inseminación artificial. *Universidad Nacional de Colombia, Acta Agronómica*, 50(1), 71.

- Prefectura de Imbabura. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Imbabura*.
- Quinteros, R., y Marini, P. (2017). Evaluación productiva y reproductiva de cuatro genotipos lecheros en pastoreo libre en la amazonía ecuatoriana. *Revista Veterinaria* 28, 9–13. [www.vet.unne.edu.ar](http://www.vet.unne.edu.ar)
- Revelo, L. (2018). *Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de la craza bovina Montbéliarde con Holstein en la hacienda El Prado, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha* [Tesis de pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Rivas, J. H. (2005). Secado de la vaca lechera. In C. González-Stagnaro y E. Soto-Belloso (Eds.), *Manual de Ganadería Doble Propósito* (VIII (1), p. 529). Astro Data, S.A.
- Sánchez, A. (2010). *Parámetros reproductivos de bovinos en las regiones tropicales de México* [Tesis pregrado ]. Universidad Veracruzana.
- Schultz, M., Capellari, A., y Sánchez, S. (2023). Análisis de la edad al primer parto en el desempeño productivo y reproductivo en la primera lactancia de vacas Holstein en un sistema intensivo de Argentina. *Revista Veterinaria*, 34(2), 48–54. <https://doi.org/hftp://dx.doi.org/>
- Severino-Lendechy, V. H., Montiel-Palacios, F., y Pérez-Hernández, P. (2017). Age and weight at puberty in tropical dairy criollo heifers with and without supplementary feeding. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 555. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1195>
- Silva, D., Peña, M. E., y Urdaneta, F. (2010, February). Registros de control e indicadores de resultados en ganadería bovina de doble propósito. *Revista Científica, Vol. XX, Núm 1, XX*, 89–100.
- Sintex. (2005). Manejo reproductivo en bovinos de leche. *Sitio Argentino de Producción Animal, Laboratorio de Especialidades Veterinarias*, , 4.
- Smith, J. F., y Becker, D. A. (2022). *The Reproductive Status of Your Dairy Herd*. [http://aces.nmsu.edu/pubs/\\_d/D-302.pdf](http://aces.nmsu.edu/pubs/_d/D-302.pdf)

- Soto Belloso, E., y Perea Ganchou, F. (2005). Servicio temprano en las vacas posparto. In A. Quintero (Ed.), *Manual de Ganadería Doble Propósito* (p. 58).
- Stahring, R., Chifflet, S., y Díaz, C. (2008). Cartilla descriptiva del grado de condición corporal en vacas de cría. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 4.
- Temesgen, M. Y., Assen, A. A., Gizaw, T. T., Minalu, B. A., y Mersha, A. Y. (2022). Factors affecting calving to conception interval (days open) in dairy cows located at Dessie and Kombolcha towns, Ethiopia. *PLoS ONE*, 17(2 February). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264029>
- Temple, D., Bargo, F., Mainau, E., Ipharraguerre, I., y Manteca, X. (2015, May). Efecto del estrés por calor en la producción de las vacas de leche: Una visión práctica. *Farm Animal Welfare, Educación Center*, N°12, 2.
- The Dairy Calf and Heifer Association Gold Standards. (2019). *Performance and production standards for dairy calves and heifers, from birth to freshening*.
- Tolasa, B. I., y Eyob Onto Andure. (2021). *Age at First Service and Calving, Calving Interval, Open Days, and Number of Services Per Conception of Dairy Cows Under Small Holder in Siltie Zone, Ethiopia*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-408706/v1>
- Tominaga, H., y Soto, A. (2009). Reproducción Animal - Registros reproductivos. In PROGANIC & JICA (Eds.), *Manual para los técnicos locales* (1st ed., Vol. 1, p. 120). Agencia de Cooperación Internacional de Japón - Gobierno de la República de Nicaragua.
- VanRaden, P. M., Sanders, A. H., Tooker, M. E., Miller, R. H., Norman, H. O., Kuhn, M. T., y Wiggans, G. R. (2004). Development of a national genetic evaluation for cow fertility. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2285–2292. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70049-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70049-1)
- Velásquez-Martínez, M., y Hernández-Salgado, J. (2008). EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DE VAQUILLAS HOLSTEIN FRIESIAN IMPORTADAS A LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, VII(1), 91–105. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545066012>

Vidal, V. C. (2009). *CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DEL GANADO CRIOLLO PIZÁN* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].  
<http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/1350>

Zúñiga, N. A. (2013). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE DOS HATOS LECHEROS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].  
<http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/2998>

## ANEXOS

### Anexo A. Formato de encuesta aplicada a los ganaderos del cantón Cotacachi

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b>					
ENCUESTA APLICADA A GANADEROS DEL CANTÓN COTACACHI DEDICADOS A LA PRODUCCIÓN LECHERA					
<b>TEMA INVESTIGACIÓN:</b> EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES REPRODUCTIVOS DE LOS PREDIOS LECHEROS DEL CANTÓN COTACACHI, IMBABURA.					
<b>OBJETIVO:</b> Evaluar los indicadores reproductivos de los predios lecheros con registros presentes en el cantón Cotacachi, Imbabura.					
INFORMACION DEL PREDIO/HACIENDA					
Nombre propietario	Ing. Sebastian Gonzalez		Parroquia	El Sagrario	
Nombre de la finca	PIAVA		Comunidad	PIAVA	
Hectáreas destinadas a la ganadería	70 ha		Sector	San Pedro	
Numero de vacas en producción	70		Fecha de visita	31-10-2022	
Tipo de manejo	Pastoreo	<input checked="" type="checkbox"/>	Semiestabulado	<input type="checkbox"/>	Estabulado
Forma de alimentación	Pasto	<input checked="" type="checkbox"/>	Balanceado	<input type="checkbox"/>	Otros
Reproducción	Monta Natural	<input type="checkbox"/>	Inseminación Artificial	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros
Razas animales	Holstein	<input checked="" type="checkbox"/>	Jersey	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros
					B.S - Ff
Compra animales	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Terberos <input type="radio"/> Vacas <input type="radio"/> Vientres <input checked="" type="radio"/> Toros <input type="radio"/>				
Abortos	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Cantidad/año _____				
Manejo de Registros	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En caso de no manejar registros se dará fin a la encuesta					
OBSERVACIONES:					
Acceso Fotográfico.					

0.311124  
-98.255519

Anexo B. Modelo de registro físico en libretas

Identificación	Fecha	Categoría	Descripción	Estado	Notas
279	30-06	I.N.S	COUK SILVER	P	
388	01-07	I.N.S	COUK SILVER	P	
21	04-07	I.N.S	COUK SILVER	X	
301	13-07	I.N.S		P	
363	19-07	I.N.S	COUK SILVER	X	
323	27-07	I.N.S	COUK SILVER	X	libro
220	30-07	I.N.S	COUK SILVER	X	
336	31-07	I.N.S	COUK SILVER	P	
391	01-08	I.N.S	COUK SILVER	P	
29	11-08	I.N.S	COUK SILVER	X	
21	13-08	I.N.S	COUK SILVER	P	
353	16-08	I.N.S	COUK SILVER	X	
334	18-08	I.N.S	COUK SILVER	P	Aberto
220	20-08	I.N.S	COUK SILVER	X	
356	21-08	I.N.S	COUK SILVER	P	
383	21-08	I.N.S	COUK SILVER	P	
363	21-08	I.N.S	COUK SILVER	X	
69	31-08	I.N.S	COUK SILVER	P	
364	03-09	I.N.S	COUK SILVER	X	ojo
353	04-09	I.N.S	COUK SILVER	P	
363	10-09	I.N.S	COUK SILVER	X	
395	10-09	I.N.S	COUK SILVER	X	
323	15-09	I.N.S	COUK SILVER	PX	
389	25-09	I.N.S	COUK SILVER	P	
390	25-09	I.N.S	COUK SILVER	P	
220	01-10	I.N.S	COUK SILVER	P	
358	18-10	I.N.S	COUK SILVER	X	Aberto
252	18-10	I.N.S	COUK SILVER	X	Aberto
395	21-10	I.N.S	COUK SILVER	P	
345	06-11	I.N.S	COUK SILVER	X	
358	06-11	I.N.S	COUK SILVER	P	
364	13-11	I.N.S	COUK SILVER	P	
394	16-11	I.N.S	COUK SILVER	X	
396	02-12	I.N.S	COUK SILVER	X	
273	04-12	I.N.S	COUK SILVER	X	
53	05-12	I.N.S	COUK SILVER	X	
341	15-12	I.N.S	KASINO	X	
345	18-12	I.N.S	KASINO	P	
344	20-12	I.N.S	KASINO	PX	
321	24-12	I.N.S	KASINO	X	
273	24-12	I.N.S	KASINO	X	
394	26-12	I.N.S	KASINO	P	

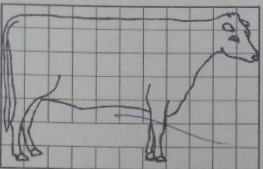


Anexo C. Modelo de registro en cartillas individuales

Registro N°

### HACIENDA PIAVA

Nombre <u>Miranda</u>	Raza <u>Arete 176</u>
Nacimiento <u>23/12/2015</u>	75859
Fierro	Padre <u>11H6440-7H5435-11H404</u>
Viente	<u>11H1435-11H2132</u>
Vaca	Madre <u>Sitona - Pochis - Kelly</u>
Filiación: lado derecho	<u>Mariana - Rosita</u>



Vacunación

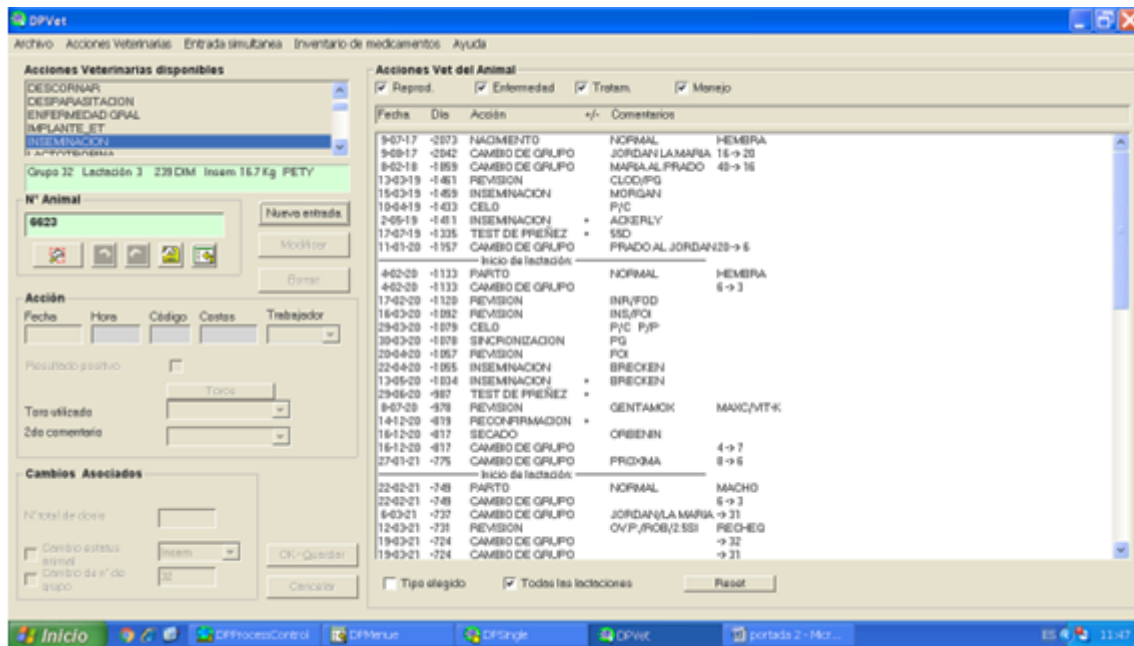
BB-SI 29/06/2016

Rev BB-SI 16/05/2017

AÑO 2017		AÑO 2018		AÑO 2019		AÑO 2020	
E		E		E		E	<u>22. Pe</u>
F		F		F		F	
M		M		M		M	
A		A	<u>1. S</u>	A	<u>1. S</u>	A	
M		M	<u>11. P</u>	M		M	
J		J		J	<u>21. P</u>	J	
J		J		J		J	<u>3. S</u>
A	<u>1. Te. 12. Gorda 'S'</u>	A	<u>1. Bush</u>	A		A	
S		S	<u>15. Tequila</u>	S		S	<u>12. P</u>
O	<u>3. Pe</u>	O		O	<u>22. Te</u>	O	
		N	<u>21. Pe</u>	N	<u>8. Lemonhead, 29. Lemonhead</u>	N	
		D		D	<u>4. Huey</u>	D	<u>21. IWS (4 Huey)</u>

AÑO 2021		AÑO 2022		AÑO 200		AÑO 200	
E		E		E		E	
F		F	<u>15. V. Te. 26. Lemonhead</u>	F		F	
M	<u>16. Pe</u>	M		M		M	
A		A		A		A	
M		M	<u>10. V. Te. 28. Lemonhead</u>	M		M	
J		J		J		J	
J	<u>12. S</u>	J		J		J	
A		A	<u>6. Lemonhead</u>	A		A	
S	<u>21. P. 14. Te</u>	S		S		S	
O	<u>8. Te</u>	O	<u>24. Zuriel</u>	O		O	
N	<u>9. Te</u>	N		N		N	
D	<u>14. Tequila</u>	D		D		D	

## Anexo D. Modelo de registro mediante aplicación de software ganadero



## Anexo E. Visita a Unidades de Producción Lechera (UPL)





**Anexo F. Acceso a información y toma de datos**

