



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS  
BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen EN EL CANTON SALCEDO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico  
Veterinario

**Autor:**

Diaz Frias Kevin Roberto

**Tutor:**

Arcos Alvarez Cristian Neptali

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo 2026**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Diaz Frias Kevin Roberto, con cédula de ciudadanía No. 1754486270, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación **“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen EN EL CANTON SALCEDO”**, siendo el Mvz. Cristian Neptali Arcos Alvarez, Mg. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 09 de febrero del 2026

Diaz Frias Kevin Roberto  
C.C: 1754486270  
**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **DIAZ FRIAS KEVIN ROBERTO**, identificado con cédula de ciudadanía **1754486270** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Impacto de las intervenciones reproductivas en los bovinos del programa UTCgen en el cantón Salcedo”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2025- Marzo 2026

Aprobación en Consejo Directivo:

Tutora: Mvz. Cristian Neptali Arcos Alvarez, Mg.

Tema: “Impacto de las intervenciones reproductivas en los bovinos del programa UTCgen en el cantón Salcedo”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 09 días del mes de febrero del 2026

Kevin Roberto Diaz Frias  
**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen EN EL CANTON SALCEDO”**, de Diaz Frias Kevin Roberto, de la carrera de Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 09 de febrero del 2026

MVZ. Cristian Neptali Arcos Alvarez, Mg.  
C.C: 1803675634  
**DOCENTE TUTOR**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Diaz Frias Kevin Roberto, con el título del Proyecto de Investigación: **“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen EN EL CANTON SALCEDO”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 09 de febrero del 2026

MVZ.Edie Molina Causapaz, Mtr

C.C: 1722547278

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

MVZ.Alison Cristina Simancas Racines,Mg

C.C: 0503001000

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

MVZ.Dina Maricela Veloz Veloz

CC: 1720299302

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza a lo largo de este camino, por iluminar cada decisión y darme la perseverancia necesaria para no rendirme ante las dificultades que se presentaron durante esta etapa académica.*

*Extiendo mi gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi, y de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por brindarme una formación académica integral basada en el conocimiento, la ética y la responsabilidad profesional, en sus aulas no solo adquirí competencias técnicas, sino también valores que han fortalecido mi carácter y compromiso con la sociedad.*

*Asimismo, manifiesto mi reconocimiento y agradecimiento al M.V.Z. Eddie Gabriel Molina Cuasapaz, Mg por su guía constante, orientación metodológica y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación. Su experiencia, dedicación y disposición para compartir sus conocimientos fueron fundamentales para la correcta ejecución y culminación de este trabajo.*

*Finalmente, agradezco a mis amigos y a todas las personas que, de una u otra manera contribuyeron a este logro dándome su apoyo moral, motivación y colaboración en distintos momentos del proceso. Su compañía y respaldo hicieron más llevadero este camino y fortalecieron mi determinación para alcanzar esta meta.*

**Kevin Roberto Díaz Frias**

## **DEDICATORIA**

*Dedico esta tesis en primer lugar, a mi padre, Pablo Díaz, por ser uno de los pilares más importantes en mi vida, por su apoyo incondicional en todo momento, tanto en lo económico y en lo moral, por creer en mí y en mis capacidades. Gracias por estar presente, por cada consejo y además por tenderme la mano en los momentos más complicados. Su ejemplo de sacrificio y trabajo ha sido una inspiración que me motivó a no rendirme y a seguir adelante hasta lograr esta meta.*

*A mi madre, Patricia Frías, por ser la fuente más grande de cariño, comprensión y perseverancia en mi vida, por su compañía en cada etapa de este proceso.*

*A Joselyn, Mónica, Genesis y Aarón que son parte de mi familia, y han estado presentes durante este proceso de distintas maneras, brindándome su apoyo, compañía y cariño.*

*Y a Camila mi novia por su compañía y apoyo durante este proceso académico. Gracias por su comprensión, su paciencia y por brindarme cariño en los momentos en que el camino se volvía difícil. Tus palabras de aliento y sus enojos en mí fueron una motivación importante para cumplir el objetivo.*

*Con todo mi amor, gratitud y respeto, les dedico esto porque sin ustedes nada de esto habría sido posible.*

**Kevin Roberto Díaz Frias**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen EN EL CANTON SALCEDO”.**

**Autor:**  
Diaz Frias Kevin Roberto

**RESUMEN**

La baja eficiencia reproductiva en bovinos lecheros genera un incremento en los costos asociados a días abiertos, tratamientos hormonales y servicios veterinarios, afectando directamente la rentabilidad de los pequeños y medianos productores del cantón Salcedo. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto de las intervenciones reproductivas implementadas por el programa UTCgen en vacas pertenecientes a diferentes sectores del cantón, mediante la valoración de indicadores reproductivos y factores asociados al manejo. Se realizaron evaluaciones físicas y ginecológicas, así como el análisis de registros productivos y reproductivos en 19 hembras bovinas en distintas etapas fisiológicas. Se consideraron variables como edad, condición corporal, días abiertos, tipo de tratamiento aplicado y momento de la inseminación artificial. Se analizaron las principales limitantes relacionadas con nutrición, suplementación mineral, detección de celo y manejo sanitario, que influyen directamente en la tasa de concepción. Los resultados evidenciaron que las vacas con condición corporal adecuada (3 en escala 1–5) y edades intermedias presentaron mayor probabilidad de gestación. Se identificó que los días abiertos superan en varios casos los parámetros óptimos, representando pérdidas económicas significativas por animal. Se determinó que factores ambientales y de manejo, incluyendo nutrición deficiente, estrés y fallas en la detección de celo, influyen de manera directa en la eficiencia reproductiva del hato.

**Palabras clave:** eficiencia reproductiva, inseminación artificial, condición corporal, días abiertos, suplementación mineral.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**THEME:** “IMPACT OF REPRODUCTIVE INTERVENTIONS IN CATTLE IN THE UTCgen PROGRAM IN THE SALCEDO DISTRICT.”

**Author:**  
Diaz Frias Kevin Roberto

**ABSTRACT**

Low reproductive efficiency in dairy cattle leads to increased costs associated with open days, hormonal treatments, and veterinary services, directly affecting the profitability of small and medium-sized producers in the Salcedo canton. The objective of this research was to evaluate the impact of reproductive interventions implemented by the UTCgen program in cows belonging to different sectors of the canton, by assessing reproductive indicators and factors associated with management. Physical and gynecological evaluations were performed, as well as analysis of production and reproductive records in 19 female cattle at different physiological stages. Variables such as age, body condition, open days, type of treatment applied, and timing of artificial insemination were considered. In addition, the main limitations related to nutrition, mineral supplementation, heat detection, and health management, which directly influence the conception rate, were analyzed. The results showed that cows with adequate body condition (3 on a scale of 1–5) and intermediate ages were more likely to become pregnant. Animals that received hormonal treatments and mineral supplementation showed better reproductive results compared to those without intervention. It was identified that open days exceed optimal parameters in several cases, representing significant economic losses per animal. Regarding the timing of insemination, a greater predisposition to pregnancy was observed when service was performed within the physiologically appropriate interval after heat detection. It was determined that environmental and management factors, including poor nutrition, stress, and failures in heat detection, directly influence the reproductive efficiency of the herd.

**KEYWORDS:** reproductive efficiency, artificial insemination, body condition, open days, mineral supplementation.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
1 INFORMACION GENERAL .....	1
1 JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....	2
2 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	2
3.1 Directos:.....	2
3.2 Indirectos: .....	2
3 EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
3.1.1 OBJETIVOS.....	3
3.1.2 General.....	3
3.1.3 Específicos.....	3
4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	4
4.1 Antecedentes .....	4
4.2 Fundamentos de la reproducción bovina .....	4
4.2.1 Fisiología reproductiva .....	4
4.3 Alteraciones reproductivas.....	4
4.4 Anestro.....	4
4.4.1 Anestro fisiológico .....	5
4.5 Quistes ováricos .....	5

4.6	Madurez sexual .....	5
4.7	Estro silencioso .....	6
4.8	Primer servicio .....	6
4.9	Desarrollo corporal .....	6
4.10	Nutrición temprana.....	6
4.11	Pubertad tardía.....	7
4.12	Desarrollo folicular .....	7
4.13	Fertilidad .....	7
4.14	Indicadores reproductivos .....	8
4.14.1	Tasas de concepción (TC) .....	8
4.14.2	Numero de servicios por concepción (SPC).....	8
4.14.3	Días abiertos (DO).....	8
4.15	Factores propios del animal (factor animal).....	8
4.15.1	Edad de la vaca .....	8
4.15.2	Número de partos .....	9
4.15.3	Condición corporal (CC) .....	9
4.15.4	Relación entre condición corporal y ciclicidad ovárica.....	9
4.16	Nutrición.....	10
4.17	Balance energético .....	10
4.18	Relación entre nutrición, condición corporal y anestro.....	10
4.19	Ambiente y manejo .....	11
4.19.1	Factores externos .....	11
4.19.2	Estrés térmico y reproducción .....	11
4.19.3	Manejo del hato .....	11
4.20	El Celo.....	12
4.20.1	Fisiología del celo.....	12
4.20.2	Detección del celo .....	12

4.20.3	Errores en la detección de celo .....	12
4.21	Inseminación artificial en bovinos (IA) .....	12
4.21.1	Aspectos técnicos de la IA.....	13
4.21.2	Momento de la inseminación.....	13
4.21.3	Factores que afectan una inseminación artificial.....	13
4.21.4	Sanidad reproductiva .....	14
5	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS .....	14
5.1	Hipótesis Nula (H0) .....	14
5.2	Hipótesis Alternativa(H1).....	14
6	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	14
6.1	UBICACIÓN .....	14
6.2	Duración de proyecto.....	15
6.3	Población de estudio .....	15
6.4	Tipo de estudio.....	16
6.5	Técnica de investigación.....	16
7	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	16
7.1	Estrategias para mejorar las intervenciones reproductivas .....	22
7.1.1	Estrategias nutricionales .....	22
7.1.2	Mejoras en la detección de celo.....	22
7.1.3	Manejo del ambiente y bienestar .....	22
7.1.4	Programas sanitarios.....	22
8	IMPACTOS (TÉCNICO, SOCIAL Y ECONÓMICO) .....	22
8.1	Impacto técnico.....	22
8.2	Impacto social .....	23
8.3	Impacto económico.....	23
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	23
9.1	Conclusiones .....	23

9.2	Recomendaciones .....	23
10	Bibliografía.....	25

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1	Distribución de vacas por sector.....	15
Tabla 2	Vacas gestantes de acuerdo con su edad .....	17
Tabla 3	Tipos de tratamientos aplicados .....	18
Tabla 4	Conteo general de días abiertos .....	19
Tabla 5	Condición corporal relacionada a preñez .....	20
Tabla 6	Tiempo de espera para la IA.....	21

## **1 INFORMACION GENERAL**

**Tema:** Impacto de las intervenciones reproductivas en los bovinos del programa UTCgen en el Cantón Salcedo

**Fecha de inicio:** agosto 2025

**Fecha de finalización:** marzo 2026

**Lugar de ejecución:** Mulliquindil de Santa Ana-Salcedo-Cotopaxi

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

**Carrera que auspicia:** Medicina Veterinaria

**Proyecto de investigación vinculado:** Implementación del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos de la provincia de Cotopaxi.

### **Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** Cristian Neptali Arcos

**Estudiante:** Diaz Frias Kevin Roberto

### **Área de Conocimiento:**

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

### **Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad.

### **Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos Zoogenéticos.

## **2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

La eficiencia reproductiva representa un factor determinante en la sostenibilidad económica de los sistemas de producción lechera en la provincia de Cotopaxi, donde la actividad ganadera constituye la principal fuente de ingresos para un alto porcentaje de pequeños y medianos productores. En esta región se evidencian deficiencias en los parámetros reproductivos del hato, las cuales repercuten de forma directa en la productividad y en los márgenes de rentabilidad. Datos obtenidos a través del programa UTCgen desarrollado en los cantones Latacunga y Salcedo, indican que las vacas que presentan alteraciones reproductivas generan pérdidas económicas estimadas en USD 4,34 por cada día abierto. Este incremento en los días abiertos se traduce en mayores costos y en una disminución de la eficiencia del sistema productivo de ganaderos (1).

Los indicadores reproductivos actuales muestran resultados inferiores a los parámetros considerados óptimos para sistemas lecheros eficientes, registrándose tasas de concepción entre 45 % y 55 %, intervalos entre partos superiores a los 14 meses y una incidencia de enfermedades reproductivas que afecta aproximadamente entre el 20 % y 25 % del hato. Estas cifras se encuentran por debajo de los valores recomendados, los cuales establecen tasas de concepción superiores al 65 % e intervalos entre partos cercanos a los 12 meses necesarios para garantizar la eficiencia reproductiva y la estabilidad productiva del sistema (2).

Teniendo una perspectiva económica una mejora en el desempeño reproductivo se reflejaría en un incremento directo en la producción de leche y en el número de crías por vaca/año, lo cual representa ingresos extra de USD 1,5–2 por animal/día. Además, la reducción de tratamientos asociados a patologías reproductivas contribuye a disminuir los costos anuales entre 20 % y 30 %, generando mayor estabilidad financiera para los productores (3).

## **3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **3.1 Directos:**

- Productores ganaderos vinculados al proyecto de mejoramiento genético UTCgen del Cantón Salcedo.

### **3.2 Indirectos:**

- Investigadores y estudiantes principales del proyecto UTCgen.
- Ganaderos productores de leche del Cantón Salcedo.

## **4 EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

El tema reproductivo constituye un eje para la sostenibilidad y la rentabilidad de los sistemas productivos ya que de su adecuada gestión dependen la continuidad generacional del hato y la estabilidad económica de la unidad pecuaria. de producción bovina para ello tenemos indicadores reproductivos esenciales, como la tasa de concepción el intervalo entre partos y días abiertos, así como la incidencia de enfermedades reproductivas que al presentar variaciones significativas disminuyen la eficiencia de los programas de inseminación artificial y del manejo reproductivo en general (4).

Otros datos muestran que problemas como detección ineficiente de celo, condición corporal inadecuada, anestro prolongado y falta de administración sales minerales para un equilibrio adecuado de macro y microminerales (Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Zn, Se, Mn, Co, I), dando una suplementación es deficiente que se refleja negativamente en la eficiencia reproductiva (5).

La efectividad reproductiva sigue limitada por una combinación de factores fisiológicos, de manejo sanitarios. Estas limitaciones tienen consecuencias económicas para pequeños y medianos productores. Estudios locales registrados en los proyectos revisados estiman pérdidas por días abiertos y muestran que los costos veterinarios y de manejo representan una proporción importante de los gastos totales de producción, lo que reduce la rentabilidad del productor y la viabilidad del programa de mejoramiento genético sostenible (6).

### **4.1.1 OBJETIVOS**

#### **4.1.2 General**

Evaluar el impacto de las intervenciones reproductivas implementadas por el programa UTCgen en los indicadores reproductivos y la rentabilidad de los sistemas de producción bovina en el Cantón Salcedo.

#### **4.1.3 Específicos**

- Analizar los indicadores reproductivos en los bovinos sometidos a las intervenciones del programa UTCgen.
- Proponer estrategias de mejora para optimizar la efectividad de las intervenciones reproductivas en el marco del programa UTCgen.

## **5 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **5.1 Antecedentes**

Las intervenciones reproductivas a nivel global son fundamentales en el tema de reproducción bovina, una de las eficiencias se la mide por la capacidad de una vaca para producir una cría al año para lo cual en el sistema de producción lechero en pastoreo se ve limitado por un balance energético negativo (6).

### **5.2 Fundamentos de la reproducción bovina**

#### **5.2.1 Fisiología reproductiva**

La fisiología reproductiva en los bovinos se sustenta en la relación que tienen varios mecanismos estructurales, hormonales y funcionales que regulan el desarrollo del ciclo estral, la liberación del ovocito, la unión de los gametos y la posterior implantación embrionaria. El sistema reproductor de la hembra está integrado por los ovarios, las trompas uterinas, el útero, el cuello uterino, la vagina y la vulva, órganos cuya actividad depende de la regulación endocrina ejercida por el eje (hipotálamo, hipófisis, ovárico). En los sistemas de producción lechera de la región Sierra del Ecuador, caracterizados por el uso predominante de razas especializadas como Holstein y sus cruzamientos con animales mejor adaptados al medio, la dinámica reproductiva puede verse alterada por factores ambientales propios de la zona, tales como la elevada altitud mayor a 3000msnm, las variaciones térmicas diurnas y nocturnas acompañada de variación en la oferta de forraje disponible, los cuales influyen directamente sobre la manifestación del estro y el desempeño reproductivo (7).

### **5.3 Alteraciones reproductivas**

Las alteraciones asociadas a fallas reproductivas corresponden a fallos en la producción, regulación o respuesta de las hormonas involucradas en la reproducción de los bovinos. Estas disfunciones afectan directamente el funcionamiento normal del eje (hipotálamo, hipófisis, ovario) provocando irregularidades en el ciclo estral, alteraciones en la dinámica folicular, fallas en la ovulación y deficiencias en la función del cuerpo lúteo, lo que compromete el establecimiento y la permanencia de la gestación. Las alteraciones clínicas más comunes se incluyen el anestro, ciclos estrales irregulares, ovulaciones incompletas y la presencia de estructuras ováricas anormales (8).

### **5.4 Anestro**

El anestro en la hembra bovina nos indica un estado fisiológico o patológico en el cual no se evidencia actividad reproductiva normal con ciclicidad las características son ausencia de celo

y de ovulación. Esta se da particularmente por una liberación insuficiente y poco frecuente de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) a nivel hipotalámico. Esta deficiencia repercute directamente sobre la secreción de hormona luteinizante (LH) por la hipófisis anterior impidiendo que los folículos ováricos alcancen el desarrollo y la maduración necesarios para desencadenar la ovulación (9).

#### **5.4.1 Anestro fisiológico**

Se define como una fase temporal de inactividad ovárica que se presenta con mayor frecuencia durante el posparto temprano esta falta de ciclicidad no es un trastorno como tal sino como una respuesta del organismo dedicada a permitir la correcta involución del útero y la adaptación metabólica asociada al inicio de la lactancia. Bajo condiciones adecuadas de salud, nutrición y manejo aproximadamente el 60 y 70 % de las vacas restablecen su actividad ovárica antes de los 60 días posparto sin requerir tratamientos (10).

#### **5.5 Quistes ováricos**

El síndrome de quistes ováricos se define cuando encontramos folículos ováricos persistentes con un tamaño anormal generalmente mayores a 2,5cm de diámetro su característica negativa no ovula y permanecen funcionales durante períodos prolongados. Estos quistes pueden clasificarse en foliculares causados por bajos niveles de progesterona y luteales caracterizados por una luteinización parcial y concentraciones elevadas de progesterona. Su aparición se relaciona con alteraciones en el pico preovulatorio de LH, desequilibrios en la relación LH/FSH y factores metabólicos adversos, lo que provoca irregularidades estrales, aumento de días abiertos y pérdidas económicas (11).

#### **5.6 Madurez sexual**

También denominada pubertad en las vacas jóvenes corresponde a la etapa en la que el aparato reproductor adquiere funcionalidad evidenciada por el comienzo de ciclos estrales periódicos acompañados de ovulaciones fértiles y la posibilidad de establecer una gestación. Este proceso es el resultado de una progresiva activación del eje neuroendocrino hipotálamo–hipófisis–ovario, caracterizada por el incremento en la recurrencia y mayor presentación de los pulsos de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), lo que estimula la secreción de hormona foliculoestimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH). Estas gonadotropinas permiten el desarrollo folicular ovárico, la síntesis de estrógenos y la manifestación tanto del comportamiento estral como del evento ovulatorio funcional.

La correcta determinación del momento de la pubertad tiene un impacto directo sobre la eficiencia de los sistemas lecheros, ya que condiciona la edad al primer servicio y, en

consecuencia, la edad al primer parto. En condiciones de manejo adecuadas, se recomienda que las vaquillas sean inseminadas por primera vez entre los 14 y 16 meses de edad, con el objetivo de alcanzar un primer parto entre los 24 a 27 meses de edad. Este logro está estrechamente vinculado al desarrollo corporal, siendo fundamental que el hembra alcance aproximadamente entre el 55% y el 60 % de su peso adulto antes del inicio de la actividad reproductiva (12).

### **5.7 Estro silencioso**

El estro silencioso en vacas lecheras se presenta cuando el animal mantiene ciclos ováricos funcionales y ovula con normalidad sin embargo no manifiesta signos visibles de celo. Esta situación es común en animales de alta producción, especialmente durante el posparto, etapa en la que el balance energético negativo, el estrés térmico y posibles deficiencias nutricionales afectan la expresión del comportamiento estral (13).

### **5.8 Primer servicio**

La edad al primer servicio es un parámetro clave para evaluar la eficiencia productiva y reproductiva de los bovinos de producción ayudando a reflejar el grado de desarrollo fisiológico alcanzado antes del inicio de la vida reproductiva. Un primer servicio oportuno permite reducir la edad al primer parto, optimizar la vida productiva del animal y mejorar la rentabilidad del sistema ganadero. Cuando este se retrasa suele evidenciar deficiencias en el manejo nutricional, crecimiento insuficiente o fallas en la detección del estro lo que incrementa los costos de recría y reduce la eficiencia global del hato (14).

### **5.9 Desarrollo corporal**

El inicio de la actividad reproductiva en los bovinos no depende exclusivamente de la edad cronológica este se puede atribuir al desarrollo corporal y del logro de un peso óptimo que permita la activación ovárica. La pubertad ocurre cuando la hembra alcanza aproximadamente entre el 55 y 65 % de su peso adulto lo que garantiza reservas corporales suficientes para la fertilidad inicial, mientras que un crecimiento equilibrado mejora la expresión temprana y normal de la función reproductiva (15).

### **5.10 Nutrición temprana**

La nutrición durante las etapas tempranas de crecimiento tiene un efecto positivo sobre la edad de presencia de la pubertad en las novillas con planes nutricionales adecuados favorecen un desarrollo acelerado y una activación más temprana del eje endocrino reproductivo, influye sobre la secreción de hormonas metabólicas como insulina e IGF-1 las cuales actúan como

señales periféricas que estimulan la liberación de GnRH y la posterior aparición de ciclos ováricos funcionales (16).

### **5.11 Pubertad tardía**

La pubertad tardía en vaquillas genera impactos negativos tanto a nivel reproductivo como económico. El retraso en la edad al primer servicio y al primer parto incrementa los costos de mantenimiento sin retorno productivo, reduce la vida útil del animal. Dentro de las que alcanzan la pubertad de forma tardía suelen presentar menores tasas de concepción inicial y mayor susceptibilidad a fallas reproductivas tempranas (17).

El ciclo estral de la vaca corresponde a una secuencia repetitiva de cambios fisiológicos que permiten la preparación del sistema reproductivo para la liberación del ovocito y la eventualmente la gestación (19).

Estas fases pueden agruparse en dos periodos principales: la fase folicular, asociada al desarrollo de los folículos ováricos y la actividad estrogénica, y la fase lútea caracterizada por la formación y actividad del cuerpo lúteo, con una elevada producción de progesterona. En los sistemas lecheros de la región Sierra del Ecuador se ha mostrado que la regularidad del ciclo estral y la manifestación visible del celo pueden verse comprometidas por factores como el balance energético negativo, deficiencias en la dieta y condiciones de estrés mediadas por el ambiente y del manejo (18).

### **5.12 Desarrollo folicular**

El desarrollo folicular en la vaca está controlado por la interacción de las gonadotropinas hipofisarias, la hormona foliculoestimulante (FSH) que interviene en el reclutamiento y crecimiento de los folículos ováricos, mientras que la hormona luteinizante (LH) es necesaria en la selección del folículo dominante siguiendo su maduración final y la ovulación. Durante la fase lútea, las concentraciones elevadas de progesterona inhiben la liberación de LH, evitando la ovulación de los folículos de ondas intermedias, si no se presenta una gestación, la liberación de prostaglandina  $PGF2\alpha$  induce la regresión del cuerpo lúteo, disminuye la progesterona y restablece los pulsos de LH, lo que permite la ovulación del folículo dominante de la última onda folicular (19).

### **5.13 Fertilidad**

La fertilidad en bovinos puede entenderse como la capacidad del sistema productivo para lograr gestaciones viables dentro de plazos que aseguren continuidad reproductiva, estabilidad biológica del hato y rentabilidad económica. Esta capacidad no se evalúa de forma aislada, sino

mediante un conjunto de indicadores reproductivos medibles que permiten analizar el desempeño reproductivo. Desde un enfoque técnico si valores sostenidos están por encima del 55–60 % son característicos de hatos con adecuada nutrición, sanidad y manejo reproductivo (7).

## **5.14 Indicadores reproductivos**

### **5.14.1 Tasas de concepción (TC)**

En vacas adultas y en vacas primerizas, la fertilidad constituye uno de los principales indicadores de eficiencia reproductiva dentro de los sistemas de producción bovina. Esta variable suele analizarse a partir de la tasa de concepción lograda con una sola inseminación artificial realizada en un periodo establecido. Para un correcto calculo se determina comparando el número de vacas que quedan gestantes con el total de animales que fueron inseminados en ese mismo tiempo. Para que los resultados tengan mayor claridad y coherencia biológica, el análisis generalmente se organiza en intervalos de 21 días en este lapso coincide aproximadamente con la duración normal del ciclo estral en la vaca permitiendo evaluar el desempeño reproductivo de manera más precisa y acorde a la fisiología del animal. (20).

### **5.14.2 Numero de servicios por concepción (SPC)**

Indica cuántos servicios reproductivos se requieren en promedio para lograr la preñez de una vaca. El objetivo técnico ideal es un  $SPC \leq 2$ . Valores entre 2,2 y 2,8 reflejan desafíos en detección de celo o calidad de semen, y  $SPC \geq 3$  se considera indicativo de problemas de fertilidad que requieren una intervención reproductiva (21).

### **5.14.3 Días abiertos (DO)**

Corresponde al número de días transcurridos desde el parto hasta la concepción siguiente. Valores promedio aceptables en sistemas lecheros varían entre 80 y 120 días. Datos de hatos lecheros con manejo convencional se han reportado promedios de 150–210 días y en algunos casos con fallas de manejo sanitario y detección de celo, los DO pueden extenderse hasta los 250–300 días, lo que representa un alza en costos productivos (22).

## **5.15 Factores propios del animal (factor animal)**

### **5.15.1 Edad de la vaca**

La edad del animal constituye un factor importante en el comportamiento reproductivo de los bovinos ya que este rendimiento reproductivo varía a lo largo de su vida productiva y reproductiva. En sistemas lecheros las hembras en su primer parto suelen registrar porcentajes de preñez inferiores en comparación a vacas de segundo o tercer parto. Esto atribuye al elevado

requerimiento energético necesario para crecimiento corporal, inicio de la lactancia y restablecimiento de la función reproductiva. Por el contrario, las vacas que se encuentran en etapas productivas entre los 4 a 6 años, alcanzan los niveles más favorables de fertilidad, con tasas de concepción que con frecuencia superan el 50 y 55 %. A medida que su vida avanza llegando a tener animales mayores de siete años, se observa una reducción gradual de la eficiencia reproductiva, asociada al desgaste fisiológico y a una mayor incidencia de trastornos reproductivos (23).

### **5.15.2 Número de partos**

El historial reproductivo de un bovino es expresado a través del número de partos este influye de manera significativa en su desempeño reproductivo dentro de los sistemas lecheros de pequeños en Ecuador, ya que refleja el grado de adaptación fisiológica y productiva del animal. Las vacas en su primer parto requieren, en promedio, entre 2,4 y 3,0 servicios para lograr la concepción, mientras que las vacas con dos a cuatro partos muestran una mayor eficiencia reproductiva, con rangos que oscilan entre 1,8 y 2,2 servicios esta variación se explica principalmente por una mejor regulación metabólica y un funcionamiento hormonal más equilibrado en animales con mayor ciclo de vida reproductiva (21).

### **5.15.3 Condición corporal (CC)**

La condición corporal es una herramienta que nos permite estimar las reservas energéticas del animal y se expresa normalmente en una escala de 1 a 5 puntos. Los sistemas de producción lechera, los valores más buscados para el desempeño reproductivo al momento del parto se ubican aproximadamente entre 2.75 y 3.5. Una vaca que presenta puntuaciones inferiores a 2.5, se ha relaciona con una disminución relevante de la eficiencia reproductiva reduciendo su tasa de concepción. Por el contrario, un animal con una CC excesiva mayor a 4.0, son propensas a presentar una mayor frecuencia de desórdenes metabólicos, lo que repercute negativamente en su desempeño reproductivo. Diversas investigaciones señalan que una condición corporal inadecuada vinculada al déficit como por exceso se asocia con un incremento de días abiertos, estimado en 30 a 50 días adicionales (24).

### **5.15.4 Relación entre condición corporal y ciclicidad ovárica**

El estado de las reservas corporales del animal guarda una asociación estrecha con la reactivación de la actividad ovárica después del parto. Se ha documentado que vacas que experimentan pérdidas marcadas de condición corporal, superiores a medio punto y hasta un punto durante las primeras semanas del posparto, tienden a presentar una ciclicidad más tardía de la ovulación, con demoras que pueden variar entre 15 y 30 días, además de una mayor

frecuencia de anestro posparto. Esta alteración en la dinámica ovárica se traduce en un aumento significativo del intervalo que hay entre el parto y concepción, que puede extenderse entre 40 y 60 días adicionales en comparación con animales que conservan una condición corporal más estable (25).

### **5.16 Nutrición**

La nutrición es una parte importante para la producción lechera y reproducción ganadera depende en gran medida de un manejo nutricional adecuado, considerando un balance entre energía, proteína, fibra, minerales, vitaminas y agua. La energía es determinante para mantener una condición corporal adecuada para no entrar en un balance energético negativo lo que moviliza reservar corporales para obtener energía teniendo un efecto negativo sobre la salud y la reproducción perdiendo entre un 30 a 40 % de su CC asociada a que el animal tenga una menor ciclicidad ovárica, mayor probabilidad de presentar enfermedades metabólicas reduciendo la tasa de preñez. En cuanto a la proteína se suministrar de manera eficiente en calidad como en cantidad ya que su exceso o falta de este compromete a la fertilidad del hato, cuando existe un exceso sumado a un desbalance entre proteína y energía este favorece a la acumulación de urea y altera en ambiente uterino. Así teniendo en cuenta los minerales y las vitaminas son esenciales ya que cumplen funciones clave como componentes estructurales y reguladores metabólicos los microminerales más importantes son Zn, Se, Cu, Co y Mn su deficiencia puede provocar fallas reproductivas como un anestro prolongado, aborto o muerte embrionaria (26).

### **5.17 Balance energético**

De acuerdo con los requerimientos nutricionales necesarios para el ganado lechero va desde la recuperación metabólica postparto, la transición rápida del balance energético negativo hacia un balance positivo es un requisito necesario para la recuperación metabólica y el reinicio correcto de la función reproductiva. Este cambio debería producirse entre la sexta y octava semana posterior al parto para normalización de los procesos hormonales vinculados con la ovulación. Las vacas que permanecen durante un periodo prolongado en un estado de balance negativo presentan mayor probabilidad de retraso en la ovulación, alteraciones en el desarrollo folicular y disminución en la tasa de concepción (27).

### **5.18 Relación entre nutrición, condición corporal y anestro**

La alimentación del animal y el estado de sus reservas corporales están directamente relacionados con la presencia de anestro después del parto. Una nutrición deficiente tanto antes

como después del parto, favorece la pérdida de condición corporal y genera alteraciones metabólicas que interfieren con la liberación normal de hormonas reproductivas, retrasando el reinicio de la actividad ovárica. La condición corporal al momento del parto muestra una clara asociación con la duración del anestro posparto, ya que una mayor movilización de reservas energéticas suele acompañarse de periodos más prolongados sin ciclicidad y de una menor probabilidad de concepción (28).

## **5.19 Ambiente y manejo**

### **5.19.1 Factores externos**

El ambiente y las prácticas de manejo influyen de forma decisiva en la eficiencia reproductiva bovina, ya que afectan el comportamiento animal a su vez la regulación hormonal y la expresión del celo. Condiciones desfavorables o un manejo deficiente pueden provocar reducciones del 20 al 30 % en la tasa de concepción, principalmente debido al aumento del estrés, la disminución del bienestar animal y la alteración de las conductas reproductivas normales (29).

### **5.19.2 Estrés térmico y reproducción**

El estrés térmico constituye uno de los factores ambientales con mayor repercusión sobre el desempeño reproductivo del ganado bovino, se presenta cuando la combinación de temperatura y humedad ambiental supera los niveles de confort del animal. Bajo estas circunstancias, las vacas reducen su consumo de alimento y se producen alteraciones en la actividad hormonal, en particular en la liberación de LH, lo que afecta la calidad de los ovocitos. En presencia de estrés térmico, la tasa de concepción puede reducirse entre un 20% a un 50 %, mientras que las pérdidas embrionarias tempranas pueden incrementarse hasta en un 30 %, sobre todo cuando el estrés coincide con el momento del servicio o con las primeras etapas de la gestación (30).

### **5.19.3 Manejo del hato**

Las prácticas de manejo intervienen directamente en procesos como la identificación oportuna del celo, la atención del periodo posparto, el control sanitario, el registro sistemático de la información reproductiva y la correcta ejecución de la inseminación artificial. Su realización inadecuada o irregular se ha observado un aumento de los días abiertos que puede oscilar entre 40 y 80 días, así como un incremento del número de servicios por concepción. Cambiando la eficiencia del control se logra incrementar la tasa de concepción que pueden situarse entre el 10 y el 25 %, lo que confirma la relación directa entre el manejo del hato y el éxito reproductivo (31).

## **5.20 El Celo**

### **5.20.1 Fisiología del celo**

El celo o estro en los bovinos corresponde a una fase fisiológica en la que se producen modificaciones hormonales y de comportamiento que preparan al animal para la ovulación. En vacas lecheras, este proceso culmina con la liberación del ovocito generalmente entre 24 y 32 horas después del inicio del celo. La capacidad del óvulo para ser fecundado se mantiene durante un periodo corto estimado entre 6 y 12 horas posteriores a la ovulación, mientras que los espermatozoides pueden conservar su viabilidad en el tracto reproductivo por aproximadamente 24 a 30 horas (32).

### **5.20.2 Detección del celo**

Una alta tasa de detección de celo favorece una mayor tasa de preñez tras la inseminación artificial. Teniendo una tasa de detección de celo del 95 % y una tasa de concepción del 70 %, se alcanza una tasa de preñez de 67 %, por el contrario, si bajamos a una detección del 55 %, la tasa de preñez cae a un 39 %, manteniendo la misma tasa de concepción. Esto pone de evidencia que mejoras en la detección de celo pueden incrementar la preñez de forma significativa sin modificar otros aspectos reproductivos (33).

### **5.20.3 Errores en la detección de celo**

La falta de detección adecuada de celo es uno de los principales errores en manejo reproductivo: Observación visual insuficiente (registrar dos veces al día en lugar de monitoreo continuo reduce la detección de estros del 95 % a ~56 %). Confundir signos secundarios con estro verdadero y no reconocer celos silenciosos. Cuando el número de animales ciclando es bajo, las oportunidades de que otros animales ayuden a identificar signos de celo (montas, comportamiento social) disminuyen (34).

## **5.21 Inseminación artificial en bovinos (IA)**

En bovinos es una biotecnología reproductiva que permite introducir semen en el aparato reproductor de la hembra en el momento más adecuado del ciclo estral, dejando de lado de la monta natural. Esta técnica posibilita un mayor control del proceso reproductivo, optimizando el uso del material genético y mejorando la eficiencia de los programas de reproducción. La IA constituye una de las herramientas más efectivas para acelerar el progreso genético, ya que facilita el acceso a semen de toros evaluados con alto mérito productivo y reproductivo, incluso en sistemas de pequeña y mediana escala. La IA se ha consolidado como una estrategia clave para el desarrollo del sector lechero, debido a su desarrollo al mejoramiento genético del hato, la disminución de enfermedades de transmisión reproductiva y el uso más eficiente de los

recursos productivos. La adopción de esta tecnología ha crecido de manera sostenida en los sistemas lecheros de la región Sierra, alcanzando aproximadamente entre el 35 y el 50 % de los hatos. Este avance se ha traducido en incrementos estimados del 10 al 20 % en la producción de leche por generación, especialmente cuando se emplea semen de toros probados, lo que resalta el impacto positivo de la IA sobre la productividad y la sostenibilidad de la ganadería lechera (35).

#### **5.21.1 Aspectos técnicos de la IA**

La eficacia de la IA depende de varios pasos técnicos críticos: selección y manejo del semen, transporte y almacenamiento en nitrógeno líquido, descongelación precisa ( 35–37 °C por 30–45seg para la mayoría de los protocolos), manejo estéril del aplicador e inseminación intrauterina correcta. Errores en descongelación o tiempo de exposición al ambiente pueden reducir la motilidad espermática efectiva y disminuir la tasa de concepción entre 10–25 %. La capacitación del inseminador se asocia con aumentos de 8 a 15 puntos porcentuales en P/AI (pregnancy per AI) en programas comparativos(36).

#### **5.21.2 Momento de la inseminación**

El éxito de la IA en bovinos depende del momento en que se realiza el servicio en relación con el comienzo del estro. Es adecuado efectuar la inseminación entre 12 y 18 horas posteriores a la presencia del celo siguiendo la regla práctica conocida como (AM, PM) la cual establece que las vacas detectadas en celo durante la mañana deben inseminarse en horas de la tarde, mientras que aquellas vacas en celo por la tarde se inseminan al día siguiente en la mañana.

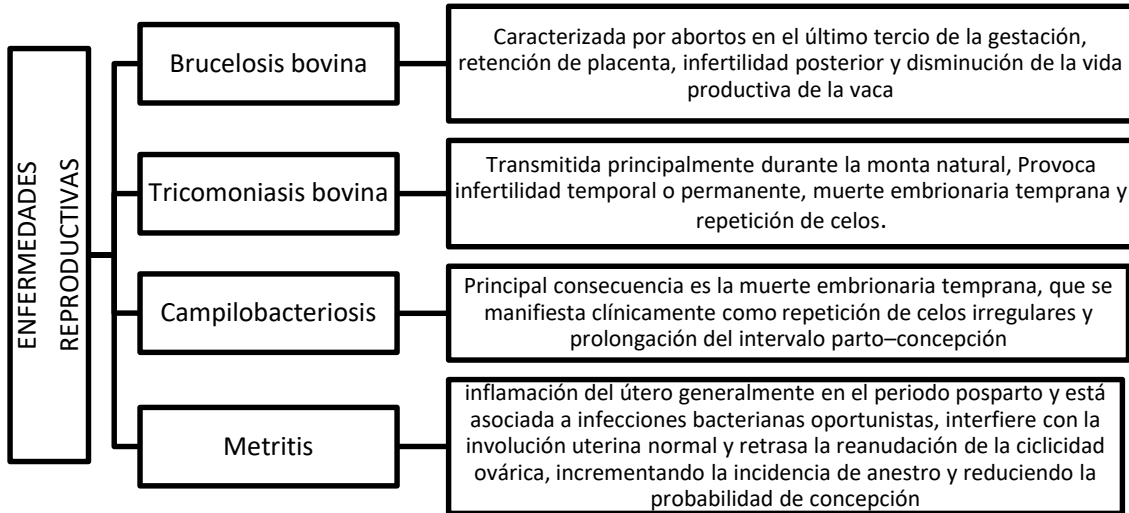
Una inseminación realizada de forma prematura favorece el envejecimiento espermático previo a la ovulación, mientras que una inseminación tardía reduce la probabilidad de fecundación debido a la pérdida de viabilidad del ovocito(37).

#### **5.21.3 Factores que afectan una inseminación artificial**

- Biológicos: paridad, edad, estado corporal, presencia de anestro, salud uterina (endometritis/metritis aumentan SPC y reducen P/AI)
- Ambientales: estrés térmico el THI alto puede reducir P/AI entre 20–50 % en verano.
- Técnicos: manejo de semen y conocimiento del inseminador (errores técnicos reducen P/AI 10–25 %).
- Operativos: detección de celo y sincronización.

### 5.21.4 Sanidad reproductiva

*Ilustración 1 Enfermedades que afectan la reproducción en bovinos*



## 6 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

### 6.1 Hipótesis Nula (H0)

Las intervenciones reproductivas implementadas por el programa UTCgen no generan diferencias estadísticamente significativas en los indicadores reproductivos de los sistemas de producción bovina ni en la rentabilidad económica de las unidades productivas del cantón Salcedo.

### 6.2 Hipótesis Alternativa(H1)

Las intervenciones reproductivas implementadas por el programa UTCgen generan diferencias estadísticamente significativas en los indicadores reproductivos de los sistemas de producción bovina ni en la rentabilidad económica de las unidades productivas del cantón Salcedo.

## 7 METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 7.1 UBICACIÓN

La investigación se desarrolló en la provincia de Cotopaxi, cantón Salcedo ubicado en la región andina del Ecuador, geográficamente este se ubicada entre la latitud -1.043602 y la longitud -78.590737, con una extensión territorial de 484.4 km<sup>2</sup> (38).

### *Ilustración 2* Área de Salcedo



#### **7.2 Duración de proyecto**

La ejecución del proyecto tuvo una duración total de 5 meses, iniciando el 6 de marzo del 2025, periodo en el cual se llevó a cabo la planificación y la aplicación de las intervenciones previstas en el proyecto de UTCgen. Se concluyó con la recolección de datos el 1 de agosto de 2025, etapa en la que se culminó la información productiva, reproductiva y sanitaria necesaria para el análisis y la evaluación de los resultados del estudio.

#### **7.3 Población de estudio**

La población de estudio estuvo conformada por hembras bovinas en distintas etapas productivas, con un rango amplio de edades y razas. Estas son procedentes de varios productores organizados en diferentes hatos productivos.

**Tabla 1** Distribución de vacas por sector

Sector/Barrio	Número de vacas
Barrio Jesús del Gran Poder	3
Barrio Sur Oriente	4
Barrio Jesús del Gran Poder	8
Barrio Sur San Miguel	3
Barrio Los Pinos	1
TOTAL	19

#### **7.4 Tipo de estudio**

La investigación se encuentra dentro de desarrollo no experimental debido a que no se realizó la intervención o manipulación de variables. Se analizaron resultados obtenidos mediante las intervenciones reproductivas aplicadas en bovinos, respetando las condiciones naturales de manejo. Los datos fueron obtenidos mediante registros de campo, chequeos ginecológicos y observación directa.

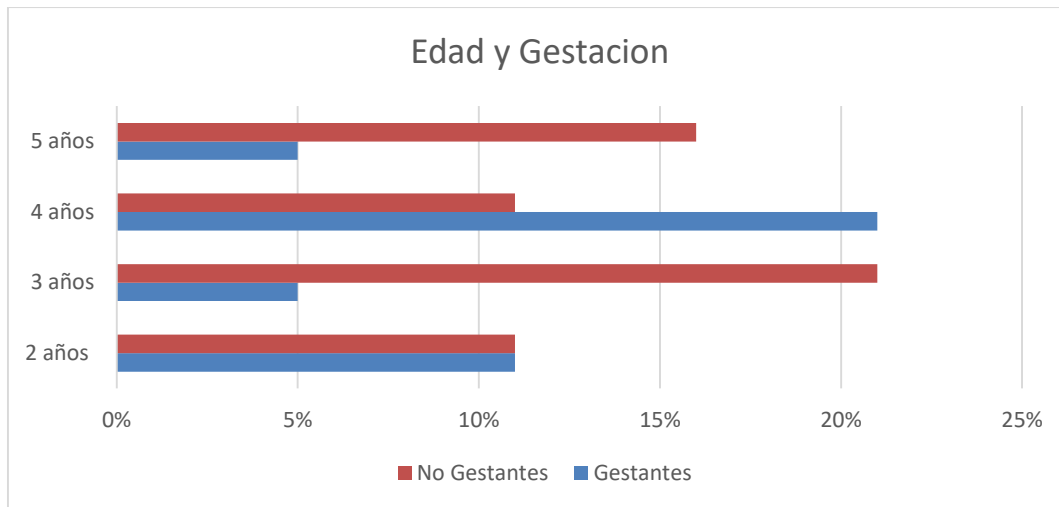
#### **7.5 Técnica de investigación**

Para la investigación se desarrolló una observación directa aplicada durante visitas a los hatos productivos, evaluando variables de reproducción y productivas en las cuales tenemos la nutrición, condición corporal CC, días abiertos, presencia de anestro prolongado e incidencia de enfermedades reproductivas.

### **8 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El análisis está orientado a la interpretación de los resultados derivados de la evaluación de los principales indicadores reproductivos en los bovinos que formaron parte del programa UTCgen en el cantón Salcedo. El análisis se enfoca en establecer la relación existente entre las estrategias reproductivas aplicadas y el comportamiento reproductivo registrado en los animales de los productores asociados, tomando en consideración variables como la edad, la condición corporal, el número de días abiertos, el tipo de tratamiento reproductivo utilizado y el intervalo entre la detección del celo y la inseminación artificial.

A observar los resultados dentro productividad de los pequeños y medianos ganaderos se pueden presentar limitaciones relacionadas con la nutrición, la sanidad animal y el manejo reproductivo del hato, sin dejar de considerar diversos factores fisiológicos, metabólicos y de factor humano que ayudan a explicar por qué algunas vacas lograron la gestación y otras no.

**Tabla 2** Vacas gestantes de acuerdo con su edad

El resultado nos indica que se tiene una influencia de acuerdo con la edad y su estado reproductivo donde las vacas con mayor predisposición a quedar gestantes son las vacas que tiene su promedio de edad en 4 años en comparación a vacas jóvenes e inmaduras y con mayor edad que tendrán un desgaste fisiológico o alteraciones. Esto presenta que las vacas en esta edad de 4 años son más óptimas en su fisiología reproductiva con mayor madurez a su vez teniendo mejores condiciones hormonales que mejoran las oportunidades de quedar preñada y mantener una gestación.

La distribución de vacas gestantes según la edad observada en estudios evidencia que el grupo relacionado de 4, 5 y 6 años presentó la mayor proporción de gestación mostrando que la edad constituye un factor determinante en el desempeño reproductivo bovino. La literatura científica indica que la fertilidad no es constante a lo largo de la vida productiva de la vaca, sino que sigue una línea ascendente desde las primeras gestaciones hasta alcanzar un punto óptimo en edades intermedias, para posteriormente disminuir su facilidad de preñez (39).

En el caso de las vacas jóvenes o novillas aquellas con menor o nula experiencia reproductiva diversos estudios señalan que pueden presentarse limitaciones asociadas a la inmadurez del sistema reproductivo dando menores expresiones del celo y una respuesta hormonal menos consistente (40).

**Tabla 3** Tipos de tratamientos aplicados

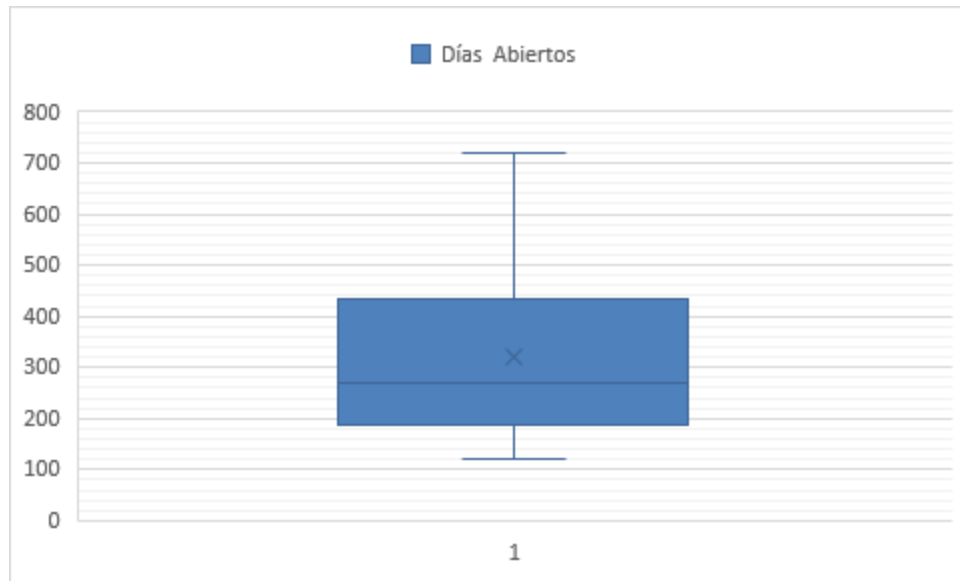
<b>Tratamientos</b>	<b>Gestante</b>	<b>No Gestante</b>	<b>Total general</b>
PGF <sub>2</sub> α_AD3E_Fosfoplex	1		1
PGF <sub>2</sub> α_AD3E_Fosfoplex_Cattle Master Gold	1		1
FP5+L5_Sal mineral			
AD3E+Fosfoplex+Sal mineral	1		1
Cattle Master Gold FP5+L5		1	1
Cattle Master Gold FP5+L5_AD3E_Fosfoplex		1	1
Cattle Master Gold FP5+L5_Sal mineral_Fosfoplex	1		1
Fosfoplex		1	1
Sal mineral_AD3E	1		1
Sin tratamientos	3	8	11
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>19</b>

De acuerdo con los distintos tratamientos aplicados entre estos hormonales, suplementación mineral e inyectable (fósforo, zinc, cobre y selenio) o combinaciones de ambos, se muestra que varios animales lograron un resultado positivo de gestación en comparación de los animales que no se les administro ningún tipo de tratamiento. Esta respuesta sugiere que la intervención permitió mejorar las condiciones fisiológicas necesarias para la reactivación de la actividad ovárica favoreciendo procesos como la maduración folicular y la ovulación efectiva.

En comparación los animales que no recibieron ningún tipo de tratamiento presentaron una menor proporción de gestaciones confirmadas lo que sugiere la posible existencia de limitantes fisiológicas no corregidas por la ausencia de intervención nutricional o hormonal.

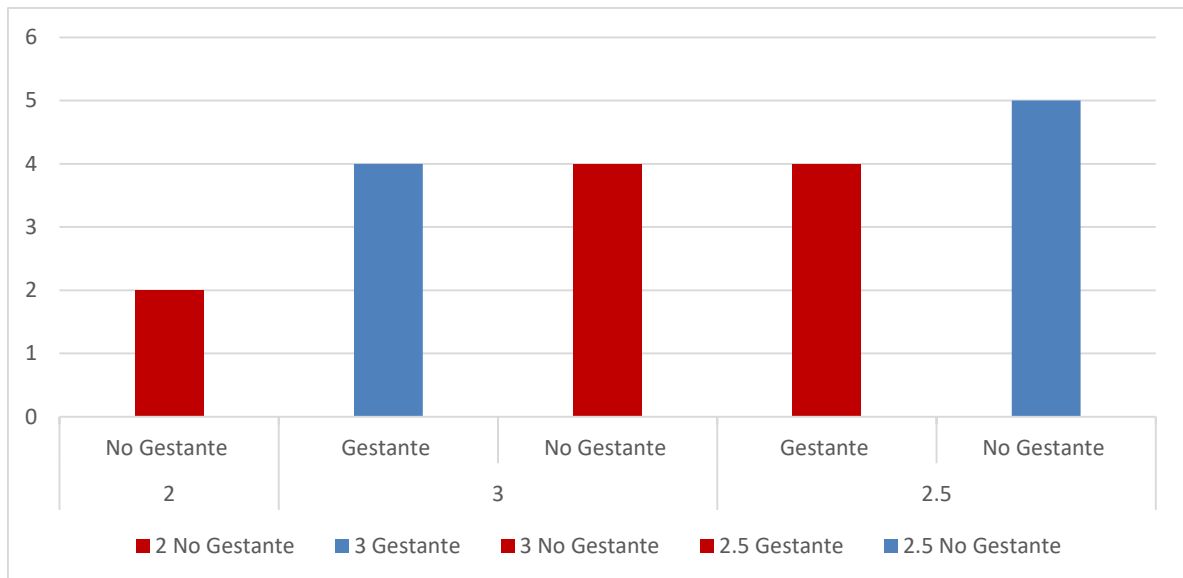
El rol de los minerales es esencial para el metabolismo energético y la actividad ovárica su deficiencia se ha relacionado con retraso en la pubertad, anestro posparto y disminución de la tasa de concepción. Otros como los minerales traza como zinc, cobre y selenio influyen en la síntesis hormonal y en la respuesta inmunitaria uterina. (41)

El desarrollo folicular normal depende de una adecuada interacción hormonal y metabólica en la cual los minerales actúan como cofactores. El zinc y el cobre están involucrados en la síntesis de hormonas gonadales y en la funcionalidad de las enzimas antioxidantes mientras que el selenio contribuye a reducir el estrés oxidativo durante la ovulación y la fecundación. Una deficiencia de estos elementos puede afectar la calidad del ovocito y comprometer la viabilidad embrionaria (42).

**Tabla 4** *Conteo general de días abiertos*

Los días abiertos son un indicador importante por lo que llevar un registro de estos es necesario para evaluar la producción que influye directamente en el tema reproductivo. Se debería mantener un promedio menor a 100 días para asegurar la producción anual de leche y minimizar los costos adicionales asociados a un valor elevado de días abiertos. La tabla nos muestra un número sobre un promedio aceptable teniendo una mínima de 120 y llegando a un pico de 720 días con estos números teniendo presente la economía cada día nos genera una pérdida de USD 5 por cada día considerando los gastos en manejo, alimentación, medicamentos y remplazo del animal. El programa UTCgen busca identificar las causas para implementar herramientas o estrategias que mejoren la salud reproductiva.

La presencia de animales con valores altos de días abiertos como los observados en varios estudios denominadas vacas problema dentro de las producciones estos animales concentran una proporción significativa de los días abiertos totales y representan un punto crítico de intervención ya sea mediante tratamientos reproductivos específicos o decisiones de descarte estratégico (43).

**Tabla 5** Condición corporal relacionada a preñez

La condición corporal es un indicador que podemos observar para registrar el estado nutricional y de las reservas energéticas del animal a este lo medimos en una escala de 1 a 5, donde valores bajos reflejan un pobre estado nutricional y por relación problemas nutricionales. La tabla 5 muestra que los datos recolectados se evidencia una relación entre la condición corporal y la gestación.

Las vacas con CC 3 muestran una mayor predisposición de animales gestantes en relación con aquellas marcadas como no gestantes. Este resultado mostraría que las vacas que mantienen un estado nutricional adecuado son más favorables en ovulación y la implantación embrionaria.

Las vacas con  $CC \leq 2$  presentan una mayor problemática de animales no gestantes. La situación puede darse por un balance energético negativo provocando anestro prolongado o fallas en la ovulación y menor tasa de preñez.

Las reservas corporales reflejadas en la condición corporal cumplen un papel importante en el soporte metabólico de los procesos reproductivos en bovinos. Una insuficiente carga energética limita la secreción pulsátil de LH lo que compromete la maduración folicular y reduce la tasa de ovulación efectiva. Esta relación explica la mayor proporción de animales no gestantes observada en vacas con condición corporal baja (44).

**Tabla 6** Tiempo de espera para la IA

<b>Hora</b>	<b>Gestantes</b>	<b>No gestantes</b>	<b>Total</b>
8:00:00	14%	0%	14%
8:30:00	14%	0%	14%
9:30:00	14%	14%	29%
10:40:00	0%	14%	14%
11:00:00	14%	0%	14%
14:00:00	14%	0%	14%
<b>Total general</b>	71%	29%	100%

Los resultados presentados en la tabla 6 analizan el efecto del tiempo de espera medido en horas posteriores a la detección del celo y la presentación de preñez en las vacas evaluadas. En total se incluyeron 19 animales, de los cuales 8 resultaron gestantes y 11 no gestantes, lo que evidencia una tasa de preñez general moderada.

Se muestra en los intervalos de inseminación que las vacas inseminadas entre 9 y 14 horas después de iniciado el celo presentó una mayor predisposición de preñez, lo que sugiere que la inseminación se realizó en un momento cercano al óptimo fisiológico para la fecundación.

Con el intervalo de tiempo cercano a las 8 horas se registró un resultado no gestante mostrándonos que podría indicar que inseminaciones demasiado tempranas reduciendo las probabilidades de éxito reproductivo.

#### Momento de la inseminación y probabilidad de gestación

Estudios confirman que el intervalo entre la detección del celo y la inseminación artificial es un factor para tomar en cuenta para el éxito reproductivo por la necesidad de sincronizar la capacitación espermática con el momento de la ovulación. Investigaciones de campo han demostrado que la inseminación realizada en intervalos intermedios posteriores al inicio del celo se asocia con mayores tasas de concepción, mientras que inseminaciones demasiado tempranas o tardías reducen la probabilidad de fertilización efectiva (45).

## **8.1 Estrategias para mejorar las intervenciones reproductivas**

### **8.1.1 Estrategias nutricionales**

Se recomienda asegurar dietas que cubran los requerimientos de energía, proteína y minerales, con especial énfasis en el periodo de transición. El uso continuo de sales minerales, que aporten fósforo, calcio, zinc, cobre, selenio y yodo, es necesario para optimizar la función ovárica y la ciclicidad normal. Una suplementación estratégica con energéticos (melaza, granos) y proteicos en vacas permite reducir el balance energético negativo, mejorar la condición corporal y disminuir la incidencia de anestro, mejorando las tasas de concepción.

### **8.1.2 Mejoras en la detección de celo**

Implementar protocolos de observación estructurados (mínimo 30 a 40 minutos, dos o tres veces al día), capacitar al productor en la identificación de signos primarios y secundarios de celo y, cuando sea posible, utilizar herramientas complementarias como registros reproductivos y pinturas marcadoras o parches.

### **8.1.3 Manejo del ambiente y bienestar**

Se debe garantizar sombra, acceso continuo a agua limpia y suficiente espacio para la expresión del comportamiento sexual. La reducción del estrés térmico y social favorece la expresión del celo y mejora la respuesta hormonal reproductiva. Niveles bajos de estrés mejora el consumo de alimento y mejores indicadores reproductivos

### **8.1.4 Programas sanitarios**

Incluir vacunación contra enfermedades reproductivas, desparasitación interna y externa periódica, control de enfermedades uterinas posparto y diagnóstico temprano de problemas reproductivos. La desparasitación adecuada mejora el aprovechamiento de nutrientes, fortalece la condición corporal y reduce el impacto negativo de parásitos sobre la reproducción.

## **9 IMPACTOS (TÉCNICO, SOCIAL Y ECONÓMICO)**

### **9.1 Impacto técnico**

Desde el punto de vista técnico, el proyecto aporta al fortalecimiento del manejo reproductivo bovino mediante la aplicación sistemática de la inseminación artificial. La información generada permite identificar los principales factores que influyen en la tasa de preñez, tales como la nutrición, la condición corporal de las vacas y el estado sanitario del hato. El estudio contribuye a la toma de registros reproductivos, lo que facilita el seguimiento individual de los animales, la evaluación de resultados y la toma de decisiones basadas en datos obtenidos. La

implementación de estas prácticas mejora la eficiencia reproductiva y promueve el uso responsable de biotecnologías en los sistemas de producción ganadera.

## **9.2 Impacto social**

En el ámbito social el proyecto genera beneficios directos para los pequeños y medianos productores de leche al proporcionar información fortalecer los conocimientos prácticos sobre detección de celo, manejo reproductivo y planificación de la inseminación artificial incrementando la eficiencia reproductiva del ganado contribuye a la estabilidad de la producción de leche. El proyecto también impulsa el trabajo colaborativo entre productores, estudiantes y profesionales del área de medicina veterinaria.

## **9.3 Impacto económico**

Desde un punto de vista económico una mejora en la tasa de preñez y una reducción de los días abiertos generan un efecto favorable en la rentabilidad de las explotaciones ganaderas. Al lograr preñar vacas en menor tiempo se mejora el ciclo productivo de las vacas disminuyendo los costos asociados a repeticiones de inseminación, alimentación prolongada y tratamientos reproductivos. De igual un manejo reproductivo eficiente permite incrementar la producción anual de leche y derivados lo que se genera mayores ingresos para el productor.

# **10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **10.1 Conclusiones**

- Las intervenciones reproductivas implementadas en el marco del programa UTCgen evidenciaron un efecto positivo sobre los principales indicadores reproductivos evaluados, particularmente en la tasa de preñez, lo que confirma que un manejo reproductivo planificado y se sustenta que contribuye a mejorar la eficiencia reproductiva de los hatos bovinos del cantón Salcedo.
- Los resultados sugieren que la aplicación combinada de tratamientos hormonales, suplementación mineral y programas sanitarios favorece la presentación de gestaciones frente a los animales que no recibieron ningún tipo de intervención lo que lleva a resalta la importancia de llevar un programa que contemple nutrición, sanidad y reproducción como un sistema en conjunto.

## **10.2 Recomendaciones**

- Se recomienda fortalecer los programas de capacitación dirigidos a los productores ganaderos en temas de detección de celo, manejo de registros reproductivos, evaluación

de condición corporal y nutrición estratégica, con el fin de optimizar la aplicación de la inseminación artificial y reducir los días abiertos, mejorando así la rentabilidad de las unidades productivas.

- Considerando la relación observada entre condición corporal, anestro y tasa de preñez, se recomienda priorizar el manejo nutricional durante el periodo de transición asegurando dietas balanceadas en energía, proteína y minerales. Un adecuado soporte nutricional en esta etapa permitirá una recuperación metabólica rápida y la presentación temprana de la actividad ovárica y una mejora en los indicadores reproductivos.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

1. Carranza Yupangui PE,&JSAD. Incidencia de patologías reproductivas en vacas lecheras en las parroquias nororientales del cantón Latacunga. Proyecto de investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. 2024.
2. Ossa Saraz GA,LMJL,HBFB,OSRM,&GBJL. Estimación de la heredabilidad del intervalo entre partos en bovinos Romosinuano mediante el modelo lineal mixto generalizado. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, SciELO Colombia. 2021.
3. Fialho FB,ERL,&RR. Qué es el intervalo entre partos. *Revista Genética Bovina Colombiana*. 2018.
4. Aguirre Flores A. Parámetros reproductivos en bovinos. EÑENGI Blog de Medicina Veterinaria y Zootecnia. [Online]; 2023. Disponible en: <https://enengiedublog.com/parametros-reproductivos-en-bovinos/>.
5. Fernández-Cheme JT,&ACSP. Impacto de las deficiencias minerales en el desempeño productivo y reproductivo del ganado bovino: Una Revisión. *Revista De Ciencias Agropecuarias ALLPA*. ISSN: 2600-5883., 8(16), 246–263. [Online]; 2025. Disponible en: <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/allpa/article/view/1659?>
6. Galina C,&VJ. Reproducción de los animales domésticos. En Galina C,&V. Galina, C., & Valencia,.; 2012.
7. Diskin MG,&MDG. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reproduction in Domestic Animals*. [Online]; 2018. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18638133/>.
8. Senger PL. Pathways to Pregnancy and Parturition. Segunda edición ed. Pullman, Washington, Estados Unidos: Current Conceptions, Inc.; 2002.
9. parturition Ptpa. Senger, P. L. segunda edición ed. Pullman, Washington, Estados Unidos: Current Conceptions, Inc.; 2003.
- 10 Noakes DE,PTJ,&EGCW. *Veterinary Reproduction and Obstetrics*. 9th ed. Elsevier S, . editor.; 2009.
- 11 Noakes DE,PTJ,&EGCW. *Veterinary reproduction and obstetrics*. 9th ed. London, United . Kingdom: Saunders Elsevier; 2009.

- 12 Fantuz F FASEMFTL. Nutrition, Growth, and Age at Puberty in Heifers. *Animals (Basel)*. [Online]; 2024. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11475817/>.
- 13 López-Gatius F. Estrus detection and estrus expression in dairy cattle: A review. *Livestock Science*. En.; 2012. p. 143(2–3), 166–180.
- 14 Senger PL. Pathways to pregnancy and parturition. segunda edicion ed. Pullman, Washington, Estados Unidos: Current Conceptions, Inc; 2003.
- 15 Noakes DE,PTJ,&EGCW. Veterinary reproduction and obstetrics. novena edicion ed. London, United Kingdom: Saunders Elsevier.: Saunders Elsevier.; 2009.
- 16 Butler WR. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Animal Reproduction Science*.
- 17 R W. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. En *Livestock Production Science*. p. 211–218.
- 18 Alzate D. [Online]; 2024. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/b639d701-664a-4004-b3d8-18d2759ada4b/full>.
- 19 Hafez ESE(SEH. *Reproduction in farm animals*. 7th ed. Oxford, Reino Unido: Wiley-Blackwell; 2016.
- 20 Fricke PM.. La ecuación de la reproducción en los rodeos lecheros. *Taurus*. [Online]; 2003. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/67-ecuacion\\_reproduccion\\_rodeos\\_lecheros.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/67-ecuacion_reproduccion_rodeos_lecheros.pdf).
- 21 Hafez ESE,&HB. *Reproduction in farm animals*. *Reproduction in farm animals* ed.: Wiley-Blackwell.; 2016.
- 22 Senger PL. Pathways to pregnancy and parturition. 3rd ed. Pullman, Washington, EE. UU.: Current Conceptions Inc.; 2012.
- 23 Lucy MC. Reproductive loss in high-producing dairy cattle. En Lucy MC.: *Journal of Dairy Science*; 2001. p. 1277–1293.
- 24 G. A. Bavera y Peñafort C. *produccion-animal.com.ar*. [Online].; 2005.. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_condicion\\_corporal/52-condicion\\_corporal\\_cc.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/52-condicion_corporal_cc.pdf).

- 25 Diskin MG MD. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod . Domest Anim.* [Online].; 2008.. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18638133/>.
- 26 MJ OR. Universidad Agraria del Ecuador. [Online].; 2021.. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ORDO%C3%91EZ%20RODRIGUEZ%20MARIA%20JOSE>.
- 27 Sammad A KMAZHLUQWY. *mdpi.com*. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2218-1989/12/1/60>.
- 28 Sosa Méndez YM. Revisión sistemática de literatura sobre nutrición y su efecto en reproducción animal. Trabajo de grado,. Universidad Cooperativa de Colombia, Repositorio Institucional, Facultad de Ciencias Agropecuarias. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/30d93ee0-3824-49a1-9fbf-30b292628eb5/content>.
- 29 Ahmed, Abrar and Tiwari, Rajender and Mishra, Girish and Jena, Biswadeep and Dar, Munner and Bhat, Asif. *Effect of Environmental Heat Stress on Reproduction Performance of Dairy Cows- A Review*. 5th ed. International Journal of Livestock Research; 2015.
- 30 Lucy MC. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? [Online]; 2001. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(01\)70158-0/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(01)70158-0/fulltext).
- 31 Senger PL. *Pathways to Pregnancy and Parturition*. 3rd ed. Pullman, Washington, EE. UU.: Current Conceptions Inc.; 2012.
- 32 Select Sires Inc. <https://www.selectsires.com>. [Online].; 2014.. Disponible en: [https://www.selectsires.com/docs/default-source/resources/heatdetectionandtimingofai\\_spanish\\_web.pdf](https://www.selectsires.com/docs/default-source/resources/heatdetectionandtimingofai_spanish_web.pdf).
- 33 Perry G. South Dakota State University (SDSU Extension). [Online].; 2021.. Disponible en: <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2021-12/P-00168-S.pdf>.
- 34 Ortiz Sanabria SD, Ávila Parra KY. *El Productor* (revista digital agropecuaria). [Online].; 2021.. Disponible en: <https://elproductor.com/2021/11/fundamentos-y-metodos-actuales-de-deteccion-de-celo-en-bovinos/>.
- 35 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). *Situación de la ganadería bovina en la región Sierra del Ecuador*. Quito, Ecuador.

- 36 Dejen Asaye Mengistu SDTMKBTAKAWMATWAGESAMNMM. BMC Veterinary Research. [Online]; 2025. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12917-025-05161-5>.
- 37 Galeano S. Contextoganadero. [Online]; 2024. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/medico-veterinario-revela-cuales-el-momento-optimo-para-la-inseminacion-artificial>.
- 38 Dirección de Planificación del Desarrollo GMdS. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial – GAD Salcedo. [Online]; 2025. Disponible en: [www.salcedo.gob.ec](http://www.salcedo.gob.ec).
- 39 Diskin MG,&KDA. sciencedirect. [Online]; 2014. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175173111400086X?via%3Dihub>.
- 40 Short RE,BRA,SRB,BJG,&CEE. Journal of Animal Science. [Online].; 2009.. Disponible en:<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/68/3/799/4704012?redirectedFrom=fulltext&login=false>.
- 41 Underwood EJ,&SNF. The mineral nutrition of livestock. tercera edición ed.: CABI Publishing.; 1999.
- 42 Hostetler CE,KRL,&MMA. The role of essential trace elements in embryonic and fetal development in livestock. Veterinary Journal, 166(2), 125–139..
- 43 Royal MD,DAO,FAPF,WR,WJA,&LGE. Declining fertility in dairy cattle: Changes in traditional and endocrine parameters of fertility. Animal Science,..
- 44 Scaramuzzi RJ,CBK,DJA,KNR,KM,MGM,&SA. A review of the effects of nutrition on the reproductive performance of female ruminants. Animal Reproduction Science. Revista científica arbitrada de alto impacto en reproducción animal. Ámsterdam, Países Bajos.
- 45 Stevenson JS,PSL,&MHI. NIH NLM LogoLog in. [Online]; 2015. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22459831/>.
47. Romano, J. E. (2021, abril). Control hormonal del estro en el ganado vacuno. International Goat Research Center, College of Agriculture and Human Sciences, Prairie View A&M University. Revisado en el Manual Veterinario MSD. <https://www.msdrvmanual.com/es/manejo-y-nutrici%C3%B3n/control-hormonal-del-estro/control-hormonal-del-estro-en-el-ganado-vacuno>
48. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). Caracterización climática de la región Sierra centro del Ecuador. Quito: MAATE; 2021. Disponible en:<https://www.ambiente.gob.ec>

49. CONtexto Ganadero. (2020). Se requieren tres lactancias para cubrir costos del levante de una vaca. CONtexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/se-requieren-tres-lactancias-para-cubrir-costos-del-levante-de-una-vaca>
50. Dután, J. B., et al. (2017). Relación del número de partos, edad y la morfoestructura del genotipo Holstein en la Provincia del Azuay [Relation of the number of births, age and morphostructure of the Holstein genotype in the central south zone of Ecuador]. *Producción Animal - UC Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 149.
51. Delcampo. (2024). La estructura del hato. Delcampo.com.pa. Recuperado de <https://delcampo.com.pa/estructura-del-hato/>
52. Hernández Cerón, J. (2016). Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros (1ª ed.). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
53. García-Díaz, J. R., Hernández-Barreto, M. A., & Pazinato, J. (2017). Eficacia de dos tratamientos hormonales para la inducción del celo en la vaca lechera. *Archivos de Zootecnia*, 66(253), 67–71. Universidad de Córdoba.
54. Canchig Salas Fabricio Alexander, Lagla Tipan Miguel Gustavo (2024); Incidencia de patologías reproductivas en vacas lecheras en las parroquias de Saquisilí en el periodo 2023. UTC. Latacunga. 78 p. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/12060>
55. Jeon, S. J., & Galvão, K. N. (2018). An Advanced Understanding of Uterine Microbial Ecology Associated with Metritis in Dairy Cows. *Genomics & informatics*, 16(4), e21. <https://doi.org/10.5808/GI.2018.16.4.e21>
56. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2014, septiembre 2). La mastitis bovina, enfermedad infecciosa de gran impacto en la producción lechera [Boletín mensual N.º 26]. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/boletin\\_insumos\\_agosto\\_2014.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/boletin_insumos_agosto_2014.pdf)
57. Opsomer, G., & de Kruif, A. (1999). Postpartaler Anöstrus bei Milchkühen--eine Übersicht [Postpartum anestrus in dairy cattle--a review]. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere*, 27(1), 30–35.
58. Andrade, JC (2016). Quistes ováricos en bovinos. *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias*, 10 (2), 76–86. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.27016>
59. Jaramillo Suarez, J.A. (2022) Análisis epidemiológico de las principales enfermedades virales que afectan a los bovinos del ecuador (examen complejo). UTMACH, Facultad De ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador.

60. Carranza Yupangui, Paulina Elizabeth y Jaguaco Sumba, Alexander David (2024), “Incidencia de patologías reproductivas en vacas lecheras en las parroquias nororientales del cantón Latacunga”. UTC. Latacunga. 68 p. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11972>
61. Quintana López Bryan Ernesto (2017); Enfermedades Infecciosas y Parasitarias presentes en Bovinos en la Provincia de Cotopaxi. UTC. Latacunga. 66 p <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5546>
62. Hernández-Coronado, Cyndi, Rosales-Torres, Ana, Vázquez-López, Salomón, & Guzmán-Sánchez, Adrián. (2023). Sincronización del estro y ovulación en hembras bovinas de razas cárnicas. Bases endocrinas y protocolos usados. *Abanico veterinario*, 13, e206. Epub 27 de octubre de 2023. <https://doi.org/10.21929/abavet2023.16>
63. Romano, J. E. (2021, abril). Control hormonal del estro en el ganado vacuno. International Goat Research Center, College of Agriculture and Human Sciences, Prairie View A&M University. Revisado en el Manual Veterinario MSD. <https://www.msdrvmanual.com/es/manejo-y-nutrici%C3%B3n/control-hormonal-del-estro/control-hormonal-del-estro-en-el-ganado-vacuno>