



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS
DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen DE LA PARTE
OCCIDENTAL DE COTOPAXI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de

Médico Veterinario

Autor:

Vargas Yanez Welington Adrian

Tutor:

Arcos Álvarez Cristian Neptalì

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Vargas Yenes Welington Adrian, con cédula de ciudadanía No. 0503844631, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen DE LA PARTE OCCIDENTAL DE COTOPAXI”**, siendo el Médico Veterinario Zootecnista Mg. Cristian Neptali Arcos Álvarez, 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, 25 de febrero del 2026

Welington Adrian Vargas Yanez
C.C: 0503844631
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 **VARGAS YANEZ WELINGTON ADRIAN**, identificado con cédula de ciudadanía **0503844631** 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. - **EL 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 DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen DE LA PARTE OCCIDENTAL DE COTOPAXI”**, 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

Tutor: MVZ. Cristian Neptalì Arcos Álvarez, Mg.

Tema: **“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS DE LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen DE LA PARTE OCCIDENTAL DE COTOPAXI”**

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 25 días del mes de febrero del 2026.

Wellington Adrian Vargas Yanez

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

EL CEDENTE

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen EN EL SECTOR OCCIDENTAL DE LATACUNGA”, de Vargas Yanez Welington Adrian, de la carrera de Medicina 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, 25 de enero del 2026

MVZ. Cristian Neptalí Arcos Álvarez, Mg.

C.C: 1803675734

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: Vargas Yanez Welington Adrian, con el título de Proyecto de Investigación: **“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen EN EL SECTOR OCCIDENTAL DE LATACUNGA”**, 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, 25 de febrero del 2026

MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz, MSc.
C.C: 1720299302
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.
C.C: 1722547278
LECTOR 2 (MIEMBRO)

MVZ, Alison Cristina Simancas Racines, Mg.
C.C: 0503001000
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Con infinita gratitud a Dios y a mi Crucita por ser mi guía en cada paso de este camino.

Gracias a mis padres, quienes han sabido formarme con buenos valores y cada paso de este camino lo que dado con el apoyo de sus palabras y confianza en mí.

Gracias a mis hermanos y cuñado quienes me acompañaron en este proceso, dándome ánimo y fuerza para continuar, todos y cada uno de ustedes han sido parte esencial para lograrlo.

A mi novia por estar presente y darme su apoyo incondicional, su perseverancia y su esfuerzo de salir adelante, han sido mi respaldo en cada etapa de este proceso.

Wellington Adrian Vargas Yanez

DEDICATORIA

A mis padres:

Papi, mami, quienes fueron y siguen siendo mi más grande inspiración para luchar cada día, quienes desde el principio estuvieron ahí, incluso cuando yo no creía en mí ustedes creyeron en mí. Nunca me cansare de agradecerles todo lo que hicieron por mí, no hay palabras suficientes para tanto agradecimiento. Sin sus sacrificios, dedicación y esfuerzo nada de esto sería posible, este logro es tan suyo como mío, si hoy sueño es por ustedes y si mañana triunfo será por ustedes.

A Emily:

Quien se ha convertido en un pilar fundamental en mi vida, el cual marco un antes y después de ella. Gracias por ser mi soporte en mi momento de debilidad, por estar presente en mis tormentas, pero también en mi felicidad. Me va a faltar vida para agradecerle por cruzarse en mi camino, mi amor por usted es infinito y eso también le pertenece.

Con todo el amor y cariño que se merecen

Wellington Adrian Vargas Yanez

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 SECTOR OCCIDENTAL DE LATACUNGA”.

Autor:

Vargas Yanez Welington Adrian

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el impacto de las intervenciones reproductivas en los bovinos del programa UTCgen, dirigidos a mejorar la eficiencia reproductiva, la productividad lechera y la salud general del hato en la región occidental de Cotopaxi. La metodología empleada consistió en la implementación de protocolos hormonales que incluyen prostaglandina y GnRH, así como en la realización de chequeos ginecológicos sistemáticos, la sincronización del estro, la inseminación artificial y la suplementación con vitaminas liposolubles y minerales. Asimismo, se llevaron a cabo registros minuciosos del estado fisiológico, la condición corporal y el diagnóstico de gestación a través de palpación y ecografía transrectal, lo que facilitó la evaluación de la respuesta de los animales ante las diversas intervenciones implementadas. Los resultados indicaron una mejora significativa en el comportamiento reproductivo, lo cual se evidencia en el incremento del 51% de animales gestantes, la reactivación de la ciclicidad ovárica y la disminución de casos de anestro y metritis. Se constató un aumento en la producción de leche y en la condición corporal de las vacas, lo que evidencia la relación directa entre un manejo reproductivo adecuado y la eficiencia en la producción. El análisis estadístico ha evidenciado que hay notables diferencias entre los indicadores previos y posteriores a la intervención, lo cual revela la eficacia de los protocolos establecidos. Se determinó que la homogeneización de las estrategias relacionadas con nutrición, hormonas y salud ayudó a alcanzar resultados favorables en cuanto a productividad y fertilidad del ganado. Esto evidencia que las biotecnologías reproductivas son herramientas eficaces para incrementar la productividad en el sector ganadero.

Palabras clave: reproducción bovina, inseminación artificial, sincronización del estro, fertilidad.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

THEME: “IMPACT OF REPRODUCTIVE INTERVENTIONS IN CATTLE FROM THE UTCgen PROGRAM IN THE WESTERN SECTOR OF LATACUNGA”.

Author:

Vargas Yanez Welington Adrian

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the impact of reproductive interventions on cattle of the UTCgen program, aimed at improving reproductive efficiency, dairy productivity and general herd health in the western region of Cotopaxi. The methodology used consisted of the implementation of hormonal protocols that include prostaglandin and GnRH, as well as systematic gynecological check-ups, the synchronization of estrus, artificial insemination and supplementation with fat-soluble vitamins and minerals. Also, detailed records of the physiological state, body condition and pregnancy diagnosis were carried out through palpation and transrectal ultrasound, which facilitated the evaluation of the animals' response to the various interventions implemented. The results indicated a significant improvement in reproductive behavior, which is evidenced by the increase in pregnant animals, the reactivation of ovarian cyclicity and the decrease in cases of anestrus and metritis. The cows' physical health and milk output both significantly improved, proving the direct correlation between efficient reproductive management and productivity. The statistical analysis, which confirmed significant differences between the indicators before and after the intervention, demonstrates the effectiveness of the protocols implemented. Reproductive biotechnologies were confirmed as helpful tools to maximize livestock industry productivity when it was found that a combination of sanitary, nutritional, and hormonal approaches helped to achieve positive fertility and herd performance outcomes.

Keywords: bovine reproduction, artificial insemination, estrus synchronization, fertility.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA 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.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
INFORMACIÓN GENERAL	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
BENEFICIARIOS	3
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
1.2 5.1. Objetivo general.....	4
1.3 5.2. Objetivo específico	4
ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	
PLANTEADOS	5
MARCO TEÓRICO	5
1.1 Situación actual de la ganadería bovina en Cotopaxi	5
1.2 Fundamentos de la reproducción bovina	6
1.3 Intervenciones reproductivas en bovinos.....	9

1.3.1	Inseminación artificial	9
1.3.2	Sincronización del estro	11
1.3.3	Chequeos ginecológicos	12
1.3.4	Enfermedades reproductivas como son brucelosis, leptospirosis, IBR	13
1.4	Indicadores de impacto reproductivo y productivo	14
1.5	Factores que influyen en el éxito reproductivo.....	16
VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS		17
METODOLOGÍA.....		17
1.6	Tipo y enfoque de investigación	17
1.7	Diseño metodológico	17
1.8	Área de estudio: zona occidental de Cotopaxi.....	18
1.9	Población y muestra.....	19
1.10	La Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
1.11	Procedimientos de intervención y observación.....	21
1.12	Análisis estadístico.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		23
1.13	Estado reproductivo al inicio del proyecto de la parte occidental de Cotopaxi	24
1.14	Distribución del diagnostico por parroquia.....	25
1.15	Relación entre el diagnostico y tratamientos aplicados	26
1.16	Presencia de celo en los bovinos intervenidos	28
1.17	Pajuelas utilizados en las inseminaciones artificiales	30
1.18	Resultados del estado reproductivo de la parte occidental de Cotopaxi	32
IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....		33
1.19	Técnicos	33

1.20	Sociales.....	33
1.21	Ambientales.....	34
1.22	Económicos	34
PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....		34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		35
1.23	Conclusiones	35
1.24	RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA		37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Actividades relacionados a los objetivos planteados.....	5
Tabla 2.	Gastos proyecto de investigación	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estado reproductivo	24
Figura 2.	Diagnostico	25
Figura 3.	Tratamientos aplicados.....	26
Figura 4.	Celo en bovinos.....	28
Figura 5.	Pajuelas utilizadas	30
Figura 6.	Resultados del estado reproductivo.....	32

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Impacto de las intervenciones reproductivas de los bovinos del programa UTCgen en el sector occidental de Latacunga.

Fecha de inicio: abril 2025

Fecha de finalización: marzo 2026

Lugar de ejecución: Guaytacama, Tanicuchi y Eloy Alfaro- Cantón Latacunga- Provincia Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

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

Equipo de Trabajo:

Tutor/a: MVZ. Cristian Neptalì Arcos Àlvarez, Mg.

Estudiante: Wellington Adran Vargas Yanez

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN

Implementar intervenciones reproductivas en el ganado bovino es una estrategia importante para mejorar la productividad y la capacidad reproductiva en los bovinos lecheros del programa UTCgen. Al evaluar el impacto de estas intervenciones, se podrá optimizar su aplicación y proporcionar a los productores herramientas y conocimientos que les permitan mejorar la calidad y cantidad de la leche producida, así como la salud general del ganado. Este proyecto servirá como una base científica para futuras mejoras en la reproducción bovina en la región y potencialmente en otras áreas del país.

Los protocolos de inseminación a tiempo fijo y de sincronización de ovulación han sido perfeccionados en los años recientes gracias a los avances científicos, lo que ha hecho posible un control más preciso del ciclo reproductivo y una uniformidad más amplia en la preñez del ganado bovino. Estos avances han posibilitado el aumento de las tasas de éxito reproductivo a través del manejo controlado de hormonas como la prostaglandina y la progesterona, que estimulan la ovulación sincronizada y la concepción exitosa en animales con escasa expresión de celo (1).

La producción ganadera es un recurso fundamental para conseguir comida y dinero en numerosas comunidades rurales. En gran medida, la eficacia está relacionada con cómo se gestiona la salud, la reproducción, la nutrición y la genética del hato. En este contexto, en las parroquias de Guaytacama, Tanicuchi y Eloy Alfaro, hay problemas vinculados con la reproducción, como los celos irregulares, el anestro, los abortos tardíos, la reabsorción fetal y los días abiertos prolongados. Estos problemas obstaculizan considerablemente el aumento de la tasa de natalidad y tienen un impacto directo en la productividad.

La situación se agrava cuando estos trastornos se asocian con una alimentación deficiente, el uso de animales reproductores que carecen de las propiedades fenotípicas adecuadas y la ausencia de programas preventivos sanitarios, como la vacunación contra enfermedades abortivas. El desarrollo constante de la eficiencia de producción y el crecimiento sostenible de las explotaciones se ven obstaculizados por la falta de integración entre la salud, la genética y el manejo general del ganado.

Esta investigación, por lo tanto, es muy importante porque ayudará a identificar los factores más importantes que están teniendo un efecto negativo en la producción y reproducción de leche en tres sectores ganaderos concretos. De esta manera, se podrán sugerir estrategias prácticas y adecuadas a las realidades del campo, enfocadas en perfeccionar la gestión reproductiva, mejorar la selección genética, poner en marcha programas de salud eficaces y

subsana carencias nutricionales. Además, los resultados de este estudio pueden servir como referencia para productores, técnicos agropecuarios y autoridades locales interesadas en elevar la productividad del sector ganadero, garantizando no solo una mayor rentabilidad, sino también un mejor bienestar animal y un uso más eficiente de los recursos disponibles.

La adopción de estas biotecnologías tiene repercusiones beneficiosas en la salud animal y en la productividad. El empleo de semen controlado y la opción de elegir embriones con una calidad genética elevada permiten reducir el impacto de enfermedades venéreas, lo que a su vez disminuye los trastornos reproductivos y mejora el bienestar animal (2). La resincronización temprana y la transferencia de embriones *in vitro* pueden aumentar las tasas de preñez entre un 5 % y un 15 %, mejorando la eficiencia reproductiva y la rentabilidad en sistemas intensivos (3) sin embargo, su rentabilidad depende de los costos y la habilidad técnica (4).

3. BENEFICIARIOS

La realización del estudio "Efecto de las intervenciones reproductivas en bovinos del programa UTCgen" es de interés para investigadores principales del proyecto relacionados con la producción lechera ya sea intensiva o extensiva, a nivel local y regional.

Los beneficiarios directos son los ganaderos socios del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos UTCgen, en específico de las parroquias Eloy Alfaro, Guaytacama y Tanicuchi, al occidente de Cotopaxi. Sus rebaños son el lugar experimental en el que se aplicarán las intervenciones reproductivas.

4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La eficiencia reproductiva en los sistemas bovinos influye en la productividad y rentabilidad de las explotaciones lecheras. Pero los estudios han demostrado que los índices de fertilidad del ganado se están reduciendo cada año, con caídas de entre el 15 % y el 25 % en las últimas décadas. Esta caída se relaciona principalmente con fallas en la detección de celos, intervalos entre partos largos, desequilibrios nutricionales y problemas de manejo sanitario (5). Estas restricciones han promovido el desarrollo de biotecnologías reproductivas para mejorar la eficiencia reproductiva y la calidad genética de los rebaños (5).

En este contexto, el programa UTCgen se desarrolla en las parroquias de Guaytacama, Tanicuchi y Eloy Alfaro, que están situadas al oeste de Cotopaxi. Se han descubierto numerosas deficiencias que impactan de manera directa tanto en la eficiencia reproductiva como en la capacidad productiva de las vacas lecheras. Las prácticas reproductivas tradicionales en la provincia, específicamente, han presentado limitaciones que han afectado de manera desfavorable la rentabilidad de los productores lecheros. La ausencia de la implementación de

métodos reproductivos ha provocado que haya muchas vacas anéstricas, celos irregulares y períodos prolongados de días abiertos después del parto, lo cual disminuye el índice de concepción y extiende los periodos entre dos partos. Esto se agrava cuando ocurren abortos múltiples en el tercer trimestre del embarazo y en circunstancias de reabsorción fetal, lo que afecta negativamente la reposición del hato y la planificación de la producción.

La falta de un plan sanitario eficaz, sobre todo en cuanto a la no aplicación de vacunas abortivas, es uno de los factores que empeora esta situación. Esto aumenta la vulnerabilidad del hato ante enfermedades infecciosas que impactan directamente el embarazo. Asimismo, la nutrición que es insuficiente en términos de cantidad y calidad no solo afecta el estado fisiológico de los animales, sino también su capacidad para reproducirse y producir.

Otro problema importante es la selección de ejemplares para reproducir, ya que frecuentemente se escogen animales con rasgos fenotípicos no óptimos, lo que dificulta el avance genético del ganado bovino y perpetúa en la descendencia cualidades indeseables. La combinación de desafíos en áreas como nutrición, genética, salud y manejo reproductivo da lugar a pérdidas económicas significativas y amenaza la sostenibilidad de las granjas ganaderas.

En consecuencia, el problema que guía esta investigación puede plantearse en los siguientes términos: ¿Qué efecto tienen las intervenciones reproductivas en bovinos del programa UTCgen sobre los índices reproductivos y productivos en el área occidental de Cotopaxi?

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar el impacto de las intervenciones reproductivas en los bovinos del programa UTCgen.

5.2. Objetivo específico

Analizar los índices reproductivos de los bovinos antes y después de las intervenciones reproductivas implementadas en el programa UTCgen.

Determinar la tasa de éxito de las diferentes técnicas de intervención reproductiva aplicadas en el programa UTCgen.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades relacionados a los objetivos planteados

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Analizar los índices reproductivos de los bovinos antes y después de las intervenciones reproductivas implementadas en el programa UTCgen.	Compilar datos reproductivos históricos de los bovinos del programa UTCgen, incluyendo tasas de concepción, intervalos entre partos, y tasas de natalidad.	Se recopiló datos reproductivos antes y después de implementar las intervenciones reproductivas, siguiendo los mismos parámetros que en los datos históricos.	Se observó una disminución significativa en los días abiertos (de 197 a 145 días), en las hembras bovinas vinculadas al programa UTCgen
OBJETIVO 2	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Determinar la tasa de éxito de las diferentes técnicas de intervención reproductiva aplicadas en el programa UTCgen.	Clasificar las técnicas de intervención reproductiva, como son; inseminación artificial, sincronización de celos, y tratamientos hormonales.	Se mantuvo registros detallados de cada intervención realizada, incluyendo la técnica utilizada, la fecha de intervención, y los resultados obtenidos.	Se obtuvo una respuesta positiva a los tratamientos aplicados en las hembras no gestantes vinculadas al proyecto, el 62,81% de vacas presentaron estro para ser servidas.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Situación actual de la ganadería bovina en Cotopaxi

La producción ganadera de bovinos en la provincia de Cotopaxi tiene un rol importante dentro del sistema agropecuario regional, al combinar una gran cantidad de producción con una tendencia evidente hacia la lechería. En 2023, en esta provincia se producían cerca de 657.756 litros de leche al día, lo que la colocaba como la segunda mayor productora del país después de

Pichincha (36). En el mismo año, la producción de leche en la región andina del país representó aproximadamente el 77,7 % del total, lo que evidencia que las provincias andinas, como Cotopaxi, poseen una gran especialización en la producción lechera (37).

Los datos oficiales indican que el total de vacas en 2023 fue alrededor de 3.723.196; la región Sierra aportó con 2.039.677, lo que representa el 54,8 % del total nacional. Esta concentración indica que la actividad ganadera bovina en Cotopaxi tiene lugar en una región donde hay una gran cantidad de ganado, lo que presenta desafíos y oportunidades en cuanto a la gestión, la productividad y la sostenibilidad (37).

En Cotopaxi, la mayor parte del sistema productivo ganadero está conformada por unidades pequeñas y medianas que concentran sus hatos en producir leche. La actividad de los pequeños productores en la región Sierra Centro reveló que en Cotopaxi, la producción de leche a nivel familiar se concentra en explotaciones con un tamaño entre 0,5 y 1 hectárea. Esto hace difícil aumentar la producción o poner en marcha avances tecnológicos. Aunque esta organización facilita que pequeños productores se integren al sistema lechero, también supone que numerosas fincas tengan dificultades para invertir, acceder a servicios de asesoramiento y tecnificarse (38).

En Cotopaxi, la ganadería bovina enfrenta retos significativos en términos de gestión de recursos y medioambientales. Una investigación que caracterizó fincas ganaderas en el piedemonte tropical de Cotopaxi y Los Ríos alertó que la actividad estaba vinculada a fenómenos como la erosión del suelo, el sobrepastoreo, la deforestación y la reducción de biodiversidad, elementos que impactan la viabilidad de las explotaciones a mediano plazo. La necesidad de implementar prácticas de gestión sostenible, sistemas silvopastorales, mejora genética y asesoramiento técnico para combinar la producción con la conservación se enfatiza en este tipo de circunstancias (39).

Además, la provincia ha sido el lugar en el que se han llevado a cabo proyectos de innovación y tecnificación que tienen el potencial de promover su desarrollo ganadero. La Universidad Técnica de Cotopaxi, a modo de ejemplo, está aplicando métodos de reproducción asistida en ganado bovino para optimizar la genética y la productividad de la región. Este tipo de proyectos demuestra el compromiso de mejorar los niveles productivos y hacer que la actividad ganadera sea más sostenible y competitiva.

7.2.Fundamentos de la reproducción bovina

La reproducción bovina es un proceso biológico complejo que involucra mecanismos endocrinos, fisiológicos y de comportamiento, con el objetivo de perpetuar la especie y

mantener la producción animal. En la ganadería, el conocimiento de los principios reproductivos es de vital importancia para mejorar los índices de fertilidad, la eficiencia productiva y fortalecer los programas de mejoramiento genético. El conocimiento profundo de los procesos ováricos, hormonales y espermáticos permite desarrollar estrategias de manejo reproductivo con bases científicas para explotar racionalmente la capacidad reproductiva de los bovinos (9).

Anatómicamente y fisiológicamente, el aparato reproductor de la hembra bovina se compone de ovarios, oviductos, útero, cérvix, vagina y vulva. Los ovarios tienen una doble función: generar gametos (ovocitos) y secretar hormonas esteroideas (estrógenos y progesterona) que controlan el ciclo estral. Este ciclo dura en promedio 21 días y se divide en dos fases principales: la fase folicular, en la cual crecen folículos y se secretan estrógenos, y la fase lútea, donde se forma el cuerpo lúteo y se secreta progesterona. Estas hormonas trabajan en conjunto con las gonadotropinas hipofisarias (hormona foliculoestimulante [FSH] y hormona luteinizante [LH]), las cuales son secretadas por el eje hipotálamo-hipófisis en respuesta a pulsos de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) (10).

Los elementos ambientales, fisiológicos y nutricionales tienen un impacto sobre las hormonas que regulan el ciclo estral. La secreción de gonadotropinas puede ser alterada y, por lo tanto, el celo, la ovulación y, en consecuencia, la fertilidad del animal puede verse afectadas por el estrés calórico, los balances energéticos negativos o las variaciones en la condición corporal. Además, la eficacia reproductiva depende de un útero funcional, que tiene una mucosa endometrial que segrega elementos necesarios para mantener la gestación y para la implantación del embrión. La alteración de estos procesos, por infecciones uterinas o desbalances hormonales, es una de las principales causas de infertilidad en vacas lecheras (11).

En el macho bovino, el aparato reproductor se compone de los testículos, epidídimo, conductos deferentes, glándulas accesorias y pene. Los testículos realizan la espermatogénesis y secretan testosterona, hormona necesaria para las características sexuales secundarias y la libido. La espermatogénesis necesita una temperatura específica, por eso los testículos se localizan en el escroto, que la regula gracias a mecanismos de contracción y relajación muscular (12).

La espermatogénesis es un proceso continuo que se lleva a cabo en los túbulos seminíferos, donde las células germinales se dividen por mitosis y meiosis para producir espermatozoides funcionales. La maduración final se realiza en el epidídimo, donde se vuelven móviles y fecundantes. Cualquier cambio en este proceso, bien sea por estrés calórico,

deficiencias nutricionales o enfermedades infecciosas, deteriora la calidad seminal y afecta la fertilidad del toro (13).

La fecundación comienza con la ovulación, que libera el ovocito maduro en el oviducto, donde se encuentran los espermatozoides. La fertilización resulta en el cigoto, el cual se divide para formar un embrión temprano y luego un blastocisto. Éste se implanta en el endometrio uterino, donde se desarrolla la gestación, que en el bovino dura en promedio 280 días. En esta etapa, el cuerpo lúteo y luego la placenta son las principales fuentes de progesterona, hormona esencial para el mantenimiento de la gestación (14).

El control endocrino del ciclo reproductivo en bovinos está bien establecido y se han desarrollado técnicas biotecnológicas para sincronizar la ovulación y mejorar la tasa de concepción. La administración controlada de prostaglandinas, progesterona y análogos de GnRH puede manipular la onda folicular y programar la inseminación en momentos de máxima fertilidad (15). Estos adelantos han posibilitado el desarrollo de programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) y transferencia de embriones (TE), herramientas para mejorar la eficiencia reproductiva y acelerar el progreso genético del rebaño (16).

Además, la fisiología reproductiva bovina está influenciada por factores nutricionales y ambientales. El BEN posparto, común en vacas de alta producción, retrasa la reactivación ovárica y prolonga el anestro posparto. Una correcta suplementación energética y mineral apoya la ciclicidad ovárica, mejora la calidad del ovocito y la tasa de concepción (1). A nivel ambiental, el estrés térmico disminuye la fertilidad, al alterar la función luteal y al comprometer el desarrollo embrionario temprano. Es por ello que la termorregulación y el control de la alimentación son determinantes para el éxito reproductivo.

En términos prácticos, la eficiencia reproductiva bovina se evalúa mediante indicadores cuantitativos tales como la tasa de concepción, el intervalo parto-concepción, la tasa de preñez y la tasa de parición. Estos indicadores son una manera de medir la eficiencia de los programas de manejo reproductivo y definir estrategias correctivas. Las tecnologías han hecho posible incorporar sistemas de monitoreo electrónico, análisis de progesterona en leche y ultrasonografía transrectal, las cuales ofrecen información precisa y en tiempo real sobre la función ovárica y la gestación (17).

Por otro lado, la selección genética es determinante para mejorar la eficiencia reproductiva. Los programas de mejoramiento genético, asistidos por evaluaciones genómicas, han identificado marcadores asociados con la fertilidad, resistencia a enfermedades reproductivas y capacidad productiva. La inclusión de estas herramientas en los programas de selección ayuda a la sostenibilidad y competitividad de la ganadería actual (13).

7.3. Intervenciones reproductivas en bovinos

7.3.1. Inseminación artificial

La inseminación artificial (IA) es una de las biotecnologías reproductivas más importantes y utilizadas en la actualidad para la producción bovina. Su uso ha mejorado la eficiencia reproductiva, el potencial genético de los rebaños y disminuido la diseminación de enfermedades venéreas. Esta técnica implica depositar el semen de toros seleccionados en el tracto reproductor de la hembra en un momento fisiológicamente cercano a la ovulación, para causar la fertilización sin necesidad de monta natural (1).

La inseminación artificial revolucionó los programas de mejoramiento genético bovino. En las últimas décadas, esta biotecnología ha evolucionado de ser un conjunto de prácticas empíricas a protocolos científicos fundamentados en el entendimiento de la endocrinología del ciclo estral y la fisiología reproductiva. Su mayor aportación en términos zootécnicos es la habilidad de difundir material genético de calidad, lo que permite intensificar el proceso de selección de características reproductivas y productivas entre los bovinos (18).

La inseminación artificial, cuando la ovulación y la deposición del semen suceden simultáneamente, es exitosa desde un punto de vista fisiológico. En los bovinos, el celo comienza a las 24 horas y termina a las 32; en este lapso es cuando se produce la ovulación. Por ende, la inseminación tiene que hacerse entre diez y doce horas después de haber detectado el celo. La normativa "AM-PM", como se le conoce a esta regla, asegura que exista una relación entre la capacidad fecundante de los espermatozoides y la viabilidad del ovocito. Pero la variabilidad de manifestación del celo y su difícil detección han llevado al desarrollo de estrategias hormonales de sincronización que permiten programar el momento preciso de la inseminación (14).

Los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) son un gran avance en el manejo reproductivo del ganado bovino. Estos protocolos utilizan asociaciones hormonales como progesterona, prostaglandina F₂ α y análogos de GnRH para manipular la dinámica folicular, luteolizar y sincronizar la ovulación en un tiempo predecible. Con respecto a la inseminación tradicional, la IATF mejora la administración del rebaño, incrementa el índice de preñez y suprime la necesidad de observar el celo (1).

La calidad del semen es esencial para el éxito de la inseminación artificial. Es imprescindible llevar a cabo exhaustivas pruebas genéticas y andrológicas en los toros reproductores para asegurar una alta fertilidad. Las características seminales se examinan mediante procedimientos estandarizados de laboratorio. La criopreservación en nitrógeno

líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ es una forma de conservación a largo plazo del semen sin alterar su capacidad fecundante, lo que permite su distribución mundial y el uso repetido de sementales genéticamente superiores (18).

La inseminación artificial abarca tres fases esenciales: la preparación del animal, la manipulación del semen y la colocación intrauterina. La preparación implica identificar el celo o comprobar el protocolo hormonal, limpiar la zona perineal y mantener al animal en su lugar para que esté cómodo. La manipulación del semen consiste en su descongelación controlada a $35\text{-}37\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 30-40 segundos, evitando cambios bruscos de temperatura que afecten la motilidad espermática. La inseminación intrauterina se lleva a cabo introduciendo un catéter estéril a través del cérvix y depositando la dosis seminal en el cuerpo del útero. La exactitud anatómica y la destreza del inseminador impactan en el porcentaje de concepción (19).

Estudios recientes reafirman que la capacitación técnica del inseminador y la ejecución del procedimiento son factores determinantes en los resultados reproductivos. Según Sahin et al. (19), según las condiciones ambientales durante la inseminación, la capacidad del operador y el manejo del semen, la tasa media de concepción puede variar entre el 35 % y el 50 %. Las propuestas de formación y certificación técnica son útiles para reducir la variabilidad entre los operadores y optimizar el rendimiento de los programas de inteligencia artificial.

La atención después del procedimiento es otro aspecto relevante. La implantación del embrión y su supervivencia dependen del estado nutricional, la condición corporal y el estrés térmico. Consentini et al. (14) demostraron que la pérdida excesiva de condición corporal y los cambios metabólicos negativos en el posparto reducen la probabilidad de preñez en vacas inseminadas artificialmente, sobre todo en sistemas de alta producción lechera. Por lo cual, la integración de programas nutricionales y de bienestar animal es fundamental para optimizar los resultados reproductivos.

La inseminación artificial también cuenta con instrumentos de diagnóstico y seguimiento con tecnologías digitales y biomoleculares. La ultrasonografía Doppler es capaz de valorar la vascularización del cuerpo lúteo y anticipar la viabilidad embrionaria temprana, y las pruebas rápidas de progesterona en leche permiten detectar el estado reproductivo sin procedimientos invasivos. Además, las tecnologías ómicas identifican biomarcadores relacionados con la fertilidad, mejorando la selección de hembras y toros con alta capacidad reproductiva (13).

La inseminación artificial en los sistemas de ganadería, como resultado productivo, se traduce en un aumento comprobado de los indicadores económicos y reproductivos. La implementación sistemática de la IATF tiene el potencial de aumentar la tasa de preñez hasta

un 60%, reducir el intervalo entre partos y optimizar la rentabilidad del sistema productivo. Asimismo, la inteligencia artificial respalda la bioseguridad del rebaño porque evita el contacto físico entre machos y hembras, lo cual reduce el contagio de enfermedades reproductivas. Según Baruselli et al. (18), el uso continuo de biotecnologías como IA y TE puede generar ganancias económicas en menos de dos ciclos productivos, por el incremento del valor genético de la descendencia y la disminución del intervalo generacional.

Por otro lado, la implementación de estas tecnologías exige una planificación adecuada y una infraestructura técnica robusta. El éxito del programa está en función de la calidad del semen, el protocolo hormonal estricto, personal capacitado y el seguimiento reproductivo de las hembras. La combinación de biotecnologías reproductivas con estrategias de monitoreo digital representa hoy en día la manera más eficaz para mejorar la eficiencia reproductiva y asegurar la sostenibilidad de la producción bovina (14).

7.3.2. Sincronización del estro

La sincronización del estro es una herramienta biotecnológica de control reproductivo en bovinos que busca manipular el ciclo ovárico mediante la administración exógena de hormonas. Este tratamiento induce la ovulación en un lote de hembras en un período corto de tiempo, lo que permite programar el uso de biotecnologías como la inseminación artificial o la transferencia de embriones. Su aplicación es una manera efectiva para mejorar la eficiencia reproductiva, acortar los intervalos entre partos y optimizar la productividad del hato bovino (16).

Esta técnica se apoya en la manipulación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario, que regula las concentraciones de gonadotropinas, estradiol y progesterona. La luteólisis del cuerpo lúteo se produce con la administración controlada de prostaglandina F₂α (PGF₂α), mientras que los dispositivos intravaginales que permiten la suplementación de progesterona exógena mantienen una fase artificialmente lútea. La ovulación se genera cuando el dispositivo es retirado y la progesterona disminuye súbitamente, lo que provoca la liberación de LH (hormona luteinizante) endógena. Esta sincronización hormonal hace posible programar la inseminación a tiempo fijo sin necesidad de detección de celo y estandarizar la reproducción (20).

La efectividad de los protocolos de sincronización está en función de la asociación y el orden en que se apliquen las hormonas. Los protocolos actuales incluyen la utilización de CIDR (dispositivos de progesterona), GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas) y prostaglandinas. Esta colaboración modula el crecimiento del folículo, estimula la ovulación y sincroniza con alta precisión temporal la fase lútea. La fertilidad en vacas con actividad ovárica

anormal o en anestro posparto aumenta cuando se añade GnRH al protocolo de progesterona-prostaglandina (21).

En los programas de manejo reproductivo, la sincronización del estro tiene como objetivo sincronizar los ciclos ovulatorios y mejorar los índices de concepción y eficiencia en la detección del celo. Estudios recientes en bovinos de carne y leche han demostrado que los protocolos basados en PGF 2α + GnRH pueden alcanzar hasta un 90 % de preñez con un promedio de 1 servicio por concepción, lo que indica una respuesta fisiológica al balance entre estrógenos y progesterona (16).

El diseño de los protocolos se debe adaptar a las condiciones fisiológicas y ambientales de cada hato. La condición corporal, el estado posparto y la nutrición impactan en la respuesta endocrina. En vacas con anestro prolongado, los tratamientos combinados con GnRH mejoran la tasa de ovulación al inducir una nueva onda folicular. Este control endocrino sincronizado permite manipular la ovulación en un período de tiempo corto, mejorando la programación de la inseminación artificial y la eficiencia reproductiva (22).

Desde el punto de vista reproductivo, la sincronización del estro es una práctica económicamente viable y sostenible, que permite planificar con anticipación las inseminaciones y concentrar los partos en épocas de alta demanda de leche o carne. Además, la sincronización disminuye los gastos en la detección de celos y optimiza el uso del personal técnico. El uso de estas tecnologías en programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) ha promovido la homogeneización genética y la productividad de los rebaños en diferentes áreas agropecuarias (16).

7.3.3. *Chequeos ginecológicos*

Los chequeos ginecológicos son una herramienta fundamental en el manejo reproductivo en bovinos, que permiten valorar el estado fisiológico del tracto reproductor y detectar tempranamente alteraciones patológicas que afectan la fertilidad. Estos procedimientos son esenciales en los programas de reproducción asistida y control sanitario del hato, ya que permiten identificar enfermedades como brucelosis, leptospirosis e infecciones uterinas, principales causas de infertilidad, aborto y anestro prolongado en vacas lecheras (23).

En el examen ginecológico se emplean técnicas como la ecografía transrectal y la palpación rectal para inspeccionar las estructuras uterinas, los ovarios y el cuello uterino. Estas herramientas hacen posible determinar el instante adecuado para llevar a cabo manipulaciones reproductivas, como la inseminación artificial o la sincronización de los celos. De acuerdo con Cushman et al (10), la ecografía ha mejorado la precisión en la detección de anomalías en el

útero y de la ovulación, lo cual hace que la intervención sea más efectiva y menos invasiva. Además, la palpación combinada con la ultrasonografía Doppler permite evaluar la vascularización del cuerpo lúteo y así predecir la viabilidad embrionaria temprana (13).

Hoy en día los controles ginecológicos no son solo para diagnosticar, sino para prevenir. Posibilitan el control de la involución uterina y la ciclicidad ovárica, determinantes para disminuir los días abiertos y mejorar la tasa de concepción. Martens (9) indica que una vigilancia reproductiva rutinaria permite identificar tempranamente alteraciones metabólicas que pueden comprometer el inicio de la actividad ovárica, sobre todo en vacas de alta producción sometidas a balance energético negativo. En este contexto, los chequeos posibilitan la creación de estrategias nutricionales y sanitarias personalizadas con el fin de mejorar el desempeño reproductivo.

Las revisiones ginecológicas también posibilitan la identificación de infecciones vaginales o uterinas, así como de transmisión sexual, por lo que se transforman en un procedimiento para supervisar la salud. La serología o el cultivo bacteriano pueden ayudar a detectar la leptospirosis y la brucelosis en una fase temprana, lo que previene su propagación entre el ganado, garantizando de esa manera la salud pública y la productividad. Estudios recientes destacan que realizar estos controles de forma regular puede disminuir en un 40% las enfermedades reproductivas y mejorar los índices de fertilidad (11).

Finalmente, la frecuencia y el rigor de los controles ginecológicos se ajustarán al tipo de explotación y al sistema productivo. En sistemas intensivos se sugiere cada 45 días y en sistemas extensivos cada 60-90 días. Este monitoreo permite detectar tempranamente enfermedades, controlar gestaciones y optimizar programas reproductivos. En conclusión, los chequeos ginecológicos son una herramienta indispensable que involucra aspectos sanitarios, reproductivos y productivos, garantizando la sostenibilidad del sistema ganadero y la eficiencia reproductiva del rebaño (14).

7.3.4. Enfermedades reproductivas como son brucelosis, leptospirosis, IBR

Las enfermedades infecciosas reproductivas son una de las principales causas de ineficiencia productiva y reproductiva en el ganado bovino. Se destacan entre las más importantes la brucelosis, la leptospirosis y la rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR), que causan abortos, infertilidad, pérdidas económicas y repeticiones en los celos. Estas enfermedades también tienen efectos zoonóticos y sanitarios que requieren una perspectiva integral que contemple vigilancia epidemiológica, diagnóstico precoz y programas de vacunación y control.

La brucelosis bovina, una zoonosis presente en todo el planeta y causada principalmente por *Brucella abortus*, provoca la retención de la placenta, el aborto, la incapacidad para reproducirse y una reducción en la producción de leche. Se contagio por contacto directo con fluidos de parto o leche contaminada. En un estudio llevado a cabo en Argelia, Mohammed et al. (2024) informaron una seroprevalencia media animal del 1,02 % y de hato del 4,49 %, lo que demuestra su persistencia en la zona a pesar de las medidas sanitarias aplicadas (Mohammed et al., 2024). De manera similar, Mazzeo et al (24) en Italia notaron la recurrencia de focos de brucelosis en el sur del país, enfatizando las estrategias con enfoque “One Health” para involucrar a productores, veterinarios y autoridades sanitarias en su control.

La leptospirosis bovina, en cambio, es una enfermedad bacteriana zoonótica que se produce por diferentes especies de *Leptospira*. Este agente se difunde fundamentalmente a través del contacto con orina o aguas contaminadas, y está vinculado con abortos, muerte de embriones y nacimiento de terneros que son débiles. Grégoire et al (25) llevaron a cabo un estudio en Bélgica que reveló que serovares incidentales como *Grippotyphosa* y *Australis* se vinculaban con abortos ictericos en bovinos. Esto demostró cuán difícil es el diagnóstico y la importancia de las pruebas moleculares para una identificación exacta. Además, Lancheros et al (26) en Colombia hallaron una seroprevalencia de leptospirosis en bovinos de Boyacá asociada a fallas reproductivas y baja concepción, sugiriendo planes de vacunación y bioseguridad específicos.

Finalmente, la rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR), cuyo agente etiológico es el *Herpesvirus bovinum* tipo 1 (BoHV-1), causa abortos, muerte embrionaria, metritis y anestro, impactando la reproducción y la productividad. Este virus tiene la capacidad de permanecer latente y reactivarse en situaciones de estrés. Estudios recientes muestran que la enfermedad es altamente prevalente en todo el mundo. Danu et al (27) informaron una seroprevalencia del 80,47% en el este de Etiopía, con mayores prevalencias en animales adultos y razas locales, lo que justifica los programas regulares de vacunación. De manera similar, El-Sheikh et al (28) en Egipto encontraron una seroprevalencia del 22,5 %, mayor en sistemas tradicionales que en comerciales, siendo la estacionalidad y el manejo zootécnico factores influyentes.

7.4. Indicadores de impacto reproductivo y productivo

La evaluación de los indicadores reproductivos y productivos en bovinos es un determinante de la eficiencia biológica y económica de los sistemas ganaderos, siendo una herramienta para el diagnóstico del desempeño zootécnico. Estos indicadores son un reflejo del balance entre la capacidad reproductiva, la producción de leche y las condiciones de manejo y

nutrición del hato, por lo que su evaluación conjunta permite definir estrategias de mejora genética y productiva. Entre los indicadores más importantes tenemos el intervalo entre partos, la tasa de concepción, los servicios por concepción, el período abierto, la producción de leche y la composición de la leche (29).

Los indicadores reproductivos se relacionan con la fertilidad y la eficiencia del ciclo reproductivo. En vacas Holstein explotadas en condiciones climáticas mediterráneas, se ha informado que el intervalo promedio entre parto y primera inseminación es de 87 días, y entre parto y concepción es de 134 días, con una tasa de concepción a la primera inseminación del 29 %. Estos valores, aunado a un intervalo entre partos de 425 días, son un reflejo de la dependencia de la eficiencia reproductiva con las condiciones ambientales y de manejo térmico (29). Además, la edad y el número de lactaciones afectan la fertilidad, disminuyendo la capacidad reproductiva a partir de la tercera lactancia y aumentando el índice de inseminaciones hasta 5,8 servicios por gestación (30).

Entre los indicadores productivos, la cantidad y calidad de la leche son los indicadores más importantes para evaluar la eficiencia zootécnica. La temperatura ambiental, la humedad relativa y el estrés térmico influyen directamente en la cantidad y composición de la leche. En sistemas mediterráneos intensivos se ha llegado a estimar una producción media a 305 días de 5782 kg/vaca con 3,36 % de grasa y 3,12 % de proteína, y el aumento del índice temperatura-humedad se relaciona con una disminución de 0,18 kg de leche/día por cada punto adicional del índice térmico (29).

La relación entre los indicadores productivos y reproductivos se da a través del balance energético y la condición corporal. La sobre pérdida de peso en el posparto altera la función ovárica y alarga el anestro, disminuyendo la tasa de concepción y aumentando los días abiertos. Islam (31) encontraron que una nutrición equilibrada y un sistema de alojamiento ventilado mejoran la eficiencia reproductiva al disminuir el intervalo entre partos y aumentar la producción diaria de leche, lo que demuestra que el bienestar animal y el manejo nutricional influyen en el rendimiento productivo.

Por otro lado, Akkou et al. (32) encontraron una asociación positiva entre el pico de producción de leche y la tasa de concepción, y una asociación inversa entre el porcentaje de grasa de la leche y los días abiertos. Estos resultados indican que la eficiencia reproductiva está condicionada por la capacidad del animal a establecer un balance metabólico apropiado en el inicio de la lactancia.

7.5. Factores que influyen en el éxito reproductivo

El éxito reproductivo en los bovinos está condicionado por una compleja interacción de factores fisiológicos, genéticos, nutricionales, ambientales y de gestión. La capacidad de un animal para sostener un equilibrio endocrino apropiado, garantizar una función ovárica normal y ofrecer un entorno uterino favorable para la fecundación y el desarrollo del embrión son los factores que determinan la efectividad del sistema reproductivo. La interacción entre la intensa demanda metabólica que resulta de la producción de leche y las alteraciones hormonales posparto plantea un reto en los sistemas de producción intensivos, ya que afecta la óptima reproducción (33).

La fertilidad está fuertemente influenciada por los factores metabólicos y nutricionales. La vaca pasa por un balance energético negativo en el posparto temprano, lo cual impacta la liberación de gonadotropinas y disminuye la competencia ovocitaria. Este desequilibrio no solo extiende el lapso entre la ovulación y el parto, sino que además aumenta el riesgo de anestro y de abortos espontáneos a temprana edad. Una alimentación balanceada en energía metabolizable y apropiada en aminoácidos esenciales como la metionina y la lisina tiene el potencial de disminuir el período entre calving y concepción, así como de optimizar las tasas de gestación, lo que demuestra cuán relevante es la nutrición para la recuperación reproductiva (34).

El estrés térmico es uno de los factores ambientales que más limita la reproducción bovina, sobre todo en zonas subtropicales y tropicales. La función hipotalámica se ve alterada y la secreción de LH se reduce con la exposición durante un largo periodo a temperaturas altas, lo que tiene un impacto negativo en la calidad del ovocito y en la implantación del embrión. Se ha demostrado que el aumento del índice temperatura-humedad tiene una correlación negativa con la tasa de concepción y extiende los espacios entre partos, lo cual muestra el efecto directo del calor en la fisiología reproductiva (35).

La eficiencia en la reproducción también se ve afectada de manera importante por los factores relacionados con el manejo y la genética. Consentini et al. (14) señalan que la fertilidad ha disminuido debido a la relación inversa entre reproducción y producción, resultado de una selección genética enfocada en un alto rendimiento lechero. No obstante, la puesta en marcha de índices genéticos que incluyen características de longevidad y fertilidad, así como la implementación de programas posparto para la sincronización y el monitoreo, posibilita contrarrestar en parte estos efectos y preservar tasas de concepción competitivas.

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

H0: Las intervenciones reproductivas aplicadas en el programa UTCgen influyen positivamente en la eficiencia reproductiva y la salud general de los bovinos.

H1: Las intervenciones reproductivas aplicadas en el programa UTCgen no influyen positivamente en la eficiencia reproductiva y la salud general de los bovinos.

9. METODOLOGÍA

9.1. Tipo y enfoque de investigación

El estudio es una investigación aplicada de enfoque cuantitativo, que busca generar conocimiento verificable para mejorar los procesos reproductivos en sistemas productivos animales a través de la medición objetiva de variables biológicas y productivas.

El tipo que se aplica es de tipo utilitario, ya que pretende utilizar la ciencia para solucionar un problema práctico del sector pecuario: la baja eficiencia reproductiva en bovinos. Este tipo de investigación aplica los conocimientos teóricos de la reproducción animal y la genética animal para generar soluciones que mejoren los resultados productivos, la sostenibilidad económica y técnica de las explotaciones ganaderas. Como indican Torres (6), la investigación aplicada implica usar el conocimiento científico para intervenir en la realidad y generar cambios positivos en los procesos estudiados.

El cuantitativo, en cambio, compila, examina e interpreta información numérica para identificar vínculos entre variables. La objetividad, la medición y la confirmación estadística de los resultados son los fundamentos de este método, lo que permite que las conclusiones sean reproducibles y científicas. Takona (7), afirma que la investigación cuantitativa examina fenómenos visibles mediante el uso de instrumentos estandarizados y análisis estadísticos, con el propósito de describir, comparar y explicar.

El uso de este método permite medir el impacto de distintas prácticas reproductivas sobre indicadores definidos, determinando con exactitud la magnitud de su efecto sobre los parámetros productivos y sanitarios del hato. Así, el análisis estadístico es fundamental para establecer tendencias y diferencias significativas y asegurar la validez científica de los resultados.

9.2. Diseño metodológico

El estudio se trata de un diseño experimental, longitudinal y comparativo para analizar los cambios que ocurren en el tiempo sobre variables reproductivas y productivas en un grupo

de bovinos. En el diseño experimental, se realiza manipulación intencional de una variable dependiente por el investigador, para medir el efecto que ocasiona en una variable dependiente. Este diseño es adecuado cuando puede haber manipulación en dos o más variables independientes y medirse el efecto en dos o más variables dependientes. Weyant (9).

En este contexto, el estudio se apoya en la recolección de información antes y después de la aplicación de prácticas reproductivas ayudando a los procesos biológicos del ciclo reproductivo de los animales.

El diseño longitudinal implica seguir a un conjunto de personas a lo largo de una temporalidad para detectar las fluctuaciones en los indicadores productivos y reproductivos tras la intervención. Este tipo de análisis permite el seguimiento y la comparación de tendencias a través del tiempo, además de la interpretación del impacto real de las prácticas que se han implementado. Según Lozano et al. (8), los diseños longitudinales son relevantes cuando se busca indagar la forma en que las variables varían con el tiempo y establecer si las transformaciones detectadas pueden atribuirse a elementos específicos de gestión o intervención.

El estudio también tiene un diseño comparativo debido a que implica la comparación entre los resultados previos y posteriores a las intervenciones reproductivas. Esta comparación permite determinar diferencias significativas entre ambos escenarios, además de generar conclusiones desde la perspectiva estadística. Al comparar ciertos parámetros, como el intervalo entre partos, la tasa de concepción y la producción lechera, se puede establecer qué tanto ha mejorado y cuán efectivas han sido las técnicas reproductivas utilizadas. El diseño metodológico también conlleva el uso de herramientas cuantitativas para el análisis estadístico de datos, lo cual garantiza que la interpretación de los resultados sea objetiva y que estos puedan ser reproducidos.

Los métodos irán dirigidos a determinar la magnitud del cambio en las variables dependientes, usando estadísticas descriptivas e inferenciales apropiadas para el tipo de datos recolectados.

9.3. Área de estudio: zona occidental de Cotopaxi

La zona de investigación incluye la región occidental de Cotopaxi, en los Andes ecuatorianos. Cotopaxi, con un clima templado frío, tiene una altura media de 2.400 a 3.800 msnm, temperaturas medias de 10 °C a 16 °C y precipitaciones anuales que oscilan entre los 1.000 y los 1.500 mm. Estas circunstancias tienen un impacto en la calidad y disponibilidad de los forrajes, el metabolismo del ganado y la reacción a los tratamientos reproductivos. Por ende,

la gestión reproductiva aquí tiene que adaptarse a un entorno de gran altitud y estacionalidad andina.

El estudio se realizará en las parroquias rurales de Guaytacama, Eloy Alfaro y Tanicuchi, ubicadas en el cantón Latacunga. En estas zonas hay una gran cantidad de productores lecheros medianos y pequeños que están involucrados en el programa UTCgen, un programa de mejora genética sostenible de bovinos, cuyo patrocinador es la Universidad Técnica de Cotopaxi. La población ganadera de estas parroquias está compuesta principalmente por ejemplares de las razas Jersey, Holstein y Brown Swiss, incluyendo también sus cruces. En sistemas semiintensivos, se alimentan con pastoreo, complementos minerales y raciones balanceadas y concentradas.

Además, se elige la zona occidental de Cotopaxi como campo de estudio porque es relevante para el crecimiento ganadero a escala provincial, ya que acoge una buena parte de la producción lechera destinada a las fábricas de leche locales y regionales. Asimismo, debido a la escasez de recursos y a un nivel de tecnificación moderado de los productores, se puede analizar la efectividad práctica de las biotecnologías reproductivas en situaciones reales de producción.

Desde un enfoque técnico, el área proporciona un ambiente realista que permite estudiar la implementación de manipulaciones reproductivas en condiciones rurales y montañosas, las cuales son variables significativas en la reacción fisiológica del ganado. El análisis de estas circunstancias producirá resultados que pueden ser aplicados en otras regiones del país andino con rasgos parecidos, lo cual será ventajoso para el diseño de programas y políticas orientados a optimizar la productividad y la genética.

9.4. Población y muestra

La población de estudio la conforman la totalidad de bovinos del programa de mejoramiento genético sostenible de bovinos (UTCgen), ubicados en la zona occidental de la provincia de Cotopaxi, en las parroquias rurales de Guaytacama, Eloy Alfaro y Tanicuchi, cantón Latacunga. Programa que agrupa a ganaderos asociados que se dedican a la mejora genética, la gestión reproductiva y sanitaria, con el soporte técnico de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Las variedades de ganado bovino en estas parroquias son específicas para la producción lechera y sus combinaciones. Las que se crían con más frecuencia son Jersey, Holstein y Brown Swiss, en sistemas semiintensivos. Estas fincas se distinguen por tener sistemas de producción tradicionales con grados intermedios de tecnificación, lo que las hace un modelo a seguir para

la ganadería lechera local. En estas condiciones, la población que se examina está formada por los bovinos que han formado parte del programa UTCgen. El objetivo de este es optimizar el desempeño reproductivo y productivo mediante prácticas como la inseminación artificial, la sincronización de estros y los tratamientos hormonales.

Para la muestra, se elegirá una cantidad de animales que represente a toda la población, teniendo en cuenta criterios reproductivos y técnicos para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. La muestra consiste en una selección no aleatoria o intencionada, que abarca únicamente a los animales bovinos que cumplen con las condiciones necesarias para evaluar las métricas reproductivas y de producción antes y después de las intervenciones. Este tipo de muestreo es apropiado para estudios aplicados de campo, en los que se necesita trabajar con unidades que tienen características específicas y homogéneas en edad, raza, condición fisiológica y estado de salud (8).

Los criterios de inclusión estarán orientados a garantizar la representatividad del grupo experimental, considerando factores como:

- Bovinos hembras en edad reproductiva activa (mayores de 18 meses)
- Historial productivo y reproductivo disponible dentro del registro del programa UTCgen.
- Condición corporal dentro de los rangos fisiológicos óptimos estado sanitario adecuado, sin patologías reproductivas evidentes.

Además, se excluyen animales que presenten antecedentes de infertilidad, enfermedades metabólicas o alteraciones genéticas que no pueden beneficiar a la investigación. De este modo, la muestra podrá ser comparable a los registros pre y post técnicas reproductivas, estableciendo así el efecto real de éstas sobre los parámetros biológicos analizados.

9.5. La Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las herramientas de recolección de datos son los canales operativos a través de los cuales se registrará, sistematizará y verificará la información recolectada en el terreno, asegurando la exactitud y validez de los resultados. Para la presente investigación, los instrumentos elegidos se ajustan al paradigma cuantitativo del diseño metodológico y al carácter aplicado de la investigación, capaces de medir de manera precisa los indicadores reproductivos, sanitarios y productivos de los bovinos incluidos en el programa UTCgen.

La ficha zootécnica y reproductiva será la herramienta fundamental, en la cual se recolectará información de cada animal. En esta ficha se anotarán variables como la fecha del procedimiento, el diagnóstico de problemas o enfermedades reproductivas, el estado

reproductivo, la edad y el número de identificación. . Esta herramienta hará posible un seguimiento exacto del proceso de producción y reproducción animal, así como la comparación de los datos obtenidos antes y después de las intervenciones.

También se empleará una ficha de observación estandarizada para registrar los eventos sanitarios y reproductivos que se consigan observar en el campo. Este formulario permitirá documentar información acerca de la demostración del celo, la reacción fisiológica a los métodos de reproducción, el estado general de salud del animal, los síntomas clínicos que puedan aparecer y cualquier suceso que suceda durante el seguimiento. El personal técnico utilizará esta herramienta de forma estandarizada, garantizando de este modo que el registro sea constante e igual.

Se empleará esta herramienta para evaluar el efecto de las intervenciones en la salud general del animal y garantizar que el bienestar del hato se mantenga durante la investigación.

Los datos recabados por medio de los instrumentos se organizarán en una base de datos digital mediante un software estadístico especializado, que posibilitará validar estadísticamente las comparaciones entre diferentes periodos y detectar tendencias relevantes.

9.6.Procedimientos de intervención y observación

La etapa práctica de la investigación, en la que se llevan a cabo las medidas planeadas para analizar el efecto de los métodos reproductivos en los bovinos del programa UTCgen, corresponde a los procedimientos de intervención y seguimiento. Con el objetivo de asegurar la recopilación de datos confiables que reflejen la realidad productiva y sanitaria del hato, estas actividades se llevarán a cabo de manera ética, controlada y sistemática.

La etapa inicial del procedimiento será el diagnóstico, donde se reunirán los registros médicos de los animales implicados. Se examinarán las bases de datos y las fichas técnicas del programa UTCgen a lo largo de este lapso, que abarcan la producción láctea, el número de partos, el intervalo entre la concepción y el parto, así como los antecedentes reproductivos. La información que se recolecte servirá de línea de base para las comparaciones, lo cual es fundamental para valorar las modificaciones que ocurran después de las intervenciones reproductivas.

A continuación, se llega a la etapa de intervención reproductiva, en la que se utilizan diversas biotecnologías, incluyendo el tratamiento hormonal, la inseminación artificial y la sincronización del estro. Estos procesos se llevarán a cabo con la supervisión de un veterinario especializado y siguiendo protocolos estandarizados que se adapten a las condiciones fisiológicas individuales de cada animal. En las fichas de control se incluirán todos los procesos,

que comprenden la técnica empleada, el día en que se llevó a cabo, las dosis hormonales y los resultados obtenidos. Este registro posibilitará la evaluación de la efectividad, tanto individual como grupal, de cada método utilizado.

Después de la operación, se dará la etapa de supervisión y seguimiento. En esta fase, se realizarán exámenes clínicos y reproductivos con regularidad, utilizando ecografía o palpación rectal, para determinar si hay embarazos y la fisiología del sistema reproductor. Simultáneamente, se anotarán variables generales de salud (como la mortalidad, las enfermedades y la condición física) y de producción (como el volumen y la calidad de la leche).

La observación sistemática será la herramienta principal para monitorear el comportamiento reproductivo y la salud de los animales durante todo el proceso. Esta observación se llevará a cabo en el terreno, en las unidades de producción elegidas, siguiendo los protocolos definidos y utilizando formatos estandarizados para asegurar que el registro sea homogéneo. Este método posibilita la obtención de datos precisos y directos acerca de cómo reaccionan los bovinos ante las intervenciones que se llevan a cabo. Finalmente, los datos recogidos en las fases de intervención y observación se volcarán en una base de datos digital para su posterior análisis estadístico. El análisis permitirá hacer comparaciones entre el antes y después de la intervención, identificar tendencias reproductivas y productivas y medir el impacto de las técnicas sobre los indicadores del hato.

9.7. Análisis estadístico

El análisis estadístico es una etapa esencial del proceso metodológico, porque es lo que transforma los datos recogidos en información verificable y científica. Para asegurar un análisis estadístico sólido e imparcial de los resultados, esta investigación se dedicará a comparar los indicadores de reproducción y producción antes y después de las intervenciones reproductivas del programa UTCgen.

Primero, los datos obtenidos por medio de instrumentos de recolección serán organizados, codificados y analizados para garantizar su integridad y consistencia. Más adelante, con la versión más actualizada de IBM SPSS Statistics, se realizará el análisis descriptivo e inferencial de las variables estudiadas. Debido a su capacidad para gestionar grandes cantidades de datos y generar resultados que son confiables y reproducibles desde el punto de vista estadístico, esta técnica es comúnmente empleada en investigaciones cuantitativas.

En una primera etapa, se realizará un análisis descriptivo, el cual busca resumir el comportamiento general de las variables en estudio a través de medidas de tendencia central

(media, mediana y moda) y de dispersión (desviación estándar y varianza). Entre los indicadores estudiados se encuentran la tasa de concepción, intervalo parto-concepción, tasa de natalidad, producción media de leche y condición corporal de los bovinos. Este proceso permitirá caracterizar cuantitativamente el estado reproductivo y productivo de los animales antes y después de las intervenciones.

Se realizará un análisis comparativo e inferencial con el objetivo de establecer si existen diferencias significativas entre los periodos de intervención anterior y posterior. Para este propósito, se empleará la prueba t de Student para muestras relacionadas, cuyo uso es adecuado cuando se comparan las medias de dos mediciones interdependientes. Si los datos no satisfacen las hipótesis de normalidad, se aplicará la prueba de Wilcoxon, que es no paramétrica, con el fin de garantizar la validez del análisis. Además, se realizará un estudio de varianza (ANOVA) entre las distintas técnicas reproductivas y posteriormente se efectuarán pruebas post hoc para realizar comparaciones múltiples entre los grupos y establecer cuál es el método más efectivo.

También se llevará a cabo un análisis correlacional de Pearson con el fin de determinar la conexión entre las variables productivas (como la condición corporal o la producción de leche) y las reproductivas (por ejemplo, el intervalo entre concepción y parto o la tasa de concepción). Este método facilitará la comprensión de cómo los indicadores se vinculan e interaccionan entre sí para impactar el desempeño a nivel reproductivo y productivo.

Se establecerá el nivel de significancia estadística en $p \leq 0.05$, lo que determinará si se aceptan o no las hipótesis planteadas, garantizando así un margen de error máximo del cinco por ciento. Para simplificar la comprensión y visualización de los datos que apoyarán las conclusiones del análisis, se mostrarán los resultados en gráficos y tablas generados por IBM SPSS Statistics.

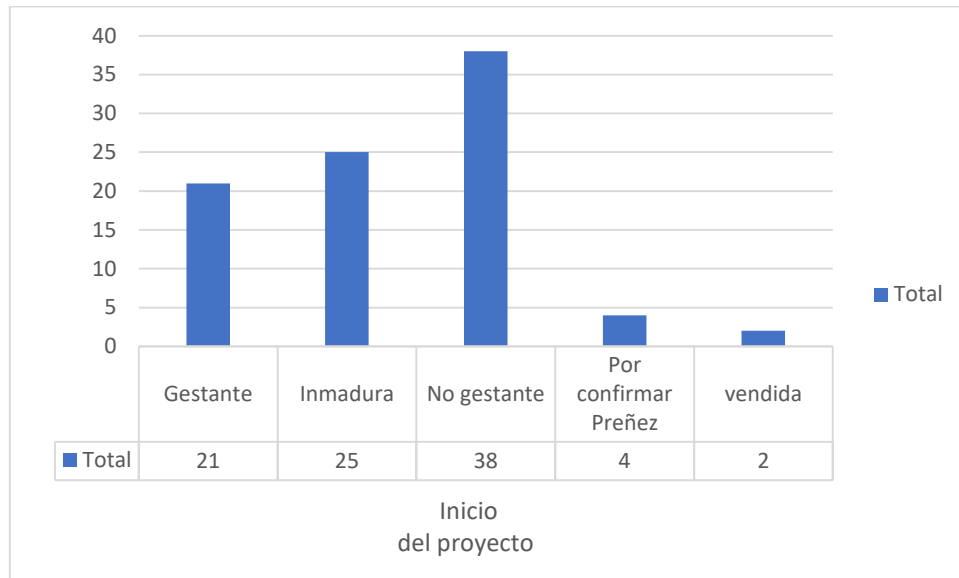
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del programa UTCgen mostraron que las intervenciones reproductivas que se realizaron lograron mejorar el comportamiento reproductivo del hato bovino estudiado. A través de chequeos ginecológicos, terapias hormonales y mejoras en la gestión sanitaria y nutricional, se logró incrementar la cantidad de animales en celo y gestantes, que son las principales señales de eficiencia reproductiva. No obstante, continuaron las limitaciones vinculadas con desnutrición, trastornos en los ovarios y dificultades uterinas después del parto, factores que afectaron la concepción y el intervalo entre partos. En este contexto, los hallazgos brindaron información completa acerca de la relación entre el estado fisiológico, los

tratamientos y los resultados reproductivos, confirmando la incidencia de la gestión técnico-sanitaria en la productividad del ganado bovino.

10.1. Estado reproductivo al inicio del proyecto de la parte occidental de Cotopaxi

Figura 1. Estado reproductivo

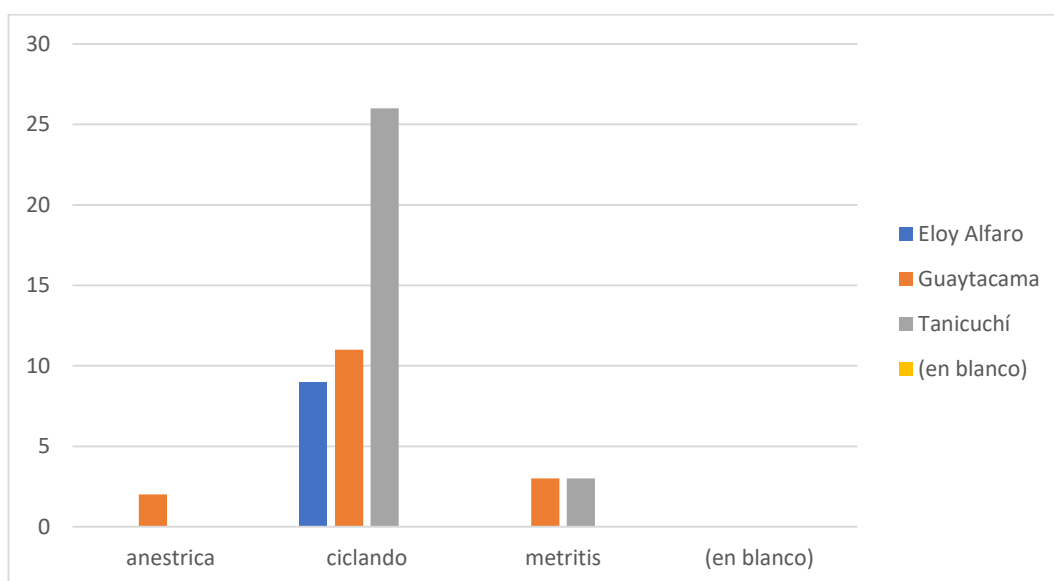


Fuente: Elaboración propia

En la figura 1 se puede visualizar el inicio de la ejecución del proyecto de investigación, el hato bovino del programa UTCgen fue recibido con una distribución reproductiva heterogénea, evidenciando importantes limitaciones en la eficiencia reproductiva. De los animales analizados, 38 no estaban gestantes, lo cual los hizo ser el grupo más grande; a continuación, se encontraban 25 animales inmaduros que aún no habían alcanzado la madurez sexual. También se registraron 21 vacas gestantes, 4 cuyos embarazos no fueron confirmados y 2 que fueron vendidos. Estas cifras muestran un panorama inicial de reproducción negativa, caracterizado por un gran número de animales improductivos o inactivos en términos reproductivos; esto llevó a la adopción de intervenciones y tácticas de gestión reproductiva con el fin de optimizar los indicadores reproductivos del hato.

10.2. Distribución del diagnóstico por parroquia

Figura 2. Diagnostico



Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se visualizó el estado reproductivo de los bovinos por parroquia en el programa UTCgen, donde se encontraron diferencias altamente significativas en la condición fisiológica de los animales entre las parroquias Eloy Alfaro, Guaytacama y Tanicuchí. Se pudo constatar que en Eloy Alfaro predominó el grupo de vacas ciclando con 9 animales, seguido de Guaytacama con 11 animales y Tanicuchí con 26 bovinos ciclando. En cuanto a la metritis, fue identificada en dos vacas de Tanicuchí y tres de Guaytacama. En lo que respecta a la anéstrica, solamente se encontró en tres vacas de Guaytacama.

Estos resultados mostraron que las parroquias tenían patrones reproductivos distintos, lo cual podría estar relacionado con el control de la alimentación, los exámenes ginecológicos y las terapias hormonales. La eficiencia reproductiva fue superior en Tanicuchí, que disponía de un número más elevado de vacas en ciclando, lo cual se debió a una gestión más tecnológica y a la implementación más extensa de protocolos hormonales. Este resultado coincidió con lo informado por Bonacker et al (21) quienes mencionan que los programas con monitoreo clínico periódico y uso de prostaglandina y GnRH aumentan el número de animales ciclando y disminuyen los periodos de anestro.

En cambio, vacas anéstrica y con metritis en Guaytacama revelaron fallas nutricionales y de manejo sanitario, causas de inactividad ovárica. Investigaciones recientes, como la de Ignat'ev et al (45) confirmaron que el balance energético negativo posparto y las infecciones uterinas subclínicas son las principales causas de anestro y disfunción ovárica. En este contexto,

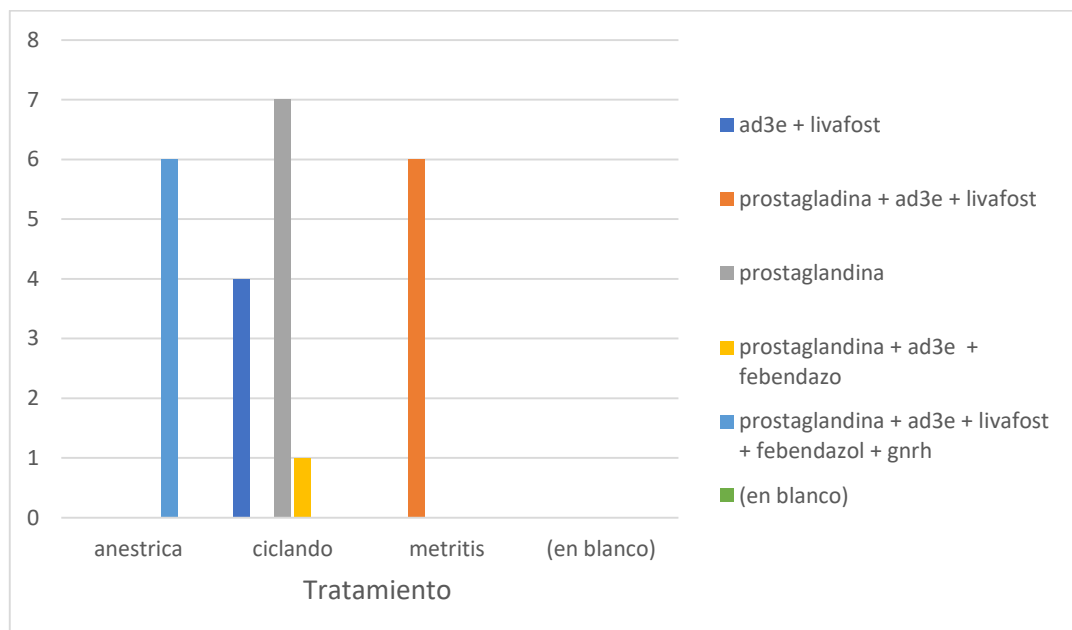
la metritis encontrada en Guaytacama coincidió con lo reportado por LeBlanc (2020), ya que es una enfermedad que altera la involución uterina y retrasa el inicio del ciclo estral, lo que justifica la menor cantidad de animales ciclando en esta parroquia.

La condición reproductiva en Tanicuchí fue similar a lo reportado por Pugliesi et al (15) quienes informaron que los hatos en control ginecológico cada 45 días y suplementados con vitaminas mostraron una mejora continua en la actividad ovárica. En la misma línea, Lucy et al (5) informe que los sistemas con vigilancia sanitaria continua tienen menor incidencia de enfermedades uterinas y mejor respuesta a tratamientos reproductivos.

El bajo número de animales con metritis en Tanicuchí y Eloy Alfaro también indicó un buen control preventivo, posiblemente por el uso temprano de prostaglandina en el posparto, lo que coincide con Galvao (46) quienes encontraron que la terapia con prostaglandina F2 α promueve la limpieza uterina y disminuye la incidencia de infecciones endometriales.

10.3. Relación entre el diagnóstico y tratamientos aplicados

Figura 3. Tratamientos aplicados



Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se ilustra la asociación entre el estado reproductivo de los bovinos tratados en el programa UTCgen y los tratamientos realizados, mostrando una distribución distinta de acuerdo al estado fisiológico de los animales. Se 6 bovinos anéstricos con AD3E + Livafost, 4 bovinos ciclando con prostaglandina + AD3E + Livafost y 7 bovinos ciclando solo con prostaglandina. Asimismo, se descubrió que seis animales con metritis recibieron un

tratamiento de prostaglandina + AD3E + Livafofost, mientras que solo uno de los bovinos ciclando fue tratado con prostaglandina + AD3E + Livafofost + febendazol + GnRH.

Estos hallazgos mostraron un manejo reproductivo escalonado en función del diagnóstico clínico, lo que evidenció una estrategia técnica y acorde con la fisiología de cada categoría. Según Pugliesi et al (3), el empleo exclusivo de prostaglandina en vacas que ciclan muestra una táctica enfocada en la inducción de luteólisis para coordinar el estro e idealizar el instante de inseminación. Estos autores hallaron que los protocolos fundamentados en prostaglandina optimizan la frecuencia ovulatoria y la sincronización folicular en bovinos con actividad ovárica normal.

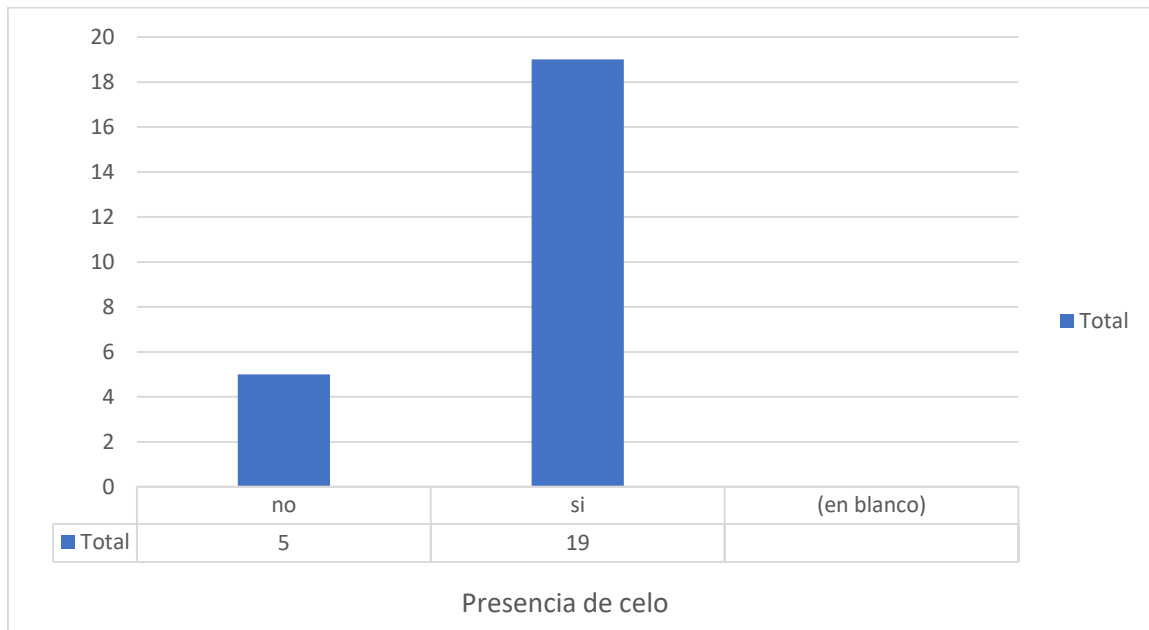
En tanto que la utilización de prostaglandina asociada a AD3E y Livafofost en animales con metritis y anestro solucionó la estimulación ovárica y la involución uterina. Este manejo coincidió con lo reportado por Baruselli et al (18) quienes mencionan que la suplementación hormonal combinada con vitaminas y minerales mejora la respuesta reproductiva en vacas con balance energético negativo o infecciones uterinas posparto. Además, LeBlanc (43) indicó que la prostaglandina en casos de metritis promueve la evacuación uterina y acorta el tiempo de involución, lo que permite el retorno más rápido a la ciclicidad.

Por otro lado, el tratamiento con AD3E + Livafofost en animales anestros demostró ser una manera terapéutica para corregir deficiencias metabólicas y vitamínicas que impiden el inicio del ciclo ovárico. Esta forma de suplementación fue apoyada por Melendez et al (44) quienes mencionaron que la suplementación con vitaminas liposolubles y fósforo estimula el eje hipotálamo-hipófisis-ovario, mejorando la reanudación de la ovulación. Asimismo, Sahin et al (2021) mostraron que la suplementación energética y vitamínica mejora la respuesta a terapias hormonales, en línea con los resultados favorables encontrados en UTCgen.

La aplicación más restringida del protocolo combinado con febendazol y GnRH mostró un manejo individualizado en animales con historial de parasitismo o anestro profundo. Danu et al (27) informó que la aplicación de GnRH junto con antiparasitarios en bovinos con problemas metabólicos mejoró la tasa de respuesta ovárica y concepción, lo que concuerda con la respuesta encontrado en el presente estudio.

10.4. Presencia de celo en los bovinos intervenidos

Figura 4. Celo en bovinos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se ilustraron los datos de presencia de celo en bovinos tratados en el programa UTCgen, donde 19 animales mostraron signos de celo y 5 no presentaron manifestaciones de celo en el periodo posterior a las intervenciones reproductivas. Estos valores mostraron una respuesta favorable a los tratamientos hormonales y al manejo reproductivo utilizado, lo que sugiere una reactivación de la función ovárica en la mayoría de los animales tratados.

La observación de que la mayoría de los bovinos presentaron celo tras las intervenciones indica la efectividad de los protocolos hormonales aplicados, en particular aquellos que incorporan prostaglandina $F2\alpha$, GnRH y suplementos vitamínicos. De acuerdo con lo indicado por León et al (47) la administración de prostaglandina en animales que presentan un cuerpo lúteo funcional favorece la luteólisis y funcionales sincroniza el estro, lo que incrementa las probabilidades favorece la luteólisis y sincroniza el estro, lo que incrementa las probabilidades de manifestación del celo de manifestación del celo. En consonancia con lo anterior, Robin (48) evidenciaron que los programas de sincronización del ciclo estral mediante GnRH y prostaglandina alcanzan una mayor regularidad en la ovulación y una expresión más pronunciada de los signos de celo, lo cual se reflejó en resultados similares a los observados en el presente estudio.

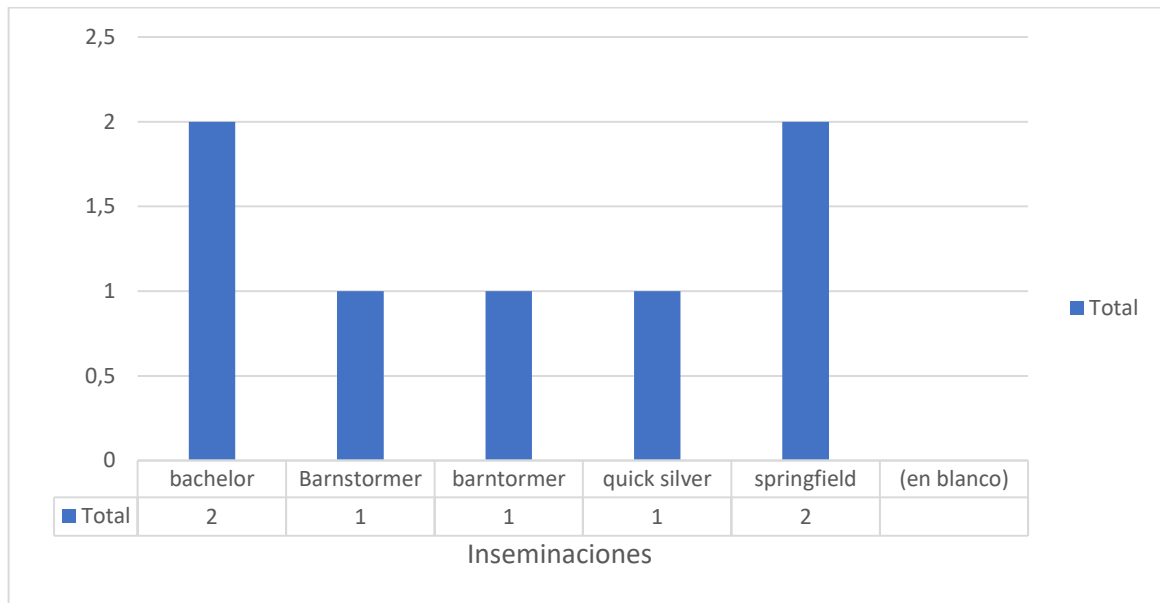
Por otro lado, la falta de celo en cinco bovinos podría estar vinculada a factores fisiológicos o ambientales que influyeron en la respuesta a los tratamientos. Atavay et al (49) sostuvieron que los desequilibrios energéticos y la baja condición corporal constituyen causas comunes de anestro funcional, dado que disminuyen la secreción pulsátil de GnRH y restringen la actividad ovárica. En este contexto, los animales que no respondieron al tratamiento podrían haber presentado deficiencias nutricionales o estrés metabólico, condiciones que Lucy (5) también describe como limitantes para la reanudación del ciclo estral posparto.

La expresión del celo se ha considerado un indicador confiable de la funcionalidad del eje hipotálamo-hipófisis-ovario. Meléndez et al (44) informa que la manifestación del celo, tras la aplicación de protocolos de sincronización, se relaciona directamente con una mayor tasa de concepción y una disminución en el número de días abiertos. La concordancia de estos hallazgos con los resultados del programa UTCgen sugiere que la aplicación de tratamientos hormonales, en combinación con el soporte vitamínico, ha permitido optimizar el retorno a la ciclicidad ovárica.

En comparación con los estudios realizados en bovinos de doble propósito en Colombia, Lancheros et al (26) informaron una menor respuesta al celo, con 12 animales de un total de 25 tratados. Esta situación se atribuye a la prevalencia de infecciones uterinas subclínicas y a una nutrición inadecuada. En contraste, el elevado número de animales en celo en Cotopaxi evidencia una mayor eficiencia reproductiva, lo cual puede atribuirse a un control más riguroso de la salud uterina y de la nutrición.

10.5. Pajuelas utilizados en las inseminaciones artificiales

Figura 5. Pajuelas utilizadas



Fuente: Elaboración propia

La figura 5 presenta los resultados correspondientes a los toros utilizados en las inseminaciones artificiales realizadas en el marco del programa UTCgen, evidenciando una distribución equilibrada entre los sementales empleados. Se registró el uso de cinco toros diferentes. Bachelor y Springfield fueron los más utilizados, con dos inseminaciones cada uno. Por otra parte, Quick Silver, Barnstormer y Barntormer fueron utilizados en una inseminación cada uno. Esta conducta indica una táctica de diversificación genética que tiene como propósito prevenir la consanguinidad y analizar el desempeño reproductivo de varias líneas genéticas dentro del ható tratado.

Escoger varios toros en un programa de inseminación artificial (IA) es una práctica adecuada para hatos de tamaño pequeño o mediano, ya que permite comparar qué tan bien se adaptan distintos genotipos a las condiciones fisiológicas y ambientales del lugar. De acuerdo con el informe de Mrode et al (50) la implementación de toros con diferentes valores genéticos en programas de inseminación artificial promueve la variabilidad genética y optimiza el avance genético a largo plazo, al disminuir el riesgo de homogeneidad genética y la transmisión de características no deseadas. En este contexto, la utilización de diversos toros en el programa UTCgen se alinea con los principios de mejoramiento genético sostenible establecidos por Yadav et al (2) quien indicó que la selección equilibrada de sementales favorece la obtención de crías con un mayor potencial productivo y adaptativo.

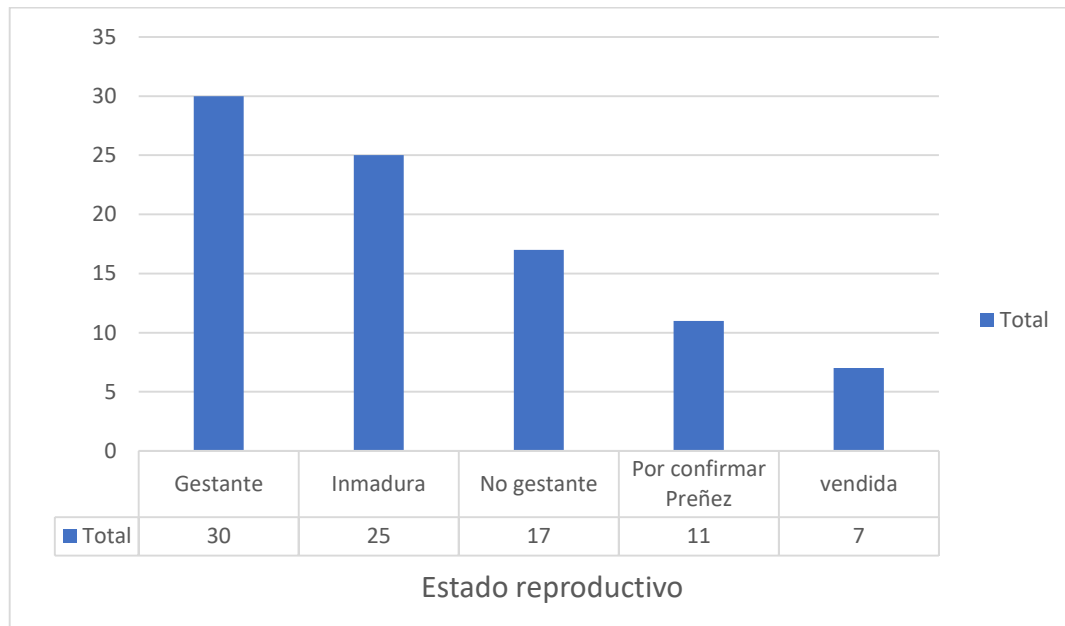
El elevado número de inseminaciones con Bachelor y Springfield puede atribuirse a su superior disponibilidad seminal, a un mayor índice de fertilidad o a características fenotípicas preferibles, tales como la facilidad de parto o la producción lechera. Los estudios realizados a cabo por Berry et al (51) evidencian que los toros seleccionados en función de sus valores genéticos de fertilidad y facilidad de parto exhiben tasas de concepción superiores en vacas primíparas, así como una menor incidencia de distocia. Estos hallazgos son coherentes con la resolución de dar prioridad a ciertos sementales en el programa UTCgen.

El uso de toros como Barnstormer y Quick Silver, en una sola inseminación, permitió que se mantuviera un control experimental y que no se hiciera un uso excesivo de la genética. Esta táctica está en concordancia con lo indicado por García et al (52) que subrayaron que la variedad de progenitores en los programas de inseminación artificial optimiza los índices reproductivos del hato, ya que brinda una evaluación comparativa más amplia del rendimiento de las crías.

Por otro lado, la adecuada selección del material genético, en función del biotipo de las vacas receptoras, constituyó un aspecto esencial del programa. La literatura reciente subraya que la compatibilidad entre el tamaño pélvico de las hembras y el peso al nacer de los descendientes disminuye los riesgos de partos distócicos y mejora la tasa de supervivencia neonatal. En este contexto, Mazzeo et al (24) y Macmillan et al (34) coincidieron en que la planificación genética fundamentada en índices de facilidad de parto reduce la incidencia de metritis y retención de placenta posparto, lo que a su vez mejora la eficiencia reproductiva y sanitaria. Estas observaciones son coherentes con los criterios aplicados en UTCgen.

10.6. Resultados del estado reproductivo de la parte occidental de Cotopaxi

Figura 6. Resultados del estado reproductivo



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 se visualizó la distribución del estado reproductivo de los bovinos del programa UTCgen en el área occidental de Cotopaxi. Se encontró que 30 animales estaban preñadas, 25 eran inmaduros, 17 no estaban preñadas, 11 tenían sospecha de preñez y 7 fueron vendidos. Estos resultados mostraron la efectividad de las medidas reproductivas aplicadas, dando una respuesta positiva en la tasa de gestación, pero aún con ciertas restricciones estructurales y de manejo que limitaron la eficiencia del sistema productivo.

El grupo de 30 vacas preñadas demostró la eficacia de las prácticas utilizadas, en especial los protocolos hormonales y el seguimiento clínico. Este resultado fue similar al encontrado por Baruselli et al (18) quienes encontraron mejoras en las tasas de preñez en hatos manejados con inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en Brasil, siendo semejantes después de la aplicación de prostaglandina y GnRH. En la misma línea, Pugliesi et al (15) informaron que la sincronización del celo mejoró las tasas de preñez en bovinos lecheros con problemas de detección de celo, corroborando la efectividad de las biotecnologías reproductivas utilizadas en el programa UTCgen.

Por otra parte, los 25 animales jóvenes constituyeron una proporción importante del hato que aún no había alcanzado la madurez sexual y, por lo tanto, no podía ser incluido en los programas de inseminación. Esto se asoció con problemas nutricionales propios de los sistemas semi intensivos andinos, donde los pastos son de bajo valor energético. Este resultado

concordó con lo reportado por González et al (40) quienes indicaron que los desbalances energéticos negativos prolongados retrasan la pubertad y la función ovárica, alterando la eficiencia reproductiva.

En relación a las 17 bovinas no preñadas, los resultados indicaron un grupo crítico desde el punto de vista reproductivo. La no concepción se puede relacionar con anestro posparto, metritis subclínicas o errores en la detección del celo. Lancheros et al (26) encontraron hallazgos similares en bovinos del altiplano colombiano, donde la ausencia de control sanitario y nutricional generó pérdidas reproductivas similares.

Además, los 11 animales gestantes por confirmarán demostraron la importancia del diagnóstico temprano por ultrasonografía, ya que el control post-inseminación disminuye los días abiertos y permite una mejor planificación reproductiva. En línea con esto, Barrón et al (41) evidenciaron que la confirmación temprana de gestación mejora la tasa de partos por campaña y disminuye las pérdidas embrionarias. Finalmente, la venta de 7 animales reveló condicionantes económicos para los pequeños productores, situación ya advertida por la FAO (42) al informar que la falta de dinero para tratamientos veterinarios o para una nutrición apropiada limita la sostenibilidad de los programas reproductivos.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1. Técnicos

Las intervenciones reproductivas tienen varios beneficios que ayudan a mejorar el control y la eficiencia reproductiva de las hembras bovinas, técnicas como inseminación artificial, sincronización de celo, el uso de hormonas, registro de datos, contribuyen a incrementar tasas de preñez, reducir enfermedades reproductivas, consanguinidad, mejorar genéticamente el hato, en consecuencia, optimiza la producción, reproducción y rentabilidad de los productores.

11.2. Sociales

Los productores vinculados al proyecto UTCgen obtienen mejora genética sin la necesidad de tener los reproductores, los cuales representan costos elevados por mantenimiento, además, adquieren conocimiento sobre la técnica y las causas que pueden afectarlas, con el fin de que manejen adecuadamente su hato y con ello mejoran sus ingresos

11.3. Ambientales

Obtener hatos ganaderos genéticamente mejorados permite obtener mayor productividad con menor cantidad de animales, por lo que, requieren de menor alimento y superficie, evitando así el sobrepastoreo y disminuyendo el impacto ecológico.

11.4. Económicos

Al obtener eficiencia productiva y reproductiva, incrementan las hembras bovinas gestantes, lo que significa que la producción se incrementa mejorando así la rentabilidad de los ganaderos, además, se reducen los costos de producción, pues, las enfermedades reproductivas disminuyen al igual que el uso de toro.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 2. Gastos proyecto de investigación

RESUMEN GASTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN				ABRIL - AGOSTO 2025	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL	
Materiales de oficina					\$3,40
Carpeta		\$1,50	\$1,50		
Esferos	2	\$0,45	\$0,90		
Hojas	50	\$0,02	\$1,00		
Gastos fijos/día					\$328,00
Datos móviles	120	\$0,40	\$48,00		
Transporte	15	\$15,00	\$250,00		
Alimentación	15	\$2,00	\$30,00		
Materiales e instrumentos					\$1.335,70
Guantes de palpación (caja)	2	\$17,60	\$35,20		
Guantes de manejo (caja)	1	\$10,00	\$10,00		
Rollo de papel	2	\$2,00	\$4,00		
Termómetro	1	\$24,00	\$24,00		
Catéter de inseminación	1	\$7,00	\$7,00		
Chemises	1	\$45,00	\$45,00		
Corta pajuelas	1	\$37,00	\$37,00		
Termo descongelador de pajillas	1	\$32,50	\$32,50		
Gel lubricante (galón)	1	\$25,00	\$25,00		
Pistola universal de inseminación	1	\$101,50	\$101,50		
Termo 20 Kg	1	\$895,00	\$895,00		
Nitrógeno liquido	40	\$3,00	\$120,00		
Tratamientos					\$481,50
Desparasitante Panacur 1L	2	\$41,00	\$82,00		
Livafost 500ml	1	\$141,00	\$141,00		
AD3E100ml	1	\$110,00	\$110,00		
GnRH (Buserelina zoovet)	1	\$46,50	\$46,50		
Prostaglandina (ciclar zoovet)	1	\$52,00	\$52,00		
Caja de jeringas	2	\$20,00	\$40,00		
Caja de agujas	2	\$5,00	\$10,00		
GASTO TOTAL					\$2.147,10

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

El estudio demostró que las intervenciones reproductivas implementadas en el programa UTCgen tuvieron un impacto positivo en la eficiencia reproductiva de los bovinos. La implementación de protocolos hormonales, la realización de chequeos ginecológicos periódicos y la administración de suplementación vitamínica han contribuido al aumento en el número de vacas gestantes y en ciclo, lo que indica una mejora en la respuesta fisiológica del hato. Asimismo, se constató una reducción en la incidencia de anestro y metritis, lo que sugiere un manejo técnico y sanitario adecuado. En conjunto, los resultados evidencian que la integración de la gestión reproductiva, nutricional y sanitaria fue fundamental para optimizar los parámetros reproductivos y asegurar la sostenibilidad del sistema productivo

El análisis de los índices reproductivos, realizado antes y después de las intervenciones, demostró una mejora significativa en los principales parámetros de fertilidad. Antes de las intervenciones, había una gran cantidad de animales que no estaban en celo y tenían una baja tasa de concepción. Sin embargo, tras la aplicación de los tratamientos hormonales, se detectó un incremento en la cantidad de animales en celos y preñez. La efectividad de las biotecnologías reproductivas empleadas, así como la relevancia de la evaluación ginecológica continua y del monitoreo clínico, se evidencia en esta transformación. Así pues, se demostró que la utilización metódica de protocolos hormonales ayudó a disminuir la cantidad de días abiertos y a aumentar el índice de concepción.

Se notó un porcentaje elevado de éxito con las distintas técnicas reproductivas utilizadas, destacando la efectividad de los tratamientos que mezclan prostaglandinas, GnRH y suplementos vitamínicos para estimular la actividad ovárica. Se observó una respuesta positiva en la mayor parte de los animales tratados, con signos evidentes de celo y logrando la gestación en las evaluaciones subsiguientes. Del mismo modo, se eligieron tratamientos apropiados de acuerdo con el diagnóstico clínico; esto ayudó a que los animales con metritis se recuperaran más rápido y la salud general del útero mejorara. Los hallazgos corroboraron que para mejorar la efectividad del programa fue fundamental el uso individualizado de métodos reproductivos.

La salud general de los bovinos y la producción de leche también se ven favorecidas por las intervenciones reproductivas llevadas a cabo. Las vacas que lograron regresar a su ciclo ovárico normal experimentaron un aumento en la producción de leche, una mejor condición corporal y una mayor estabilidad metabólica. El fortalecimiento del sistema inmunológico, gracias a la mejora de la nutrición y el control sanitario, ayudó a que se redujera la aparición de

enfermedades asociadas al posparto. Así, se corroboró que UTCgen es un modelo de administración integral eficaz porque, en términos generales, estos descubrimientos mostraron que las acciones reproductivas no solamente optimizaron la eficiencia reproductiva, sino que también fomentaron el bienestar y la productividad general del hato.

13.2. RECOMENDACIONES

Se sugiere la implementación continua de protocolos reproductivos y exámenes ginecológicos dentro del programa UTCgen, con el objetivo de garantizar un monitoreo constante del estado fisiológico de las vacas. Esta práctica permitiría la detección oportuna de alteraciones reproductivas y garantizaría la continuidad del progreso logrado en los índices de fertilidad del hato.

Se recomendó mejorar la gestión nutricional y la suplementación mineral de los animales, particularmente durante etapas críticas como el posparto y la prepuberal. Una alimentación equilibrada ayudaría a que las hembras jóvenes crezcan adecuadamente y al mismo tiempo promovería la reactivación efectiva del ciclo de los ovarios en vacas adultas.

Se propuso seguir utilizando tratamientos hormonales personalizados, que se fundamentan en diagnósticos clínicos precisos y en la condición fisiológica de cada animal. Esta táctica a medida ayudará a mejorar la respuesta reproductiva y disminuir el número de casos de anestro o enfermedades del útero.

Se aconseja combinar las estrategias reproductivas con planes de supervisión productiva y sanitaria, que incluyan controles de producción láctea y evaluaciones corporales. De esta manera, se aseguraría un equilibrio entre la eficacia en la reproducción, el rendimiento de la leche y el bienestar animal, lo que fortalecería la sostenibilidad del sistema ganadero en Cotopaxi.

14. BIBLIOGRAFÍA

1. Sales J, Pugliesi G, Carvalho L, Simões L, Lemos L, Vicente M, et al. Evolution over the last 40 years of the assisted reproduction technologies in cattle - the Brazilian perspective I - timed artificial insemination. *Animal Reproduction*. 2024; 21.
2. Yadav J, Singh H, Yadav V, Diwakar R. Artificial Insemination and Embryo Transfer: Emerging Technologies in the Livestock Industr. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*. 2025; 10(2).
3. Pugliesi G, Feltrin I, Mattos A, Silva A, Morelli K, Nishmura T, et al. Evolution over the last 40 years of the assisted reproductive technologies in cattle - the Brazilian perspective for embryo transfer and resynchronization programs (part II). *Animal Reproduction*. 2024; 21.
4. Hossein-Zadeh G, Nejati-Javaremi A, Miraei-Ashtiani S, Kohram H, Honarvar M. Bio-economic model to evaluate twinning rate using sexed embryo transfer in dairy herds. *Animal : an international journal of animal bioscience*. 2011; 5(11).
5. Lucy M. Fertility in high-producing dairy cows: reasons for decline and corrective strategies for sustainable improvement. *Bioscientifica Proceedings*. 2019.
6. Torres R. Mexicana. [Online]; 2019. Disponible en: <https://centrohumanista.edu.mx/biblioteca/files/original/5121ad6aa80b501a60abcb26790c7762.pdf>.
7. Takona J. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. *Quality & Quantity*. 2024; 58(1): p. 1011-1013.
8. Lozano N, Baque D, Terán A, Parrales R, Alcívar H, Bravo H, et al. Metodología de la Investigación Científica: Diseño de Investigaciones Cuantitativas: Editorial Internacional Alema; 2025.
9. Martens H. Invited Review: Increasing Milk Yield and Negative Energy Balance: A Gordian Knot for Dairy Cows? *Animals*. 2023; 13(19): p. 3097.
10. Cushman R, Rosasco S, Mccarthy K, Snider A, Perry G, Lents C. Advances in our understanding of the estrous cycle and applications for improving targeted reproductive management in livestock. *Domestic Animal Endocrinology*. 2025; 91.
11. Desta A. The effect of crude protein and energy on conception of dairy cow: a review. *Discov Anim*. 2024; 1(29).

- 12 Xu X, Bai J, Liu K, Xiao L, Qin Y, Gao M, et al. Association of Metabolic and Endocrine Disorders with Bovine Ovarian Follicular Cysts. *Animals*. 2023; 13.
- 13 Ayantoye J, Kolachi H, Zhang X, Shahzad M, Kandil O, Wan P, et al. Advances in Timed Artificial Insemination: Integrating Omics Technologies for Enhanced Reproductive Efficiency in Dairy Cattle. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*. 2025; 15.
- 14 Consentini C, Wiltbank M, Sartori R. Factors That Optimize Reproductive Efficiency in Dairy Herds with an Emphasis on Timed Artificial Insemination Programs. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*. 2021; 11.
- 15 Pugliesi G, Feltrin I, Mattos A, Silva A, Morelli K, Nishmura T, et al. Evolution over the last 40 years of the assisted reproductive technologies in cattle - the Brazilian perspective for embryo transfer and resynchronization programs (part II). *Animal Reproduction*. 2024; 21.
- 16 Setiawati E, Sumaryadi M, Armelia V. Profile of Progesteron, Estrogen and Pregnancy Level of Pasundan Cattle after Estrus Synchronization with Prostaglandin and Releasing Gonadotrophin Hormone. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*. 2020; 16(1).
- 17 Sosa Y, Navas J. Revisión sistemática de literatura sobre nutrición y su relación con la eficiencia reproductiva en bovinos. [Online].; 2025.. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/093e3cab-f572-49cd-a8be-5b0f7c07f583>.
- 18 Baruselli P, Ferreira R, Colli M, Elliff F, Filho M, Vieira L, et al. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal reproduction*. 2017; 14.
- 19 Sahin O, Boztepe S, Keskin I, Aytekin I, Ülkü M. Effect of inseminator on reproductive performance in dairy cattle. *Tropical Animal Health and Production*. 2021; 54.
- 20 Wrzecińska M, Kowalczyk A, Czerniawska-Piątkowska E, Kordan W, Araujo J. Examination of the haematological profile of pregnant Polish Holstein-Friesian black-and-white cattle in the early stage. *Journal of Veterinary Research*. 2023; 67(3): p. 415.
- 21 Bonacker R, Stoecklein K, Ketchum J, Knickmeyer E, Locke J, Poock S, et al. Treatment with prostaglandin F₂ α and an intravaginal progesterone insert in advance of

- gonadotropin-releasing hormone enhances response to estrus synchronization in mature beef cows. *Journal of Animal Science*. 2019; 97: p. 138-139.
- 22 Demis C, Zewudie T, Aydefruhim D, Terefe W. On Farm Trial of Prostaglandin Based Estrus Synchronization Protocols in Selected Milk-shed Areas of Amhara Region, Ethiopia. *ANIMAL PRODUCTION*. 2022.
- 23 Wrzecińska M, Kowalczyk A, Czerniawska E, Kordan W, Araujo J. Examination of the Haematological Profile of Pregnant Polish Holstein-Friesian Cattle in the Early Stage. 2023; 67(3).
- 24 Mazzeo A, Mascolo C, Maiuro L, Esposito M, Ferrara C, Rossi N. Brucellosis in cattle and buffalo in southern Italian provinces: trends in presence of territory-specific One Health measures. *Frontiers in Microbiology*. 2025; 16(1).
- 25 Grégoire F, Bakinahe R, Boarbi S, Delooz L, Fretin D. Laboratory diagnosis of bovine abortions caused by non-maintenance pathogenic *Leptospira* spp. 2020; 9(6).
- 26 Lancheros D, Bulla D, Pulido M, López H, García D. Serodiagnosis and risk factors associated with infectious agents of reproductive diseases in bovines of Boyacá, Colombia. 2022.
- 27 Danu A, Kebede A, Guyassa C. Seroprevalence and associated risk factors of infectious bovine rhinotracheitis in cattle in East Wollega, Ethiopia. 2024; 10(6).
- 28 El-Sayed M, Bakar L, Fahmy M, Ibrahim M. Seroprevalence and risk factors of infectious bovine rhinotracheitis in dairy cattle in Egypt. 2024; 14(11).
- 29 Brahmi E, Souli A, Soltani N, Saïdani F, Attia B, Ayadi M. Evaluation of the productive and reproductive performance of Holstein dairy cows reared in a warm Tunisian (Mediterranean) climate. *Journal of New Sciences*. 2023.
- 30 Kapshuk N. Reproductive ability of Holstein cows of different ages under the industrial complex conditions. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2020; 8(2).
- 31 Islam M, Sarder M, Jahan S, Islam M, Islam M. Effect of management factors on the productive and reproductive performance of dairy cows. *Bangladesh livestock journal*. 2020; 1: p. 5-9.
- 32 Akkou M, Mohamed B, Fatiha S. Effects of milk yield and quality at post-calving period on Algerian cows' reproductive performances. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2022; 73(1).

- 33 Lucy M. JDS Communications special issue: Advances in Dairy Cow Fertility—
. Introduction. JDS Communications. 2023; 4: p. 97-98.
- 34 Macmillan K, Gobikrushanth M, Helguera I, Behrouzi A, Colazo M. Relationships
. between early postpartum nutritional and metabolic profiles and subsequent reproductive
performance of lactating dairy cows. Theriogenology. 2020; 151: p. 52-57.
- 35 Ahmad M, Jamil M, Ullah S, Ali M.. Investigate How Rising Temperatures Affect
. Milk Production in Dairy Cattle and the Physiological Mechanisms Involved. ndus Journal
of Bioscience Research. 2024; 2(02).
- 36 Quintana D. Estas son las provincias con mayor producción de leche. [Online].;
. 2024.. Disponible en: <https://www.forbes.com.ec/rankings/estas-son-provincias-mayor-produccion-leche-n60834>.
- 37 INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC).
. [Online].; 2024.. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Boletin_tecnico_ESPAC_2023.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- 38 Franco-Crespo C, Morales L, Lascano N, Cuesta G. Dinámica de los pequeños
. productores de leche en la Sierra centro de Ecuador. Revista de Ciencias de la Vida. 2019;
30(2): p. 103-120.
- 39 Rozo P, Ramos J, Restrepo J. Tipificación de sistemas agropecuarios en el
. piedemonte amazónico colombiano. Rev. Espacios. 2020; 41(47): p. 213.
- 40 Weyant E. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods
. Approaches: by John W. Creswell and J. David Creswell, Los Angeles: SAGE; 2022.
- 41 Bó G, Cedeño A, Mapletoft R. Strategies to increment in vivo and in vitro embryo
. production and transfer in cattle. Animal Reproduction. 2019; 16: p. 411-422.
- 42 Ignat'ev A, Ivanova D, Brigida A, Knurov D. Comparative assessment of the cattle
. embryo survival rate efficiency depending on meat and dairy productivity of recipients.
Bulletin of KSAU. 2024;(2).
- 43 Gritsenko S, Belookov A, Gorelik O, Postnikov D, Shakirov D. Reproductive traits
. of cows bred by embryo transfer and using recipients of different breeds. Glavnyj zootehnik
(Head of Animal Breeding. 2023;(7).

- 44 Pereira J, Ferreira FC,&MM. Effects of beef semen and beef embryo strategies on . profitability: Economics of using beef semen and beef in vitro produced embryo transfer in Jersey herds. *Journal of Dairy Scienc.* 2024; 107(11): p. 9491-9503.
- 45 Noguez-Estrada J, Cornejo-Cervantes J, Vargas-Monter J, Medina-Octavio S. . Ovum Pick Up (OPU) and in vitro embryo production in pregnant cows (*Bos Indicus*) at the Bachigualatito rancho, la Trinitaria, Chiapas. *Journal-Agrarian and Natural Resource Economics.* 2023; 7(12).
- 46 García M. Estado actual de la maduración in vitro de ovocitos. [Online]; 2023. . Disponible en: <http://titula.universidadeuropea.com/handle/20.500.12880/6437>.
- 47 Atabay E, Atabay E. In Vitro Production of Embryos from Vitrified Buffalo and . Bovine Oocytes Following Intracytoplasmic Sperm Injection Technique. *The Philippine Journal of Veterinary Medicine.* 2017; 54(2).

