



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS
BOVINOS DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL CANTÓN PUJILÍ (LA
MERCED - COCHALOMA- 20 DIC)”**

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

Autor:
Herrera Ramos Luis Alberto

Tutor:
Cristian Fernando Beltrán Romero

LATACUNGA – ECUADOR
Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Herrera Ramos Luis Alberto, con cédula de ciudadanía No. 0503800310, declaro ser autor el presente Proyecto de Investigación: **“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL CANTÓN PUJILÍ (LA MERCED - COCHALOMA- 20 DIC)”**, siendo MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 09 de febrero del 2026

Luis Alberto Herrera Ramos
C.C: 0503800310
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 **HERRERA RAMOS LUIS ALBERTO**, identificada con cédula de ciudadanía N° 0503800310, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, 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 en los bovinos del programa UTCgen en el cantón Pujilí (La Merced - Cochaloma- 20 dic)” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico:

Fecha de inicio de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Fecha de finalización: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.

Tema: “Impacto de las intervenciones reproductivas en los bovinos del programa UTCgen en el cantón Pujilí (La Merced - Cochaloma- 20 dic)”

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.
- f) 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 las cláusulas cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

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

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

Luis Alberto Herrera Ramos
EL CEDENTE

Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCGEN EN EL CANTÓN PUJILÍ (LA MERCED - COCHALOMA- 20 DIC)”, de Herrera Ramos Luis Alberto, 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, 09 enero del 2026

MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.
C.C: 0501042940
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: Herrera Ramos Luis Alberto, con el título de Proyecto de Investigación: **“IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES REPRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DEL PROGRAMA UTCgen EN EL CANTÓN PUJILÍ (LA MERCED - COCHALOMA- 20 DIC)”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 09 de febrero del 2026

MVZ. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.

C.C: 1722547278

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

MVZ, Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

C.C: 0503001000

LECTOR 2 (MIEMBRO)

MVZ. Arcos Álvarez Cristian Neptalí. Mg

C.C: 1803675734

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por guiar cada paso de este camino y darme la fortaleza necesaria para superar los desafíos que implicó la realización de esta tesis.

Expreso mi sincero reconocimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi y al programa UTCgen, por brindarme el espacio académico y técnico para desarrollar esta investigación, así como por contribuir a mi formación profesional y humana.

A mi lector el doctor Gabriel Molina, por su orientación, paciencia y valiosos aportes científicos, que fueron esenciales para culminar este trabajo con responsabilidad y rigor.

A los productores del cantón Pujilí, especialmente de las comunidades La Merced, Cochaloma, 20 de diciembre San Isidro y Cruzpamba, por su confianza y colaboración desinteresada, permitiéndome llevar la teoría a la práctica en escenarios reales.

Pero, de manera muy especial, agradezco a mi familia. A mis padres, Víctor y Verónica, por su amor incondicional, sacrificio y esfuerzo constante. Ustedes han sido el pilar fundamental de mi formación y el motor que me impulsó a no rendirme. Todo lo que soy y lo que he logrado es reflejo de su ejemplo.

A mis hermanos, Víctor y Diego, por su compañía, apoyo y motivación en cada etapa de este proceso.

A mi enamorada, Lesly, por su paciencia, comprensión y palabras de aliento en los momentos de cansancio y duda.

A mis amigos Milena, Adrián y Jenny, por su apoyo sincero y por acompañarme durante esta etapa tan importante de mi vida.

Luis Alberto Herrera Ramos

DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a mis padres, Víctor y Verónica, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. Gracias por cada sacrificio silencioso, por cada consejo oportuno y por enseñarme que el trabajo honesto, la disciplina y la humildad son el camino para alcanzar los sueños. Este título no solo representa mi esfuerzo, sino también el de ustedes, que nunca dejaron de creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

A mis hermanos, Víctor y Diego, por su compañía, apoyo y por ser parte esencial de mi fortaleza. Crecer a su lado me enseñó el valor de la unión y el respaldo incondicional.

A mi novia, Lesly, por caminar conmigo durante este proceso, por su paciencia en los días de cansancio, por sus palabras de ánimo cuando más las necesitaba y por recordarme que rendirse nunca fue una opción.

A mis amigos Milena, Adrián y Jeny, por su amistad sincera, por las risas, el apoyo y los momentos compartidos que hicieron más llevadera esta etapa.

Y de manera muy especial, dedico este trabajo a mi abuelito, que hoy me acompaña desde el cielo. Gracias por haber confiado siempre en mí, por tus consejos llenos de sabiduría y por enseñarme, con tu ejemplo, el valor del esfuerzo y la perseverancia. Aunque ya no estés físicamente, tu presencia vive en cada meta alcanzada. Este logro también es tuyo.

Luis Alberto Herrera Ramos

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 CANTÓN PUJILÍ (LA MERCED - COCHALOMA- 20 DIC)”

Autor:
Herrera Ramos Luis Alberto

RESUMEN

La eficiencia reproductiva en los sistemas bovinos lecheros constituye un factor determinante para la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de las unidades de producción, especialmente en zonas rurales donde predominan prácticas tradicionales de manejo. En el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, la producción de leche representa una actividad económica fundamental; sin embargo, se ve limitada por bajos índices reproductivos, largos periodos de días abiertos y una escasa adopción de biotecnologías reproductivas. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de las intervenciones reproductivas aplicadas en los bovinos pertenecientes al programa UTCgen, la investigación se desarrolló en los sectores de Cochaloma, La Merced, Cruzpamba, San Isidro y 20 de diciembre, durante el periodo comprendido entre marzo y agosto de 2025. Se aplicó un estudio de tipo observacional, descriptivo y de enfoque cuantitativo. La población estuvo conformada por 105 bovinos, entre vacas y vaconas, pertenecientes a 22 productores participantes del programa UTCgen. La información se obtuvo a partir de registros reproductivos oficiales, chequeos ginecológicos mediante ecografía, evaluación de condición corporal y seguimiento de las intervenciones reproductivas, incluyendo inseminación artificial, tratamientos hormonales, control sanitario y manejo nutricional, los indicadores reproductivos analizados incluyeron días abiertos, retorno al celo, número de inseminaciones y tasa de preñez, los cuales fueron comparados antes y después de la aplicación de las intervenciones. Los resultados evidenciaron una mejora significativa en el desempeño reproductivo del hato, destacándose un incremento de la tasa de preñez del 45 % al 70 % posterior a la intervención. Asimismo, se observó una recuperación del 100 % de la ciclicidad ovárica en vacas tratadas con GnRH, mientras que los tratamientos con prostaglandina y la combinación de AD3E más prostaglandina presentaron eficacias del 60 % y 41,66 %, respectivamente. Se concluye que las intervenciones reproductivas implementadas dentro del programa UTCgen tuvieron un impacto positivo en los indicadores reproductivos de los bovinos evaluados, contribuyendo a mejorar la eficiencia reproductiva, la productividad lechera y la sostenibilidad de los sistemas de producción del cantón Pujilí.

Palabras clave: Eficiencia reproductiva, Inseminación artificial, Biotecnologías reproductivas, Bovinos lecheros.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “IMPACT OF REPRODUCTIVE INTERVENTIONS IN CATTLE OF THE UTCGEN PROGRAM IN PUJILÍ CANTON (LA MERCED – COCHALOMA – 20 DE DICIEMBRE)”

Author:
Herrera Ramos Luis Alberto

ABSTRACT

Reproductive efficiency in dairy cattle systems constitutes a determining factor for the productivity, profitability, and sustainability of production units, especially in rural areas where traditional management practices predominate. In the canton of Pujilí, Cotopaxi province, milk production represents a fundamental economic activity; nevertheless, it is limited by low reproductive performance, prolonged days open, and limited adoption of reproductive biotechnologies. In this context, the objective of the present study was to evaluate the impact of reproductive interventions applied to cattle belonging to the UTCgen program. The research was conducted in the sectors of Cochaloma, La Merced, Cruzpamba, San Isidro, and 20 de diciembre, during the period from March to August 2025. An observational, descriptive study with a quantitative approach was carried out. The study population consisted of 105 cattle, including cows and heifers, belonging to 22 producers participating in the UTCgen program. Data were collected from official reproductive records, gynecological examinations using ultrasonography, body condition assessment, and monitoring of reproductive interventions, including artificial insemination, hormonal treatments, health control, and nutritional management. The reproductive indicators analyzed included days open, return to estrus, number of inseminations, and pregnancy rate, which were compared before and after the implementation of the interventions. The results showed a significant improvement in herd reproductive performance, highlighting an increase in pregnancy rate from 45% to 70% following the intervention. Additionally, a 100% recovery of ovarian cyclicity was observed in cows treated with GnRH, while treatments with prostaglandin and the combination of AD3E plus prostaglandin showed effectiveness rates of 60% and 41.66%, respectively. It is concluded that the reproductive interventions implemented within the UTCgen program had a positive impact on the reproductive indicators of the evaluated cattle, contributing to the improvement of reproductive efficiency, milk productivity, and sustainability of dairy production systems in the canton of Pujilí.

Keywords: Reproductive efficiency, Artificial insemination, Reproductive biotechnologies, Dairy cattle.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
TABLA DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xiv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Ilustración 1. Mapa satelital de área de estudio.....	27
.....	xiv
1. INFORMACION GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACION.....	2
3. BENEFICIARIOS.....	3
3.1. Beneficiarios directos.....	3
3.2. Beneficiarios indirectos.....	3
4. PROBLEMA.....	4
5. OBJETIVOS.....	5
5.1. Objetivo general	5
5.2. Objetivos específicos.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA	7
7.1. Importancia de la eficiencia reproductiva en sistemas lecheros	9
7.2. Intervenciones reproductivas aplicadas en bovinos	11
7.2.1. Inseminación artificial (IA).....	11
7.2.2. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF / TAI).....	13
7.3. Diagnóstico reproductivo (palpación, ecografía).....	15
7.4. Control sanitario y manejo	16
7.5. Nutrición y condición corporal como moduladores de fertilidad	18
7.6. Indicadores reproductivos para evaluar intervenciones	20

7.7.	Contexto local: Ecuador y Cotopaxi (Pujilí) relevancia del estudio	21
7.8.	Evidencia regional sobre efectividad de protocolos reproductivos.....	23
7.9.	Relación entre intervenciones reproductivas y productividad lechera.....	24
8.	HIPOTESIS.....	26
8.1.	Hipótesis nula (H_0)	26
8.2.	Hipótesis alternativa (H_1)	26
9.	METODOLOGIA	26
9.1.	Área de estudio.....	26
9.2.	Población de estudio.....	27
9.3.	Duración del estudio.....	28
9.4.	Tipo de estudio	29
9.5.	Técnica de investigación	29
9.6.	Población y muestra	30
9.7.	Variables de estudio.....	31
9.7.1.	Variable independiente	31
9.7.2.	Variables dependientes	31
9.8.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
9.9.	Procedimiento / Desarrollo de la investigación.....	32
9.10.	Métodos de análisis	33
10.	ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
10.1.	Chequeos Ginecológicos	34
10.1.1.	Aciclicidad	35
10.1.2.	Infecciones Uterinas.....	35
10.1.3.	Quistes ováricos	35
10.1.4.	Tratamientos aplicados y su relación con el estado reproductivo	37
10.2.	Días Abiertos	39
10.3.	Condición corporal y nutrición	41
10.4.	Regreso del celo	43
10.5.	Numero de inseminaciones (IA)	44
10.6.	Tratamientos Hormonales	47
10.7.	Tasa de preñez	49
11.	IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS	52
11.1.	Técnicos	52

11.2.	Sociales.....	53
11.3.	Ambientales.....	53
11.4.	Económicos	54
12.	CONCLUSIONES	56
13.	RECOMENDACIONES	56
14.	BIBLIOGRAFIA.....	58
15.	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades planeadas acorde a los objetivos.....	6
Tabla 2. Participantes del proyecto.....	28
Tabla 3. Numero de inseminaciones.....	44

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Chequeos ginecológicos.....	34
Gráfica 2. Días abiertos.....	41
Gráfica 3. Relación entre condición corporal y preñez.....	43
Gráfica 4. Relación entre el regreso del celo y la tasa de preñez.....	44
Gráfica 5. Eficacia de las hormonas.....	49
Gráfica 6. Tasa de preñez.....	52

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa satelital de área de estudio.....	27
---	----

1. INFORMACION GENERAL

Título del Proyecto: Impacto de las intervenciones reproductivas en los bovinos del programa UTCgen en el cantón Pujilí (La Merced - Cochaloma- 20 dic- San Isidro- Cruzpamba)

Fecha de inicio: marzo 2025

Fecha de finalización: agosto 2025

Lugar de ejecución: Cochaloma, 20 de diciembre, Cruzpamba, La Merced, San Isidro- Cantón Pujilí- Provincia Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuaria 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. Mg. Cristian Fernando Beltrán Romero

Estudiante: Herrera Ramos Luis Alberto

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. JUSTIFICACION

La eficiencia reproductiva y el mejoramiento genético en los bovinos lecheros representan componentes clave para el desarrollo productivo y económico de los sistemas ganaderos, dado que permiten orientar la toma de decisiones hacia individuos con mayor potencial productivo y mejorar el desempeño global del hato. (1) En el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, la actividad lechera constituye una fuente relevante de ingresos para la economía local; sin embargo, aún se evidencian deficiencias relacionadas con un desempeño reproductivo limitado, lo cual repercute negativamente en los niveles de producción y en la estabilidad económica de los pequeños y medianos productores.

En los sectores La Merced y Cochaloma, donde se llevó a cabo el presente estudio, predominan sistemas reproductivos convencionales, junto con una escasa adopción de biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), y un control inadecuado de las patologías reproductivas. A ello se suma la heterogeneidad en la alimentación y en las prácticas de manejo animal, aspectos que afectan de forma desfavorable indicadores reproductivos esenciales, tales como la tasa de concepción, el intervalo parto concepción y el nivel de producción de leche. (2) En conjunto, estas condiciones limitan la competitividad del sistema pecuario y comprometen la sostenibilidad económica de las familias dedicadas a la ganadería en la zona de estudio.

Frente a esta problemática, el desarrollo de la presente investigación adquiere relevancia desde distintos enfoques. En el ámbito científico, el estudio genera información actualizada sobre el comportamiento reproductivo de los bovinos sometidos a intervenciones del programa UTCgen, aportando datos útiles para la literatura local y fortaleciendo la comprensión aplicada de las biotecnologías reproductivas. Desde una perspectiva técnica, el estudio permite valorar la eficacia de las prácticas reproductivas aplicadas en condiciones de campo, lo que facilita la identificación de ajustes necesarios en los protocolos y promueve un uso más eficiente de las

tecnologías reproductivas disponibles. En el ámbito socioeconómico, los avances registrados en los parámetros reproductivos se reflejan en mejores niveles de desempeño productivo y en una mayor solidez financiera de las unidades ganaderas, lo cual contribuye al fortalecimiento del sector pecuario en el cantón Pujilí y al mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones rurales asociadas a esta actividad.

3. BENEFICIARIOS

3.1. Beneficiarios directos

Productores bovinos de La Merced y Cochaloma, quienes forman parte del programa UTCgen. Ellos se beneficiarán porque tendrán información clara y confiable sobre cómo las intervenciones reproductivas aplicadas en sus animales influyen en los resultados del hato. Esto les ayudará a tomar mejores decisiones en el manejo reproductivo y productivo.

Los bovinos incluidos en el estudio, ya que el análisis de su desempeño permitirá ajustar prácticas, corregir errores en el manejo y aplicar protocolos más apropiados para mejorar su salud reproductiva y la producción de leche.

El personal técnico, estudiantes y responsables del programa UTCgen, quienes podrán utilizar los resultados como una guía para mejorar la aplicación de las biotecnologías, optimizar los protocolos y planificar intervenciones con mayor precisión.

3.2. Beneficiarios indirectos

Productores del cantón Pujilí que no forman parte del estudio, pero que pueden replicar o adaptar las prácticas reproductivas que obtengan mejores resultados. Esto puede servirles para mejorar su eficiencia reproductiva y aumentar la rentabilidad de sus hatos.

La Universidad Técnica de Cotopaxi, que contará con información actualizada y generada en campo para fortalecer la formación de estudiantes y apoyar futuras investigaciones o proyectos de extensión.

El sector pecuario local, ya que una mejora en la reproducción bovina contribuye al desarrollo económico de las comunidades, refuerza la sostenibilidad de la producción lechera y favorece la competitividad del sistema ganadero.

4. PROBLEMA

Las estrategias reproductivas convencionales aplicadas en la provincia de Cotopaxi han evidenciado deficiencias relevantes en cuanto al desempeño reproductivo y productivo de los sistemas lecheros. Entre las principales dificultades se identifican niveles reducidos de fertilidad, periodos prolongados sin gestación y un desempeño productivo inferior, lo que repercute negativamente en la sostenibilidad económica de las explotaciones ganaderas. Asimismo, la escasa adopción de herramientas biotecnológicas orientadas a la reproducción, incluyendo métodos de inseminación artificial y protocolos de sincronización reproductiva, ha contribuido a que numerosos hatos mantengan porcentajes de preñez cercanos al 45 %, acompañados de intervalos entre partos extensos y rendimientos lácteos limitados, con promedios que oscilan entre 8 y 9 litros por vaca por día. Este escenario pone en evidencia un manejo reproductivo con bajo nivel de tecnificación, en el cual la inexistencia de programas reproductivos sistematizados restringe el aprovechamiento del potencial genético y reproductivo de los bovinos, especialmente en unidades productivas de pequeña y mediana escala.. (3)

En el cantón Pujilí, esta situación se manifiesta con mayor intensidad. Aunque la producción lechera representa una de las principales actividades económicas de la zona, una parte considerable de los productores presenta limitaciones en el conocimiento y en el acceso a tecnologías reproductivas modernas. A ello se suma que, en varios sectores rurales, se evidencia la ausencia de programas estructurados de manejo reproductivo, deficiencias en la detección oportuna del celo, un control sanitario insuficiente de las enfermedades reproductivas y

prácticas nutricionales inadecuadas. (4) En conjunto, estos factores afectan de manera directa la eficiencia reproductiva del hato, incrementan los días abiertos y limitan el potencial productivo de los sistemas lecheros locales. La falta de registros técnicos confiables y de planificación reproductiva agrava el problema y dificulta la toma de decisiones basadas en evidencia.

Estas condiciones no solo reducen la producción y calidad de la leche, sino que también generan mayores costos operativos, dado que los animales improductivos permanecen en el sistema por periodos prolongados, disminuyendo la sostenibilidad económica de los productores. La necesidad de implementar estrategias reproductivas modernas y evaluarlas en campo resulta fundamental para mejorar los indicadores productivos y contribuir al desarrollo de los sistemas pecuarios de Pujilí.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

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

5.2. Objetivos específicos

- 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 CON 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.	Recopilar datos históricos y actuales de los índices reproductivos de los bovinos participantes del programa UTCgen.	Se recopilaron datos reproductivos previos y posteriores a las intervenciones, considerando indicadores como tasa de concepción, retorno de celo, días abiertos e intervalo parto-concepción. Los datos fueron organizados en Excel y analizados mediante estadística descriptiva en el programa R.	Se observó una mejora significativa en la tasa de preñez, evidenciada por el incremento del porcentaje de vacas gestantes del 45 % registrado inicialmente al 70 % posterior a la aplicación de las intervenciones reproductivas.
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 utilizadas, como tratamientos hormonales e inseminación artificial.	Se mantuvieron registros detallados de cada intervención realizada, incluyendo tipo de tratamiento, fecha de aplicación, estado reproductivo inicial y respuesta posterior de las hembras. Se realizó un análisis comparativo de los resultados obtenidos.	Se obtuvo una respuesta positiva a los tratamientos hormonales aplicados, observándose una recuperación de la ciclicidad del 100 % en las vacas tratadas con GnRH, mientras que aquellas sometidas a la combinación de AD3E más prostaglandina presentaron una efectividad del 41,66 %, y las tratadas únicamente con prostaglandina alcanzaron una efectividad del 60 %.

Tabla 1. Actividades planeadas acorde a los objetivos

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

La reproducción en los bovinos responde a un conjunto de mecanismos fisiológicos interrelacionados, en los que intervienen de manera integrada la actividad hormonal, la funcionalidad del aparato reproductor y las condiciones de manejo a las que se encuentra sometido el animal. En las hembras, el desempeño reproductivo está estrechamente vinculado al funcionamiento adecuado del ciclo estral, el cual regula los eventos necesarios para la selección y desarrollo del folículo dominante, la liberación del ovocito y la posterior posibilidad de instaurar una gestación exitosa, desde el punto de vista temporal, este ciclo presenta una periodicidad cercana a tres semanas, con variaciones que pueden presentarse en función de la genética, la etapa productiva y el entorno en el que se desarrolla el animal. Dicho proceso comprende una secuencia ordenada de etapas fisiológicas —proestro, estro, metaestro y diestro— caracterizadas por modificaciones específicas a nivel ovárico y endocrino, las cuales condicionan la expresión del celo y la capacidad reproductiva de la hembra bovina. (5)

El control del ciclo estral en la hembra bovina se sustenta en un sistema de regulación hormonal integrado, en el cual participan estructuras nerviosas y endocrinas que actúan de forma coordinada. A nivel central, los estímulos neuroendocrinos permiten la liberación pulsátil de señales hormonales que activan la función hipofisaria, dando lugar a la secreción de gonadotropinas encargadas de regular la dinámica ovárica, como resultado de esta estimulación, los ovarios responden mediante el crecimiento y selección de los folículos dominantes, culminando con la liberación del ovocito durante el proceso ovulatorio. Posteriormente, el tejido luteal formado tras la ovulación adquiere un rol fundamental al secretar progesterona, hormona indispensable para la preparación del ambiente uterino y la regulación de la fase luteal del ciclo. De manera complementaria, los folículos en desarrollo sintetizan estradiol, el cual interviene en la expresión del estro y en la conducta reproductiva característica de las hembras bovinas. (6).

La sincronización entre estas hormonas es fundamental para lograr fertilidad. Alteraciones en cualquier punto del eje hormonal ya sea por deficiencias nutricionales, estrés térmico, enfermedades reproductivas, problemas metabólicos o manejo inadecuado pueden interferir en la ovulación o en la calidad de los óvulos, prolongar los días abiertos y reducir la tasa de concepción. De hecho, estudios recientes han demostrado que incluso pequeños desbalances en la producción de progesterona o estradiol pueden afectar de manera significativa la receptividad del útero y la capacidad de implantación embrionaria, lo que repercute de forma directa sobre los resultados reproductivos del hato. (7)

En sistemas lecheros, donde la producción de leche de alta demanda energética compite con la función reproductiva, mantener la integridad del ciclo estral representa un reto adicional. Las vacas en lactancia temprana tienden a experimentar anestro posparto prolongado, baja expresión del celo y alteraciones en la dinámica folicular, lo que dificulta la detección del estro y disminuye las probabilidades de fertilización. Esto hace indispensable implementar estrategias de manejo reproductivo, monitoreo hormonal y evaluación periódica del estado reproductivo para optimizar la eficiencia del sistema. (7)

En conjunto, la comprensión detallada de los mecanismos fisiológicos, endocrinos y comportamentales que regulan la reproducción es esencial para establecer programas reproductivos eficientes, mejorar la fertilidad de las vacas y fortalecer la productividad del hato. En este contexto, el análisis detallado del funcionamiento del ciclo estral y de los factores que lo condicionan resulta indispensable para sustentar la implementación de estrategias reproductivas asistidas, tales como los programas de inseminación artificial, los protocolos de sincronización de la actividad ovárica y los esquemas de inseminación programada, los cuales constituyen pilares del manejo reproductivo en sistemas lecheros tecnificados.

7.1.Importancia de la eficiencia reproductiva en sistemas lecheros

El desempeño reproductivo constituye un componente estratégico dentro del funcionamiento de los sistemas de producción lechera, debido a que condiciona la continuidad de los ciclos productivos y la eficiencia con la que las vacas generan descendencia y sostienen la lactancia. Desde una perspectiva operativa, este desempeño puede analizarse a través de diversos parámetros técnicos que permiten valorar tanto la respuesta fisiológica de los animales como la calidad del manejo reproductivo implementado en el hato, entre los que se incluyen los niveles de fertilidad, la eficiencia del servicio reproductivo, la duración del periodo sin gestación y el tiempo transcurrido entre un parto y la siguiente concepción. (7)

Una tasa de concepción adecuada asegura que las vacas queden gestantes en el tiempo esperado (de 85 a 115 días después del parto), lo que permite mantener un flujo continuo de producción de leche. Por el contrario, cuando una vaca requiere múltiples servicios para quedar preñada, esto incrementa los costos asociados a inseminación, mano de obra y alimentación durante periodos en los que el animal no está produciendo leche de forma eficiente. Asimismo, un número elevado de servicios por concepción suele estar asociado a fallas en la detección del celo, deficiencias nutricionales o alteraciones en la función ovárica, problemas que afectan directamente la rentabilidad de la unidad productiva. (8)

Otro indicador crítico es el número de días abiertos, que corresponde al tiempo entre el parto y la nueva concepción. Este parámetro tiene un enorme impacto económico: cada día abierto adicional representa costos extras de mantenimiento, menor producción acumulada de leche en el ciclo siguiente y disminución de la vida productiva del animal. Estudios recientes demuestran que la prolongación de los días abiertos está asociada a pérdidas de condición corporal, balance energético negativo, estrés térmico y patologías posparto, factores frecuentes en vacas de alta producción. (6)

El intervalo parto concepción también influye en la eficiencia del sistema, ya que un intervalo demasiado largo retrasa el parto siguiente, altera la planificación del hato y disminuye la proporción de vacas en lactancia, lo cual repercute en una disminución de la rentabilidad de la unidad productiva. En sistemas lecheros intensivos, mantener este intervalo dentro de los valores recomendados requiere una gestión adecuada del periodo de transición, control de enfermedades reproductivas, manejo del estrés y estrategias nutricionales ajustadas a las necesidades metabólicas de las vacas. (9)

En sistemas lecheros de elevada exigencia productiva, particularmente durante el inicio de la lactancia, las vacas pueden experimentar un desequilibrio energético que incrementa la presión metabólica y compromete su desempeño reproductivo. Esta condición se presenta cuando la demanda energética asociada a la síntesis de leche supera el aporte obtenido a partir de la dieta, lo que ocasiona modificaciones en los mecanismos hormonales responsables de coordinar la actividad reproductiva, con efectos negativos sobre la expresión del estro y la competencia biológica de los ovocitos, bajo este escenario, el éxito reproductivo no se encuentra determinado exclusivamente por la incorporación de técnicas reproductivas asistidas, sino que exige una gestión integral del sistema productivo, en la cual se integren planes nutricionales acordes al estado fisiológico, programas sanitarios adecuados, seguimiento del estado metabólico y una evaluación oportuna de la condición reproductiva, con el fin de optimizar las probabilidades de preñez y el desempeño productivo del hato. (10)

En general, mejorar la eficiencia reproductiva permite incrementar la productividad del hato, reducir costos asociados a animales improproductivos, el rendimiento individual de las vacas y la eficiencia en la gestión de los insumos productivos. Por lo tanto, constituye un componente esencial para la sostenibilidad y competitividad de la producción lechera moderna.

7.2. Intervenciones reproductivas aplicadas en bovinos

7.2.1. Inseminación artificial (IA)

Dentro de los sistemas de producción bovina, la inseminación artificial se ha consolidado como una herramienta estratégica para el mejoramiento reproductivo y genético, al permitir el uso controlado de material seminal proveniente de reproductores con alto mérito genético y reducir los riesgos sanitarios asociados a la reproducción natural. Mediante su implementación, es posible ampliar el impacto de genes superiores en un mayor número de hembras, favoreciendo el mejoramiento progresivo de características vinculadas al desempeño productivo, la conformación corporal, el estado sanitario y la eficiencia reproductiva del hato, cuando esta técnica es aplicada de manera adecuada y se integra con prácticas de manejo reproductivo, nutricional y sanitario bien estructuradas, contribuye a fortalecer de forma sostenida los indicadores productivos y reproductivos de los rebaños lecheros, optimizando el desempeño global del sistema. (11)

Uno de los aportes más relevantes de la inseminación artificial en la reproducción bovina es la reducción del riesgo de transmisión de enfermedades reproductivas. A diferencia de la monta natural, que puede favorecer la diseminación de agentes patógenos como *Campylobacter fetus* y *Tritrichomonas foetus*, la IA emplea semen previamente evaluado, procesado y manejado bajo estrictos controles sanitarios, lo que disminuye de forma significativa la probabilidad de contagio. Adicionalmente, esta biotecnología permite la preservación y el aprovechamiento de material genético de alto valor mediante procesos de criopreservación, lo que facilita su almacenamiento y transporte sin comprometer la calidad seminal. (12)

La efectividad de la inseminación artificial está condicionada por diversos factores técnicos y de manejo, entre los que destacan la calidad del semen utilizado, la correcta conservación y manipulación de las pajuelas, la adecuada higiene durante el procedimiento y

la capacitación del inseminador. Asimismo, la detección precisa del celo constituye un elemento clave, ya que la probabilidad de fecundación disminuye de manera significativa cuando la inseminación no se realiza en sincronía con el momento óptimo de la ovulación. No obstante, en numerosos sistemas lecheros, particularmente en unidades productivas pequeñas y medianas, la identificación del celo suele ser ineficiente debido a limitaciones de tiempo, conocimientos técnicos o infraestructura, lo cual se refleja en una disminución del desempeño reproductivo. (13)

Con el objetivo de reducir las dificultades inherentes a la identificación del celo basada en la observación directa, se han incorporado en los últimos años esquemas hormonales que permiten controlar de manera programada la actividad ovárica y el momento de la ovulación, facilitando la aplicación de la inseminación sin depender de la detección visual del estro. Estos esquemas reproductivos programados, conocidos como inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), se sustentan en el uso combinado de tratamientos hormonales, tales como análogos de GnRH, prostaglandinas y, según el protocolo, dispositivos intravaginales con progesterona, con el propósito de sincronizar la dinámica folicular, la adopción de la IATF ha mostrado resultados favorables en términos de organización reproductiva del hato y mejora de los índices de preñez, particularmente en vacas con manifestación limitada del celo o en sistemas productivos donde el seguimiento continuo del estro resulta poco viable. (14)

Adicionalmente, la inseminación artificial permite un control más preciso en la selección genética del hato, lo que repercute positivamente en la productividad a mediano y largo plazo. Los actuales programas de evaluación genética facilitan la elección de reproductores con atributos específicos, como mayor producción láctea, mejor eficiencia reproductiva, mayor longevidad y resistencia a enfermedades. La incorporación de este material genético favorece la conformación de hatos más eficientes y mejor adaptados a las condiciones productivas locales, consolidando a la inseminación artificial como una herramienta clave no

solo en el ámbito reproductivo, sino también en la planificación estratégica y sostenibilidad de los sistemas lecheros. (15)

En conjunto, la IA es una tecnología clave con el fin de fortalecer el desempeño económico y la viabilidad a largo plazo de las explotaciones lecheras. Su éxito depende de una adecuada capacitación técnica, una correcta sincronización con la ovulación y un programa integral de manejo reproductivo.

7.2.2. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF / TAI)

En los sistemas de producción bovina, la aplicación de esquemas reproductivos programados ha adquirido un papel estratégico dentro del manejo reproductivo, al posibilitar la coordinación del momento de la ovulación y la inseminación sin depender de la observación previa del celo. Esta característica resulta especialmente valiosa en sistemas lecheros donde la manifestación del celo es poco evidente o difícil de identificar, ya sea por elevados niveles de producción, condiciones de manejo o limitaciones en la disponibilidad de personal capacitado para un monitoreo reproductivo permanente. (16)

Los sistemas de manejo reproductivo basados en inseminación a tiempo fijo (IATF) se basan en la utilización combinada de hormonas que actúan directamente sobre el eje hipotálamo–hipófisis–ovario, entre ellas la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la prostaglandina F₂α (PGF₂α) y los dispositivos intravaginales liberadores de progesterona. La administración secuencial de estas sustancias permite regular la dinámica folicular, provoca inducir la pérdida funcional del cuerpo lúteo y coordinar de manera precisa el momento ovulatorio, lo que posibilita realizar la inseminación en un momento previamente establecido, sin depender de la detección visual del estro. (17)

Dentro de los programas de inseminación programada, se emplean diversos esquemas hormonales ampliamente utilizados en el manejo reproductivo bovino, se encuentran Ovsynch, Co-Synch y sus diferentes variantes, los cuales suelen complementarse con el uso de

dispositivos intravaginales de progesterona. En el contexto ecuatoriano, los dispositivos más empleados corresponden a marcas comerciales como **CIDR®** (Zoetis), **DIB®** (Syntex) y **PRID Delta®** (Ceva), ampliamente utilizados para el control del ciclo estral y la sincronización de la ovulación en bovinos. Estos protocolos han demostrado resultados favorables tanto en vacas lecheras como en vacas de carne; sin embargo, su está determinada por una combinación de factores, tales como estado fisiológico del animal, la condición corporal, los días posparto, la presencia de alteraciones reproductivas y la correcta aplicación del protocolo por parte del personal técnico responsable. (18)

Uno de los principales aportes de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es la uniformidad reproductiva que genera dentro del hato. Al permitir la sincronización de grupos numerosos de vacas y programar la inseminación en una fecha determinada, se logra una mayor concentración de partos, lo que facilita la planificación del manejo reproductivo contribuye a un mejor aprovechamiento de la mano de obra y de los recursos reproductivos disponibles. Adicionalmente, esta biotecnología posibilita la incorporación de genética superior en animales con baja o nula manifestación de celo, los cuales difícilmente serían inseminados mediante métodos convencionales. (19)

En el contexto latinoamericano, diversos estudios han evidenciado que la aplicación de protocolos de IATF incrementa de manera significativa las tasas de preñez en hatos comerciales, particularmente en sistemas con deficiencias en la detección de celo, variabilidad en el manejo o limitaciones técnicas. Investigaciones recientes desarrolladas en países como Argentina, Brasil y México reportan mejoras en la sincronización ovulatoria y un mayor número de vacas preñadas durante los primeros ciclos reproductivos, cuando los protocolos hormonales son correctamente estructurados y aplicados bajo condiciones de campo. (20)

En Ecuador, aunque la adopción de la IATF aún muestra variabilidad entre las distintas zonas productivas, su aplicación mediante programas universitarios y proyectos de vinculación

ha evidenciado resultados consistentes con experiencias reportadas en contextos productivos similares a nivel regional. El uso adecuado de esta herramienta favorece el incremento del desempeño reproductivo del hato y contribuye a la disminución del periodo sin gestación, al fortalecimiento de los indicadores reproductivos y a una gestión más eficiente de los recursos disponibles dentro de los sistemas lecheros. (21)

De manera integral, la IATF se consolida como una estrategia fundamental para mejorar la eficiencia reproductiva en la producción bovina, especialmente en escenarios donde la detección del celo representa una limitante. No obstante, su éxito está condicionado a factores como el estado fisiológico del animal, la condición corporal, la correcta ejecución del protocolo hormonal y la integración con un manejo nutricional, sanitario y reproductivo adecuado. (21)

7.3.Diagnóstico reproductivo (palpación, ecografía)

El diagnóstico reproductivo mediante palpación rectal y, especialmente, a través de la ecografía transrectal, se ha posicionado como un componente clave en los programas reproductivos. El manejo eficiente de los hatos bovinos. Estas técnicas permiten confirmar la gestación en etapas tempranas, identificar oportunamente vacas no gestantes, detectar alteraciones uterinas u ováricas y planificar estrategias de resincronización reproductiva. Su aplicación sistemática contribuye a la reducción de los días abiertos, mejora la planificación reproductiva y optimiza el uso de los recursos disponibles dentro del sistema productivo. (22)

La ecografía reproductiva ofrece ventajas significativas frente a métodos tradicionales de diagnóstico, ya que permite una evaluación precisa y detallada del estado reproductivo del animal. Mediante esta técnica es posible identificar cuerpos lúteos funcionales, folículos ováricos, quistes, evaluar la involución uterina posparto y determinar la viabilidad embrionaria en fases tempranas de la gestación. Esta información facilita la toma de decisiones técnicas oportunas, como la aplicación de tratamientos hormonales o la reprogramación de servicios, lo

que se traduce en un incremento de la tasa de preñez y una disminución de las pérdidas reproductivas. (23)

En sistemas productivos donde la identificación del celo resulta deficiente o la manifestación de signos estrales es reducida, la combinación de esquemas de inseminación programada con herramientas de diagnóstico ecográfico se presenta como una alternativa técnica orientada a fortalecer el desempeño reproductivo del hato. Estudios recientes indican que el uso sistemático de la ecografía permite optimizar los protocolos reproductivos, estandarizar los tiempos de inseminación y mejorar los resultados productivos, incluso en hatos de pequeña escala o con restricciones técnicas y de manejo. (19)

Adicionalmente, el diagnóstico reproductivo cumple un rol clave en el control sanitario del hato, al facilitar la identificación temprana de patologías uterinas, retrasos en la reanudación de la ciclicidad, ineficiencias reproductivas y abortos tempranos. La detección oportuna de estas condiciones permite implementar intervenciones correctivas de manera temprana, reduciendo el impacto negativo sobre la fertilidad y favoreciendo la estabilidad reproductiva del sistema. Cuando esta práctica se combina con un adecuado manejo nutricional y sanitario, se fortalecen las bases para una producción lechera sostenible. (24)

En conjunto, el diagnóstico reproductivo, particularmente mediante ecografía, representa un componente esencial dentro de los programas reproductivos modernos. Su uso permite optimizar la inseminación artificial, minimizar errores en el manejo reproductivo, mejorar la planificación del hato, prevenir pérdidas asociadas a fallas reproductivas y aumentar la rentabilidad de los sistemas lecheros, especialmente en programas de intervención como UTCgen. (25)

7.4. Control sanitario y manejo

El control sanitario es un componente esencial dentro de cualquier programa reproductivo bovino, ya que muchas enfermedades infecciosas afectan directamente la

fertilidad, la tasa de concepción y la supervivencia embrionaria. Patologías como brucelosis, diarrea viral bovina (BVD), rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR) y campylobacteriosis provocan retornos de celo, abortos tempranos, muerte embrionaria y disminución en la eficiencia de los protocolos reproductivos. Por ello, los programas de salud en hatos lecheros deben integrar diagnóstico preventivo, vacunación, bioseguridad y monitoreo constante del hato para reducir la transmisión y mejorar los índices reproductivos. (26)

Además de los efectos directos sobre el aparato reproductivo, las enfermedades sistémicas también pueden comprometer el buen funcionamiento hormonal y metabólico necesario para que ocurra la ovulación y se mantenga la gestación. A nivel productivo, la presencia de enfermedades reproductivas genera pérdidas económicas significativas debido al aumento de días abiertos, reducción en la producción de leche, incremento en costos veterinarios y eliminación prematura de animales afectados. Esto explica por qué los sistemas modernos de producción lechera enfatizan la vigilancia epidemiológica y la identificación temprana de animales infectados para evitar la diseminación de agentes patógenos dentro del hato. (27)

En los últimos años, programas reproductivos avanzados, especialmente aquellos que incluyen biotecnologías como la inseminación artificial (IA) y la inseminación a tiempo fijo (IATF), han incorporado estrategias sanitarias más rigurosas, garantizando que las vacas participantes en los protocolos se encuentren libres de enfermedades reproductivas. El resultado de la aplicación de estas biotecnologías está directamente influenciado por el estado de salud del animal, ya que vacas infectadas o inmunológicamente comprometidas suelen presentar baja respuesta hormonal, menor tasa de preñez y fallas en la implantación embrionaria. Por ello, se recomienda realizar evaluaciones sanitarias previas al inicio de cada protocolo reproductivo. (28)

Finalmente, la combinación entre sanidad, nutrición y manejo adecuado constituye la base para alcanzar un rendimiento reproductivo óptimo. Programas exitosos en América Latina demuestran que los hatos que aplican planes sanitarios estructurados, control riguroso de enfermedades y protocolos de bioseguridad presentan mayores tasas de fertilidad, ciclos más regulares y mejor respuesta a los protocolos de IATF. De este modo, el control sanitario no solo es una medida preventiva, sino una estrategia esencial para garantizar la sostenibilidad y productividad del sistema lechero moderno. (29)

7.5. Nutrición y condición corporal como moduladores de fertilidad

La nutrición constituye un componente clave en el adecuado funcionamiento reproductivo de las vacas lecheras. El estado energético del animal, especialmente durante la etapa temprana posterior al parto, influye de manera significativa en la reactivación de los mecanismos neuroendocrinos responsables del control reproductivo, condicionando la secreción de gonadotropinas y el restablecimiento de la actividad cíclica ovárica. Cuando las vacas presentan un desequilibrio energético persistente, la movilización excesiva de reservas corporales limita la síntesis de hormonas esenciales como IGF-1 y LH, lo que retrasa la ovulación y favorece el incremento de los días abiertos. Esto explica por qué una condición corporal adecuada, con valores aproximados entre 3,0 y 3,5 en una escala de 1 a 5, se asocia con una recuperación más eficiente de la ciclicidad reproductiva en sistemas lecheros de América Latina. (30)

El periodo de transición, comprendido entre las semanas previas y posteriores al parto, es considerado una fase determinante para el desempeño reproductivo futuro. Durante este intervalo, un manejo nutricional equilibrado que incluya un aporte adecuado de energía, proteína metabolizable, fibra efectiva y micronutrientes como selenio, zinc y antioxidantes favorece una adaptación metabólica más eficiente y disminuye la incidencia de alteraciones posparto, tales como la cetosis subclínica o la hipocalcemia. Estos trastornos, incluso en

presentaciones leves, afectan la calidad ovocitaria, incrementan la inflamación uterina y reducen la probabilidad de éxito en inseminaciones posteriores, lo que resalta la importancia de dietas formuladas en función de los requerimientos productivos y reproductivos. (31)

La suplementación estratégica también juega un papel determinante en la respuesta a protocolos hormonales de sincronización (IA/IATF). Vacas con adecuada condición corporal responden mejor a tratamientos basados en progesterona, estradiol o GnRH, debido a que su metabolismo permite una absorción y acción hormonal más eficiente. Investigaciones recientes realizadas en hatos lecheros de la región andina demuestran que animales con condición corporal baja al inicio del protocolo presentan hasta un 25–30% menos de tasa de preñez comparado con vacas con condición óptima, lo que subraya la importancia de integrar la evaluación nutricional dentro de los programas de reproducción asistida. (32)

Asimismo, el manejo alimenticio influye en la calidad folicular y embrionaria. Dietas deficientes o con excesos de energía pueden alterar el perfil metabólico, aumentando cuerpos cetónicos o generando estrés oxidativo que compromete la viabilidad embrionaria temprana. Por ello, los planes nutricionales modernos incorporan aditivos como grasas protegidas, vitaminas antioxidantes y aminoácidos limitantes (metionina y lisina) para mejorar la competencia ovocitaria y la sobrevivencia del embrión durante los primeros días posteriores a la concepción. Varios programas de extensión productiva en Latinoamérica han reportado mejoras sostenidas en tasas de concepción luego de implementar estos ajustes. (33)

Finalmente, la integración del manejo nutricional con la evaluación periódica de la condición corporal constituye una estrategia esencial para garantizar el éxito reproductivo. En sistemas bovinos donde la alimentación es estacional o depende de forraje con variaciones nutritivas, la planificación alimentaria y la suplementación estratégica permiten mantener la condición corporal dentro de rangos ideales, reduciendo fallas reproductivas y favoreciendo la

eficiencia global del hato. Esto convierte a la nutrición en un componente inseparable de cualquier programa reproductivo moderno, ya sea basado en IA, IATF o manejo natural. (34)

7.6. Indicadores reproductivos para evaluar intervenciones

La valoración del desempeño reproductivo en bovinos se apoya en el análisis de diversos parámetros técnicos que permiten cuantificar los efectos de las estrategias aplicadas, ya sean de tipo biotecnológico (IA, IATF), sanitario, nutricional o relacionadas con el manejo del hato. Entre los principales parámetros empleados se incluyen los niveles de fertilidad, la eficiencia del servicio reproductivo, la duración del periodo sin gestación, el intervalo entre el parto y la siguiente concepción, así como los resultados de preñez obtenidos mediante IA o IATF. Estos indicadores posibilitan una descripción objetiva del comportamiento reproductivo tanto a nivel individual como poblacional, y sirven como base para orientar decisiones relacionadas con la continuidad o el ajuste de los programas reproductivos implementados. (35)

La tasa de concepción constituye un indicador altamente representativo para analizar el rendimiento de una intervención reproductiva. Este parámetro expresa el porcentaje de vacas que logran establecer gestación después de un servicio, y está condicionado por variables como el estado de la condición corporal, la salud del aparato reproductor, la destreza del inseminador, la calidad seminal y la correcta aplicación del protocolo reproductivo. Estudios recientes realizados en sistemas lecheros de América Latina evidencian que este indicador mejora de manera significativa cuando se emplean protocolos estandarizados de IA o IATF, junto con un manejo más eficiente de la detección del celo y de la nutrición. (36)

Otro indicador clave es el número de servicios por concepción, que expresa cuántas inseminaciones requiere una vaca para lograr la preñez. Un valor elevado suele indicar problemas sanitarios, mala detección de estro, errores en la técnica de inseminación o deficiencias nutricionales. Este parámetro, además de medir eficiencia, permite cuantificar costos, ya que cada servicio adicional incrementa gastos en semen, mano de obra y días

improductivos. Estudios recientes reportan que la implementación de protocolos de sincronización y diagnósticos reproductivos tempranos reduce significativamente este indicador, mejorando la rentabilidad del sistema. (37)

Los días abiertos y el intervalo parto–concepción representan los indicadores con mayor repercusión económica dentro del sistema lechero. Los días abiertos hacen referencia al intervalo comprendido entre el parto y el momento en que la vaca logra una nueva gestación; mientras más prolongado sea este periodo, mayores son las pérdidas por menor producción acumulada y retraso del siguiente parto. De igual manera, el intervalo parto–concepción permite evaluar cuán eficiente es el reinicio reproductivo después de cada parto. Programas que incluyen ecografía temprana, resincronización y control sanitario han demostrado reducir ambos indicadores de forma consistente en sistemas lecheros latinoamericanos. (38)

La producción láctea asociada a los eventos reproductivos se usa como un indicador complementario para interpretar la eficiencia global del sistema. Vacas con fallas reproductivas tienden a pasar largos periodos en fases tardías de lactancia, donde la producción disminuye notablemente; por el contrario, hatos con buena eficiencia reproductiva mantienen un porcentaje mayor de animales en etapas óptimas de producción. Por esta razón, los indicadores reproductivos no solo describen el éxito biológico de las intervenciones, sino que también permiten medir su impacto directo sobre la productividad y la sostenibilidad económica del hato. (39)

7.7.Contexto local: Ecuador y Cotopaxi (Pujilí) relevancia del estudio

La producción bovina lechera representa una de las actividades económicas más relevantes para los pequeños y medianos productores de la Sierra central del Ecuador, particularmente en la provincia de Cotopaxi. En esta zona, los sistemas productivos se distinguen por un manejo mayoritariamente tradicional, un acceso limitado a tecnologías reproductivas y esquemas de alimentación sujetos a variaciones estacionales, factores que

inciden de manera directa en la eficiencia productiva. Diversas investigaciones realizadas a nivel nacional han demostrado que, a pesar del potencial genético del hato, la escasa adopción de herramientas reproductivas como la inseminación artificial convencional (IA) y los programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) sigue siendo un elemento determinante que limita la mejora de los parámetros reproductivos y productivos en los sistemas rurales. (40)

En el cantón Pujilí y sus parroquias rurales como La Merced y Cochaloma la producción de leche se realiza mayoritariamente bajo sistemas familiares con infraestructura básica, escasa asistencia técnica y limitada capacitación en reproducción animal. La identificación del estro continúa siendo una de las dificultades más frecuentes señaladas por los productores de la zona, lo que reduce la eficiencia en la inseminación y aumenta los días abiertos. Asimismo, la carencia de programas estructurados de manejo reproductivo y control sanitario dificulta alcanzar tasas de concepción competitivas, generando pérdidas económicas y menor productividad por vaca. Estos desafíos han sido señalados en informes de desarrollo agropecuario y por instituciones académicas que trabajan en extensión universitaria. (41)

Ante esta realidad, ha surgido la necesidad de validar en campo intervenciones reproductivas adaptadas a las condiciones específicas de Cotopaxi. En este contexto, programas universitarios como UTCgen, desarrollados por la Universidad Técnica de Cotopaxi, se han convertido en plataformas clave para implementar, monitorear y evaluar protocolos reproductivos en hatos locales. Este tipo de iniciativas permiten recopilar datos reales sobre tasa de concepción, servicios por concepción, días abiertos y producción lechera, generando evidencia técnica lo cual contribuye a fortalecer la toma de decisiones en el ámbito productivo y a respaldar el diseño de políticas orientadas al desarrollo agropecuario regional. (42)

La importancia de estos programas se refuerza al considerar que gran parte de los pequeños productores carecen de recursos para adoptar tecnología sin acompañamiento técnico;

por ello, la transferencia de conocimientos y la validación de intervenciones en condiciones reales de manejo resultan esenciales para mejorar la sostenibilidad del sistema lechero. Además, la información generada por estos proyectos contribuye a fortalecer las capacidades locales, facilitar acceso a biotecnologías reproductivas, promover el uso adecuado de protocolos de IA/IATF y reducir las brechas tecnológicas que históricamente han limitado el desarrollo del sector en Cotopaxi. (43)

7.8.Evidencia regional sobre efectividad de protocolos reproductivos

La implementación de esquemas de inseminación programada sin detección de celo ha sido ampliamente estudiada en América Latina debido a las condiciones productivas y de manejo compartidas por diversos países de la región, en estos contextos, la detección de celo suele ser limitada, y los sistemas de producción se caracterizan por variabilidad nutricional, restricciones tecnológicas y diferencias marcadas en condición corporal. Estudios recientes en Argentina han demostrado que la implementación de protocolos como Ovsynch, Co-Synch + CIDR y resincronizaciones hormonales mejora significativamente la tasa de preñez, especialmente en hatos con baja eficiencia reproductiva previa. (44)

En Brasil, uno de los países con mayor avance en biotecnologías reproductivas bovinas, se han realizado evaluaciones masivas que demuestran la robustez de los protocolos IATF incluso en condiciones de manejo extensivo. Investigaciones realizadas con miles de vacas de carne y leche muestran que la estandarización de los protocolos, la capacitación del personal y el control sanitario previo permiten alcanzar tasas de preñez superiores al 50–60% en una sola inseminación. Estos resultados han impulsado la adopción de IATF como estrategia central para mejorar la productividad reproductiva en rebaños comerciales. (45)

México también ha reportado resultados favorables en la implementación de protocolos hormonales adaptados a las zonas tropicales y subtropicales. Estudios realizados en sistemas lecheros de mediana escala indican que la respuesta a los protocolos IATF mejora

significativamente cuando se consideran factores locales como condición corporal, suplementación estratégica y manejo del estrés calórico. En estos sistemas, la integración del diagnóstico reproductivo temprano y la resincronización ha demostrado reducir días abiertos, incrementar la tasa de servicio y mejorar la rentabilidad del hato. (46)

En general, la evidencia regional confirma que los protocolos IATF son más efectivos cuando se adaptan a la realidad productiva y climática de cada zona. Factores como la estacionalidad de forrajes, la disponibilidad de suplementación, la condición corporal de las vacas y el nivel de capacitación del personal influyen directamente en la tasa de éxito de los programas reproductivos. Los resultados observados en Argentina, Brasil y México sirven como referencia valiosa para regiones andinas como La Merced y Cochaloma (Cotopaxi, Ecuador), donde las condiciones productivas y limitaciones tecnológicas presentan similitudes que justifican la adaptación de estos protocolos. (47)

7.9.Relación entre intervenciones reproductivas y productividad lechera

La productividad lechera de un hato está estrechamente ligada a su desempeño reproductivo, ya que la frecuencia y regularidad de los partos determinan la proporción de vacas en etapas óptimas de producción. Cuando se aplican intervenciones reproductivas eficientes, tales como el uso de técnicas de inseminación convencional, programas de inseminación programada sin detección de celo, la resincronización y el diagnóstico temprano de gestación, se reduce la variabilidad entre ciclos productivos y se incrementa la cantidad de vacas que ingresan a lactancia en intervalos más cortos y previsibles. Este efecto se traduce en un mayor volumen global de leche obtenida tanto a nivel individual como del conjunto del hato, especialmente en sistemas donde previamente existían fallas en la detección de celo o prolongados periodos de días abiertos. (48)

La mejora sostenida de indicadores reproductivos, como la tasa de concepción y el intervalo parto–concepción, también tiene un impacto directo en los costos operativos. Las

vacas que no se preñan a tiempo permanecen más días en fases tardías de lactancia —donde la curva de producción desciende o incluso en periodos improductivos, generando gastos sin retorno económico. Intervenciones reproductivas estructuradas permiten reducir la proporción de animales improductivos y hacen más eficiente el uso de los recursos disponibles, lo cual es especialmente importante en hatos de pequeños y medianos productores donde cada vaca representa una proporción mayor del ingreso total familiar. (49)

Otro beneficio importante de las intervenciones reproductivas es la homogeneización de los partos, lo cual facilita el manejo del hato y permite planificar mejor la alimentación, suplementación y disponibilidad de mano de obra. Cuando los partos se concentran en periodos más controlados, es posible organizar estrategias nutricionales específicas para el periodo de transición, mejorar la sanidad periparto y optimizar la curva de lactancia. Estudios recientes en América Latina demuestran que la adopción de IATF, combinada con monitoreo reproductivo y apoyo técnico, incrementa la productividad anual por vaca, a la vez que disminuye la tasa de descarte reproductivo. (50)

Además, el diagnóstico reproductivo temprano y la resincronización de celos permiten identificar con rapidez a las vacas vacías y reintegrarlas a nuevos protocolos. Este manejo reduce el número de animales estériles permanentes y mejora la tasa global de preñez del hato. Al reducir el intervalo entre servicios y concepción, se incrementa el número de vacas en lactancia activa, mejorando la productividad global por hectárea. En sistemas andinos, donde la disponibilidad de tierra es limitada, este tipo de intervenciones constituye una alternativa con efectos relevantes en la rentabilidad y el desempeño productivo. (51)

Finalmente, las intervenciones reproductivas contribuyen también a mejorar la calidad genética del hato cuando se combinan con programas de selección y uso de semen de alto mérito productivo. Esto permite aumentar gradualmente la productividad por vaca y la eficiencia alimenticia, consolidando un sistema más rentable y sostenible. Así, la relación entre

reproducción y producción no es únicamente biológica sino también económica, haciendo indispensable evaluar el impacto real de IA, IATF y diagnóstico reproductivo en las condiciones específicas de cada comunidad, incluyendo las zonas de La Merced y Cochaloma en Cotopaxi.

(52)

8. HIPOTESIS

8.1.Hipótesis nula (H_0)

- Las intervenciones reproductivas dentro del programa UTCgen en el cantón Pujilí no presenta diferencias en los indicadores reproductivos del ganado bovino evaluado.

8.2.Hipótesis alternativa (H_1)

- Las intervenciones reproductivas dentro del programa UTCgen en el cantón Pujilí se asocia con diferencias en los indicadores reproductivos y productivos del ganado bovino evaluado.

9. METODOLOGIA

9.1.Área de estudio

La investigación se desarrolló en los sectores rurales de Cochaloma, Cruzpamba, San Isidro, La Merced y 20 de diciembre, todos pertenecientes al cantón Pujilí, en la provincia de Cotopaxi. Este cantón, ubicado en la región centro-occidental de la Sierra ecuatoriana, abarca aproximadamente 1,269.5 km². Pujilí se sitúa a una altitud que varía entre 2,900 y 3,300 metros sobre el nivel del mar, presentando un clima templado-frío, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 13 °C y 15 °C. Dichas condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la actividad ganadera, particularmente la producción lechera, la cual constituye una de las

principales fuentes de ingreso y sustento para las comunidades rurales donde se llevó a cabo el estudio.



Ilustración 1. *Mapa satelital de área de estudio*

Fuente: Google Maps

9.2. Población de estudio

La investigación se llevó a cabo en las comunidades de Cochaloma, Cruzpamba, San Isidro, La Merced y 20 de diciembre, ubicadas dentro de la jurisdicción del cantón Pujilí. En el estudio participaron 22 productores ganaderos, y se incluyó la evaluación de 112 bovinos con rangos etarios que oscilaron entre 1,2 y 10 años. Los animales fueron agrupados según su etapa productiva y reproductiva, considerándose categorías como terneras, vaconas y vacas adultas. Tanto los productores como los bovinos evaluados estuvieron vinculados al proyecto de

investigación “Programa de Mejoramiento Genético UTCgen”, ejecutado por la Universidad Técnica de Cotopaxi.

SECTOR	PROPIETARIO	NUMERO DE ANIMALES
Cochaloma	Aida Rios	5
	Blanca Criollos	8
	Leonor Allauca	9
	Patricia Curicho	4
	Johana Simaluisa	1
Cruzpamba	Daysi Zambrano	6
	Maria Iza	3
	Milton Rojas	7
San Isidro	Alexis Guamán	4
La Merced	Delia Garcia	6
	Isabel Cordova	6
	Maria Simaluisa	5
	Maritza Guaman	3
	Paulina Rojas	3
	Rosa Simaluisa	6
	20 de Diciembre	Graciela Suntaxi
Gladys Caguano		6
Lorena Caillagua		3
Luisa Tanguila		6
Luz Suntaxi		3
Narcisa Tanguila		7
Consuleo Suntaxi		4
Total	Bovinos	112

Tabla 2. *Participantes del proyecto*

Fuente: Base de datos UTC gen

9.3. Duración del estudio

Esta abarcó un periodo de 5 meses, iniciando desde marzo del 2025, durante este tiempo se realizó visitas a los diferentes productores llevando un registro de los mismos, además de llevó datos detallados del desempeño reproductivo de las vacas y vaconas, implementando chequeos ginecológicos mediante un ecógrafo, este lapso fue crucial para registrar y analizar los resultados obtenidos, lo que permitió dar distintos tratamientos y de esta manera evaluar la eficacia de los mismos y recopilar la información necesaria para sustentar los objetivos planteados en esta investigación.

9.4. Tipo de estudio

El presente trabajo se enmarca dentro de un diseño cuasi experimental, debido a que evalúa el efecto de intervenciones reproductivas previamente implementadas en el hato por el programa UTCgen, sin asignación aleatoria de los animales ni conformación de grupos control estrictos. El análisis se basa en información recolectada en campo antes y después de la aplicación de dichas intervenciones, lo que permite comparar los cambios ocurridos en los principales indicadores reproductivos y valorar su impacto sobre la eficiencia reproductiva del sistema productivo.

El estudio adopta un enfoque cuantitativo, ya que utiliza datos numéricos provenientes de registros productivos y reproductivos, los cuales posibilitan la medición, comparación y análisis estadístico de las variaciones observadas en los animales evaluados.

Diseño de investigación

- Cuasi experimental, debido a que existió una intervención planificada sobre los animales, pero sin asignación aleatoria ni conformación de un grupo control, utilizando registros productivos reales de campo.
- Longitudinal de tipo antes–después, ya que el análisis comparó dos momentos temporales definidos: el periodo previo y el posterior a la intervención reproductiva.
- Descriptivo–comparativo, puesto que se buscó describir y contrastar las variaciones observadas en los animales intervenidos, sin establecer relaciones causales estrictas.

9.5. Técnica de investigación

La obtención de la información se realizó mediante formatos de registro técnico utilizados en campo, en los cuales se consignaron los datos generados durante los procesos de inseminación y las evaluaciones ginecológicas posteriores. En dichos registros se incluyó la identificación individual de los bovinos, antecedentes reproductivos, resultados de los

diagnósticos de gestación, condición corporal, estado nutricional y prácticas sanitarias aplicadas, la información recopilada fue sometida a un análisis retrospectivo, lo que permitió estimar indicadores reproductivos como la tasa de concepción, así como examinar la influencia de variables genéticas, ambientales y de manejo sobre la fertilidad del hato. Este análisis facilitó la valoración del desempeño de las intervenciones implementadas en el programa UTC-GEN en la provincia de Cotopaxi, aportando elementos técnicos para mejorar la eficiencia del uso de la inseminación artificial y fortalecer los resultados reproductivos en los sistemas evaluados.

9.6. Población y muestra

La población estuvo conformada por todos los bovinos intervenidos por el programa UTCgen en los sectores mencionados.

La muestra incluyó a los animales que contaban con registros reproductivos completos, es decir:

- Datos previos a la intervención reproductiva,
- Información sobre el procedimiento aplicado (IA, ecografía, palpación, sincronización de celos).
- Resultados posteriores (gestante o no gestante, producción lechera, número de servicios, entre otros).

La selección fue no probabilística por conveniencia, basada en la disponibilidad y calidad de los datos registrados.

Se clasificó a los animales en dos grupos principales:

- Animales gestantes: aquellos que confirmaron preñez mediante palpación rectal o ecografía.
- Animales no gestantes: aquellos que no lograron concebir luego de la intervención.

Esta clasificación permitió comparar indicadores entre ambos grupos.

9.7. Variables de estudio

9.7.1. Variable independiente

- Intervenciones reproductivas aplicadas, tales como inseminación artificial (IA), diagnóstico reproductivo, sincronización hormonal y control sanitario.

9.7.2. Variables dependientes

Se analizaron los siguientes indicadores reproductivos y productivos:

- Condición gestacional: gestante / no gestante
- Diagnósticos de enfermedades
- Tratamientos
- Edad y categoría del animal
- Fechas de IA

Estas variables fueron seleccionadas por su relación directa con la eficiencia reproductiva del hato.

9.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- La información fue obtenida mediante la revisión de registros oficiales del programa UTCgen, los cuales incluían:

- Fichas reproductivas individuales,
- Registros de IA,
- Resultados de palpación rectal o ecografía,

Fechas de partos y servicios previos.

Los datos fueron organizados manualmente y luego digitalizados en Microsoft Excel para su clasificación inicial.

9.9.Procedimiento / Desarrollo de la investigación

La ejecución del estudio comenzó con evaluaciones ginecológicas aplicadas a vacas de sistemas productivos de pequeña y mediana escala. La información obtenida fue registrada en fichas diseñadas específicamente para este estudio, durante las evaluaciones se identificaron y documentaron diversos factores y patologías que podían comprometer la eficiencia del proceso de inseminación artificial, entre ellos infecciones del aparato reproductor, alteraciones uterinas y otras condiciones clínicas relevantes.

A partir de estos hallazgos, se decidió aplicar medidas correctivas, como la desparasitación y la administración de vitaminas, especialmente en los animales con baja condición corporal y con periodos prolongados de días abiertos, ya que estos factores influían negativamente en su desempeño reproductivo.

Una vez verificados los criterios de inclusión, se llevó a cabo la aplicación de la inseminación artificial en las vacas seleccionadas, bajo lineamientos técnicos previamente establecidos. El proceso inició con la revisión de los signos de celo presentes en cada animal. A continuación, se descongelaron las pajuelas de semen en agua a una temperatura entre 35 y 36 °C y se preparó la pistola de inseminación con su respectivo catéter y camisa sanitaria.

Antes del procedimiento, se lavó la zona de la vulva con agua caliente para garantizar la higiene y reducir el riesgo de contaminación. Una vez completada esta preparación, se llevó a cabo la inseminación artificial, procurando mantener la uniformidad y calidad del proceso.

Cada inseminación fue registrada detalladamente en las fichas correspondientes, incluyendo la fecha del procedimiento, el tipo de semen utilizado en este caso, Quicksilver, Bachelor, Barnstormer y Springfield, la condición corporal del animal, el estado de vacunación frente a enfermedades reproductivas y el grado de facilidad durante la maniobra.

Se efectuó un seguimiento posterior a la inseminación para evaluar los resultados obtenidos. Este control incluyó revisiones ginecológicas periódicas con el objetivo de confirmar

las preñeces y detectar posibles fallas en el proceso. Los datos obtenidos en esta fase fueron consignados en fichas de control ginecológico, lo que permitió examinar de manera específica las variables asociadas al desempeño reproductivo observado. Posteriormente, se realizó un procesamiento estadístico de la información recopilada con el fin de estimar el nivel de concepción logrado a través de la inseminación artificial y analizar la asociación entre las condiciones reproductivas iniciales y los resultados del procedimiento, proporcionando así una evaluación global de los elementos involucrados en el éxito reproductivo.

Procesamiento inicial en Excel

Se calcularon totales, promedios, porcentajes y distribuciones básicas.

- Análisis estadístico en R

Los datos fueron exportados a R Studio, donde se realizaron:

- Tablas de frecuencia,
- Cálculo de medias y desviaciones estándar,
- Comparación descriptiva entre animales gestantes y no gestantes,
- Gráficos simples para visualizar tendencias.
- Interpretación de resultados

Se revisaron las variaciones entre los indicadores antes y después de las intervenciones para determinar su impacto en la eficiencia reproductiva del hato.

9.10. Métodos de análisis

Se utilizó estadística descriptiva, mediante el uso combinado de Excel y R.

Los resultados se presentaron en forma de:

- Tablas comparativas
- Porcentajes
- Promedios
- Diferencias entre grupos (gestantes vs. no gestantes)

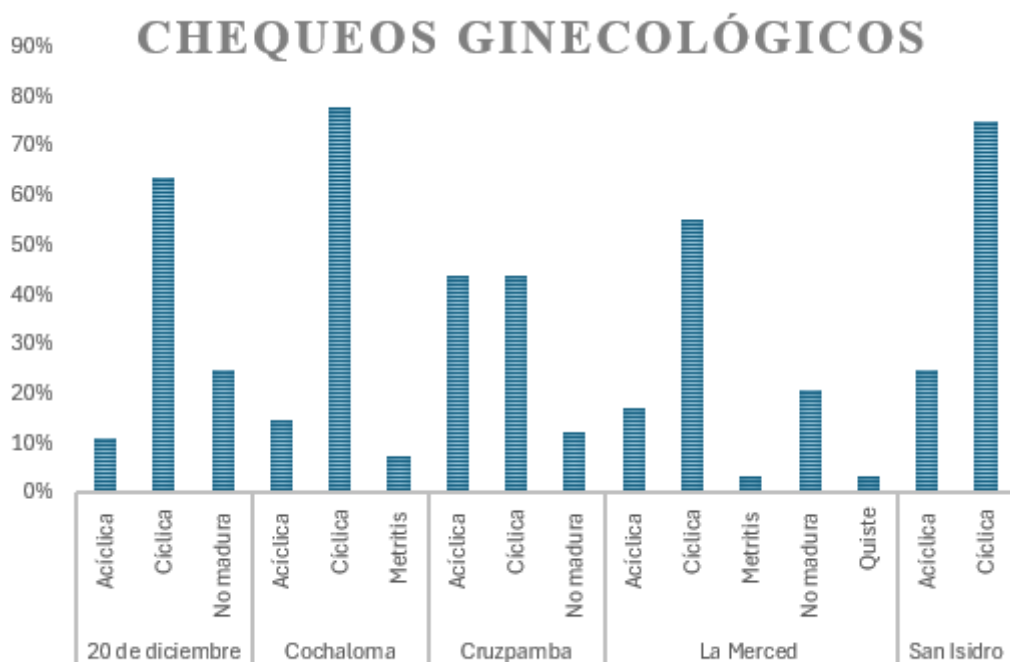
- Gráficos simples (barras, líneas y pastel).

El análisis se centró en identificar tendencias reproducibles que permitieran evaluar el impacto real de las intervenciones reproductivas aplicadas.

10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Chequeos Ginecológicos

En el transcurso del trabajo investigativo se efectuó una evaluación del estado reproductivo de vacas pertenecientes a distintos sectores del cantón Pujilí, en el contexto de las intervenciones reproductivas implementadas por el programa UTCgen. A partir de los resultados obtenidos, se identificó la presencia de diversas alteraciones reproductivas, como animales acíclicos, quistes ováricos y casos de metritis, las cuales limitan el adecuado desempeño reproductivo de los animales. En sistemas lecheros, este tipo de alteraciones representa una limitante frecuente, ya que afecta directamente la eficiencia reproductiva y repercute el desempeño productivo y la viabilidad económica de los sistemas productivos..



Gráfica 1. Chequeos ginecológicos

Fuente: Base de datos UTCgen

10.1.1. Aciclicidad

Durante la evaluación reproductiva se identificó una proporción considerable de vacas que no presentaron manifestaciones de celo, evidenciando cuadros de aciclicidad. Este tipo de alteración reproductiva se presentó con mayor frecuencia en determinados sectores del área de estudio como es en la parroquia Cruzpamba (con 7 vacas acíclicas) y la Merced (con 5 vacas acíclicas), lo que sugiere una posible influencia de factores asociados al manejo reproductivo y al estado nutricional de los animales, aspectos que pueden interferir con la reanudación normal de la actividad ovárica.

10.1.2. Infecciones Uterinas

Este tipo de patología representa un problema crítico en los sistemas lecheros, ya que compromete la fertilidad, disminuye la probabilidad de gestación y retrasa el restablecimiento del ciclo reproductivo. La persistencia de infecciones uterinas incrementa los días abiertos y genera mayores costos operativos debido al retraso en la reincorporación de los animales a los programas reproductivos. Esta alteración se presentó con mayor frecuencia en la parroquia Cochaloma (dos vacas con metritis) y en La Merced (una vaca con metritis), lo que sugiere deficiencias en las prácticas sanitarias y en los mecanismos de seguimiento y control reproductivo.

10.1.3. Quistes ováricos

Durante la evaluación reproductiva realizada los resultados del estudio mostraron la ocurrencia de quistes ováricos, registrándose una mayor frecuencia en el sector La Merced, donde se reportó un caso, lo que representa el 0,88 % de los animales evaluados. Esta condición puede alterar el desarrollo fisiológico habitual de la ovulación y afectar de forma negativa la fertilidad de las vacas, generando irregularidades en el ciclo estral y reduciendo la probabilidad de concepción. Cuando los quistes ováricos persisten, se observa una disminución de los índices de preñez y un alargamiento de los intervalos reproductivos, lo cual impacta desfavorablemente en la eficiencia productiva de los sistemas lecheros.

Alteraciones reproductivas como la aciclicidad, las infecciones uterinas y los quistes ováricos constituyen limitantes frecuentes para la eficiencia reproductiva en bovinos lecheros, debido a que interfieren con la actividad reproductiva normal, afectando la manifestación del celo, la ovulación y la capacidad de concepción. Los resultados obtenidos en este estudio guardan relación con lo descrito en la literatura científica, ya que se evidenció una presencia relevante de estas alteraciones en los animales evaluados dentro del programa UTCgen en el cantón Pujilí. Esta situación permite explicar, al menos en parte, los bajos índices reproductivos observados en determinados sectores. (53)

Las infecciones uterinas constituyen una de las problemáticas reproductivas más relevantes identificadas en el presente estudio, principalmente por su impacto directo sobre la fertilidad de las vacas. La presencia de estas infecciones altera el ambiente uterino y afecta la receptividad del endometrio, lo que reduce la viabilidad embrionaria y se refleja en menores tasas de concepción y un incremento de los días abiertos. En condiciones de manejo de campo, este tipo de alteraciones adquiere mayor importancia cuando no se realiza un diagnóstico ni un tratamiento oportuno durante el periodo posparto, situación que ha sido señalada en estudios previos como un determinante importante en la reducción del desempeño reproductivo de los sistemas lecheros. (54)

En relación con los quistes ováricos, distintos autores señalan que su presencia puede generar ciclos estrales irregulares y fallos repetidos en los programas de inseminación artificial, afectando de manera negativa la eficiencia reproductiva del hato. En el presente estudio, la mayor frecuencia de esta alteración observada en determinados sectores podría estar asociada a desequilibrios hormonales, deficiencias nutricionales o situaciones de estrés metabólico, factores comúnmente presentes en sistemas de producción lechera con manejo tradicional. Desde el punto de vista productivo, esta condición contribuye a la disminución de los índices de preñez y al alargamiento de los intervalos reproductivos, lo que repercute en la productividad general del sistema. (55)

Los datos analizados indican que el manejo sanitario y reproductivo tiene una participación clave en el desarrollo de los trastornos reproductivos identificados. En los sectores donde se registró una mayor incidencia de infecciones uterinas y quistes ováricos, resulta necesario revisar de manera integral las prácticas de manejo, particularmente en aspectos como la higiene durante la inseminación artificial, el control sanitario en el periodo posparto y la aplicación oportuna de tratamientos reproductivos. En sistemas de traspatio del cantón Pujilí, la correcta implementación del manejo reproductivo implica realizar revisiones periódicas del estado reproductivo de las vacas, mantener condiciones adecuadas de higiene durante la inseminación artificial, atender de forma temprana las complicaciones posparto y aplicar los tratamientos hormonales de acuerdo con las necesidades individuales de cada animal. Estas prácticas favorecen una mejor respuesta a los programas de inseminación artificial y disminuyen la aparición de alteraciones reproductivas. (56)

10.1.4. Tratamientos aplicados y su relación con el estado reproductivo

En el marco del programa UTCgen se implementaron diversas intervenciones reproductivas y sanitarias orientadas a mejorar el desempeño reproductivo del ganado bovino evaluado. Entre las principales prácticas aplicadas se incluyeron la desparasitación, la

administración de vitaminas, el uso de hormonas reproductivas y la inseminación artificial. Estas intervenciones forman parte de los protocolos habitualmente utilizados en programas de manejo reproductivo en sistemas lecheros, especialmente en contextos donde predominan esquemas de manejo tradicional. (57)

La desparasitación representa una práctica sanitaria clave, dado que las parasitosis internas afectan de manera directa el estado nutricional y el balance energético de las vacas, lo cual puede interferir con la reanudación de la actividad reproductiva durante el periodo posparto. Desde el punto de vista reproductivo, animales que mantienen una adecuada condición sanitaria tienden a presentar una mejor respuesta a los programas reproductivos, con mayor probabilidad de manifestar celo y alcanzar la concepción, tal como lo señalan estudios previos. (58)

De igual manera, la suplementación con vitaminas y minerales se incorporó como parte del manejo integral de los animales evaluados. El aporte adecuado de micronutrientes cumple un rol fundamental en la función ovárica, el metabolismo energético y la respuesta inmunológica, aspectos estrechamente relacionados con la eficiencia reproductiva. Diversos reportes indican que la corrección de deficiencias nutricionales favorece la respuesta a los tratamientos hormonales y mejora los resultados de los programas de inseminación artificial. (59)

En el manejo reproductivo de los animales evaluados se utilizaron hormonas reproductivas como la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y las prostaglandinas, fármacos ampliamente empleados para inducir o sincronizar la ovulación y favorecer la manifestación del celo. La aplicación de estos tratamientos contribuye a una mejor organización del manejo reproductivo y facilita la programación de la inseminación artificial, especialmente en vacas que presentan dificultades para la detección del celo bajo condiciones de manejo tradicional. (60)

La inseminación artificial constituyó una de las principales biotecnologías reproductivas implementadas dentro del programa UTCgen, debido a su capacidad para mejorar el mérito genético del hato y disminuir los riesgos sanitarios asociados a la monta natural. En esta investigación, el uso de dicha técnica junto con intervenciones sanitarias y hormonales hizo posible analizar el desempeño reproductivo de las vacas bajo condiciones habituales de manejo, observándose diferencias en el estado reproductivo entre animales gestantes y no gestantes en función de los tratamientos recibidos. (61)

De manera general, los resultados obtenidos indican que la aplicación integrada de tratamientos sanitarios, nutricionales y reproductivos desempeña un papel determinante en la mejora del desempeño reproductivo del ganado bovino. La relación observada entre los tratamientos aplicados y el estado reproductivo de los animales pone de manifiesto la importancia de implementar un manejo integral y sistemático, ajustado a las condiciones locales, como una estrategia efectiva para optimizar la eficiencia reproductiva y productiva en sistemas lecheros de pequeños y medianos productores. (62)

10.2. Días Abiertos

El número de días abiertos constituye una variable fundamental para valorar el desempeño reproductivo en explotaciones lecheras, debido a que reflejan el intervalo comprendido entre el parto y la nueva concepción. En hatos que presentan un manejo reproductivo adecuado, se considera deseable un rango aproximado de 85 a 115 días abiertos, ya que valores superiores suelen asociarse con pérdidas económicas, incremento de los costos de mantenimiento y una reducción de la productividad del animal a lo largo de su vida útil.

Al analizar la situación reproductiva previa a la aplicación de los tratamientos reproductivos, se constató que las vacas evaluadas presentaban valores elevados de días abiertos, excediendo, en gran parte de las unidades evaluadas los 100 días, lo que evidencia una baja eficiencia reproductiva inicial del hato. Del total de doce vacas que finalmente resultaron

gestantes, el 16,6 % presentó un intervalo entre 100 y 150 días abiertos, el 41,6 % se ubicó entre 150 y 200 días, el 25 % entre 200 y 250 días, y un 16,6 % superó los 300 días abiertos. Esta distribución pone en evidencia que una proporción considerable de los animales permaneció improductiva durante periodos prolongados antes de lograr la concepción.

Los valores registrados se encuentran por encima de los rangos considerados óptimos para sistemas lecheros eficientes y guardan relación con lo descrito en la literatura especializada, donde se señala que intervalos superiores a 150 días abiertos suelen reflejar deficiencias en el manejo reproductivo, nutricional o sanitario del hato. Diversos estudios indican que el incremento de los días abiertos está estrechamente vinculado con fallas en la detección de celo, anestro prolongado, presencia de enfermedades reproductivas posparto y desequilibrios en el balance energético de las vacas.

Entre los factores que probablemente influyeron en la elevada cantidad de días abiertos observados destaca el manejo nutricional inadecuado, en particular la insuficiente suplementación mineral y energética. La carencia de sales minerales y la formulación inadecuada de las dietas alteran el metabolismo energético y la actividad ovárica, retrasando la reactivación de la función reproductiva después del parto y disminuyendo la manifestación del estro. Diversos análisis en el ámbito reproductivo señalan que las vacas expuestas a periodos prolongados de balance energético negativo presentan una mayor probabilidad de anestro, así como una extensión del periodo entre el parto y la nueva concepción.

A este escenario se suma la falta de un control sanitario adecuado, ya que la presencia de patologías uterinas subclínicas, infecciones reproductivas y procesos inflamatorios posparto puede retrasar la involución uterina y disminuir la probabilidad de concepción. La ausencia de diagnósticos reproductivos tempranos y de tratamientos oportunos favorece la persistencia de estas alteraciones, contribuyendo al alargamiento de los intervalos reproductivos.

En conjunto, los elevados días abiertos registrados antes de la intervención reflejan un sistema productivo con limitaciones en los ámbitos nutricional, sanitario y de manejo reproductivo. La posterior aplicación de tratamientos hormonales, junto con una mejor detección de celo y un seguimiento reproductivo más sistemático, permitió corregir parcialmente estas deficiencias y mejorar la eficiencia reproductiva del hato, lo que resalta la importancia de un enfoque integral para reducir los días abiertos y optimizar la productividad lechera.



Gráfica 2. *Días abiertos*

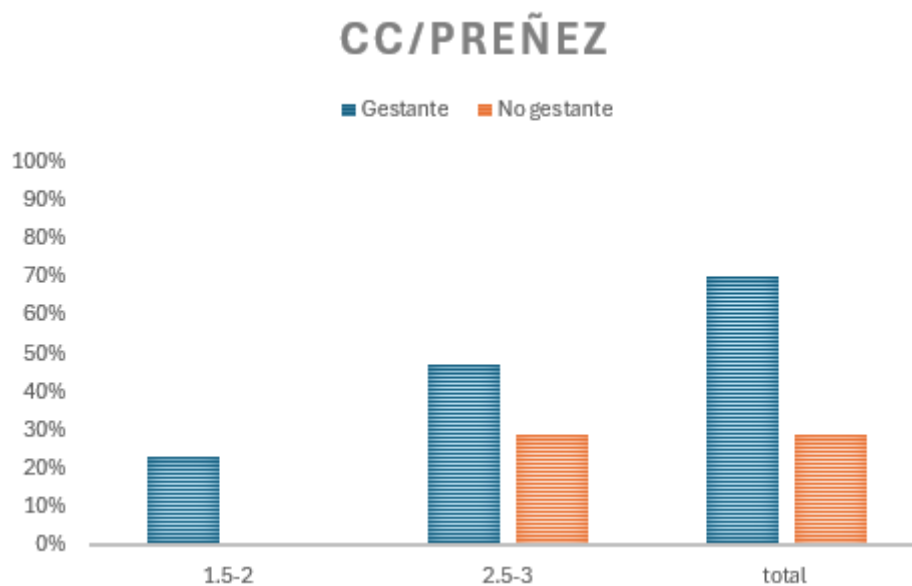
Fuente: Base de datos UTCgen

10.3. Condición corporal y nutrición

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian que uno de los principales factores que influyen en la baja tasa de preñez en las vacas evaluadas en Pujilí es la condición corporal deficiente. La mayoría de los animales presentó una condición corporal que no superó 2,5 en una escala de 1 a 5, lo que se asocia con un estado energético inadecuado, la relación que se obtuvo entre la condición corporal y la preñez fue de los cuatro animales inseminados con

una condición de 1.5-2 todas se preñaron, pero esto solo representa un 23,52% del total de animales inseminados y los animales con condición de 2.5-3 se preñaron 8 vacas lo que representa un 47,05% del total. Vacas con esta condición suelen presentar una reanudación tardía de la actividad ovárica, menor manifestación de celo y un incremento en los días abiertos, lo que reduce significativamente la probabilidad de concepción tras la inseminación artificial. Estos hallazgos concuerdan con reportes recientes que señalan que una condición corporal baja compromete la función reproductiva y limita la eficiencia de los programas de inseminación en sistemas lecheros. (63)

La nutrición se identificó como un factor determinante en el estado reproductivo de los animales evaluados. Dietas con deficiencias energéticas y proteicas, especialmente durante el periodo posparto y la lactancia temprana, favorecen la aparición de un balance energético negativo, lo que afecta la secreción hormonal y retrasa el retorno a la ciclicidad normal. En este contexto, las vacas con una nutrición inadecuada presentan menor respuesta a los tratamientos hormonales y a la inseminación artificial, lo que explica parcialmente los casos de no gestación observados en el estudio. La literatura reciente destaca que una alimentación equilibrada es esencial para mejorar la fertilidad y optimizar los resultados reproductivos en sistemas lecheros de pequeña y mediana escala. (64)



Gráfica 3. *Relación entre condición corporal y preñez*

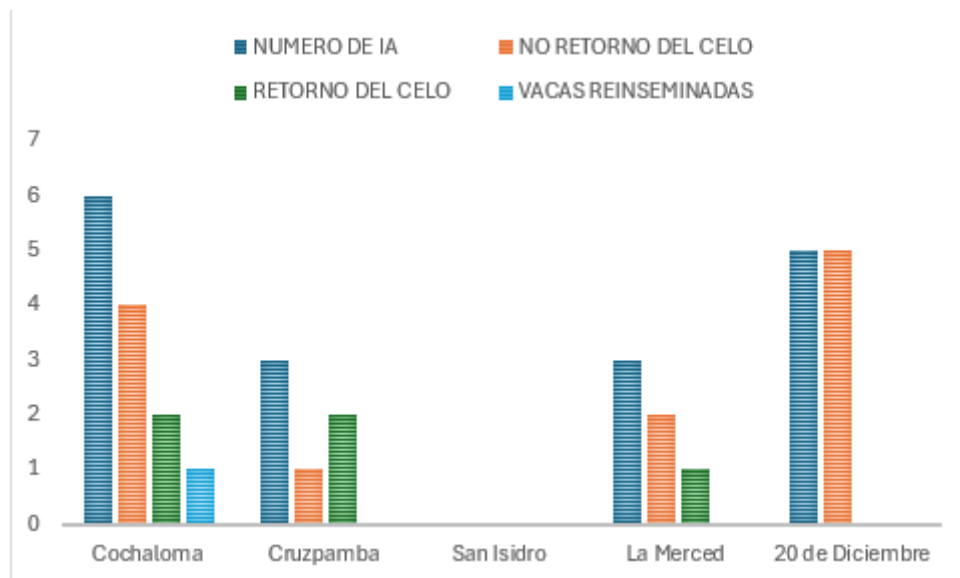
Fuente: Base de datos UTCgen

10.4. Regreso del celo

En el presente estudio, el retorno del celo se presentó en una proporción reducida de los animales inseminados, lo que sugiere un manejo reproductivo adecuado dentro del programa evaluado. De las 17 vacas sometidas a inseminación artificial, 12 no evidenciaron retorno al celo y fueron confirmadas como gestantes mediante chequeos ginecológicos realizados a partir de los 45 días post inseminación. En contraste, 5 vacas presentaron retorno al celo, lo que indica fallas en la fecundación inicial; sin embargo, en uno de estos casos se procedió a la reinseminación, considerando como posible causa una inseminación realizada fuera del momento óptimo de ovulación.

La proporción observada de retorno al celo se mantiene dentro de rangos aceptables para sistemas lecheros con manejo tecnificado, ya que valores elevados de retorno suelen asociarse a errores en la detección de celo, deficiencias en la técnica de inseminación, alteraciones hormonales o problemas sanitarios subyacentes. Por lo tanto, los resultados obtenidos reflejan una respuesta reproductiva favorable, evidenciando que la aplicación

combinada de tratamientos hormonales, manejo sanitario previo y seguimiento reproductivo contribuyó a mejorar la eficiencia del proceso reproductivo en las vacas evaluadas.



Gráfica 4. Relación entre el regreso del celo y la tasa de preñez

Fuente: Base de datos UTCgen

10.5. Numero de inseminaciones (IA)

Se exponen a continuación los resultados obtenidos en el desarrollo del estudio a 17 vacas inseminadas efectuados en distintas parroquias del área de estudio. Para el análisis se consideraron como variables el total de inseminaciones realizadas, la cantidad de vacas que no regresó el celo, aquellas que presentaron retorno, así como los casos de reinseminación, entendidos como animales que, tras no lograr la gestación en el primer servicio, fueron sometidos a un nuevo intento reproductivo.

LUGAR DE IA	NUMERO DE IA	NO RETORNO DEL CELO	RETORNO DEL CELO	VACAS REINSEMINADAS
Cochaloma	6	4	2	1
Cruzpamba	3	1	2	0
San Isidro	0	0	0	0
La Merced	3	2	1	0
20 de Diciembre	5	5	0	0
TOTAL	17	12	5	1

Tabla 3. Número de inseminaciones

Fuente: Base de datos UTCgen

De las 17 vacas sometidas a inseminación artificial, 12 no evidenciaron retorno al celo, situación que sugiere un estado de gestación, el cual fue posteriormente corroborado mediante evaluaciones ginecológicas realizadas a partir de los 45 días posteriores al servicio. Por otro lado, 5 animales presentaron retorno al celo, lo que indica que no se produjo la fecundación. Adicionalmente, una de estas vacas fue sometida a una nueva inseminación con el objetivo de corregir un posible fallo asociado a una inseminación realizada fuera del momento óptimo o a dificultades técnicas durante el procedimiento.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se observó que la mayoría de las vacas que no alcanzaron la gestación presentaron deficiencias en la detección del celo, ya sea por una identificación inadecuada o por un reconocimiento tardío de los signos estrales, lo que dificultó la aplicación de la inseminación artificial en el momento más apropiado. El momento en que se realiza la inseminación constituye un elemento clave para el logro del éxito reproductivo, ya que en varios casos los productores no lograron reconocer oportunamente el inicio del estro, provocando que la inseminación se efectuara después de las 20 horas desde el comienzo del celo. Este desfase temporal reduce de forma importante la probabilidad de fertilización, considerando que la ovulación en la vaca ocurre generalmente entre las 24 y 32 horas posteriores al inicio del celo. Cuando la inseminación artificial se realiza fuera del intervalo recomendado, se genera una falta de sincronía entre la llegada de los espermatozoides capacitados y la liberación del ovocito, cuya viabilidad es limitada luego de la ovulación. En este contexto, diversos estudios indican que la inseminación realizada dentro de las primeras 12 a 16 horas posteriores al inicio del celo favorece una sincronización adecuada con la ovulación, incrementando las tasas de concepción y disminuyendo la incidencia de fallos reproductivos. (65)

En la parroquia 20 de diciembre, de las cinco inseminaciones efectuadas, ninguna vaca presentó retorno a celo, lo que evidencia una mayor efectividad del procedimiento reproductivo en esta zona. Este comportamiento podría estar asociado a una correcta identificación de los signos estrales por parte de los productores, lo que permitió realizar la inseminación en un momento fisiológicamente favorable, en correspondencia con el ciclo reproductivo de las hembras. La detección temprana del celo habría influido directamente en el aumento de las probabilidades de concepción, reflejándose en el bajo número de retornos observados.

Por otra parte, en las parroquias de la Merced y Cruzpamba, respectivamente, los porcentajes de inseminación exitosa fueron inferiores, con valores aproximados de 33 % y 66 % de efectividad de la IA. Esta diferencia sugiere que, en estos sectores, la inseminación pudo haberse realizado fuera del momento óptimo, posiblemente debido a una detección tardía del celo, lo que habría afectado negativamente los resultados reproductivos obtenidos.

Con respecto a las vacas reinseminadas, se registró un solo animal dentro de las 17 inseminaciones artificiales realizadas, lo que indica que, en términos generales, el desempeño reproductivo alcanzado durante la investigación fue moderadamente favorable. La necesidad de reinseminación suele presentarse cuando la vaca no logra la gestación en el primer servicio, situación que puede estar relacionada con una falta de sincronización entre el momento de la inseminación y la fase adecuada del ciclo estral. En este contexto, la detección adecuada del estro y la realización de la inseminación dentro del intervalo fisiológicamente recomendado continúan siendo aspectos clave para reducir la necesidad de reinseminaciones y optimizar la eficiencia reproductiva del hato.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que la sincronización del estro combinada con la inseminación artificial constituye una opción técnicamente factible y económicamente conveniente para los sistemas lecheros evaluados en el cantón Pujilí. Si bien estas biotecnologías requieren una inversión inicial relacionada con la adquisición de

hormonas, material seminal y mano de obra especializada, su implementación permitió incrementar el desempeño reproductivo, acortar los días abiertos y reducir la proporción de animales sin actividad productiva dentro del hato. Estos resultados repercuten favorablemente en la rentabilidad del sistema, debido a una mejor utilización de los recursos disponibles y a un aumento en la probabilidad de lograr gestaciones en periodos más cortos, lo cual concuerda con evaluaciones recientes que resaltan los beneficios económicos de la sincronización del celo y la inseminación artificial en sistemas lecheros de pequeña y mediana escala.

Bajo el enfoque productivo, la adopción de protocolos de sincronización facilita una mayor concentración de preñeces, mejora la planificación reproductiva y permite un mejor control del calendario de partos, lo que se traduce en una mayor proporción de vacas en lactancia y una producción de leche más estable a lo largo del año. Además, la inseminación artificial posibilita el uso de genética superior, contribuyendo a mejoras progresivas en la productividad del hato y en la calidad de las futuras crías. Estudios recientes en América Latina señalan que, cuando estas tecnologías se aplican de manera adecuada y adaptadas a las condiciones locales, el beneficio económico supera los costos de implementación, especialmente al considerar el aumento en la producción y la reducción de pérdidas asociadas a fallas reproductivas.

10.6. Tratamientos Hormonales

La aplicación de tratamientos hormonales mostró un impacto favorable en la actividad reproductiva de las vacas evaluadas. Como resultado de estas intervenciones, se observó una efectividad del 50 %, ya que la mitad de los animales que inicialmente se encontraban en condición de anestro lograron restablecer la ciclicidad ovárica. Este cambio evidencia que el uso de hormonas reproductivas contribuyó a estimular la actividad ovárica en un grupo significativo de vacas, mejorando su condición reproductiva y su potencial para ser incorporadas a los programas de inseminación artificial.

En el marco de los tratamientos aplicados para corregir condiciones acíclicas y baja expresión de celo en los bovinos del programa UTCgen, se utilizaron tres protocolos hormonales diferenciados, cuyos efectos sobre la reanudación de la ciclicidad y el retorno al celo fueron analizados individualmente. El primer tratamiento consistió en la administración de una combinación de vitamina AD3E más prostaglandina en vacas de condición corporal baja y sin ciclos estrales regulares. Esta combinación logró una efectividad reproductiva de 41,66 %, lo que indica que un número considerable de animales respondieron favorablemente al estímulo hormonal, probablemente debido a la inducción de luteólisis y posterior presentación de celo en animales que tenían un cuerpo lúteo funcional o folículos capaces de responder al protocolo. Estudios previos han señalado que la prostaglandina F2 α es eficaz para inducir la regresión lútea y facilitar la presentación de estro en bovinos con actividad cíclica subóptima, favoreciendo la expresión de celo después de su administración en los días adecuados del ciclo. (66)

En el caso del tratamiento con GnRH aplicado a una vaca con diagnóstico de quiste folicular y ausencia de ciclicidad por más de un año, se observó un resultado positivo del 100%, ya que la hembra reinició su ciclo estral tras la aplicación de la hormona. La GnRH actúa promoviendo una liberación de gonadotropinas que puede inducir la ovulación de folículos dominantes o la luteinización de estructuras anormales, lo cual es consistente con hallazgos reportados en la literatura, donde la administración de GnRH ha demostrado restaurar la actividad ovárica en animales con irregularidades foliculares y anestro prolongado. (67)

Finalmente, en aquellas vacas en las que se aplicó exclusivamente prostaglandina F2 α , el tratamiento presentó una efectividad del 60 %. Este resultado puede explicarse por la mayor probabilidad de que estos animales tuvieran cuerpos lúteos funcionales al momento del tratamiento, permitiendo que la prostaglandina indujera luteólisis y desencadenara una respuesta de estro más consistente. La prostaglandina F2 α es una alternativa utilizada con

frecuencia en programas reproductivos debido a su menor costo y facilidad de aplicación, siendo útil en hatos donde se requiere una intervención más económica sin comprometer completamente las posibilidades de respuesta reproductiva. (68)

En conjunto, los resultados obtenidos sugieren que los tratamientos hormonales, cuando se seleccionan en función del estado fisiológico de la vaca (presencia de quistes, acíclicos o actividad lútea), pueden contribuir significativamente al restablecimiento de la ciclicidad y a la mejora de la eficiencia reproductiva en hatos con problemas de baja expresión de celo o anestro. La integración de estos tratamientos con estrategias de manejo nutricional y sanitario constituye un enfoque integral que favorece la respuesta reproductiva de los animales bajo condiciones reales de producción lechera.



Gráfica 5. *Eficacia de las hormonas*

Fuente: Base de datos UTCgen

10.7. Tasa de preñez

Tras el análisis conjunto de las variables asociadas a la tasa de concepción, se determinó que, de un total de 17 inseminaciones realizadas, 12 culminaron con gestación confirmada,

mientras que 5 no alcanzaron resultados favorables. Los hallazgos de este estudio evidencian que el 70,58 % de los bovinos sometidos a inseminación artificial lograron la gestación, mientras que el 29,42 % no presentaron preñez y retornaron al celo. Estos valores reflejan que, considerando las condiciones productivas y reproductivas evaluadas, la tasa de preñez alcanzada fue elevada, aun frente a limitaciones asociadas al manejo, la nutrición y la condición corporal de los animales. El análisis conjunto de los parámetros reproductivos medidos permite afirmar que la respuesta a la inseminación artificial fue favorable dentro del contexto del estudio.

Al contrastar los resultados del presente estudio con investigaciones desarrolladas en distintos contextos latinoamericanos, se evidencia que las tasas de concepción alcanzadas a través de programas de inseminación artificial basados en la detección de celo presentan una variabilidad significativa, la cual está condicionada por factores como el componente genético, las condiciones ambientales y el manejo reproductivo aplicado. En investigaciones realizadas en México se han reportado tasas de preñez del 45 % en vacas de raza Charolaise y del 25 % en bovinos criollos, mientras que en Chile se registró una tasa de 48,4 % en vacas Holstein, valores inferiores a los alcanzados en esta investigación. Estas diferencias ponen de manifiesto la importancia del entorno productivo y de la correcta ejecución de las estrategias reproductivas sobre la eficiencia de los programas de inseminación artificial. (69)

La tasa de preñez del 70 % obtenida en el presente estudio puede considerarse elevada en comparación con lo reportado en sistemas lecheros de manejo tradicional, especialmente en condiciones de pequeños y medianos productores. Este resultado refleja la interacción positiva de varios factores técnicos y de manejo que influyeron directamente en la eficiencia reproductiva de los animales evaluados.

Uno de los elementos con mayor influencia fue la identificación adecuada y oportuna del estro, dado que la inseminación artificial se llevó a cabo considerando el momento

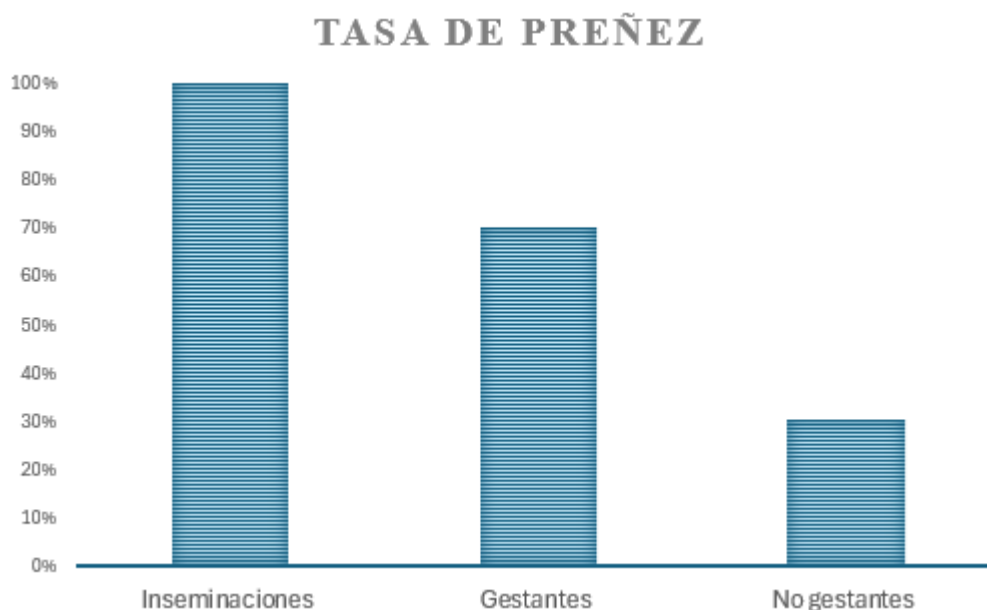
fisiológicamente más favorable con respecto al inicio del celo. La observación continua y sistemática de los animales permitió reconocer signos tempranos de estro, tales como inquietud, incremento de la actividad, edema vulvar, presencia de moco cervical y aceptación de la monta. En varios casos, se efectuaron visitas repetidas al hato con el fin de confirmar la progresión del celo antes de realizar la inseminación, lo que favoreció una sincronización adecuada entre la inseminación y la ovulación. Diversos estudios señalan que la aplicación de la inseminación dentro de las primeras 12 a 16 horas posteriores al inicio del celo incrementa de forma significativa la probabilidad de concepción. (70)

Otro factor clave que contribuyó a la elevada tasa de preñez fue la calidad seminal utilizada, ya que el empleo de semen de toros evaluados genéticamente y con adecuados parámetros de motilidad, concentración y viabilidad espermática influye directamente en el éxito reproductivo. La literatura señala que la calidad del semen, junto con su correcta conservación y manejo durante el proceso de descongelación, es fundamental para garantizar una fertilización efectiva.

Asimismo, la experiencia y técnica del inseminador desempeñaron un papel relevante en los resultados obtenidos. La correcta manipulación del material, el respeto de las condiciones de higiene, la adecuada deposición del semen en el cuerpo del útero y la minimización del estrés durante el procedimiento son factores que inciden directamente en la tasa de concepción. Investigaciones recientes confirman que la habilidad del inseminador puede generar diferencias significativas en los resultados reproductivos, incluso cuando se utilizan los mismos insumos y protocolos. (71)

Finalmente, el manejo general de los animales durante el período reproductivo, incluyendo la evaluación del estado reproductivo previo, el seguimiento individual de las vacas y la toma de decisiones basadas en la respuesta observada al celo, permitió optimizar el momento de la inseminación. Esta combinación de detección eficiente del celo, calidad seminal

adecuada y correcta ejecución técnica explica en gran medida la tasa de preñez alcanzada en este estudio, a pesar de las limitaciones propias del sistema productivo evaluado.



Gráfica 6. *Tasa de preñez*

Fuente: Base de datos UTCgen

11. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS

11.1. Técnicos

La evaluación del desempeño de la inseminación artificial dentro del programa UTCgen permitirá obtener información técnica de valor sobre las estrategias reproductivas más eficientes para aumentar la tasa de concepción en bovinos. Los hallazgos generados facilitarán la mejora y ajuste de los procedimientos reproductivos aplicados en los hatos analizados, contribuyendo a una toma de decisiones más fundamentada en el manejo reproductivo. Además, la implementación y análisis del programa favorecen la adopción de biotecnologías reproductivas en las unidades productivas, fortaleciendo las capacidades técnicas de los productores involucrados. De forma adicional, el proyecto aporta significativamente a la capacitación práctica de estudiantes y ganaderos, mediante la aplicación de actividades como

el diagnóstico ginecológico, el seguimiento reproductivo y la identificación de factores determinantes para el éxito de la inseminación artificial.

11.2. Sociales

La implementación del programa UTCgen y junto con el uso de herramientas reproductivas de base biotecnológica, entre ellas la inseminación artificial y los protocolos de sincronización estral, generan impactos sociales positivos en las comunidades ganaderas del cantón Pujilí. La mejora en la eficiencia reproductiva del hato contribuye a fortalecer la estabilidad económica de los productores ganaderos de pequeña y mediana escala, al favorecer la productividad y reducir las pérdidas asociadas a animales improductivos. Este efecto favorece la sostenibilidad de las unidades productivas familiares y mejora el bienestar socioeconómico de los productores y de su núcleo familiar. Asimismo, el programa promueve la transferencia de conocimiento técnico hacia los ganaderos, permitiéndoles adquirir habilidades prácticas en el manejo reproductivo, la detección de celo y la aplicación de buenas prácticas sanitarias. Esta capacitación continua fortalece el capital humano local y fomenta una mayor autonomía de los ganaderos en los procesos de toma de decisiones relacionadas con la reproducción bovina. De manera complementaria, la participación de estudiantes en las actividades del programa contribuye a su formación profesional, generando un vínculo directo entre la academia y el sector productivo, y promoviendo el desarrollo rural mediante la aplicación de conocimientos científicos en contextos reales.

11.3. Ambientales

La aplicación del programa UTCgen, mediante la implementación de técnicas reproductivas avanzadas, incluyendo inseminación artificial, genera efectos ambientales favorables en los sistemas ganaderos del cantón Pujilí. Al mejorar la eficiencia reproductiva, se reduce la cantidad de individuos no productivos en el rebaño, favoreciendo un aprovechamiento

más eficiente de los recursos disponibles, tales como agua, suelo y forraje. Esta optimización permite producir la misma o mayor cantidad de leche con un menor número de animales, disminuyendo la presión sobre el entorno y favoreciendo la sostenibilidad de los sistemas productivos.

Adicionalmente, una mejor planificación reproductiva facilita el manejo adecuado de los animales y reduce la necesidad de desplazamientos innecesarios o prácticas extensivas poco eficientes. El uso de genética superior mediante inseminación artificial también contribuye a obtener animales con mayor eficiencia productiva, lo que resulta en una reducción de la presión ambiental por unidad de producto generado. De esta manera, el programa promueve prácticas ganaderas más responsables con el ambiente, alineadas con los principios de producción sostenible y protección y manejo sostenible de los recursos naturales en las localidades rurales de Pujilí.

11.4. Económicos

La implementación del programa UTCgen, mediante la aplicación de técnicas reproductivas avanzadas, incluyendo inseminación artificial y protocolos de sincronización estral, representa un impacto económico significativo para los sistemas ganaderos del cantón Pujilí. La mejora en la eficiencia reproductiva del hato permite disminuir los periodos de improductividad de las vacas, lo que conduce a una disminución directa de las pérdidas económicas que enfrentan los productores. En este contexto, se considera que cada vaca que no produce genera una pérdida aproximada de USD 5 diarios, por lo que la disminución de los días abiertos y del número de animales no gestantes contribuye de manera directa al incremento de los ingresos netos de las unidades productivas.

Adicionalmente, la aplicación adecuada de la inseminación artificial reduce la necesidad de servicios repetidos y reinseminaciones, lo que implica un menor gasto en hormonas, material reproductivo y mano de obra. Este efecto permite optimizar los recursos económicos invertidos

en el manejo reproductivo, haciendo más eficiente la relación costo beneficio de los programas de reproducción asistida. Asimismo, al lograr mayores tasas de preñez en menor tiempo, los productores pueden planificar de forma más precisa los periodos de parto y lactancia, asegurando una producción de leche más constante a lo largo del año y evitando fluctuaciones que afectan la estabilidad financiera.

El uso de genética a través de la inseminación artificial también tiene un impacto económico a mediano y largo plazo, ya que permite la obtención de crías con mejor potencial productivo y reproductivo. Esto se traduce en animales más eficientes como los toros que usamos durante el estudio, capaces de producir mayores volúmenes de leche con un uso más racional de los insumos, lo que incrementa la rentabilidad del sistema productivo. De esta manera, la inversión inicial en biotecnologías reproductivas se ve compensada por la mejora progresiva del hato y la reducción de costos asociados al mantenimiento de animales improductivos.

Finalmente el programa UTCgen contribuye al fortalecimiento económico de los pequeños y medianos productores al promover prácticas reproductivas más eficientes y sostenible la reducción de pérdidas económicas diarias, sumada al incremento de la productividad y a una mejor organización del manejo reproductivo, permite mejorar la viabilidad financiera de las explotaciones ganaderas familiares, generando un impacto positivo en la economía local y favoreciendo la permanencia de los productores en la actividad lechera.

12. CONCLUSIONES

El porcentaje de vacas gestantes, pasó del 45 % en la etapa inicial al 70 % luego de aplicar las intervenciones reproductivas. En términos productivos, este resultado confirma que las acciones implementadas favorecen de manera directa la eficiencia reproductiva de los hatos participantes.

La aplicación de GnRH permitió restablecer la ciclicidad en la totalidad de los animales tratados, mientras que la prostaglandina utilizada de forma individual generó una respuesta más moderada. Por su parte, la combinación de AD3E con prostaglandina evidenció una menor recuperación de la actividad ovárica.

13. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos, resulta pertinente mantener y fortalecer el uso de tratamientos hormonales dentro de programas reproductivos planificados, aplicando protocolos similares a los evaluados en la presente investigación, dado que demostraron ser eficaces para mejorar la ciclicidad y la tasa de preñez en los bovinos. La aplicación estandarizada de estos protocolos facilita su manejo en campo y permite optimizar los resultados reproductivos.

Desde una perspectiva práctica, es conveniente consolidar programas reproductivos integrales que incluyan inseminación artificial, diagnóstico reproductivo oportuno y un seguimiento continuo de los principales indicadores reproductivos. En conjunto, estas acciones contribuyen a reducir los días abiertos y a mejorar la eficiencia general del hato, siempre que se complementen con un manejo nutricional adecuado basado en dietas balanceadas y suplementación con sales minerales.

En relación con el componente sanitario, resulta fundamental reforzar las medidas de prevención mediante la aplicación de esquemas de vacunación dirigidos a enfermedades reproductivas de impacto económico, como la rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR), la diarrea

viral bovina (DVB), las infecciones bacterianas reproductivas (IBB) y la brucelosis. Un control sanitario sistemático favorece la reducción de pérdidas reproductivas y fortalece la bioseguridad de los hatos.

Adicionalmente, se considera necesario avanzar en la planificación e implementación de estrategias orientadas al control y eliminación de la brucelosis bovina, considerando que la certificación sanitaria pronto será un requisito esencial para la transferencia de animales. La adopción anticipada de estas medidas permitirá a los productores cumplir con la normativa vigente y facilitar la comercialización del ganado.

Finalmente, la continuidad del programa UTCgen y su ampliación hacia otras parroquias del cantón Pujilí representan una oportunidad para fortalecer la transferencia de tecnología y la adopción de buenas prácticas reproductivas y sanitarias, contribuyendo de manera sostenida al incremento de la productividad lechera y al desarrollo del sector ganadero local.

14. BIBLIOGRAFIA

1. Cartuche-Macas LF GIOCEGRMGHM. Reproductive Performance, Inbreeding, and Genetic Diversity in Montbeliarde Dairy Cattle Obtained by Absorption Crossing. *Animals* (MDPI). [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/15/3/322>.
2. Villarreal Y CADCSMR. Body condition score at the time of artificial insemination has a significant effect on conception rate in dairy cows. [Online]; 2022. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/index.php/Record/REVUNMSM_4623b356f0ba589fbc91053b29bd547f/Details.
3. Medina-Felix F RLDPBC. Production and reproduction performance of dual-purpose cattle under Andean conditions in Ecuador. *Trop Anim Health Prod.* [Online]; 2022. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-022-03021-7>.
4. Nations FFaAOotU. Reproductive management and artificial insemination in smallholder dairy systems of Latin America. Rome. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/4/t0413e/t0413e04.htm>.
5. MC L. Advances in Dairy Cow Fertility—Introduction. *JDS Communications.* [Online]; 2023. Disponible en: [https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102\(23\)00018-2/fulltext](https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102(23)00018-2/fulltext).
6. ernández-Coronado C LOAVGA. Synchronization of estrus and ovulation in bovine females: endocrine bases and treatments. *Vet Méx OA.* [Online]; 2023. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322023000100603.
7. JH B. Perspective on high-performing dairy cows and reproduction. *Journal of Dairy Science.* [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221001347>.
8. MC. L. Advances in Dairy Cow Fertility—Introduction. *JDS Communications.* [Online]; 2023. Disponible en: [https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102\(23\)00018-2/fulltext](https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102(23)00018-2/fulltext).
9. N JG. Nutrition and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy.* [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com>.
- 1 Rodriguez-Zas SL KBdVA. Nutritional and metabolic influences on fertility in dairy cows. *J Dairy Sci.* [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221002452>.
- 1 Villarreal D SJHGR. Impact of artificial insemination and reproductive technologies on dairy cattle performance. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432022001070>.

- 1 Givens MD MM. Infectious causes of embryonic and fetal mortality in cattle. Theriogenology. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X20305168>.
- 1 Lucy MC BWGH. Endocrine and management factors affecting fertility of dairy cows. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030222004151>.
- 1 Baruselli PS FRMMea. Current use and effectiveness of timed artificial insemination protocols in beef and dairy cattle. Theriogenology. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X21005438>.
- 1 Pryce JE HBGM. Genomic selection in dairy cattle: progress and challenges. Journal of Dairy Science. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221001196>.
- 1 Bó GA BP. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef and dairy cattle. Animal Reproduction. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ar/a/8yZxP9V9p3t3dJ7w6ZrjX9L>.
- 1 Bó GA BP. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in cattle. Animal Reproduction. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ar/a/8yZxP9V9p3t3dJ7w6ZrjX9L>.
- 1 Parra JCL MMBG. Effectiveness of fixed-time artificial insemination protocols in dairy cattle under field conditions. Revista Argentina de Producción Animal. [Online]. Disponible en: 2024.
- 1 Bó GA BP. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in cattle. Animal Reproduction. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ar/a/8yZxP9V9p3t3dJ7w6ZrjX9L>.
- 2 Baruselli PS FRSFM. Fixed-time artificial insemination in cattle: current challenges and future perspectives. Animal Reproduction. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ar/a/YXf6GZxHkM6cZ8hXzj6Rr9n>.
- 2 Parra JCL MMBG. Effectiveness of fixed-time artificial insemination protocols in dairy cattle under field conditions. Revista Argentina de Producción Animal. [Online]; 2024. Disponible en: <https://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/view/20314>.
- 2 Fricke PM RAGJCP. Methods for pregnancy diagnosis and reproductive management in dairy cattle. J Dairy Sci. [Online]; 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/294887164_Methods_for_and_Implementation_of_Pregnancy_Diagnosis_in_Dairy_Cows.

- 2 Pugliesi G SFLENE. Use of Doppler ultrasonography in reproductive management of cattle. 3. *Animal Reproduction*. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/animal-science/articles/10.3389/fanim.2022.912854/full>.
- 2 Sheldon IM MP. Impact of uterine disease on reproductive performance in dairy cattle. 4. *Theriogenology*. [Online]; 2023. Disponible en: <https://academic.oup.com/biolreprod/article/111/2/332/7665127>.
- 2 Giordano JO FP. Advances in reproductive management of dairy cattle. *Vet Clin North Am* 5. *Food Anim Pract*. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.publish.csiro.au/rd/fulltext/RD24148>.
- 2 Animal O-OMdS. Enfermedades reproductivas en bovinos: brucelosis, IBR, BVD. 6. *Informes epidemiológicos*. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.woah.org>.
- 2 Kirkpatrick BW ea. Reproductive diseases and economic losses in dairy cattle: a review. 7. *Journal of Dairy Science*. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030222004310>.
- 2 Bó GA BP. State of the art in bovine reproduction control and FTAI. *Animal Reproduction* 8. (RBRA/CBRA). [Online]; 2025. Disponible en: <https://animal-reproduction.org/journal/>.
- 2 Baruselli PS ea.. Reproductive management strategies and the impact of disease control on 9. timed AI programs. *Theriogenology*. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X21006475>.
- 3 Roche JR ea. Reproductive consequences of altered metabolic states in dairy cows. *J Dairy* 10. *Sci*. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221002270>.
- 3 Neves RC ea. Transition cow metabolism and reproductive outcomes: a review. 1. *Theriogenology*. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X22005678>.
- 3 JR L. Body condition and reproductive performance in dairy cows under IATF protocols in 2. grazing systems. [Online]; 2022.
- 3 Santos JEP ea. Nutrition, follicular development and embryo survival in dairy cows. 3. [Online]; 2022. Disponible en: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-022-00719-9>.
- 3 Cardoso FC ea. Nutritional strategies to enhance fertility in dairy cattle. *Animals* (MDPI). 4. [Online]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/1/55>.

- 3 Ribeiro ES ea. Reproductive performance metrics for dairy cattle: current considerations
5. and applications. *Theriogenology*. [Online]; 2022. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X21006488>.
- 3 Parra JCL ea. Efecto de tres protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en
6. condiciones de campo. *Revista Argentina de Producción Animal*. [Online]; 2024.
Disponible en: <https://www.CONICET.com>.
- 3 Cassiano ECO ea. Synchronization programs and reproductive efficiency in dairy cows: a
7. field-based evaluation. *Anim Reprod Sci*. [Online]; 2023. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432023000520>.
- 3 Lima FS ea. Economic and reproductive impacts of early pregnancy diagnosis and
8. resynchronization strategies in dairy cows. *J Dairy Sci*. [Online]; 2021. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221002750>.
- 3 Santos JEP. Linking reproductive efficiency and milk production: consequences for dairy
9. herd profitability. *J Dairy Sci*. [Online]; 2022. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030222004024>.
- 4 uamán V ea. Reproductive and productive challenges in small dairy systems of the
0. Ecuadorian Andes: a review. [Online]; 2022. Disponible en:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-021-02968-9>.
- 4 inisterio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG) Diagnóstico del sector lechero en
1. la Sierra central. Informe técnico. [Online]; 2023. Disponible en:
<https://www.agricultura.gob.ec>.
- 4 (UTC). UTdC. Reportes técnicos del programa UTCgen intervención reproductiva en
2. sistemas lecheros de Cotopaxi. [Online]; 2024. Disponible en: <https://www.utc.edu.ec>.
- 4 Repository C. Desarrollo de capacidades en sistemas bovinos andinos: experiencias de
3. extensión universitaria. [Online]. Disponible en:
<https://files.core.ac.uk/download/568288814.pdf>.
- 4 Cutaia L ea. Advances in fixed-time AI protocols in Argentine dairy and beef herds. *Rev*
4. *Arg Prod Anim*. [Online]; 2023. Disponible en: <https://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rap>.
- 4 Baruselli PS ea. Large-scale reproductive programs using fixed-time artificial insemination
5. in beef and dairy herds in Brazil. *Theriogenology*. [Online]; 2022. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X21006501>.
- 4 Hernández-Coronado C ea. Synchronization of estrus and ovulation in bovine females under
6. Mexican production conditions. *Vet Mex OA*. [Online]; 2023. Disponible en:
<https://veterinariamexicojvs.unam.mx>.

- 4 Bó GA BP. Reproductive technologies in South American cattle production: current applications and future opportunities. [Online]; 2024. Disponible en: <https://animal-reproduction.org/journal/>.
- 4 Wiltbank MC ea. Improving reproductive efficiency and its impact on milk production in dairy herds: a review. *J Dairy Sci.* [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030222004024>.
- 4 Carvalho PD. Economic and productive outcomes of reproductive programs in dairy cows. *Theriogenology.* [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X21006475>.
- 5 RV a. Reproductive programs and annual milk yield improvement in Latin American dairy herds. *Animal Reproduction.* [Online]; 2023. Disponible en: <https://animal-reproduction.org/journal/>.
- 5 Stevenson JS e. Impact of early pregnancy diagnosis and resynchronization strategies on herd productivity. *J Dairy Sci.* [Online]; 2023. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10039244>.
- 5 Bó GA BP. Genetic and productive benefits of reproductive biotechnologies in cattle. *Anim Reprod Sci.* [Online]; 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432024000593>.
- 5 fertility uMAidc. *JDS Communications.* [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666910223000243>.
- 5 Sheldon IM CBBJ. Tolerance and innate immunity shape the uterine response to infection in dairy cattle. *Theriogenology.* [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666910223000243>.
- 5 Ribeiro ES ea. Ovarian cysts in dairy cows: causes and consequences. *Animal Reproduction Science.* [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432021001356>.
- 5 Bó GA BP. Reproductive management to improve fertility in cattle in South America. *Animal Reproduction.* [Online]; 2024. Disponible en: <https://animal-reproduction.org/journal/>.
- 5 Bó GA BP. Reproductive management to improve fertility in cattle. *Animal Reproduction.* [Online]; 2024. Disponible en: <https://animal-reproduction.org/journal/>.
- 5 Squires EJ ea. Parasite control and reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology.* [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X21006475>.

- 5 Overton TR YT. Transition cow nutrition and reproduction. *Journal of Dairy Science*. 9. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221001834>.
- 6 C.HC. Synchronization of estrus and ovulation in bovine females. *Veterinaria México OA*. 0. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221001834>.
- 6 MC..L. Advances in dairy cow fertility. *JDS Communications*. [Online]; 2023. Disponible 1. en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666910223000243>.
- 6 Parra JCL ea. Field evaluation of reproductive interventions in dairy cattle. *Revista 2. Argentina de Producción Animal*. [Online]; 2024. Disponible en: <https://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rap>.
- 6 MC. L. Advances in dairy cow fertility: nutritional and metabolic regulation of 3. reproduction. *JDS Commun*. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.msdevetmanual.com>.
- 6 Manual MV. Nutrition and reproduction in cattle. Updated. [Online]; 2023. Disponible en: 4. <https://www.msdevetmanual.com>.
- 6 MC. L. Advances in dairy cow fertility: timing of insemination and reproductive 5. management. *JDS Commun*. [Online]; 2023. Disponible en: <https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102%2823%2900018-2/fulltext>.
- 6 Lasres J WDFP. Role of prostaglandin F₂ α for estrus synchronization and fertility in dairy 6. cows. *J Dairy Sci*. [Online]; 2021. Acceso 23 de 12de 2025. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221004790>.
- 6 Martinez MF DISR. Gonadotropin-releasing hormone therapy for ovarian dysfunction in 7. cattle. *Anim Reprod Sci*. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432022000748>.
- 6 Jeba MM RR. Effectiveness of prostaglandin F₂ α protocols in reproductive management of 8. dairy cows under smallholder conditions. *Trop Anim Health Prod*. [Online]; 2023. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-023-03456-7>.
- 6 Parra JCL MMBG. Efecto de diferentes protocolos de inseminación artificial en 9. condiciones de campo sobre la tasa de preñez en bovinos. *Rev Argent Prod Anim*. [Online]; 2024. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/145-IATF.pdf.
- 7 Roelofs J LGFHR. Role of timing of insemination relative to estrus detection on fertility in 0. dairy cattle. *Theriogenology*. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X21001863>.

7 Holden SA BS. Review: applications and benefits of semen quality assessment in dairy cattle reproduction. *J Dairy Sci.* [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030222004737>.

7 Medina-Felix F RLD. *Tropical Animal Health and Production.* [Online]; 2022. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-022-03021-7>.