



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA INSEMINACIÓN
ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA UTCGEN EN COTOPAXI 2024-1”.**

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

Autor:

Cumbajin Casa Miguel Ángel

Tutor:

Molina Cuasapaz Edie Gabriel

Latacunga – Ecuador Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORIA CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Cumbajin Casa Miguel Ángel, con cédula de ciudadanía No. 050437474-5, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA UTCGEN EN COTOPAXI 2024-1”**, siendo el MVZ. Mtr. Molina Cuasapaz Edie Gabriel, 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, 19 de febrero del 2025



Miguel Angel Cumbajin Casa
C.C: 0504374745
ESTUDIANTE

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte CUMBAJIN CASA MIGUEL ÁNGEL, identificado con cédula de ciudadanía 050437474-5 de estado civil casado, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA UTCGEN EN COTOPAXI 2024-1**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: octubre 2020 – marzo 2021 .

Finalización de la carrera: octubre 2024 – marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor: MVZ. Molina Cuasapaz Edie Gabriel, Mtr.

Tema: “EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA UTCGEN EN COTOPAXI 2024-1”,

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días del mes de febrero del 2025.


Miguel Ángel Cumbajin Casa
EL CEDENTE

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

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA UTCGEN EN COTOPAXI 2024-1”, de Cumbajin Casa Miguel Ángel, 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, 19 de febrero del 2025



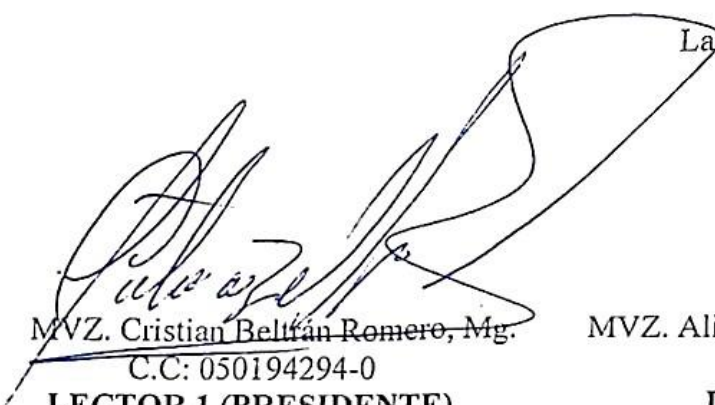
MVZ. Molina Cuasapaz Edie Gabriel, Mtr.
C.C: 1772254727-8
DOCENTE TUTOR

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: Cumbajin Casa Miguel Ángel, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA UTCGEN EN COTOPAXI 2024-1”**, 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, 19 de febrero del 2025



MVZ. Cristian Beltrán Romero, Mg.

C.C: 050194294-0


LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

C.C: 050300100-0

LECTOR 2 (MIEMBRO)



MVZ. Dina Maricela Veloz Maricela, Msc.

CC: 172029930-2

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza en este camino, por darme la sabiduría, la perseverancia y las oportunidades necesarias para alcanzar esta meta.

A CyberJ2T, por brindarme su invaluable apoyo a lo largo de toda mi formación universitaria, cuyo respaldo ha sido fundamental para superar cada desafío y culminar con éxito esta etapa.

A mi madre, por su amor incondicional, su sacrificio y por ser un ejemplo de lucha y dedicación, demostrando que con esfuerzo y valentía no hay obstáculo imposible de superar.

A mi hermana, por su apoyo incondicional, por estar presente en los momentos difíciles y brindarme siempre su compañía y aliento.

A mi esposa, por su paciencia, comprensión y amor, por ser mi compañera en este recorrido académico y por motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más desafiantes.

DEDICATORIA

A mi hermana Erika, por ser mi mayor apoyo y por no permitirme abandonar la universidad cuando las dificultades parecían insuperables; su fortaleza, perseverancia y confianza en mí hicieron posible que hoy alcance esta meta. A mi sobrino Thiago, a quien quiero como a un hijo y quien se ha convertido en una de mis más grandes motivaciones; cada esfuerzo y cada paso dado han sido con la esperanza de brindarle un mejor futuro y ser un ejemplo de lucha y dedicación. Este trabajo es para ustedes, porque sin su presencia en mi vida, este camino habría sido mucho más difícil.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL PROGRAMA UTCGEN EN COTOPAXI 2024-1”.

Autor:

Cumbajin Casa Miguel Ángel

RESUMEN

En Latacunga un gran número de productores enfrenta una cantidad amplia de problemas en el ámbito reproductivo de los bovinos, generando pérdidas económicas significativas que se traduce en pérdidas de 4,34 dólares por día en vacas con días abiertos. Por lo tanto, se evaluó la eficacia de la inseminación artificial. La metodología incluyó chequeos ginecológicos detallados a las vacas para evaluar su estado reproductivo y determinar posibles factores que podrían influir en la eficacia de la inseminación artificial analizando los factores que pueden influir en la inseminación artificial factores como: las condiciones de manejo, la calidad seminal y la sincronización de la ovulación. El tamaño total de la población fue de 596 bovinos, enfocado a la población de 259 vacas realizando un total de 85 inseminaciones artificiales. El análisis de los datos fue realizado en la herramienta R Studio manteniendo un valor de significancia de 0.05 para evaluar todos los parámetros. Los resultados obtenidos mostraron que no existe una diferencia significativa para la presencia de vulvovaginitis presentando un valor de p de 0.9933. Asimismo, para la presencia del estrés con un valor de p de 0.6283, la condición corporal con un valor de p de 0.9975, la vacunación de bovinos con un valor de p de 0.3610, La facilidad de la inseminación presentando un valor de p de 0.1777 y el retorno de celo con un valor de p de 0.9951, esto llevado a las condiciones específicas del cantón. No obstante, en la presencia de celo, se presentó una diferencia significativa esto debido a que el valor de p fue de 0.0172, traducido a que resulta ser un parámetro importante en la reproducción asistida. Los impactos generados por la aplicación de este estudio no solo son para la economía de los productores, sino que presenta impactos en el ámbito social y ambiental en la región. Concluyendo así que la aplicación de la inseminación artificial es importante en la reproducción asistida y para controlar los problemas de reproducción mediante el análisis de datos recopilados y estudios estadísticos.

Palabras clave: Inseminación artificial, problemas reproductivos, tasa de preñes, actividad ovárica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

THEME: “EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL INSEMINATION IN THE UTCGEN PROGRAMME IN COTOPAXI 2024-1”.

Autor:

Cumbajin Casa Miguel Ángel

ABSTRACT

In Latacunga a large number of producers face a wide range of problems in the reproductive field of cattle, generating significant economic losses that translate into losses of 4.34 dollars per day in cows with open days. Therefore, the efficacy of artificial insemination was evaluated. The methodology included detailed gynecological checks of the cows to evaluate their reproductive status and to determine possible factors that could influence the efficacy of artificial insemination by analyzing factors that can influence artificial insemination such as: management conditions, seminal quality and ovulation synchronization. The total population size was 596 cattle, targeting a population of 259 cows performing a total of 85 artificial inseminations. Data analysis was performed in the R Studio tool maintaining a significance value of 0.05 to evaluate all parameters. The results obtained showed that there is no significant difference for the presence of vulvovaginitis with a p-value of 0.9933. Likewise, for the presence of stress with a p-value of 0.6283, body condition with a p-value of 0.9975, vaccination of cattle with a p-value of 0.3610, ease of insemination with a p-value of 0.1777 and return of stress with a p-value of 0.9951, this was due to the specific conditions of the canton. However, in the presence of stress, there was a significant difference because the p-value was 0.0172, which means that it is an important parameter in assisted reproduction. The impacts generated by the application of this study are not only for the economy of the producers, but also for the social and environmental impacts in the region. Thus, concluding that the application of artificial insemination is important in assisted reproduction and to control reproduction problems through the analysis of collected data and statistical studies.

KEYWORDS: Artificial insemination, Reproductive problems, Pregnancy rate, Ovarian activity.

INDICE DE CONTENIDO

1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
3.1. Directos.....	2
3.2. Indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3

5. OBJETIVOS:.....	3
5.1. General	3
5.2. Específicos.....	3
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	4
6.1 Inseminación Artificial.....	4
6.2 Manejo del semen y armado de la pistola	5
6.2.1. Descongelación del semen:	5
6.2.3. Armado de la pistola:.....	5
6.2.3. Deposición de semen:	6
6.3 Anatomía y Fisiología Reproductiva	6
6.4 Fases del Ciclo Estral en Bovinos	7
6.5 Señales de celo y métodos de detección	8
6.6 Ventajas y desventajas de métodos de reproducción.....	9
6.7 Enfermedades Reproductivas en Bovinos.....	11
6.8 Apoyo en la ecografía	12
6.9 Estrategias para mejorar la fertilidad	13
7. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	14
8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	15
8.1 Área de estudio	15
8.2 Población de estudio	15
8.3 Duración de estudio	16
8.4 Materiales y equipos	16
8.5 Tipo de investigación.....	17
8.6 Técnica de investigación	17
8.7 Instrumentos de investigación	17
8.8 Procedimiento / Desarrollo de la investigación.....	17
8.9 Unidades de estudio	18
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
9.1. Chequeo Ginecológicos	19
9.2. Presencia de vulvovaginitis.....	22
9.3. Presencia de estrés	23

9.4. Condición corporal.....	24
9.5. Parámetro de vacunación	25
9.6. Presencia de celo.....	26
9.7. Facilidad de la inseminación	28
9.8. Retorno del celo.....	29
9.9. Numero de Inseminaciones	30
9.10. Tasa de concepción	32
10. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	33
10.1. Impactos Técnicos.....	33
10.2. Impactos Sociales.....	33
10.3. Impactos Ambientales	33
10.4. Impactos Económicos	34
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
12. BIBLIOGRAFÍAS:.....	35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los métodos de reproducción de bovinos	9
Tabla 2. Distribución de animales de cada parroquia	16
Tabla 3. Escala de estrés	23
Tabla 4. Número de inseminaciones	30

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa cantón Latacunga	15
Figura 2. Chequeos ginecológicos	20
Figura 3. Presencia de vulvovaginitis	22
Figura 4. Suma de animales con estrés relacionando la capacidad reproductiva	23

Figura 5. Cuenta de preñez en relación a la condición corporal	24
Figura 6. Relación entre el uso de vacunas y su efecto en la preñez	25
Figura 7. Representación gráfica de la relación entre preñez y el celo	26
Figura 8. Relación gráfica entre la preñez y la facilidad de inseminación	28
Figura 9. Relación entre el retorno del celo y la tasa de preñez	29
Figura 10. Tasa de concepción	32

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tema: Evaluación de la eficacia de la inseminación artificial en el programa UTCgen en Cotopaxi 2024-1.

Fecha de inicio: Agosto 2024 **Fecha de finalización:** Febrero 2025

Lugar de ejecución: Parroquias del cantón Latacunga, Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias agropecuarias y recursos naturales (CAREN)

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

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

Equipo de Trabajo:

Tutor: Molina Cuasapaz Edie Gabriel

Estudiante: Cumbajin Casa Miguel Ángel **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 prevención de desastres naturales.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos Zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La inseminación artificial se ha consolidado como un recurso esencial en la ganadería actual, posibilitando la transmisión de material genético de alta calidad y reduciendo significativamente los riesgos asociados a la transmisión de enfermedades en la monta natural. La valoración de su efectividad permitió analizar su impacto en la productividad del ganado y en el avance genético de los animales en los cantones de la ciudad de Latacunga. De acuerdo con Hansen y Block, su uso extensivo ha facilitado avances extraordinarios en el mérito genético del ganado lechero, optimizando la producción de leche a nivel mundial. Por su parte, investigadores como Foote y Watson sostienen que esta técnica ha demostrado ser altamente beneficiosa para la difusión de genes, aunque enfatizan que sus beneficios pueden variar según las condiciones locales y la forma en que se implementen (1).

El uso de esta biotecnología para alcanzar beneficios significativos presentó varios retos que implicaron adaptar y transformar las prácticas tradicionales en diversas áreas. En el caso de la implementación de la inseminación artificial en ganado lechero, resultó indispensable analizar detalladamente todos los factores que pudieran influir en el éxito del procedimiento, permitiendo desarrollar un protocolo diseñado específicamente para este tipo de animales, que maximice los resultados y garantice su sostenibilidad (2).

Las biotecnologías como la Inseminación Artificial deben ser administradas de manera adecuada y conforme a parámetros específicos adaptados a las diferentes condiciones que presenten. Esto conduce a obtener beneficios económicos y reproductivos, generando rentabilidad al pequeño y mediano productor. El proyecto de investigación proporcionó a los productores una información con todos los datos y criterios específicos para el manejo efectivo de un protocolo de Inseminación Artificial que les ayudó a evaluar las condiciones necesarias tanto del animal como del entorno para lograr la preñez.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Directos

Pequeños y medianos productores de leche de las parroquias del cantón Latacunga como son: Belisario Quevedo, Eloy Alfaro, Guaytacama, Ignacio Flores, Joseguango Bajo, Juan Montalvo, Mulaló, Pastocalle, Tanicuchi, Toacaso.

3.2. Indirectos

Ganaderos productores de leche de bovinos de las parroquias del cantón Latacunga.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los pequeños y medianos productores del cantón Latacunga, se enfrentan a varios desafíos significativos en el desempeño reproductivo de las vacas sometidas a inseminación artificial. Uno de los principales problemas identificados son los días abiertos prolongados, donde las vacas no logran quedar preñadas dentro del período esperado, lo cual impacta negativamente en la eficiencia reproductiva y económica de los pequeños productores (3), por cada día abierto se pierde 4,34 dólares Americanos en promedio (4). Además, se observa frecuentemente que las vacas presentan ovarios de tamaño reducido, lo que podría estar asociado con disfunciones ováricas que dificultan la ovulación y, por ende, la concepción. Asimismo, las infecciones uterinas son una preocupación recurrente, afectando la salud reproductiva de las vacas e incrementando los costos de tratamiento y manejo veterinario. Por otro lado, la formación de quistes en los ovarios también se ha detectado como un problema común, interfiriendo con el ciclo estral normal y reduciendo las probabilidades de éxito en los programas de inseminación artificial. Estos problemas combinados representan un obstáculo significativo para alcanzar los objetivos de mejora genética y sostenibilidad económica, afectando la productividad y rentabilidad de las explotaciones lecheras de los pequeños y medianos productores.

5. OBJETIVOS:

5.1. General

Evaluar la eficacia de la inseminación artificial en el programa UTCgen en Cotopaxi 2024-1.

5.2. Específicos

1. Realizar chequeos ginecológicos detallados a las vacas para evaluar su estado reproductivo y determinar posibles factores que podrían influir en la eficacia de la inseminación artificial.
2. Analizar los factores que influyen en la eficacia de la inseminación artificial, considerando el manejo reproductivo, conservación de seminal, así como la precisión en la sincronización de la ovulación.

3. Determinar la tasa de concepción lograda con la inseminación artificial en el programa UTCgen en Cotopaxi durante el período 2024-1.

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1 Inseminación Artificial

La inseminación artificial (IA) es una biotecnología que consiste en introducir semen en el tracto reproductivo de una hembra en el momento adecuado para que ocurra la fecundación. Aunque su origen se remonta a historias antiguas, como el uso de esperma de yeguas pertenecientes a grupos rivales por parte de los árabes, los avances científicos documentados comenzaron con la observación de los espermatozoides por Leeuwenhoek y su asistente. La primera inseminación artificial conocida fue realizada por el fisiólogo italiano Lázaro Spallanzani en 1780, quien logró que una perra pariera tras ser inseminada. En el siglo XIX, investigadores como Heape comenzaron a utilizar la IA en diversas especies como conejos, perros y caballos. A partir de los años 40, la IA experimentó un gran crecimiento, especialmente en bovinos lecheros en los Estados Unidos, donde se establecieron procedimientos que se adoptaron a nivel mundial. Hoy en día, la inseminación artificial sigue siendo una herramienta clave para mejorar la calidad genética de los rebaños (5).

La técnica de Inseminación Artificial (IA) ha demostrado ser fundamental en el avance del mejoramiento genético dentro de la ganadería lechera, teniendo un impacto significativo en el aumento de los índices de producción láctea a nivel mundial. No obstante, aún persisten ciertos factores que limitan su eficiencia, como los desafíos y fallas relacionadas con la correcta detección de los períodos de celo. Los progresos en la comprensión de la fisiología reproductiva del ganado bovino, en particular en lo que respecta al desarrollo folicular, han permitido la creación de protocolos más efectivos para la implementación de la IA (6).

El procedimiento de inseminación artificial en vacas requiere una estricta atención a la higiene y el uso adecuado de los equipos esenciales para garantizar el éxito del proceso. Como paso inicial, es fundamental identificar a las vacas que se encuentran en celo. Este reconocimiento se debe realizar preferentemente en las primeras horas de la mañana o al final de la tarde, aprovechando temperaturas más frescas para evitar que el estrés afecte al animal durante la inseminación. Una estrategia eficaz para identificar el celo es observar el comportamiento de las hembras. Por ejemplo, es habitual que una vaca en esta condición permite que otras la monten. Otros indicadores de celo incluyen un incremento en la actividad física, reducción del

apetito y micción frecuente. No obstante, el signo más concluyente es cuando la vaca acepta ser montada por otros animales (7).

6.2 Manejo del semen y armado de la pistola

6.2.1. Descongelación del semen:

El semen, al encontrarse dentro del termo de nitrógeno, permanece a una temperatura de $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo que es necesario descongelarlo antes de su introducción en el útero. Para preservar la viabilidad de los espermatozoides, el proceso de descongelación debe realizarse de manera rápida. La metodología recomendada implica extraer la pajilla del termo y sumergirla en agua a una temperatura de entre $35\text{ y }37\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 20 a 30 segundos. No se aconseja utilizar métodos alternativos como la axila, el overol o las manos para llevar a cabo este procedimiento. Además, es recomendable contar con un termo que permita mantener la temperatura del agua estable con mínimas variaciones (8).

6.2.3. Armado de la pistola:

Antes de cargar la pajilla de semen, es necesario calentar la pistola de inseminación artificial para asegurar la supervivencia de los espermatozoides. Para ello, coloque la pistola dentro de su camisa hasta que esté lista para usarse. En climas fríos, también se pueden guardar las fundas dentro de la camisa para mantenerlas calientes. Cuando llegue el momento de cargar la pistola, asegúrese de estar en un área protegida y alejada de la luz solar directa, trabajando rápidamente para evitar que la pajilla sufra cambios bruscos de temperatura. Tire del émbolo de la pistola aproximadamente seis pulgadas hacia atrás para facilitar la inserción de la pajilla. Retire la pajilla de la unidad de descongelación usando pinzas y colóquela sobre una toalla de papel, asegurándose de mantenerla protegida de la luz solar. Seque bien la pajilla, ya que la toalla también la protege de la temperatura ambiente y del viento. Luego, con tijeras o un cortador de pajillas, realice un corte de aproximadamente un cuarto de pulgada debajo del extremo sellado de la pajilla, en un ángulo de 90 grados . Inserte el extremo con el tapón de algodón en la pistola de inseminación artificial y coloque la funda de plástico sobre la pistola, asegurándose de que se ajuste correctamente. La mayoría de las fundas cuentan con una punta diseñada para bloquearse en su lugar y evitar el reflujo. Es fundamental verificar que la funda esté bien asegurada en la brida de la pistola. Una vez cargada,

guarde la pistola en su camisa para mantener el semen caliente y protegido de la luz solar directa (9).

6.2.3. Deposición de semen:

Se lubrica la mano con un guante ginecológico y se introduce por el ano hasta el recto para localizar el cérvix, asegurándose de no dañar los tejidos. Con la otra mano, se introduce la pistola de inseminación en un ángulo de 45 grados a través de la vulva hasta llegar a la vagina. El aplicador se guía por el canal cervical con la ayuda de la mano introducida por el recto. Luego, se oprime lentamente el émbolo del aplicador y se retrocede de 1 a 2 cm aproximadamente, asegurándose de que el semen se deposite correctamente. Finalmente, se retira el aplicador y la mano simultáneamente, desechando el guante y la vaina en un lugar adecuado (10).

6.3 Anatomía y Fisiología Reproductiva

El aparato reproductor bovino consta de dos ovarios, dos oviductos, dos cuernos uterinos, un útero, el cérvix, la vagina y la vulva. La vejiga se encuentra por debajo del aparato reproductor y está conectada a la abertura uretral ubicada en la base de la vagina. Por su parte, el recto se localiza por encima del aparato reproductor. La vulva, que constituye la abertura externa del sistema reproductor, cumple tres funciones principales: permitir el paso de la orina, abrirse para facilitar la cópula y actuar como parte del canal de parto. En la estructura vulvar se encuentran los labios y el clítoris. Los labios, situados a ambos lados de la abertura vulvar, suele verse secos y arrugados cuando la vaca no está en celo. Sin embargo, a medida que el animal se acerca al celo, la vulva comienza a hincharse y adquiere un aspecto rojizo y húmedo (11).

La vagina, con una longitud aproximada de seis pulgadas, se extiende desde la abertura uretral hasta el cérvix, cumpliendo un papel importante en el proceso reproductivo, el cérvix es un órgano con paredes gruesas que conecta la vagina con el útero. Está formado por tejido conectivo denso y fibras musculares, y se convierte en un punto de referencia clave durante el procedimiento de inseminación artificial en vacas. La entrada del cérvix tiene forma de cono orientado hacia la vulva, lo que crea un área de forma circular que rodea por completo esta entrada. En su interior, el cérvix cuenta con tres o cuatro anillos, también denominados pliegues, cuya disposición permite cumplir su función principal: actuar como una barrera protectora que resguarda el útero del ambiente externo. La parte del cérvix que se abre hacia adelante conecta

con el cuerpo uterino, una estructura de aproximadamente una pulgada de longitud. Este cuerpo uterino une los dos cuernos uterinos con el cérvix y es el lugar ideal para depositar el semen durante la inseminación artificial (11).

El útero desempeña un papel esencial al proporcionar un ambiente adecuado para el desarrollo del feto. Además, bajo la acción de las hormonas como el estrógeno y la oxitocina, sus contracciones rítmicas facilitan el movimiento de los espermatozoides hacia los oviductos. Por su parte, los oviductos cumplen la función de transportar los óvulos, mientras que los ovarios son los órganos principales del sistema reproductor femenino. Estos tienen una doble función: generar óvulos y producir hormonas, destacando entre ellas el estrógeno y la progesterona, las cuales varían su concentración a lo largo de las diferentes etapas del ciclo estral (12).

6.4 Fases del Ciclo Estral en Bovinos

El ciclo reproductivo en las vacas es un proceso fisiológico que implica una serie de cambios hormonales y conductuales que se repiten de manera regular. Su finalidad es preparar al animal para la receptividad sexual, la fertilización y, eventualmente, la gestación. Este ciclo comienza con la llegada de la pubertad, generalmente entre los 9 y 12 meses de edad, momento en que la hembra alcanza aproximadamente el 50% de su peso adulto. En el caso de los bovinos, son considerados animales poliestríticos no estacionales, lo que significa que presentan ciclos reproductivos continuos durante todo el año. La duración promedio de un ciclo es de 21 días, aunque puede oscilar entre 18 y 24 días según las condiciones individuales (13).

- **Proestro:** El proestro inicia con la disolución del cuerpo lúteo del ciclo anterior, lo que reduce los niveles de progesterona y permite el desarrollo de un folículo preovulatorio. Aunque varios folículos antrales crecen en esta etapa, solo uno se convierte en dominante gracias a la acción de las hormonas FSH y LH, que incrementan la síntesis de estrógenos, promoviendo el crecimiento folicular. Los estrógenos son producidos de forma coordinada por las células de la teca y la granulosa: las primeras generan andrógenos bajo la influencia de la LH, mientras que las segundas convierten estos andrógenos en estrógenos en respuesta a la FSH (14).
- **Estro:** La producción constante de estrógenos por el folículo en desarrollo estimula un aumento de LH y FSH desde la hipófisis, maximizando la síntesis de estrógenos, los cuales generan los signos característicos del celo, como contracciones del tracto reproductivo y mayor producción de moco en el sistema reproductivo para facilitar la

fertilización. Durante el estro, la liberación de inhibina por las células de la granulosa regula los niveles de FSH. La sincronización hormonal entre el proestro y el estro permite que el folículo madure, ocurra la ovulación y se libera el ovocito, preparando a la vaca para la fertilización (15).

- **Metaestro:** Los días iniciales posteriores al celo, entre 3 y 4 aproximadamente, corresponden al metaestro, una etapa en la que comienza a formarse el cuerpo lúteo, conocido en esta fase como cuerpo hemorrágico. Durante este periodo, la vaca deja de mostrar receptividad sexual, adopta un comportamiento más calmado y tiende a mantenerse apartada de otros animales (16).
- **Diestro:** El diestro, la fase más extensa del ciclo estral, abarca aproximadamente de 12 a 14 días. En este periodo, el cuerpo lúteo alcanza su máxima actividad, lo que se traduce en elevados niveles de progesterona en sangre, superiores a 1 ng/mL. Asimismo, durante esta etapa se observan folículos de diversos tamaños debido a las oleadas foliculares. Hacia el final de esta fase, tras la exposición prolongada a la progesterona, el endometrio comienza a liberar prostaglandina F2 α (PGF2 α) de manera pulsátil, lo que provoca la regresión del cuerpo lúteo y pone fin al diestro (17).

6.5 Señales de celo y métodos de detección.

Durante el estro, aumenta la secreción de moco en el cérvix y la vagina, lo que se manifiesta como una descarga visible que, si presenta coloración anormal, podría indicar una infección en lugar de celo. En climas fríos, el vapor que emana de la parte trasera de la vaca puede ser un indicio de su actividad fisiológica durante esta fase, mientras que el pH vaginal alcanza su nivel más bajo (7.32). Además, la vulva muestra inflamación y un enrojecimiento más pronunciado en este periodo. Días después del celo, puede aparecer una pequeña hemorragia conocida como sangrado metaéstrico, que no está relacionada con la inseminación o el éxito de la concepción (18).

Actualmente, existen múltiples herramientas disponibles para identificar a las vacas en estro, entre las cuales destacan las más relevantes, que se detallan a continuación:

- **Podómetros.**-Esta herramienta se basa en el incremento de la actividad locomotora de las vacas durante el estro en comparación con otras etapas del ciclo estral. El dispositivo, que se coloca en una de las patas del animal, registra sus movimientos diarios. Cuando detecta un aumento significativo en el desplazamiento, la vaca se incluye en una lista

para que el inseminador realice un examen rectal, confirme la presencia de signos de estro y proceda con la inseminación si corresponde (19).

- **Parches con cápsula de tinte (K-mar).**-Estos dispositivos, colocados en la parte superior de la grupa, están diseñados para identificar vacas montadas. Inicialmente de color negro, contienen una cápsula con tinte que se rompe cuando la vaca recibe una monta, cambiando el color del parche a rojo en animales positivos, mientras que en las vacas no montadas permanece negro. Además, existen detectores similares en el mercado que funcionan como parches que revelan un color fluorescente al ser frotados (20).
- **Detectores electrónicos de monta (Heat Watch).**-Estos dispositivos se instalan en la grupa de las vacas y están equipados con un sensor electrónico que se activa al detectar una monta. El sensor envía una señal mediante telemetría a una antena ubicada en el corral. Esta información es registrada en una computadora, generando un informe que identifica a las vacas listas para ser examinadas e inseminadas por el técnico (21).
- **Animales modificados.**-Los animales pueden ser manipulados tanto estructural como hormonalmente para diversos fines. En el ámbito estructural, se realiza una intervención quirúrgica en el pene del toro para impedir que pueda aparearse, aunque su comportamiento sexual se mantiene, permitiendo actuar como un detector de celo. En cuanto a las modificaciones hormonales, se emplean hembras tratadas con hormonas masculinas (androgenizadas) para incrementar su deseo y agresividad sexual. Este aumento hormonal puede ayudar a identificar a vacas que estén en celo. Las mejores candidatas para este procedimiento son las vacas infértiles por causas genéticas, conocidas como “Freemartins”, que ya no están en producción lechera (21).

6.6 Ventajas y desventajas de métodos de reproducción

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los métodos de reproducción de bovinos

Métodos	Ventajas	Desventajas
---------	----------	-------------

Monta natural	<ul style="list-style-type: none"> ● Es el proceso natural de apareamiento. ● Menor costo inicial en comparación con la inseminación artificial. No se requiere equipo especializado. ● 	<ul style="list-style-type: none"> ● Menor control sobre la genética de la descendencia. Riesgo de propagación de enfermedades venéreas. Mayor riesgo de lesiones para los animales. ●
Inseminación artificial	<ul style="list-style-type: none"> ● Mayor control sobre la genética de la descendencia. ● Se reduce el riesgo de enfermedades venéreas. Mayor eficiencia reproductiva. ● 	<ul style="list-style-type: none"> ● Requiere equipo especializado y capacitación. Mayor costo inicial. Se necesita buena detección del celo para lograr altas tasas de concepción. ●
Transferencia de embriones	<ul style="list-style-type: none"> ● Multiplicación rápida de animales de alto valor genético. ● Mayor control genético. Reducción del riesgo de transmisión de enfermedades genéticas. ● 	<ul style="list-style-type: none"> ● Costos significativamente más altos. ● Requiere instalaciones y equipos especializados. Menor tasa de éxito que la inseminación artificial. ●
Fertilización <i>in vitro</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Permite la reproducción de animales infértiles o de alto valor genético. Mayor control sobre la selección genética. Posibilidad de congelar embriones. ● 	<ul style="list-style-type: none"> ● Costo muy elevado. ● Requiere tecnología avanzada y personal capacitado. ● Menor tasa de éxito en comparación con otros métodos.

Fuente: Cuahutli Miguel Nava Soto, José Henoc Romero Gallegos, Roberto Díaz Carmona y Angélica López Rodríguez. Inseminación artificial en bovinos.

6.7 Enfermedades Reproductivas en Bovinos

- **Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR):** El virus está muy extendido en el país, con alrededor del 85 % de los rodeos mostrando evidencia de su circulación. Aunque este agente puede causar una variedad de síntomas clínicos, en el ámbito reproductivo puede provocar manifestaciones genitales, como vulvovaginitis en hembras y balanopostitis en toros. Estas se caracterizan por pequeñas pápulas llenas de un líquido donde se encuentra el virus, y suelen aparecer cuando los animales sufren una infección aguda durante el servicio. Además, puede generar problemas reproductivos como infertilidad, abortos en el segundo tercio de la gestación, o incluso reactivación de infecciones latentes previas en vacas o vaquillonas. Este virus tiene la capacidad de volverse latente, permaneciendo en un ganglio nervioso cercano al sitio de entrada en el animal, lo que significa que los animales quedan infectados de por vida. Bajo condiciones de estrés, la infección latente se reactiva, lo que en los toros resulta en la eliminación del virus a través del semen, mientras que en las hembras puede causar infertilidad, abortos y una disminución en la producción de leche (22).
- **La Campylobacteriosis Genital Bovina (CGB):** Es una enfermedad bacteriana que provoca infertilidad temporal, ciclos reproductivos irregulares y, en algunos casos, abortos. Se distribuye a nivel mundial y genera importantes pérdidas económicas en la industria de la carne y la leche bovina. En las hembras que experimentan aborto, se desarrolla una infección uterina del tipo metritis muco-purulenta subaguda, que a menudo pasa desapercibida. La presencia de esta bacteria en un rebaño puede tener efectos negativos subclínicos, alterando diversos parámetros de la eficiencia reproductiva, como intervalos prolongados entre partos, mortalidad embrionaria temprana y abortos ocasionales. Estos abortos suelen caracterizarse por fetos con daños en varios órganos, tales como serositis, neumonía, gastroenteritis, hepatitis y encefalitis. Además, las membranas fetales de los fetos abortados presentan signos de placentitis (23).
- **La Diarrea Viral Bovina (BVD):** Es una enfermedad viral que causa significativas pérdidas reproductivas. Las manifestaciones clínicas reproductivas asociadas con la infección por el virus de BVD varían según el momento de la infección, el tipo de cepa viral involucrada y el estado inmune del rebaño. En los animales adultos, la infección por el virus puede ser asintomática, aunque siempre está acompañada de

inmunosupresión, lo que aumenta la susceptibilidad a otras enfermedades. También puede presentarse con una variedad de síntomas clínicos, tales como infertilidad, muerte embrionaria, momificación fetal, malformaciones congénitas (terneros ciegos, pelados, con dificultades para caminar, deformidades, etc., que generalmente mueren poco después de nacer), abortos y síndrome de debilidad en terneros recién nacidos, dependiendo del momento en que la hembra gestante se infecta (24).

- **La Tricomonirosis:** Es una enfermedad de transmisión sexual que puede presentarse de forma aguda o subaguda, afectando principalmente a los bovinos, aunque en ocasiones también puede comprometer a equinos y suidos. Esta patología genera lesiones en los órganos reproductivos tanto de machos como de hembras y, en estas últimas, puede derivar en abortos. Su propagación ocurre mayormente a través de la cópula, aunque también puede transmitirse mediante semen contaminado en procedimientos de inseminación artificial. Entre los signos clínicos más evidentes en las hembras, destaca el aborto, que suele presentarse con la expulsión de un feto momificado o con lesiones en las últimas etapas de la gestación, a pesar de que la muerte fetal ocurre generalmente entre las semanas 8 y 16. También puede desencadenar inflamación del útero acompañada de secreciones vaginales, donde el parásito puede mantenerse activo entre 90 y 190 días después del contagio. En algunos casos, esta inflamación puede evolucionar y provocar piometra. En los machos, la afección se manifiesta con una inflamación purulenta del prepucio (25).

6.8 Apoyo en la ecografía

La ultrasonografía se ha consolidado como una herramienta esencial en los últimos años para analizar tanto las estructuras anatómicas como las funciones del sistema reproductivo de los bovinos. Este método, ampliamente utilizado por diversos investigadores, destaca por ser no invasivo y altamente efectivo. Además de facilitar el diagnóstico precoz de la gestación, permite examinar detalladamente el útero, el cérvix, los ovarios y sus cambios morfológicos. También es útil para el diagnóstico embrionario y fetal, la determinación del sexo del feto, el seguimiento de procesos fisiológicos en los bovinos y la detección de posibles alteraciones patológicas, ofreciendo mayor precisión y objetividad en comparación con la palpación rectal (26).

La ultrasonografía ofrece varias ventajas frente a la palpación transrectal en el diagnóstico del aparato reproductivo bovino, aunque esta última sigue siendo el método más utilizado para determinar la preñez. Ambos procedimientos requieren habilidad y entrenamiento, generalmente con ganado privado, lo cual puede ser complicado, ya que algunos productores consideran que la palpación por estudiantes inexpertos podría incrementar el riesgo de pérdida de preñez. Sin embargo, estudios que comparan ambas técnicas han demostrado que no existen diferencias significativas en la tasa de pérdida de preñez entre el ganado examinado mediante palpación estudiantil y ultrasonido clínico. Esto respalda el uso de animales privados para capacitar a estudiantes en diagnóstico reproductivo sin comprometer la preñez temprana. En investigaciones adicionales, al evaluar vacas en anestro, se compararon los resultados de la palpación manual, la ultrasonografía transrectal y la medición de progesterona en plasma mediante radioinmunoensayo, concluyendo que la ultrasonografía es una herramienta más precisa para examinar animales que no han mostrado signos de estro, superando a las otras técnicas (27).

6.9 Estrategias para mejorar la fertilidad

La proteína es un nutriente fundamental que debe analizarse tanto en cantidad como en calidad. Las vacas necesitan proteína degradable y no degradable en el rumen, ya que es clave para la producción láctea, proporcionando aminoácidos esenciales necesarios para la síntesis de caseína y otras proteínas lácteas. Tanto la deficiencia como el exceso de este nutriente pueden afectar negativamente la fertilidad en el ganado lechero. Una falta de proteína no solo disminuye la producción de leche, sino que también perjudica la capacidad reproductiva del animal. Por otro lado, un consumo excesivo puede tener efectos adversos, ya que el exceso es eliminado en las excretas o transformado en urea por el hígado. Esta urea puede reutilizarse en el rumen para la síntesis de proteínas microbianas, pero niveles elevados podrían resultar perjudiciales para el ambiente uterino y oviducto, dañando gametos y embriones, lo cual reduce la fertilidad. Además, cuando la dieta carece de suficiente energía, un exceso relativo de proteína puede intensificar estos efectos negativos (28).

Es importante evaluar factores como el peso, la condición corporal y realizar estudios ecográficos para analizar el desarrollo genital y la actividad cíclica de vacas y vaquillonas. Desde el punto de vista sanitario, es esencial garantizar una adecuada inmunidad mediante la aplicación de vacunas, siendo las más comunes las dirigidas contra la Diarrea Viral Bovina

(BVD) y la Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR). Adicionalmente, la evaluación de la ciclicidad reproductiva mediante ecografía o palpación rectal resulta clave. Esto permite determinar la proporción de hembras que muestran actividad sexual antes del servicio y detectar posibles problemas que puedan comprometer la fertilidad (29).

Es fundamental evitar la sobrealimentación en vacas lecheras durante el período seco, ya que, debido a su genética, estas tienden a priorizar la producción de leche a expensas de su condición corporal, lo que está relacionado con la resistencia a la insulina. Este fenómeno aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas como cetosis tipo II y lipidosis hepática, ya que la resistencia a la insulina provoca una movilización excesiva de grasas del tejido adiposo, superando la capacidad del hígado bovino para procesar y transportar lípidos adecuadamente, asimismo, es crucial diseñar una alimentación que reduzca la aparición de problemas asociados al parto, como distocia, hipocalcemia o retención de membranas fetales. Esto incluye la gestión del equilibrio catiónico-aniónico para minimizar los efectos negativos sobre la fertilidad y la salud posterior al parto (30).

La fertilidad depende en gran medida de la calidad del folículo, la cual se ve afectada por la disponibilidad de energía tanto durante el período seco como en los primeros días de lactancia. Dado que la formación de los folículos ocurre en los últimos días de la gestación, una carencia energética en esta etapa impide que su maduración se complete adecuadamente, incluso si después se mejora el suministro de energía, como resultado, esto puede generar una calidad folicular deficiente, lo que reduce los signos visibles de celo y disminuye las probabilidades de lograr una inseminación efectiva (31).

El suministro adecuado de vitaminas, minerales y oligoelementos según las necesidades específicas de cada etapa productiva es crucial para mantener una fertilidad óptima en el rebaño. Nutrientes esenciales como selenio, manganeso, zinc, vitamina A y betacaroteno desempeñan un papel clave en la síntesis de hormonas relacionadas con la reproducción y favorecen el éxito de la inseminación. Además, contribuyen a asegurar una excelente calidad del calostro, lo cual es vital para el bienestar de las crías (32).

7. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H_0):

El uso de la inseminación artificial dentro del programa UTCGEN en Cotopaxi no tiene un efecto significativo en los índices de fertilidad, mejoramiento genético, ni en la productividad del ganado bovino en la región.

Hipótesis alternativa (H₁):

La implementación de la inseminación artificial en el programa UTCGEN en Cotopaxi tiene un efecto positivo y significativo en los índices de fertilidad, mejoramiento genético y productividad del ganado bovino en la región.

8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

8.1 Área de estudio

El estudio se realizó en las parroquias del cantón Latacunga como son: Belisario Quevedo, Eloy Alfaro, Guaytacama, Ignacio Flores, Joseguango Bajo, Juan Montalvo, Mulaló, Pastocalle, Tanicuchi, Toacaso. La ciudad está ubicada geográficamente entre la latitud 0.933659 y la longitud -78.614973, a una altitud aproximada de 2750 msnm, con una temperatura que va desde los 12°C a los 27 °C y un clima templado, ventoso y frío (33).

8.2 Población de estudio

Se recopiló datos de bovinos con un rango de edad de 15 meses hasta 8 años de edad, sin tomar en cuenta la raza y rasgos fenotípicos, dentro del programa de mejoramiento genético sostenible de pequeños y medianos productores, información que fue recopilada en fichas de registros de inseminación.

Figura 1. Mapa cantón Latacunga



Fuente: Wikipedia

Tabla 2. *Distribución de animales de cada parroquia*

Parroquia	Número de bovinos	Vacas	Vaonas	Terneros y terneras
Belisario Quevedo	50	25	24	5
Eloy Alfaro	68	30	36	4
Guaytacama	30	13	15	3
Ignacio Flores	78	31	37	6
Joseguango Bajo	56	25	28	8
Juan Montalvo	69	28	35	5
Mulaló	50	23	25	3
Pastocalle	83	38	27	8
Tanicuchi	47	20	25	4
Toacaso	65	26	33	6
Total	596	259	285	52

Fuente: Base de datos UTCgen

8.3 Duración de estudio

La duración del estudio abarcó un período de seis meses, iniciado en agosto de 2024. Durante este tiempo, se implementó el protocolo de inseminación artificial en el programa UTCGEN, además de recolectar datos detallados sobre el desempeño reproductivo de las vacas participantes. Este lapso fue crucial para registrar y analizar los resultados obtenidos, lo que permitió evaluar la eficacia del tratamiento aplicado y recopilar la información necesaria para sustentar los objetivos planteados en esta investigación.

8.4 Materiales y equipos

- Vacas de pequeños y medianos productores
- Pajuelas de semen convencional
- Tanque criogénico de 20 KL
- Pistola de

inseminación ○ Catéter de Inseminación ○
Chemise ○ Corta Pajuelas

- Guantes de chequeo Ginecológico ○ Caja de porta materiales ○ Overol y Botas ○ Fichas de registros de datos de inseminación

8.5 Tipo de investigación

No experimental porque no se manipulan variables independientes para observar efectos, sino que observamos y analizamos datos existentes sobre la tasa de concepción de los pequeños y medianos productores del cantón Latacunga. Se basa en la recopilación de información sin intervenir directamente en el proceso estudiado (34).

8.6 Técnica de investigación

La técnica de investigación se basó en la recolección de datos a través de fichas de registro, las cuales documentaron información clave sobre las inseminaciones y los chequeos ginecológicos. Estas fichas incluyen detalles como fechas, identificación de los animales, historial reproductivo, resultados de diagnóstico de gestación, estado nutricional y manejo sanitario. Los datos recopilados permitieron realizar un análisis retrospectivo que calculó la tasa de concepción, identificó factores genéticos, ambientales y de manejo que influyeron en la fertilidad, y evaluó la efectividad de las estrategias aplicadas en el programa UTCGEN en Cotopaxi, contribuyendo a optimizar el uso de la inseminación artificial y mejorar los resultados reproductivos del ganado.

8.7 Instrumentos de investigación

- Fichas de registros de datos de inseminación ○
- Fichas de registro de chequeos ginecológicos ○
- Microsoft Excel ○ Programa Rstudio

8.8 Procedimiento / Desarrollo de la investigación

El procedimiento de la investigación comenzó con un chequeo ginecológico de las vacas de los pequeños y medianos productores, registrando sus datos en fichas diseñadas para tal fin. Durante estos chequeos, se identificaron y documentaron factores o patologías presentes en

cada animal que podrían influir en la eficacia de la inseminación artificial, tales como infecciones reproductivas, malformaciones uterinas o cualquier otra condición relevante.

Posteriormente, se procedió a la inseminación artificial de las vacas que cumplan con los criterios de inclusión, utilizando protocolos y técnicas estandarizadas para asegurar la consistencia y calidad del proceso. Todas las inseminaciones fueron registradas detalladamente en fichas específicas, anotando aspectos como la fecha, el tipo de semen utilizado, estrés del animal, condición corporal, si es vacunado contra enfermedades reproductivas y la facilidad en la inseminación.

Luego, se realizó un seguimiento post-inseminación para monitorear los resultados de las inseminaciones. Esto incluye chequeos ginecológicos periódicos para confirmar las concepciones y registrar cualquier falla en el proceso. Los datos obtenidos de estos seguimientos se documentaron en fichas de registros ginecológicos, permitiendo un análisis detallado de los factores que influyeron en los resultados. Finalmente, se analizaron todos los datos recolectados para determinar la tasa de concepción lograda con la inseminación artificial. Se utilizaron métodos estadísticos adecuados para evaluar la relación entre los factores identificados durante los chequeos iniciales y la efectividad de las inseminaciones, proporcionando una visión comprensiva de los elementos que afectan la tasa de concepción.

8.9 Unidades de estudio

La unidad de estudio de esta investigación son los bovinos de Latacunga, específicamente aquellos ubicados en 10 de sus 15 parroquias. La población total está compuesta por 596 bovinos, distribuidos en 259 vacas adultas, 285 terneras de 6 meses a 15 meses de edad y 52 terneros menores de 15 meses de edad.

La selección de la muestra se utilizó un muestreo probabilístico, el cual asegura que cada individuo de la población tenga una probabilidad conocida y distinta de cero de ser seleccionado. Este enfoque es esencial para obtener una muestra representativa y reducir el sesgo en los resultados. El cálculo de la muestra se realizará utilizando la fórmula del muestreo probabilístico para poblaciones finitas, que considera el tamaño de la población, el nivel de confianza deseado, y el margen de error aceptable (35).

La fórmula utilizada fue:

$$N \times Z^2 \times p \times (1-p)$$

$$n = \frac{e^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times (1-p)}{e^2}$$

Donde:

- n es el tamaño de la muestra,
- N es el tamaño de la población (864 bovinos),
- Z es el valor Z correspondiente al nivel de confianza (por ejemplo, 1.96 para un nivel de confianza del 95%),
- p es la proporción esperada de la población (por ejemplo, 0.5 para máxima variabilidad),
- e es el margen de error aceptable (por ejemplo, 0.05 para un 5% de margen de error).

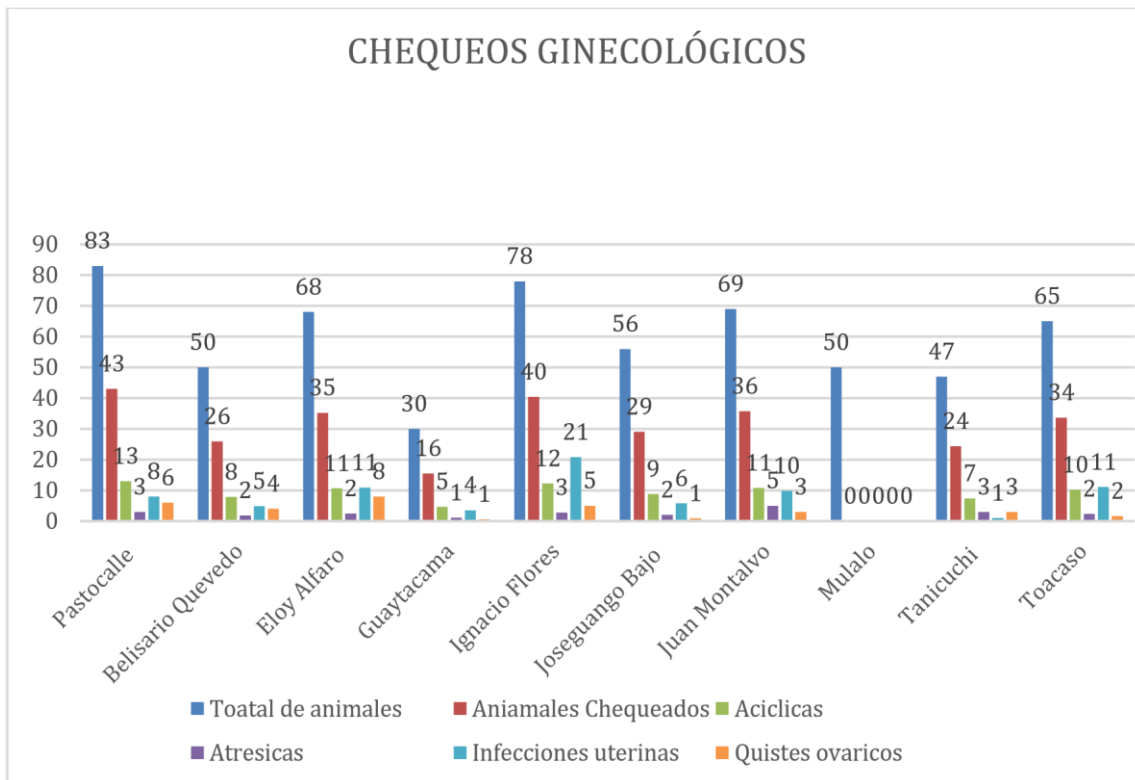
Este cálculo determinará el número de bovinos necesarios para obtener una muestra representativa de la población. A partir de este número, se seleccionaron aleatoriamente los individuos a incluir en la muestra, asegurando que tanto vacas adultas como terneras de diferentes edades estuvieran proporcionalmente representadas. Este proceso permitió obtener datos fiables y generalizables sobre la tasa de concepción lograda con la inseminación artificial en el programa UTCgen en las 10 parroquias del cantón Latacunga.

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1. Chequeo Ginecológicos

En este estudio, se realizó un análisis detallado de las condiciones reproductivas de las vacas en varias parroquias del cantón Latacunga, en el contexto de un programa de inseminación artificial. Los resultados muestran una prevalencia significativa de problemas reproductivos, tales como aciclicidad, atresia ovárica, infecciones uterinas y quistes ováricos. Estos factores son conocidos por afectar la eficiencia reproductiva de los bovinos y, en consecuencia, la rentabilidad de las explotaciones lecheras.

Figura 2. Chequeos ginecológicos



Fuente: Base de datos UTC gen

Los datos muestran que un porcentaje considerable presentó alteraciones reproductivas:

- **Aciclicidad:** Se observó una prevalencia importante de vacas aciclicas (aquellas que no presentan celo). La mayor incidencia se registró en parroquias como Pastocalle (13 vacas aciclicas) e Ignacio Flores (12 vacas aciclicas), lo que sugiere que estos problemas pueden estar relacionados con factores de manejo o nutrición en estas zonas.
- **Atresia ovárica:** La atresia ovárica fue común en varias parroquias. La parroquia Ignacio Flores presentó el número más alto de vacas con atresia (3 vacas), lo que podría estar vinculado a desajustes hormonales, problemas nutricionales o estrés ambiental en la zona.
- **Infecciones uterinas:** Este es uno de los problemas más críticos observados en el estudio. La parroquia Ignacio Flores nuevamente destaca con un alto número de infecciones uterinas (21 casos). La presencia de infecciones uterinas es conocida por reducir la tasa de concepción y prolongar los días abiertos, lo que incrementa los costos

operativos y afecta la rentabilidad de los productores. La alta prevalencia en esta parroquia podría indicar un problema recurrente de manejo sanitario o la falta de protocolos adecuados para prevenir y tratar las infecciones.

- **Quistes ováricos:** Los quistes ováricos también fueron comunes, con Pastocalle y Eloy Alfaro registrando 6 y 8 vacas con quistes, respectivamente. Estos quistes pueden interferir con la ovulación y la fertilidad de las vacas, contribuyendo a bajos índices de preñez y ciclos reproductivos irregulares.

El impacto de la aciclicidad, atresia ovárica, infecciones uterinas y quistes ováricos en la fertilidad bovina ha sido ampliamente documentado. Las infecciones uterinas son una de las principales causas de infertilidad en vacas, ya que alteran la receptividad uterina y la calidad de los óvulos, lo que coincide con nuestros hallazgos en parroquias como Ignacio Flores (36).

En cuanto a los quistes ováricos, pueden ser responsables de fallos repetidos de inseminación artificial, lo que es consistente con lo observado en parroquias con alta prevalencia de quistes como Pastocalle (37).

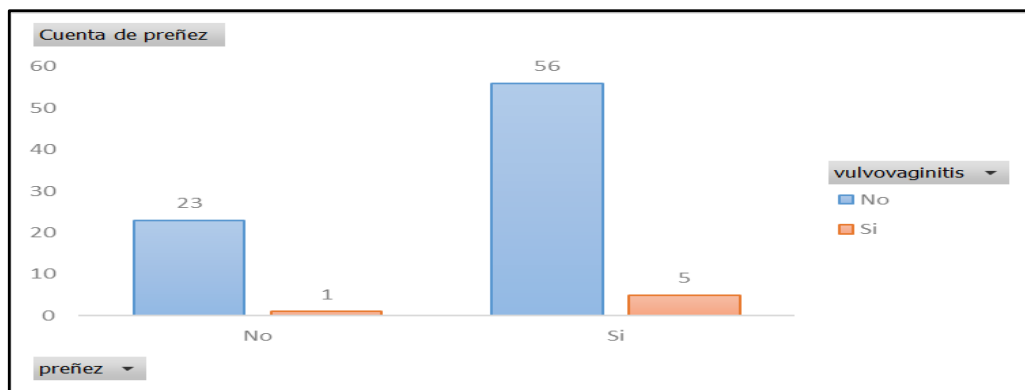
Los resultados también sugieren que el manejo reproductivo y sanitario juega un papel fundamental en la aparición de estos problemas reproductivos. Se observa que las parroquias con un mayor número de infecciones uterinas y quistes ováricos podrían beneficiarse de una revisión exhaustiva de sus protocolos de manejo, especialmente en lo que respecta a higiene en la inseminación y el tratamiento adecuado de las infecciones.

La evaluación de la eficiencia en la inseminación artificial es un criterio muy amplio de abordar, no obstante, existen pilares fundamentales que ayudan a obtener una mayor eficiencia reproductiva y una mayor tasa de preñez. Cabe recalcar, que la inseminación artificial al ser una de las principales biotecnologías de la reproducción, necesita ser medida y evaluada constantemente, esto debido a su gran impacto en el ámbito económico de los productores no solo en la producción de leche sino en la obtención de una nueva cría de alto valor genético. Por este motivo, los criterios más importantes a tomar en cuenta son los que se han seleccionado para este estudio, esto en presencia de un p value de 0.05 teniendo en cuenta un valor de confianza de 95%.

9.2. Presencia de vulvovaginitis

La vulvovaginitis es una de las principales enfermedades reproductivas que afecta de manera significativa los hatos ganaderos, alterando la capacidad reproductiva de las hembras aunque no en gran medida. Hay que tener en cuenta que la vulvovaginitis puede transmitirse a otros animales en la misma línea de producción por ello se debe tomar en cuenta medidas una vez identificada la enfermedad. Tal y como se menciona en estudios realizados en Colombia en donde se menciona que la prevalencia de vulvovaginitis fue de 75.63%, en estado sintomático y asintomático, demostrando que la enfermedad se puede transmitir con mucha rapidez. No obstante, en el estudio realizado se obtuvo una prevalencia del 7% en estado sintomático (38).

Figura 3. Presencia de vulvovaginitis



Fuente: Base de datos UTC gen

En el estudio realizado en las diferentes parroquias se pudo denotar que la presencia de vulvovaginitis no tiene una significancia relativa respecto a la preñez de los animales puesto que el valor de p value (0.99) fue mayor a 0.05.

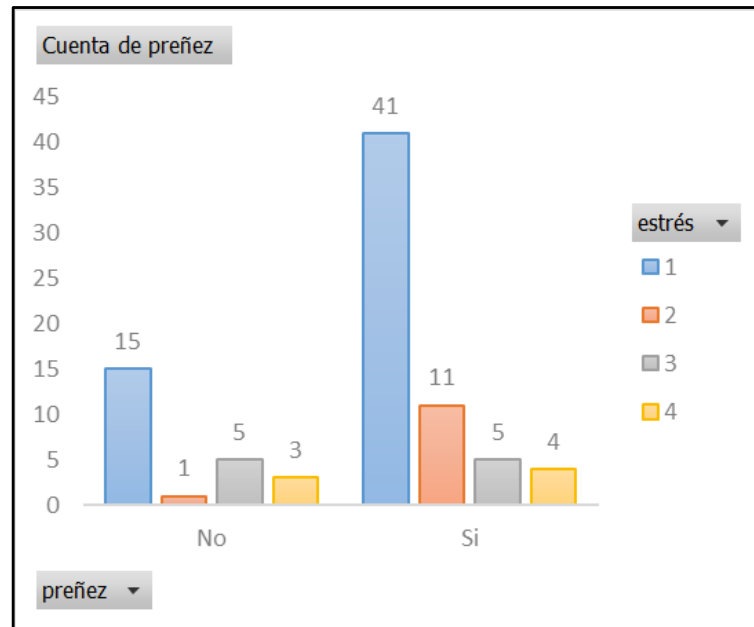
Incluso, esto se menciona en estudios realizados por Fabio Lima quien relaciona la vulvovaginitis con la gestación, teniendo como resultado que a pesar de presentarse una vulvovaginitis evidente, las vacas gestantes pueden mantener la preñez y seguir con las diferentes etapas de gestación (39).

No obstante es necesario tomar en cuenta que esto puede cambiar una vez que el virus se active y causar una reabsorción del embrión (40).

9.3. Presencia de estrés

La presencia del estrés, ha sido descrita por varios autores como una de las partes más importantes a tomar en cuenta al momento de la inseminación artificial, no obstante, lo que se obtuvo en el estudio realizado arrojó datos algo diferentes.

Figura 4. Suma de animales con estrés relacionando la capacidad reproductiva



Fuente: Base de datos UTC gen

Al realizar el estudio de campo se recopiló una cantidad grande de datos en donde se puede evidenciar claramente que los animales estudiados para el indicador de estrés pueden o no quedar preñadas, esto se verifica en el diagrama de barras presentado en donde los niveles de estrés están representados por números del 1 al 4 en donde 1 representa poco estrés y 4 mucho estrés.

Tabla 3. Escala de estrés

Presencia de estrés	Escala del estrés
Poco estrés	1
Estrés moderado	2
Estrés alto	3
Mucho estrés	4

Analizando estos datos en el programa de R Studio con un valor de significancia de 0.05 se obtuvo que el valor de p fue mucho más alto al valor de significancia, siendo este valor de 0.6283. Demostrando que no hay una diferencia significativa entre el estrés presentado por los animales y su capacidad de quedar preñadas.

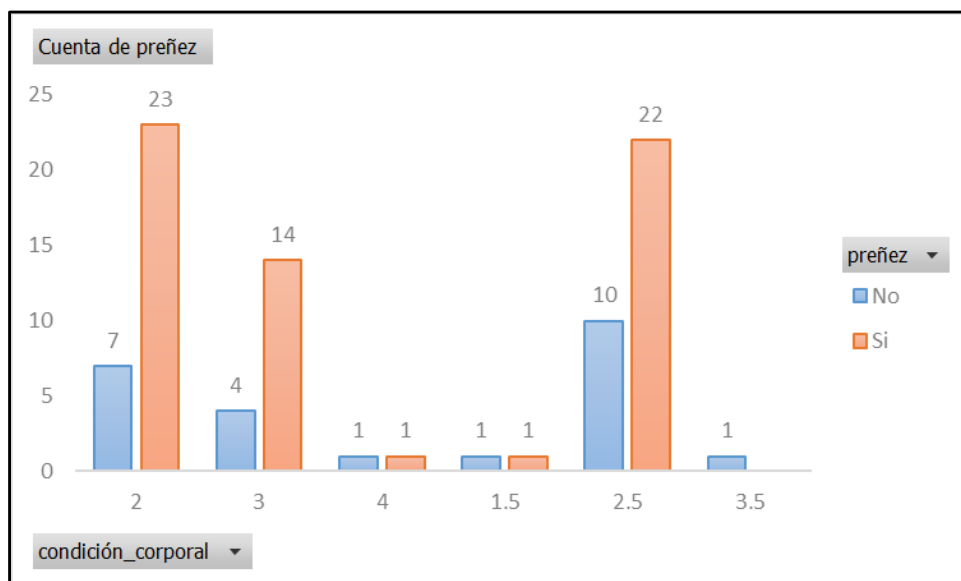
Sin embargo, en estudios realizados en Colombia se describió que dependiendo el tipo de estrés, en los animales puede descender los niveles de estradiol y por ende dificultando la inseminación y la respuesta a la misma. Uno de los puntos claves que se menciona en dicho estudio es que dependiendo del tipo de estrés que se genere en el animal, puede darse estas alteraciones fisiológicas (41).

Llegada la realidad de los pequeños productores, al existir un manejo mucho más cercano, puesto que se maneja con sogueo, los animales resultan ser más manso que en explotaciones intensivas, reduciendo los niveles de estrés.

9.4. Condición corporal

Si mencionamos la condición corporal podríamos decir que es un ámbito numérico y en parte lo es, no obstante en este estudio se lo ha tomado como una cualidad que presentan los bovinos para su mejor estudio y categorización.

Figura 5. Cuenta de preñez en relación a la condición corporal



Fuente: Base de datos UTC gen

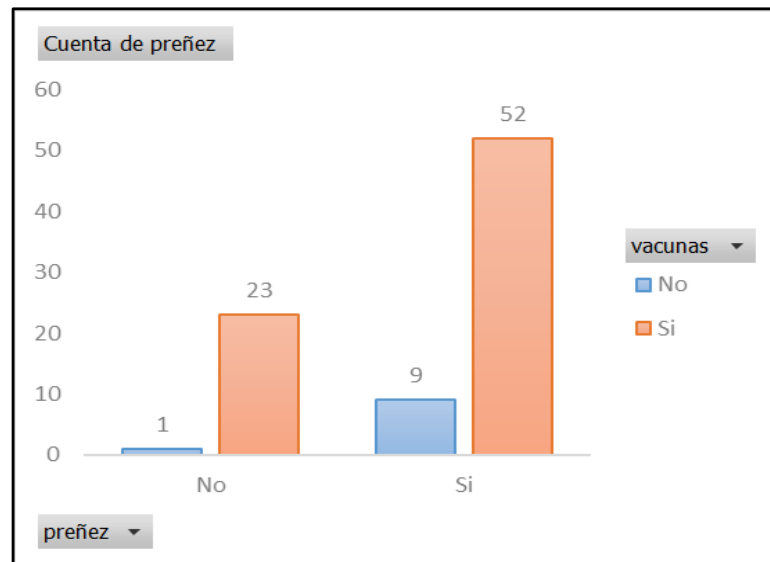
Referente a la condición corporal en los bovinos, podemos denotar que existe una variedad más extensa, no obstante el análisis de los datos en el estadístico R Studio, hizo evidente que los datos recopilados de la condición corporal en relación con la efectividad de la preñez no tiene una diferencia significativa puesto que los valores obtenidos para el valor de significancia de 0.05 fueron mayores a este valor mostrándose valores entre el rango de 0.9968 a 0.9977, con un valor medio de p de 0.9975. Esto haciendo evidente que la condición corporal no tiene gran relevancia en la tasa de concepción, aunque hay que tener en cuenta que una condición corporal no describe el estado nutricional de los mismos.

Por otro lado, investigaciones realizadas en la Universidad de Cauca - Colombia, menciona que la condición corporal está íntimamente relacionada con la condición nutricional y esta a su vez se relaciona de manera directa con la tasa de fertilidad en los bovinos. Este parámetro se puede evidenciar de manera sutil en el diagrama de barras puesto a que animales con muy baja condición corporal o muy alta tienen una tasa de concepción menor. Por este motivo se podría partir de estos datos para obtener resultados más precisos en cuanto a este parámetro tan importante dentro de la reproducción, ya que estos animales en general no tienen una ingesta alta, y se han seleccionado para estas características (42).

9.5. Parámetro de vacunación

Dentro del ámbito de la vacunación de los bovinos para lograr una preñez saludable y viable, se podría esperar que sea uno de los principales valores para liberar al ganado de enfermedades reproductivas y virales que puedan perjudicar el ámbito reproductivo y dificultar la preñez.

Figura 6. Relación entre el uso de vacunas y su efecto en la preñez



Fuente: Base de datos UTC gen

En el gráfico presentado se puede observar que la presencia de vacunas dentro de los hatos ganaderos tiene relativa importancia, aunque realizando las proporciones respectivas tanto animales vacunados como los animales no vacunados presentan una alta tasa de concepción lo cual nos indica que no hay una diferencia significativa y esto se lo puede comprobar en el test estadístico utilizado en donde se evidencia que el valor de p es mucho más alto que el valor de significancia alfa de 0.05 siendo este valor de 0.3610.

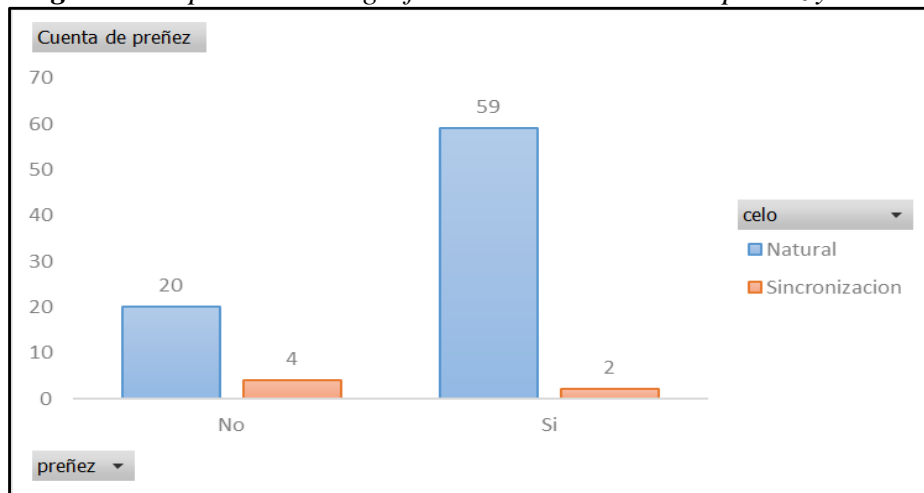
Es importante recalcar que en estudios realizados por otros autores como es el caso de MDS Salud Animal, señala que la vacunación contra las enfermedades reproductivas en bovinos es esencial para evitar problemas durante el periodo anestro de un bovino se debe aplicar vacunas para tener un manejo óptimo y evitar problemas relacionados a la salud y la reproducción (43).

Pero por otro lado, en hatos ganaderos donde se ha manejado un buen cuidado de los bovinos y no se han presentado enfermedades crónicas, el índice de preñez resulta ser igual de bueno que en granjas donde sí se ha realizado la vacunación respectiva, esto no solo se evidencia en los datos recopilados sino también en estudios previos.

9.6. Presencia de celo

La presencia de celo dentro la reproducción es quizás es parámetro más importante dentro de la efectividad de la preñez, es uno de los indicativos primordiales para la etapa de inseminación artificial, el estudio de este parámetro se puede evidenciar en el siguiente gráfico.

Figura 7. Representación gráfica de la relación entre preñez y el celo



Fuente: Base de datos UTC gen

En los datos obtenidos en la realización del estudio se pudo evidenciar que en presencia de celo ya sea de manera natural o en sincronización si existe una significancia considerable puesto que se consigue una mayor tasa de fecundidad y por consiguiente más cantidad de animales preñados.

Realizado el estudio estadístico con el valor de significancia de 0.05 se pudo constatar que en este caso sí existe un valor de significancia considerable puesto que el valor de p fue menor al valor de significancia. Siendo este valor tan solo de 0.0172.

Interpretando estos resultados se puede decir que la presencia de celo es altamente significativa en correlación de la tasa de preñez de los bovinos en las granjas ganaderas.

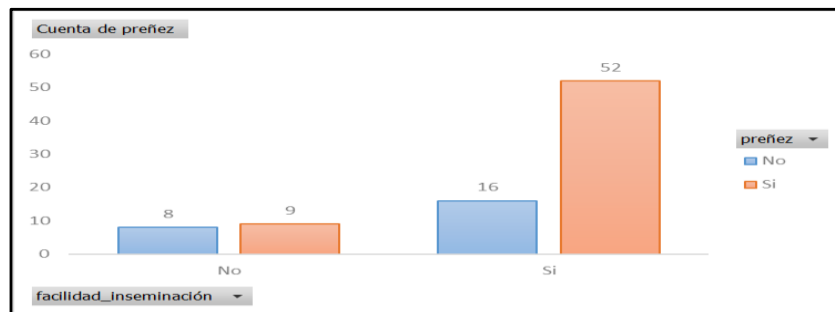
Al compararlo con otros estudios se comprobó que tanto que el manejo de un celo sincronizado y un celo natural bien presentado se correlaciona de manera muy importante con la tasa de preñez, en el estudio no sólo se vislumbra que la presencia de celo es importante sino que también la aplicación de las biotecnologías de la reproducción son igual de importantes que los métodos convencionales (44).

Otro punto fuerte que apoya los resultados obtenidos es el realizado por Eduardo Cueva, donde menciona la importancia de la presencia de celo ya sea de manera artificial o natural, va a estar muy ligada a la preñez de las vacas. A pesar de que los estudios fueron realizados en lugares muy diferentes, se sigue tomando muy en cuenta que la presencia de celo es la principal herramienta para el trabajo de la preñez (45).

9.7. Facilidad de la inseminación

Dentro del manejo de los bovinos en la reproducción asistida o inseminación artificial, la facilidad de inseminación juega un papel necesario para lograr una buena tasa de preñez, sin embargo la relativa complejidad en el momento de la inseminación no representa un papel muy importante en la reproducción de acuerdo a la siguiente gráfica.

Figura 8. Relación gráfica entre la preñez y la facilidad de inseminación



Fuente: Base de datos UTC gen

Al analizar las gráficas realizadas por medio de la recolección de datos se puede evidenciar que no hay una correlación muy fuerte entre la facilidad de la inseminación y la tasa de preñez de los animales estudiados. Esto se lo puede comprobar al realizar el estudio estadístico en donde se toma un valor de significancia de 0.05 obteniendo un valor de p mayor a este valor de significancia, siendo el valor de 0.5697 para los bovinos que no mostraron una facilidad de inseminación, mientras que el valor para los bovinos que sí mostraron una facilidad a la inseminación fue de 0.1777. Concluyendo así que no existe una significancia muy notable en el análisis de la facilidad de la inseminación frente a la capacidad de preñez.

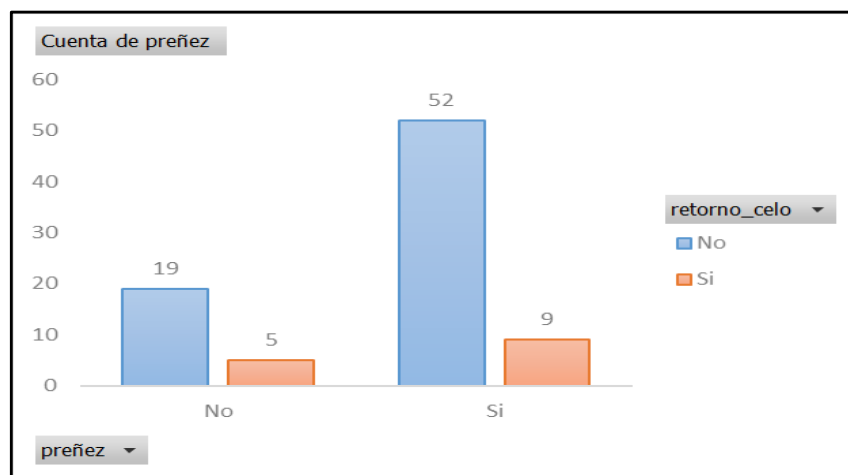
Un punto clave e importante a tomar en cuenta a cerca de la facilidad de la inseminación es el papel hormonal y fisiológico durante el celo, ya que a medida de que se acerca el momento de celo, los niveles de estradiol también aumentan llevando así a los animales a permanecer en un

estado de calma facilitando la mayor cantidad de inseminaciones, aun así la dificultad de inseminación también lleva a preñar a los animales, esto se menciona en un estudio realizado en la Universidad Politécnica Salesiana en Cuenca - Ecuador (46).

9.8. Retorno del celo

El retorno del celo en los bovinos es algo muy común, no obstante debe darse en un número pequeño puesto que al darse en cantidades muy abundantes no solo se está sugiriendo un mal manejo, sino que también alteraciones fisiológicas en el ganado.

Figura 9. Relación entre el retorno del celo y la tasa de preñez



Fuente: Base de datos UTC gen

En el presente estudio se comprobó que el regreso del celo a los diferentes bovinos tenían un poco de relación en cuanto a la preñez. Pero por otro lado, el regreso del celo no fue tan recurrente, por ese motivo, se podría decir que no existe una significancia considerable, siendo así que al aplicar el test estadístico se pudo denotar que no existe una relación significativa entre la tasa de preñez referente al retorno del celo. Tomando en cuenta un valor de significancia de 0.05 en donde el valor de p fue de 0.9951 tanto para animales que retornaron el celo como para los que no lo hicieron.

Un estudio realizado en el retorno del celo, inseminación, artificial y estado de preñez en donde se menciona que a pesar de existir un regreso de celo posteriores a los 21 días después de la

inseminación, la vaca aun así puede quedar preñada, sin embargo hay que mencionar que el regreso del celo a más de causarle un problema al productor, afecta directamente sobre su economía y su manejo adecuado (47).

9.9. Numero de Inseminaciones

En este estudio, se presentan los resultados obtenidos de un total de 85 inseminaciones artificiales (IA) realizadas en diferentes parroquias. Los parámetros evaluados son el número de inseminaciones, el número de vacas que no presentaron retorno de celo, el número de vacas que retornaron a celo, y las vacas reinsiminadas (aquellas que, después de no quedar preñadas, fueron inseminadas nuevamente).

Tabla 4. Número de inseminaciones

Lugar de Inseminación	Numero de IA	No retorno de celo	Retorno de celo	Vacas reiseminadas
Belisario Quevedo	7	4	3	0
Eloy Alfaro	8	8	0	0
Guaytacama	11	4	7	0
Ignacio Flores	4	4	0	0
Joseguango Bajo	10	9	1	0
Juan Montalvo	8	6	2	0
Mulalo	5	4	1	0
Pastocalle	14	9	5	2
Tanicuchi	5	3	2	0
Toacazo	13	10	3	3
TOTAL	85	61	24	5

Fuente: Base de datos UTC gen

De las 85 inseminaciones realizadas, 61 vacas no presentaron retorno de celo, lo que indica que quedaron preñadas confirmando este dato con chequeos ginecológicos pasado los 45 días de inseminación. Un total de 24 vacas retornaron a celo, lo que sugiere que estas vacas no fueron fecundadas. Además, 5 vacas fueron reinsiminadas, lo que podría reflejar un intento de corregir la inseminación tardía o fallida.

Los porcentajes de éxito de inseminación varían dependiendo de la parroquia. El lugar con el mayor porcentaje de no retorno de celo fue Eloy Alfaro con un 100% de éxito, mientras que Pastocalle tuvo un 64.3% de éxito, con 9 vacas sin retorno de celo de un total de 14 inseminaciones.

Según los resultados obtenidos, se observa que las vacas que no quedaron preñadas generalmente no mostraron signos de celo de manera oportuna, lo que dificultó la inseminación en el momento adecuado. Un factor clave en este fenómeno es el momento de inseminación. Muchos propietarios no logran identificar los signos de celo a tiempo, lo que lleva a que la inseminación se realice más tarde de las 20 horas desde el inicio del celo. Este retraso en la inseminación reduce significativamente las probabilidades de éxito reproductivo, ya que la fertilización es menos probable cuando la inseminación se lleva a cabo después de este período. Este hallazgo concuerda con estudios previos que enfatizan la importancia de la inseminación temprana dentro de las primeras 12-16 horas del celo para maximizar las tasas de concepción y evitar el riesgo de inseminaciones fallidas (48).

En la parroquia de Joseguango Bajo, de las 10 inseminaciones realizadas, 9 vacas no presentaron retorno de celo y solo una vaca retornó, lo que sugiere que las inseminaciones en esta zona fueron más efectivas. Esto podría explicarse por el hecho de que los propietarios lograron identificar correctamente los signos de celo de las vacas, lo que permitió realizar la inseminación en el momento adecuado, en sincronía con el ciclo reproductivo de las hembras. Esta correcta detección del celo aumentó las probabilidades de éxito en la concepción, lo que se refleja en el bajo número de vacas que retornaron a celo. Por otro lado, en Guaytacama y Tanicuchi, aunque se registraron 4 y 3 vacas que no retornaron a celo, respectivamente, el porcentaje de inseminación exitosa fue menor (aproximadamente 36% y 60%), lo que podría sugerir que las vacas en estos lugares fueron inseminadas más tarde que las de otras parroquias.

Estos resultados coinciden con los hallazgos de otros estudios que sugieren que la inseminación tardía en el ciclo estral puede reducir las tasas de concepción. En un estudio se observó que la inseminación artificial realizada después de las 16 horas del inicio del celo disminuía significativamente las tasas de preñez. Esto se debe a que, después de las 20 horas del celo, la oportunidad de fertilización disminuye considerablemente, lo que resulta en un mayor porcentaje de vacas que retornan a celo sin quedar preñadas (49).

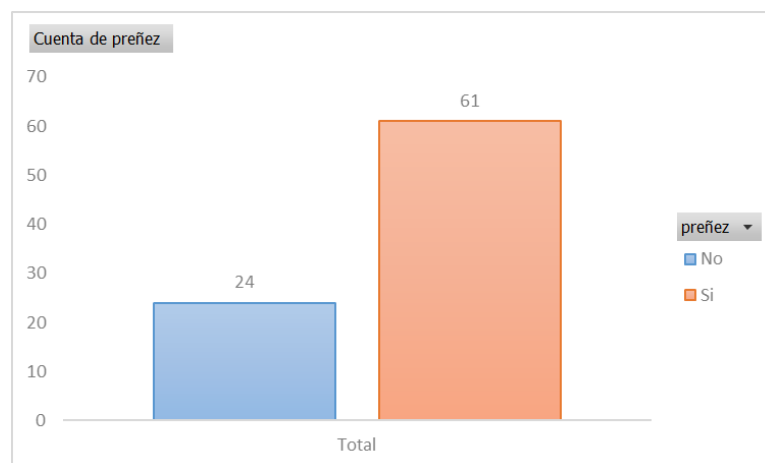
Asimismo, un análisis realizado en vacas lecheras, encontró que la inseminación en el momento adecuado dentro del celo incrementó la tasa de concepción, disminuyendo la necesidad de reinsimulaciones (50).

En cuanto a las vacas reinsimuladas, la cifra total fue de 5 vacas de las 85 inseminaciones realizadas. Esto sugiere que, en general, las tasas de fertilidad en el estudio fueron moderadamente exitosas. Las reinsimulaciones ocurren típicamente cuando una vaca no queda preñada en su primer intento, lo que indica que puede haber habido un desfase en la sincronización o en el tiempo de inseminación respecto al ciclo estral de la vaca. La correcta detección del celo y la inseminación en el momento óptimo son factores clave para reducir la necesidad de reinsimulación.

9.10. Tasa de concepción

Una vez analizado todos los factores que influyen en la tasa de concepción se pudo demostrar que en un total de 85 inseminaciones, 61 fueron exitosas y 24 presentaron problemas.

Figura 10. Tasa de concepción



Fuente: Base de datos UTC gen

Los resultados obtenidos a partir de la investigación realizada, muestra que de los bovinos inseminados, el 71.76% resultó en preñez confirmada mientras que el 28.24% no presentó preñez confirmada. Estos datos hacen referencia al estudio realizado y todos los parámetros medidos determinando que la tasa de preñez es alta a pesar de las adversidades. Por otro lado, investigaciones en el ámbito ganadero han revelado que las tasas de concepción derivadas de programas de inseminación artificial basados en el celo detectado varían en función de la

genética y las condiciones ambientales. En México se alcanzó un 45 % de preñez en vacas Charolaise y un 25 % en criollas, mientras que en Chile las vacas Holstein registraron un 48,4 % (51).

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

10.1. Impactos Técnicos

La evaluación de la eficacia en base a la inseminación artificial en el programa UTCgen permitirá generar conocimiento técnico sobre las mejores prácticas para mejorar la tasa de concepción en bovinos, de esta manera se optimizarán los procesos reproductivos. Además, la implementación y evaluación del programa ayudará a fomentar la adopción de biotecnologías reproductivas avanzadas en los predios ganaderos, elevando el nivel técnico de los productores de cada localidad. Con esto, el proyecto contribuirá a la capacitación de nuevos estudiantes y ganaderos en técnicas como chequeos ginecológicos, manejo reproductivo y evaluación de factores que afectan la inseminación artificial.

10.2. Impactos Sociales

El programa contó con la contribución de los ganaderos locales, llenándolos con conocimientos prácticos y promoviendo un conocimiento de comunidad en torno al desarrollo ganadero y productivo. Asimismo, al incrementar la eficiencia reproductiva del ganado, se genera mayor producción de leche y carne, lo que impacta positivamente en la seguridad alimentaria y en la calidad de vida de las familias presentes en el proyecto UTC gen que incluso puede transmitirse el conocimiento a otras familias fuera del proyecto. El desarrollo de este programa fomentará la colaboración entre universidades, productores y otros actores, abriendo oportunidades para futuras investigaciones y proyectos de desarrollo.

10.3. Impactos Ambientales

El programa de inseminación artificial al ser eficiente, contribuye a reducir la necesidad de mantener grandes poblaciones de ganado, disminuyendo así la presión sobre los recursos naturales y la emisión de gases de efecto invernadero. De igual forma, la inseminación artificial permite preservar y optimizar líneas genéticas de alta calidad, reduciendo la necesidad de prácticas reproductivas menos controladas que pueden afectar la biodiversidad y la sanidad animal. La eficiencia en la reproducción disminuye el uso excesivo de alimentos, agua y otros recursos necesarios para mantener ganado en fase productiva.

10.4. Impactos Económicos

Una tasa de concepción más alta significa que habrá mayores índices de producción de leche y carne, aumentando de forma directa los ingresos de los productores. Sumado a esto, un manejo reproductivo más eficiente de la inseminación artificial reduce los costos asociados a intentos fallidos de inseminación y a problemas reproductivos en el ganado.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el programa de inseminación artificial en bovinos del periodo 2024-1, se realizaron un total de 283 chequeos ginecológicos en diversas parroquias, lo que permitió evaluar el estado reproductivo de las vacas. Esta evaluación facilitó la selección de los animales en condiciones óptimas para la inseminación, al mismo tiempo que permitió identificar aquellos con problemas reproductivos, como quistes ováricos e infecciones uterinas, a los que se les aplicaron tratamientos para restaurar su capacidad reproductiva. Se recomienda seguir realizando chequeos ginecológicos de manera continua para asegurar la identificación adecuada de las vacas aptas para inseminación. Además, es crucial ofrecer capacitación a los productores en la detección temprana del celo y en la programación adecuada de la inseminación, lo que permitirá mejorar las tasas de concepción y la eficiencia general del programa.

Los resultados de la evaluación de problemas reproductivos en las parroquias estudiadas muestran variabilidad en la eficacia de la inseminación artificial, destacando la prevalencia de aciclicidad, atresias, infecciones uterinas y quistes ováricos. Parroquias como Ignacio Flores y Eloy Alfaro presentan altos índices de infecciones uterinas y quistes ováricos, lo que afecta negativamente la tasa de concepción. En general, las tasas de aciclicidad y atresia siguen siendo altas, lo que subraya la necesidad de mejorar el manejo reproductivo. Se recomienda fortalecer la capacitación de los productores en higiene, manejo sanitario, monitoreo post-inseminación y atención a la salud reproductiva, especialmente en el control de infecciones uterinas y quistes ováricos, para mejorar la eficiencia del programa y reducir las pérdidas económicas asociadas con la baja eficiencia reproductiva.

La tasa de concepción del programa UTCGEN ha sido un indicador clave de la eficacia de la inseminación artificial, mostrando que, de 85 inseminaciones, 61 no presentaron retorno de celo, lo que indica una tasa de concepción significativa. Parroquias como Eloy Alfaro e Ignacio

Flores alcanzaron una tasa perfecta de no retorno de celo (100%), lo que destaca la importancia de un manejo adecuado. Sin embargo, en otras zonas como Guaytacama y Pastocalle, se observó un retorno de celo más alto, lo que sugiere áreas de mejora en el manejo reproductivo. Es crucial que los propietarios enfoquen más atención en la observación de los síntomas de celo para realizar las inseminaciones a tiempo y mejorar la tasa de concepción. Se recomienda reforzar la capacitación en la identificación de los signos de celo y aplicar tecnologías o sistemas más efectivos para monitorear el ciclo reproductivo.

12. BIBLIOGRAFÍAS:

1. Revista Lasallista de Investigación [Internet]. Redalyc.org. 2007 [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69540108.pdf>
2. No title [Internet]. Google.com. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2869391.pdf&ved=2ahUKEwiawvO-2p6LAXWhSDABHRQyHiMQFnoECBQQAQ&usg=AOvVaw26joPQq1jwFhvFs4wNhR3>
3. Edu.ec. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b1d33c0d-aa98-439f-bb7702348ad771d4/content>
4. de Los Parámetros Reproductivos En La A. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO [Internet]. Edu.ec. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14688/1/20T01433.pdf>
5. Org.co. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v4n1/v4n1a08.pdf>
6. Huanca L W. Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras. Rev Investig Vet Peru [Internet]. 2001 [citado el 31 de enero de 2025];12(2):161–3. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S160991172001000200020

7. Inseminación artificial en bovinos: conozca el paso a paso de este procedimiento [Internet]. Universo de la Salud Animal. 2022 [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.universodelasaludanimal.com/ganaderia/inseminacionartificial-en-bovinos-conozca-el-paso-a-paso-de-este-procedimiento/>
8. Unam.mx. [citado el 18 de febrero de 2025]. Disponible en: [https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50 Inseminacion a rtificial.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50%20Inseminacion%20a%20artificial.pdf)
9. Jica.go.jp. [citado el 18 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.jica.go.jp/Resource/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bca tt/19_agriculture08.pdf
10. Valledor Puente → VT las P. Consejos para inseminar correctamente una vaca [Internet]. Campo Galego. 2015 [citado el 18 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.campogalego.es/consejos-para-inseminar-correctamente-una-vaca/>
11. DeJarnette M. Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. 1998 [citado el 31 de enero de 2025];29:8–12. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/97-fisiologia.pdf
12. Reproductive anatomy and physiology of the cow [Internet]. Translate.google. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: https://extension-missouriedu.translate.google.com/publications/g2015?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
13. Club Ganadero. Manejo y control del ciclo estral de la vaca: guía completa [Internet]. Club ganadero. 2023 [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.clubganadero.com/ciclo-estral-de-la-vaca/>
14. Redalyc.org. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639221003.pdf>
15. Carvajal y Ma. Eugenia Martínez / INIA Remehue AAM, Ayke MT/. I. El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva [Internet]. Inia.cl. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en:

- <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/e32f6e97-28cc-4415-9e198a46d1145ea7/content>
16. Vista de Fisiología del ciclo estral bovino [Internet]. Edu.ar. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/1702/1689>.
 17. Unam.mx. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en:
https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf
 18. Cita-aragon.es. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en:
https://citarea.citaaragon.es/bitstream/10532/3955/1/2017_493.pdf
 19. Cita-aragon.es. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en:
https://citarea.citaaragon.es/bitstream/10532/3955/1/2017_493.pdf
 20. Google.com. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en:
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.redalyc.org/pdf/495/49519116.pdf&ved=2ahUKEwjahK6f4J6LAXVmVTABHV-5EdQQFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw0Wc_4bc_XzGql8OhKLZqFl
 21. Com.ar. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en:
https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/96_herramientas_deteccion_celos.pdf
 22. Com.ar. [citado el 18 de febrero de 2025]. Disponible en:
https://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/35enfermedades_reproduccion.pdf
 23. de C A S O DEFINICIÓN. C A M P I L O B A C T E R I O S I S G E N I T A L B O V I N A / V I B R I O S I S B O V I N A [Internet]. Gob.cl. [citado el 18 de febrero de 2025]. Disponible en:
https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/f_tecnica_campilobacteriosis.pdf
 24. Romero RR, Martínez BC, Mayagoitia AL, Tovar LER, Garza A. Presencia del virus de la diarrea viral bovina y su asociación con otros cuadros patológicos en ganado en corral de engorda. Veterinaria Mexico [Internet]. 2012 [citado el 18 de febrero de 2025];43(3):225–34. Disponible en:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S03015092201200030004

25. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), More S, Bøtner A, Butterworth A, Calistri P, Depner K, et al. Assessment of listing and categorisation of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): Trichomonosis. EFSA J [Internet]. 2017;15(10):e04992. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higieneganadera/fichayprogramadevigilanciaycontroltricomoniasis_tcm30-561938.pdf
26. No title [Internet]. Google.com. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dianet.unirioja.es/descarga/articulo/5364505.pdf&ved=2ahUKEwi0xrKC4Z6LAXXMSDABHZsLJiQQFnoECBQQAQ&usg=AOvVaw3v-_lm43CvB3crsQ6TxdIP
27. Barrón-Bravo O, Avilés-Ruiz R, Fraga-Escamilla E, Bautista-Martínez Y. Los procesos reproductivos en vacas y el uso de la ultrasonografía. Abanico Vet [Internet]. 2023 [citado el 31 de enero de 2025];13. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322023000100607
28. Melendez P, Bartolome J. Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. Rev Mex Cienc Pecu [Internet]. 2017 [citado el 31 de enero de 2025];8(4):407. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200711242017000400407
29. Estrategias de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva [Internet]. Argentina.gob.ar. 2023 [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/estrategias-de-manejo-para-mejorar-laeficiencia-reproductiva>
30. Statham J. Nutrición para la reproducción en el ganado vacuno [Internet]. Manual de veterinaria de MSD. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.msdrvvetmanual.com/es/manejo-y-nutrici%C3%B3n/manejo-de-lareproducci%C3%B3n-ganado-vacuno/nutrici%C3%B3n-para-lareproducci%C3%B3n-en-el-ganado-vacuno>
31. Nutrition EW. 4 steps to improve dairy cow fertility through feeding [Internet]. EW Nutrition. 2022 [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://1-ew-nutritioncom.translate.goog/us/4-steps-to-improve-dairy-cow-fertility-throughfeeding/? x tr enc=1& x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>

32. Nutrition EW. 4 steps to improve dairy cow fertility through feeding [Internet]. EW Nutrition. 2022 [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: https://1-ew--nutritioncom.translate.google.us/4-steps-to-improve-dairy-cow-fertility-throughfeeding/? x tr enc=1& x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr_pto=tc
33. Parlamentoandino.org. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.parlamentoandino.org/index.php/actualidad/noticias/134-latacunga-laciudad-de-los-mashcas-celebra-su-fundacion>
34. No title [Internet]. Google.com. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7706797.pdf&ved=2ahUKEwjok8vcnJKLAXVvEGIAHTNSF40QFnoECBIQAQ&usg=AOvVaw2DPqzHO21IIAaY_pqAg33U
35. Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales ISSN [Internet]. Com.ar. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.sai.com.ar/metodologia/rahycs/rahycs_v7_n2_06.htm
36. Redalyc.org. [citado el 18 de febrero de 2025].
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617167007.pdf>
37. Chamba Ochoa HR, Benítez González EE, Pesántez Campoverde MT. Factores predisponentes para la enfermedad quística ovárica bovina y su efecto en la eficiencia reproductiva. Rev Med Vet [Internet]. 2017 [citado el 18 de febrero de 2025];(35):17–28. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012293542017000300017
38. Unirioja.es. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6107430.pdf>
39. Lima F. Vulvitis y vaginitis en grandes animales [Internet]. Manual de veterinaria de MSD. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.msdvetermanual.com/es/sistema-reproductivo/vulvitis-y-vaginitis-en-grandes-animales/vulvitis-y-vaginitis-en-grandes-animales>
40. No title [Internet]. Google.com. [citado el 5 de febrero de 2025]. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://www.scielo.org.pe/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS1609-91172001000200014&ved=2ahUKEwi1jN-

I16yLAXUfRTABHRIHDoAQFnoECBMQAQ&usg=AOvVaw2MBbbxGKrTGc5H2
HZg_Y_k

41. Edu.co. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/8406/romulocamposgaona.2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
42. Unirioja.es. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6117891.pdf>
43. Cruz C, Abdelo J. IN CIÉNEGA MUNICIPALITY [Internet]. Edu.co. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en:
<https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/download/310/332>
44. Importancia de la vacunación contra enfermedades reproductivas en bovinos posdestete [Internet]. Universo de la Salud Animal. 2022 [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.universodelasaludanimal.com/ganaderia/importancia-dela-vacunacion-contras-enfermedades-reproductivas-en-bovinos-posdestete/>
45. Nicolás C, Horacio M, Miriam T, Santiago C. Preñez en vacas con cría con servicio artificial y/o natural [Internet]. Edu.ar:8443. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/d52d5972-c43b-4682a13b-f52c6258ba0c/content>
46. Edu.ec. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5536/1/UPS-CT002769.pdf>
47. de I. A. en muchas granjas lecheras. Una incorrecta componente más caro y sin duda alguna F de P, De ingreso debido a un mayor intervalo entre partos el MFL al D de C se R a. P, De leche P en la P, Veterinarios A en C, De celos I de C de D de V y. RPGPAUED, De fi siología la VDEC de C y., et al. DETECCION DE CELOS Y TIEMPO DE INSEMINACION [Internet]. Selectsires.com. [citado el 31 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.selectsires.com/docs/default-source/resources/heatdetectionandtimingofai_spanish_web.pdf?sfvrsn=855e443e_2
48. Alonso Alanuza L, Galina Hidalgo CS, Maquivar Linfoot M, Romero Zúñiga JJ, Molina Echeverry I, Carvajal Arango P. Evaluación de la fertilidad de hembras bos indicus, de acuerdo a la intensidad del celo, manejadas en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en condiciones de trópico. Rev Cient (Maracaibo) [Internet]. 2009 [citado el 18 de febrero de 2025];19(6):639–44. Disponible en:

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000600011

49. Translate.goog. [citado el 18 de febrero de 2025]. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/translate.google/articles/PMC9774572/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
50. Edu.ar:8443. [citado el 18 de febrero de 2025].
Disponible en:
<https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/ed24c726-8f83-46b9-959d91d9f77fe869/content>
51. No title [Internet]. Google.com. [citado el 5 de febrero de 2025]. Disponible en:
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/download/310/332&ved=2ahUKEwi9gbn04ayLAXvSDABHSAfD_8QFnoECDMQAQ&usg=AOvVaw3ycREnm6njuaWVUiiVvdr

