

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**COMPARACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO EN
BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN FINCA LAS PLANCHAS, RIO BLANCO,
CATACAMAS, OLANCHO**

POR

KEYLIN ELIZABETH SANCHEZ SILVA

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

NOVIEMBRE 2025

**COMPARACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO EN
BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN FINCA LAS PLANCHAS, RIO BLANCO,
CATACAMAS, OLANCHO**

POR:

KEYLIN ELIZABETH SANCHEZ SILVA

Asesor Principal

M.Sc. JOSSELIN MARYERI BRIZO

TESIS

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, CA

NOVIEMBRE, 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía en este proceso, por darme fortaleza, sabiduría y la perseverancia para alcanzar esta meta. Sin su voluntad y bendición, nada de esto habría sido posible.

A mis padres: **Elin N. Sanchez Núñez y Olga M. Silva Castro**, por ser el más claro ejemplo de esfuerzo, dedicación y perseverancia. Gracias por su amor incondicional, por su apoyo en cada etapa de mi vida y por inculcarme valores que han guiado mi camino. No existen palabras que puedan expresar plenamente mi gratitud; llevaré siempre conmigo, con orgullo, la fortaleza y las enseñanzas que me han brindado.

A mis abuelos: **Raul Sanchez García, Martina Núñez Soto, Juan Silva Y Mercedes Castros**: por su amor, oraciones y ejemplo de vida. Sus consejos y su fe en mi han sido fuente constante de motivación.

A mis queridos hermanos (as): A mis hermanas **Sofia Sanchez y Genesis Sanchez**, que con su alegría y admiración me han motivado a ser mejor cada día. Una mención muy especial para mi querido hermano **Jorge Sanchez** quien ha sido un pilar fundamental en mi vida y en este logro, su apoyo incondicional y su fe en mi fueron una fuente constante de inspiración, gracias por impulsarme a seguir adelante con su ejemplo de esfuerzo, humildad y amor. Este logro también es de ustedes porque cada paso que di estuvo acompañado de su confianza en mí.

A mi familia y personas especiales que me han acompañado en todo este camino con sus palabras de ánimo y cada gesto de amor fueron un impulso para no rendirme y alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A mi mentora, **M. Sc. Maryeri Brizo** por sus consejos incondicionales y por guiarme con dedicación durante mi formación como Médico veterinario. Gracias por ser un ejemplo de superación, compromiso y por inspirarme a crecer tanto en lo profesional como en lo personal.

A mis asesores, **M. Sc. Maryeri Brizo, Ph.D. Carlos Ulloa y M.Sc. Marvin Flores**, por su valiosa orientación y compartir de sus conocimientos durante el desarrollo del estudio esta investigación

Agradezco al **M.Sc. Elder Lenin Flores**, por su apoyo, dedicación y disposición para compartir sus conocimientos durante la aplicación de este estudio. De igual manera, a la empresa **Zoetis**; por su valioso apoyo, el cual contribuyó de manera significativa al desarrollo del presente trabajo.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

INDICE

DEDICATORIA

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. HIPÓTESIS.....	3
3.1 Hipótesis nula (H_0):	3
3.2. Hipótesis alterna (H_1):	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 Situación actual de los protocolos de sincronización de celo en Honduras.	4
4.2 Anatomía del aparato reproductor de la vaca	4
4.3 Fisiología reproductiva en hembras bovinas	5
4.3.1. Eje hipotálamo-hipófisis-ovario	5
4.4 Etapas del ciclo estral	5
4.4.1 Proestro.....	6
4.4.2 Estro.....	6

4.4.3 Metaestro	6
4.4.4. Diestro	6
4.5 Factores que afectan el éxito reproductivo en bovinos	7
4.6 Formas de detección de celo	7
4.7 Hormona utilizadas en la sincronización de celo	7
4.7.1 Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)	7
4.7.2 Benzoato de estradiol (BE).....	8
4.7.3 Gonadotropina coriónica equina (eCG).....	8
4.7.4 Cipionato de estradiol.....	8
4.7.5 Dispositivo intravaginal (DIB)	8
4.7.6. Prostaglandina (PGF2 α)	9
4.8. Sincronización del celo en bovinos	9
4.8.1 Beneficios y ventajas	9
4.8.2 Desventajas.....	9
4.8.3. Tipos de protocolos de sincronización de celo	10
4.9. Inseminación artificial (IA)	10
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
5.1 Ubicación	11
5.2 Materiales y equipos	11
5.3 Tipo de estudio	12
5.4 Población	12
5.5 Criterios de inclusión	12
5.6 Muestra	13
5.7 Metodología	13
5.7.1 Fase 1: Visita a la finca.....	13
5.7.2 Fase 2: Selección de la población.....	14
5.7.3 Fase 3: Aplicación de estudio	15
5.7.4 Fase 4: Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)	17
5.7.5 Fase 5: Diagnóstico reproductivo	17
5.7.6 Fase 6: Recolección de datos.....	17
5.7.7 Fase 7: Análisis de los datos	18

5.7.8. Fase 8: Resultados	18
5.8 Diseño experimental	18
5.9. Variables evaluadas	19
5.9.1 Porcentaje de presencia de celo	19
5.9.2 Porcentaje de gestación	19
5.9.3. Variable relación costo-beneficio	20
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
6.1 Efecto de la tonificación en el estado ovárico	22
6.2 Porcentaje de presencia de celo en los grupos de estudio	23
6.3 Porcentaje de gestación	25
6.4. Relación costo- beneficio por protocolo	27
VII CONCLUSIONES	29
VIII. RECOMENDACIONES.....	30
IX. BIBLIOGRAFÍAS	31
X. ANEXOS.....	37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de las vacas encastadas en cada uno de los protocolos.	14
Tabla 2. Protocolo de tonificación.	14
Tabla 3. Detalle de los protocolos de sincronización de celo.	16
Tabla 4. Análisis costo-beneficio para protocolos de sincronización de celo en vacas doble propósito en finca Las Planchas.	21
Tabla 5. Análisis de la relación costo-beneficio obtenida de la comparación de los diferentes protocolos implementados en esta investigación.	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efectos de la tonificación en la actividad ovárica en vacas de doble propósito	22
Figura 2. Porcentaje de celo en protocolos de vacas de doble propósito.	23
Figura 3. Porcentaje de gestación a los 45 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).	25
Figura 4. Relación de costo-beneficio (C/B) de acuerdo a cada protocolo implementado en esta investigación.	27

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa Finca Las Planchas, aldea las Planchas, Rio Blanco, Catacamas, Olancho.	37
Anexo 2. Hojas de registró de actividades en campo de los protocolos de sincronización de celo.....	38
Anexo 3. Análisis estadístico de significancia del porcentaje del celo.	39
Anexo 4. Análisis estadístico de significancia del porcentaje de la gestación a los 45 días.	39
Anexo 5. Costo estimado por vaca del protocolo 1.....	40
Anexo 6. Costo por vaca del protocolo 2.	41
Anexo 7. Costo por vaca del protocolo 3.	41
Anexo 8. Selección y tonificación de los animales del estudio.....	42
Anexo 9. Identificación del grupo para cada protocolo.	42
Anexo 10. Observación del efecto de la tonificación sobre la actividad ovárica.....	43
Anexo 11. Aplicación del dispositivo intravaginal iniciando con los protocolos de sincronización de celo.	43
Anexo 12. Aplicación del tratamiento hormonal a cada protocolo.	44
Anexo 13. Aplicación de la pintura que ayuda a detectar el celo.....	44
Anexo 14. Vacas sin presencia de pintura que presentaron celo.	45
Anexo 15. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).....	46
Anexo 16. Diagnóstico de gestación a los 45 días.	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ACTB : Acetato de buserelina.
B/C: Relación beneficio/costo.
BE: Benzoato de estradiol.
BN: Beneficio neto por protocolo.
CL: Cuerpo lúteo.
CTP: Costo total por protocolo.
CVG: Costo por vaca gestante.
DIB: Dispositivo intravaginal bovino.
eCG: Gonadotropina coriónica equina.
ECP: Cipionato de estradiol.
FSH: Hormona folículo estimulante.
GnRH: Hormona liberadora de gonadotropina.
IA: Inseminación artificial.
IATF: Inseminación artificial a tiempo fijo.
LH: Hormona luteinizante.
Mg: Miligramos.
MI: Milímetros.
PGF2 α : Prostaglandina.
PGP: Porcentaje de gestación por protocolo.
Ug: Microgramos.
UI: Unidades Internacionales.

Sanchez, K.E (2025). Comparación de tres protocolos de sincronización de celo en bovinos de doble propósito en finca Las Planchas, Rio Blanco, Catacamas, Olancho. Tesis. Médico Veterinario. 60 págs.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo comparar tres protocolos de sincronización de celo en bovinos de doble propósito en la finca Las Planchas, Rio Blanco, Catacamas, Olancho. Para el desarrollo de esta investigación se trabajó con un lote de 20 vacas con encaste de Holstein/Brahman, Pardo Suizo/Brahman y Simmental, divididos en dos grupos de siete vacas y un grupo con 6 vacas, posteriormente se separaron los grupos por protocolos; el protocolo uno (P1) consistió en el día 0, aplicación de un dispositivo intravaginal (DIB) + 2mg benzoato de estradiol (BE); día 8, se retira el DIB + 2.5 ml acetato de buserelina (ACTB) + 500 µg cloprostenol sódico; día 9, 1mg BE y el día 10 inseminación artificial a tiempo fijo. El protocolo dos (P2) día 0, la aplicación de DIB + 2 mg de BE; día 8, se retira el DIB + 400UI de eCG + 500µg cloprostenol sódico + 1mg ECP y el día 10 IATF. El protocolo tres (P3). aplicación del DIB + 2.5ml (ACTB); día 5, se retira el DIB + 400 UI de eCG + 500µg Cloprostenol sódico; día 8, las vacas que manifestaron celo se les realizo inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), las vacas que no presentaron celo, se les aplico 2.5ml (ACTB) para posteriormente realizar IATF de ocho a 10 horas. El porcentaje de presencia de celo tuvo una diferencia significativa ($P<0.05$), obteniendo para el P1, P2 y P3 un porcentaje del 0%, 100% y 33%. En los porcentajes de gestación no se obtuvo una diferencia significativa ($P>0.05$), obteniendo 0%, 28.57% y 16.67% para los protocolos en el mismo orden. En cuanto a la evaluación económica, el protocolo 2 fue el más rentable con una relación costo beneficio de 0.95 lempiras de ganancia por cada lempira invertido. Concluyendo que el protocolo dos (P2) a base de ECP y eCG es el mejor tratamiento para la sincronización de celo en vacas de doble propósito de este estudio.

Palabras claves: sincronización de celo, eficiencia reproductiva, cipionato de estradiol, bovinos de doble propósito, IATF.

I. INTRODUCCIÓN

La reproducción bovina representa un componente esencial para el desarrollo eficiente y sostenible de la ganadería en Honduras (SAG, 2024). En este contexto, la sincronización de celo se ha convertido en una herramienta clave de la biotecnología reproductiva, especialmente en la ganadería, para mejorar la eficiencia reproductiva y la planificación de la producción, permitiendo manipular el ciclo estral de los animales para que un gran número de ellos entren en celo y ovulen en un corto período de tiempo, facilitando el uso de otros programas de reproducción (Hernández *et al.*, 2023).

La sincronización de celo ha sido una técnica que permite el uso de hormonas exógenas que ayudan a regular la actividad del ciclo estral para controlar el momento de la ovulación. Permitiendo el uso de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), los cuales reducen los costos en la detección de celo y permite inseminar a un grupo de vacas en un tiempo determinado (Intagri, 2018). Asimismo, hay una mejora en el manejo reproductivo, planificación de partos en épocas esperadas, control de enfermedades de transmisión sexual, el mejoramiento genético y una mayor rentabilidad en la ganadería (Izquierdo, 2023).

La implementación de programas de sincronización de celo destaca la importancia en la ganadería moderna para mejorar la eficiencia reproductiva y la producción, permitiendo un mayor control sobre el ciclo reproductivo de los animales (Gildemeister, 2022). Es por ello, que en este trabajo se realizó la comparación de tres protocolos de sincronización de celo aplicados en bovinos de doble propósito en fincas las Planchas, Rio Blanco, Catacamas, Olancho.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia reproductiva de tres protocolos de sincronización de celo en bovinos de doble propósito en fincas Las Planchas, Rio Blanco, Catacamas, Olancho.

2.2. Objetivos específicos

Conocer la dinámica folicular antes y después de la aplicación de la tonificación en las vacas tratadas con cada uno de los protocolos de sincronización.

Calcular el porcentaje de presencia de celo con el uso de los diferentes protocolos de sincronización de celo utilizado en bovinos de doble propósito de finca las Planchas.

Determinar el porcentaje de gestación con el uso de los diferentes protocolos de sincronización de celo utilizado en bovinos de doble propósito en finca las Planchas.

Estimar el costo beneficio en el uso de los diferentes protocolos de sincronización de celo utilizados en bovinos de doble propósito.

III. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis nula (H_0):

No existen diferencias significativas en la eficiencia reproductiva (porcentaje de presencia de celo y gestación), entre los tres protocolos de sincronización de celo aplicados a bovinos de doble propósito en la finca las Planchas.

3.2. Hipótesis alterna (H_1):

Existen diferencias significativas en la eficiencia reproductiva (porcentaje de presencia de celo y de gestación), entre los tres protocolos de sincronización de celo aplicados a bovinos de doble propósito en la finca las Planchas.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Situación actual de los protocolos de sincronización de celo en Honduras.

Según Leiva (2023), el sector ganadero es un pilar fundamental de la economía hondureña con un aporte del 13% al Producto Interno Bruto (PIB) agrícola, representando un 36% de la población económicamente activa, demostrando la importancia de este rubro. La Secretaría de Agricultura Ganadería (SAG), anuncia un plan de inseminación artificial para mejorar producción ganadera (SAG, 2024). La situación actual de los protocolos de sincronización de celo en Honduras demuestra un avance significativo en la gestión reproductiva del ganado, permitiendo la aplicación de técnicas modernas como la IATF, para el desarrollo eficiente y sostenible de las ganaderías hondureñas (Flores, 2020).

4.2 Anatomía del aparato reproductor de la vaca

El aparato reproductor de la hembra presenta una estructura tubular, cilíndrica y bicorne. Está ubicado en el suelo de la pelvis y tiene como función principal la reproducción, incluyendo la ovulación, la fecundación, la gestación y el parto formado por los siguientes órganos:

- La vulva: es el orificio externo del aparato reproductor, siendo la única parte visible desde el exterior de la vaca.
- La vagina: es de gran importancia ya que sirve como receptáculo del semen depositado por el toro en el proceso de monta natural y como canal para la salida del feto durante el parto.

- El cérvix: es esencialmente el cuello del útero, sirve como conducto para los espermatozoides y para el feto al nacer.
- El cuerpo del útero es relativamente corto y poco desarrollado, mientras que los cuernos uterinos son más largos y están bien desarrollados.
- Oviducto: son la estructura que unen los cuernos uterinos y los ovarios, siendo las estructuras responsables por el transporte del ovulo.
- El ovario: son las estructuras más importantes y complejas del tracto reproductor de las vacas, contiene miles de estructuras diminutas llamadas folículos primarios, esta célula germinal tiene el potencial de madurar y convertirse en un óvulo si el folículo completa su desarrollo (Turner, 2014).

4.3 Fisiología reproductiva en hembras bovinas

4.3.1. Eje hipotálamo-hipófisis-ovario

El hipotálamo está situado en la base del cerebro, formado por núcleos iguales de neuronas y se comunica con la hipófisis por un sistema circulatorio especial, el cual se conoce como sistema porta-hipotálamo-hipofisiario, secretando hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), la cual llega a la hipófisis y esto hace que estimule la secreción de la hormona luteinizante (LH) y así como también de la hormona folículo estimulante (FSH) (García, 2021).

4.4 Etapas del ciclo estral

La hembra bovina presenta ciclos de entre 19 a 23 días, esto solo se verá interrumpido durante la gestación o por alguna patología, siendo el estro el periodo en el cual hay aceptación para la cópula el cual dura entre 8 a 18 horas (Hernández, 2016).

4.4.1 Proestro

Esta fase se distingue de las demás ya que no hay un cuerpo lúteo útil, también se distingue por el desarrollo del folículo ovulatorio; en ese sentido, la etapa de proestro en las hembras bovinas tiene una duración de entre dos a tres días, en dónde se da un incremento de la frecuencia de los pulsos de segregación de LH los cuales llevan a una maduración final del folículo ovulatorio (Hernández, 2016).

4.4.2 Estro

Aquí la hembra bovina permite que otra hembra la monte, provocado por el incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por el folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo con una duración entre las ocho y 18 horas (García, 2021).

4.4.3 Metaestro

Dura entre cuatro a cinco días; es aquí que sucede la ovulación y el desarrollo del cuerpo lúteo donde la progesterona empieza a incrementarse para alcanzar altos niveles de 1 ng/mL, entonces el cuerpo lúteo llegó a la madurez (Hernández, 2016).

4.4.4. Diestro

Esta etapa es la que lleva mayor tiempo de todo el ciclo, dura de 12 a 14 días; el cuerpo lúteo sostiene su funcionalidad, por lo cual de 12-14 días de exposición a la progesterona el endometrio comienza a secretar PGF2 en un patrón pulsátil, el cual termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro (García, 2021).

4.5 Factores que afectan el éxito reproductivo en bovinos

El éxito reproductivo en vacas está determinado por una combinación de factores fisiológicos, nutricionales, sanitarios, ambientales y de manejo; en primer lugar, el estado de salud general y la condición corporal influyen directamente; vacas con deficiencias energéticas o enfermedades metabólicas suelen presentar anestro, asimismo, la nutrición desempeña un papel clave: una dieta balanceada en energía, proteína, minerales, vitaminas favorece la función hormonal y a nivel ambiental, el estrés calórico reducir la expresión de celo (Peón *et al.*, 2022).

4.6 Formas de detección de celo

La detección del celo en hembras bovinas puede realizarse mediante diferentes métodos; el método más tradicional es la observación visual, que consiste en identificar signos externos como la aceptación de la monta, la presencia de mucosidad clara, inflamación de la vulva, reflejo de flehmen y se pueden utilizar animales marcadores, como toros vasectomizados (Perry, 2021). Otra alternativa práctica es el uso de dispositivos físicos, como pintura en la grupa o parches adhesivos que se activan con la presión de la monta; en sistemas más tecnificados, se emplean los podómetros y collares inteligentes, que detectan cambios en los comportamientos (Skelly, 2018).

4.7 Hormona utilizadas en la sincronización de celo

4.7.1 Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)

El tratamiento con GnRH durante el ciclo estral provoca la liberación de LH, la ovulación y la luteinización de los folículos grandes y también sincroniza las ondas foliculares (Mohammadi, 2019).

4.7.2 Benzoato de estradiol (BE)

El benzoato de estradiol (BE) es una hormona estrogénica sintética utilizada en ganado vacuno para diversos fines reproductivos, principalmente para optimizar los tratamientos con progestágenos y sincronizar el ciclo estral; en concreto, el benzoato de estradiol (BE) puede usarse para mejorar la tasa de preñez y mejorar la eficiencia de la inseminación artificial a tiempo fijo (Fallah *et al.*, 2024).

4.7.3 Gonadotropina coriónica equina (eCG)

Es una hormona producida por la placenta de yeguas preñadas y se utiliza en vacas para mejorar la reproducción en las etapas del posparto; el aumento de las tasas de ovulación y preñez en vacas, utilizada en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Garnica *et al.*, 2015).

4.7.4 Cipionato de estradiol

El Cipionato de estradiol es un agente hormonal estrogénico indicado para el manejo reproductivo del bovino; es utilizado como complemento en la inducción y sincronización de celos con progestágenos, con prostaglandinas y GnRH o como complemento en el tratamiento del anestro posparto en bovinos (Proagro, 2021).

4.7.5 Dispositivo intravaginal (DIB)

Se utiliza para la sincronización del ciclo estral, lo que permite la inseminación artificial a tiempo fijo y mejora la eficiencia reproductiva, logrado la liberación continua de progesterona que suprime la actividad del ciclo ovárico y al retirarlo se induce la ovulación y el celo (Zapata *et al.*, 2016).

4.7.6. Prostaglandina (PGF2 α)

Se ha demostrado el papel crucial en la función ovárica, uterina, placentaria e hipófisis para regular la reproducción en el ganado hembra, desempeñando papeles importantes en la ovulación, función lútea, reconocimiento materno del embarazo, el mantenimiento de la gestación, la ruptura folicular y la ovulación (Weems & Randel, 2006).

4.8. Sincronización del celo en bovinos

Es una técnica de manejo reproductivo que manipula el ciclo estral para que las vacas expresen celo al mismo tiempo, permitiendo una inseminación artificial más eficiente, destacando la importancia en alcanzar mejores desempeños reproductivos incrementando la efectividad de los tratamientos con la inducción de la ovulación y la ciclicidad, permiten lograr muy buenas tasas de preñez en campo (Intagri, 2018).

4.8.1 Beneficios y ventajas

Mejora la eficiencia reproductiva al sincronizar el celo, se pueden realizar inseminaciones artificiales (IA) o apareamientos en momentos precisos, aumentando la tasa de concepción, mayor control sobre el ciclo estral, planificación de partos y mayor eficiencia en la cría (Izquierdo, 2023).

4.8.2 Desventajas

Los protocolos de sincronización pueden requerir el uso de hormonas y dispositivos intravaginales, lo que puede aumentar los costos de producción, como el aumento en la mano de obra, requiere conocimientos técnicos (Gómez, 2008).

4.8.3. Tipos de protocolos de sincronización de celo

El éxito en la sincronización de celos requiere el control de las fases lútea y folicular del ciclo estral; los protocolos de sincronización de celos se pueden agrupar en cuatro clases principales: 1) basados en prostaglandina F_{2α} (PG), 2) basados en la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), 3) basados en progesterona, y 4) combinación (Perry, 2021).

4.8.3.1. Protocolos combinados

Cuando la prostaglandina (PGF), hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), o progestágenos se utilizan solas, sólo sincronizarán las fases lútea o folicular del ciclo estral, por lo tanto, la mayoría de los protocolos de sincronización de celos combinan los métodos anteriores para controlar ambas fases del ciclo estral, siendo importantes porque permiten una mayor eficiencia y control en la reproducción animal, especialmente en bovinos; combinando diferentes métodos, como el uso de hormonas así como dispositivos intravaginales; se logra sincronizar el ciclo estral al igual que la ovulación en un grupo de hembras, facilitando la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) y optimizando los resultados reproductivos (Intagri, 2018).

4.9. Inseminación artificial (IA)

La inseminación artificial es una técnica de la biotecnología de la reproducción más utilizada en la ganadería bovina, la cual consiste en depositar el semen de un toro genéticamente superior en el aparato reproductor de la hembra, optimizando así la eficiencia en genética y productiva del hato (Parish & Larson, 2021).

La Inseminación artificial a Tiempo Fijo (IATF) representa el avance de la técnica convencional, mediante la utilización de hormonas, permite sincronizar los celos y ovulaciones. Gracias a eso, permite inseminar una gran cantidad de animales en un tiempo programado, logrando uniformidad en los partos, así como en los días abiertos (Over, 2018).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación

Esta investigación se realizó en finca Las Planchas, ubicada en el sector de Rio Blanco, municipio de Catacamas, departamento de Olancho; esta zona se caracteriza por un clima tropical, con una temperatura media anual de 24.7 °C, se encuentra a 450 metros sobre el nivel del mar, con 14°27'08.6"N de coordenada horizontal (X) y con 85°44'46.6"W de coordenada vertical (Y) (anexo 1) (earth, 2025).

5.2 Materiales y equipos

En el estudio se utilizaron los siguientes materiales y equipos: dispositivos intravaginales de progesterona (DIB), benzoato de estradiol (BE), cloprostenol sódico (PGF2 α), gonadotropina coriónica equina (eCG), acetato de buserelina (ACTB), cipionato de estradiol (ECP), pintura celocheck, jeringas desechables de 3 ml, guantes de palpación, lubricante obstétrico para facilitar la inserción del DIB, termómetro digital veterinario, listones de colores (azul, rojo, amarillo), hoja de cotejo, hojas de registro de tratamientos y botas.

Equipo portátil de inseminación artificial, ecógrafo transrectal, aplicador, pajuelas, termo criogénicos con nitrógeno líquido, computadora portátil con programas como Microsoft Excel y Word para registro y análisis estadístico de los datos, impresora para la generación de reportes y material de campo.

5.3 Tipo de estudio

El estudio de esta investigación se clasificó como un diseño experimental, longitudinal y analítico, siendo experimental por la aplicación de manera controlada de tres protocolos hormonales diferentes para la sincronización del celo en vacas de doble propósito, el cual ayudó a evaluar el efecto sobre la eficiencia reproductiva; se consideró longitudinal ya que se le dio seguimiento a cada animal durante todo el proceso de tratamiento, registrando variables como la respuesta al celo, porcentaje de preñez y la relación costo-beneficios, asimismo el enfoque analítico permitió comparar la efectividad de los diferentes protocolos implementados.

5.4 Población

La población objeto de estudio, estuvo conformada por bovinos doble propósito con un encaste de Holstein/Brahman, Pardo Suizo/Brahman y Simmental pertenecientes a la finca Las Planchas en la aldea de las Planchas, municipio de Catacamas.

5.5 Criterios de inclusión

Antes de iniciar con la investigación se tomaron en cuenta ciertos criterios en las vacas: vacas con una condición corporal promedio de 3 puntos (escala del 1-5) según Hazard (2015), con edad comprendida entre los cuatro y seis años, vacas totalmente vacías (en lactancia y horras), con un encaste de Holstein/Brahman y Pardo Suizo/Brahman y 3 vacas de la raza Simmental. Es importante mencionar que las vacas sometidas a los diferentes protocolos de sincronización fueron inseminadas con el mismo semen; además de ser sometidas a las mismas prácticas de manejo (alimentación, desparasitación y tonificación).

5.6 Muestra

Se seleccionaron un total de 20 hembras que cumplieron con todos los criterios de inclusión, las cuales fueron divididas en tres grupos: siete vacas para el protocolo uno, siete vacas para el protocolo dos y seis vacas para el protocolo tres; mismos que fueron distribuidos de acuerdo al encaste.

5.7 Metodología

Esta investigación se desarrolló en ocho fases que contemplaron distintos criterios de evaluación reproductiva determinando la efectividad de los tres protocolos hormonales de sincronización de celo en vacas de doble propósito. A continuación, se describen cada una de ellas:

5.7.1 Fase 1: Visita a la finca

La investigación se llevó a cabo en la finca Las planchas, ubicada en Rio Blanco, Catacamas, Olancho; teniendo como finalidad principal la producción de leche y carne, así como la comercialización de sementales, se realizó una evaluación por medio de una hoja de cotejo en la cual se obtuvo que la finca cuenta con topografía predominante plano, las razas que mantiene la finca son encastes de Holstein/Brahman y Pardo Suizo/Brahman y Simmental, la alimentación del hato en general es mediante pastoreo en potreros sembrados con pasto *Urochloa brizantha*.

En la finca Las Planchas se utiliza un manejo sanitario como desparasitación y vitaminación de manera trimestral con el uso de Doramectina y vitamina AD3E, asimismo se realiza una vacunación anual contra las enfermedades clostridiales.

5.7.2 Fase 2: Selección de la población

En esta fase se seleccionaron 20 animales que cumplieron con los criterios de inclusión, distribuyéndolos en tres grupos: siete vacas en el protocolo uno, siete vacas en el protocolo dos y 6 vacas en el protocolo tres. La distribución de los encaste en cada protocolo se dividieron de la forma más homogénea (tabla 1).

Tabla 1. Distribución de las vacas encastadas en cada uno de los protocolos.

Encastes	Protocolo 1	Protocolo 2	Protocolo 3
Pardo/Brahman	1	2	1
Holstein/Brahman	1	1	1
Brahman/Pardo	2	1	1
Brahman/ Holstein	2	2	2
Simmental	1	1	1

5.7.2.1. Tonificación

Las 20 vacas utilizadas en la presente investigación fueron tonificadas con diferentes suplementos, el protocolo de tonificación se describe a continuación:

Tabla 2. Protocolo de tonificación.

Actividad	Tratamiento	Producto comercial	Dosis
Tonificación	Minerales Se, Cu, Zn, Mn	Farmin	5 ml
	Selenio, fósforo y vitamina ADE	Selade	10 ml
	Vitamina B12	Cato-Vet B12	10ml

5.7.3 Fase 3: Aplicación de estudio

Durante esta fase del estudio, se hizo la aplicación de tres protocolos de sincronización de celo donde se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en cada uno de ellos; estos fueron diferenciados por el tipo de hormonas administradas; por ello, con el fin de identificar cada grupo de tratamiento, los animales de estudio se identificaron con cuerdas de colores: azul para el tratamiento uno, rojo para el tratamiento dos y amarillo para el tratamiento tres.

5.7.3.1. Protocolos de sincronización

El protocolo de sincronización de celo uno (P1) (protocolo convencional con benzoato de estradiol), consistió en el siguiente tratamiento hormonal: en el día 0, aplicación de un dispositivo intravaginal (1g progesterona) (DIB) + 2mg de benzoato de estradiol (BE); día 8, se retira el DIB + 2.5 ml acetato de buserelina (ACTB) + 500 µg cloprostenol sódico+ la pintura para detectar celo; día 9, 1mg de benzoato de estradiol (BE) y el día 10, se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a todo el grupo.

El protocolo dos (P2) (convencional con el uso de eCG), se implementó por medio del siguiente tratamiento hormonal de sincronización de celo: el día 0, inicia con la aplicación de dispositivo intravaginal (1g progesterona) (DIB) + 2 mg de benzoato de estradiol (BE); día 8, se retira el DIB + 400UI de gonadotropina coriónica equina sérica (eCG) + 500µg cloprostenol sódico + 1mg de cipionato de estradiol (ECP) + la pintura para detectar celo y el día 10, se realizó inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a las vacas que manifestaron celo, mientras que a las que no presentaron signos de celo se aplicó 2.5 ml acetato de buserelina por lo cual se inseminaron 60 horas después del retiro del DIB.

Protocolo tres (P3) (J-Synch modificado) consistió en el siguiente protocolo de sincronización de celo: el día 0, aplicación de dispositivo intravaginal (1g progesterona) (DIB) + 2.5ml acetato de buserelina (ACTB); día 5, se retira el DIB + 400 UI de gonadotropina coriónica equina sérica (eCG) + 500µg Cloprostenol sódico + la pintura para detectar celo; día 8, las vacas que manifestaron celo se les realizó inseminación

artificial a tiempo fijo (IATF), las vacas que no presentaron celo, se les aplicó 2.5ml acetato de buserelina (ACTB) para posteriormente realizar inseminación artificial a tiempo fijo de ocho a 10 horas.

Tabla 3. Detalle de los protocolos de sincronización de celo.

Día	Protocolo 1 (Listón azul)	Protocolo 2 (Listón rojo)	Protocolo 3 (Listón verde)
Día 0	Aplicación de DIB + 2mg BE	Aplicación de DIB + 2mg BE	Aplicación de DIB + 2.5ml acetato de buserelina (ACTB).
Día 5	_____	_____	Retiro de DIB +400UI eCG sérica + 500µg Cloprostenol sódico + aplicación de pintura detectora de celo
Día 8	Retiro de DIB + 500µg Cloprostenol sódico+2.5ml acetato de buserelina (ACTB)	Retiro de DIB + 500µg Cloprostenol sódico+400UI eCG sérica + 1mg ECP + aplicación de pintura detectora de celo	IATF positivas a celo. No celo, aplicar 2.5ml acetato de buserelina IATF 8-10 horas de la aplicación
Día 9	1mg BE	_____	_____
Día 10	IATF post-retiro del DIB	IATF positivas a celo. No celo, aplicar 2.5ml Acetato de buserelina, IA a las 60 horas	_____

Para aplicar el dispositivo intravaginal de 1g de progesterona correctamente, se introdujo la parte angosta del dispositivo (el vértice de la “Y”) en el aplicador, se lubrico y colocho de forma ovalada vertical en la vagina de la vaca con una ligera inclinación hacia arriba. Al pasar el vestíbulo vaginal, se giró el aplicador entre 90° y 180° para que los brazos del DIB quedaran horizontales, lo cual evito que se salieran. Luego, se presionó firmemente el émbolo para liberar el dispositivo en el fondo de la vagina y se retiró el aplicador, asegurándose de que el cordón del DIB quedara colgando fuera de la vulva. fue importante usar guantes, lubricante y mantener higiene para evitar lesiones o infecciones.

5.7.4 Fase 4: Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

Las vacas completaron las fases del protocolo de sincronización de celo, una sola persona procedió a realizar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) de acuerdo a cada protocolo que se implementó, se descongeló el semen a 35–37 °C en la vagina de la vaca por 30 segundos; las vacas que no presentaron activación de la pintura o celo visible se realizó una palpación rectal para observar si había presencia de moco cervical, en los casos que no presentaron el estro se aplicó una dosis de acetato de buserelina para posteriormente realizar inseminación artificial en las vacas tratadas con el protocolo 2 y 3.

Se realizó una evaluación del semen con el que se realizó la IATF. En el cual se utilizaron pajillas de semen del toro Pardo nombrado Taka de uso comercial; reflejando lo siguiente: una motilidad total del 58.6%, motilidad progresiva de 39.9%, una mortalidad de 41.4%, presentando un 9.5% de anormalidades.

5.7.5 Fase 5: Diagnóstico reproductivo

Cumplido un período de 45 días posteriores a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), se realizó un diagnóstico reproductivo por medio de ecografía transrectal, con el objetivo de confirmar la preñez de las vacas tratadas. Previo a este diagnóstico, entre los días 17 y 24 post-inseminación, se llevó a cabo una observación diaria de las vacas que repitieron celo siendo >50%, lo cual indicó la ausencia de concepción. Las vacas que manifestaron signos evidentes de estro en ese intervalo fueron registradas como no gestantes posteriormente confirmadas por medio de la ecografía.

5.7.6 Fase 6: Recolección de datos

Estos datos fueron organizados en tablas según los protocolos utilizados, así como el porcentaje de celo, porcentaje de gestación y costo-beneficio, siendo de utilidad para realizar el análisis comparativo. Finalmente, se registraron los datos mediante una hoja de registro que incluyo: fechas de cada aplicación de los deferentes protocolos de sincronización de celo, fechas y hora de inseminación artificial a tiempo fijo, fecha del diagnóstico de gestación (anexo 3).

5.7.7 Fase 7: Análisis de los datos

Se realizo un análisis estadístico en el cual los datos fueron tabulados en Excel y posteriormente se analizaron por medio del programa Infostat con un nivel de significancia del 0.05, utilizando la prueba de medias de Tukey.

5.7.8. Fase 8: Resultados

Se compararon los resultados entre los tres protocolos, considerando los índices reproductivos clave (porcentaje de presencia de celo y porcentaje de gestación). Esta fase busco identificar cuál tratamiento resultó más efectivo bajo las condiciones de finca las Planchas; además de la eficiencia reproductiva, se analizaron los costos asociados a cada protocolo, lo que permitió valorar la relación costo-beneficio de cada tratamiento. Los resultados obtenidos permitieron hacer recomendaciones técnicas al productor sobre cuál protocolo implementar a mayor escala para mejorar la eficiencia reproductiva del hato.

5.8 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos los cuales corresponden a los tres protocolos de sincronización de celo, se usaron siete repeticiones para los tratamientos uno y dos, y seis repeticiones para el tercer protocolo. Se utilizó el programa de Infostat para realizar el análisis de varianza con un nivel de significancia del 5%, y la prueba de medias de Tukey para encontrar diferencias entre los tratamientos.

5.9. Variables evaluadas

5.9.1 Porcentaje de presencia de celo

El porcentaje de presencia de celo fue una de las variables que permitió evaluar la respuesta de las vacas a cada protocolo implementado por lo cual se calculó dividiendo el número de vacas que manifestaron celo entre el total de vacas tratadas por grupo, multiplicado por 100, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de detección de celo} = \frac{\text{Número de vacas que presentaron celo}}{\text{Número total de vacas tratadas}} \times 100$$

5.9.2 Porcentaje de gestación

Se utilizó como una variable clave para evaluar la eficiencia reproductiva de diferentes tratamientos de sincronización de celo aplicados en vacas. Esta variable permitió cuantificar el éxito reproductivo alcanzado con cada tratamiento específico, calculando el número de vacas gestantes dividido entre el número total de vacas tratadas dentro de cada grupo, multiplicado por 100, utilizando la siguiente fórmula:

Porcentaje de gestación por protocolo (PGP)

$$\text{Porcentaje de gestación:} \left(\frac{\text{Número de vacas gestantes por protocolo}}{\text{Número total de vacas por protocolo}} \right) \times 100$$

5.9.3. Variable relación costo-beneficio

Para complementar el estudio de los protocolos de sincronización de celo utilizados en esta investigación, se realizó un análisis costo-beneficio por protocolo. Para ello, se calcularon los costos totales involucrados en cada tratamiento y se contrastaron con los ingresos generados por las vacas gestantes. Identificando cuál de los tratamientos ofrece el mayor retorno económico por cada cantidad monetaria invertida, por lo cual se utilizó un formato que contemplo: producto, dosis, cantidad utilizada, precio y total de costo por protocolos aplicados (anexo 4,5,6). Aplicando las siguientes fórmulas para el análisis costo-beneficio:

- a) Costo total por protocolo (CTP):

$$CTP = (\text{Costo del protocolo hormonal} + \text{Costo de aplicacion} + \text{Costo de IA}) \times \text{Número de vacas tratadas}$$

- b) Costo por vaca gestante (CVG):

$$CVG = \frac{\text{Costo total del protocolo}}{\text{Número de vacas gestantes}}$$

- c) Beneficio neto por protocolo (BN)

$$BN = (\text{valor estimado por vaca gestante} \times \text{numero de vacas gestantes}) - \text{Costo total del protocolo de sincronización}$$

- d) Relación beneficio/costo (B/C)

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficio total}}{\text{Costo total del protocolo de sincronización}}$$

De acuerdo a Pablo (2024), para interpretar los resultados se debe hacer una comparación sobre el número 1: **Mayor a 1** significa que el beneficio es superior al costo, por lo que es viable. **Igual a 1**, este resultado quiere decir que ambos valores son iguales, por lo que no es viable, ya que no existe ninguna ganancia. **Menor a 1** indica que no es viable el proyecto, pues es mayor el costo que el beneficio que se obtiene.

Tabla 4. Análisis costo-beneficio para protocolos de sincronización de celo en vacas doble propósito en finca Las Planchas.

Variable	Protocolo 1	Protocolo 2	Protocolo 3
Nº vacas tratadas			
Nº vacas gestantes			
Costo unitario por tratamiento			
Costo total			
Valor estimado por vaca gestante			
Beneficio total			
Costo por vaca gestante			
Relación beneficio/costo			

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Efecto de la tonificación en el estado ovárico

Se evaluó el estatus ovárico de las vacas antes de que se comenzara con la tonificación y 14 días posterior a la tonificación, comparando los cambios ocurridos durante la tonificación con minerales, vitaminas ADE y vitamina B12. Para ello, se utilizó la siguiente clasificación: 1) presencia de cuerpo lúteo, 2) folículo dominante y 3) ausencia de estructuras ováricas visibles.

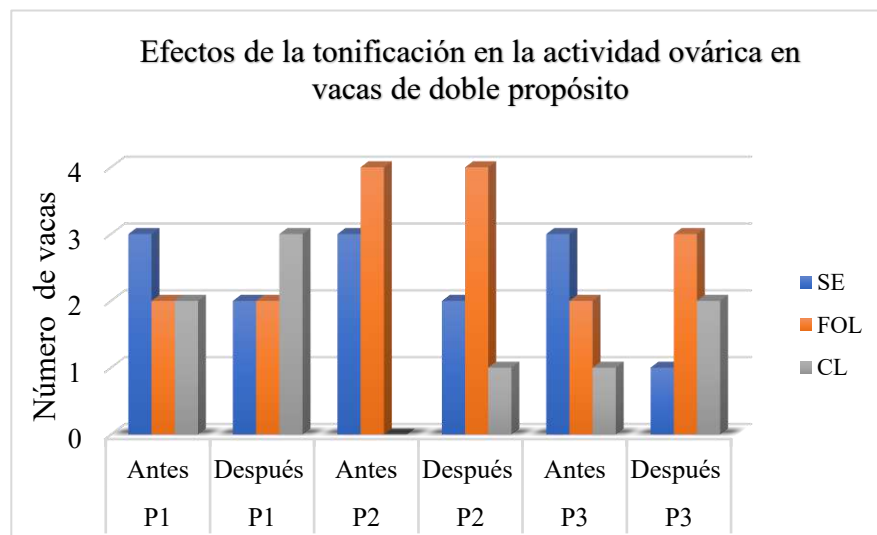


Figura 1. Efectos de la tonificación en la actividad ovárica en vacas de doble propósito

En la gráfica se observa la comparación del protocolo uno (P1), protocolo dos (P2) y el protocolo tres (P3) en los que antes de la tonificación se presentó una mayor cantidad de vacas sin estructuras ováricas o folículos <10mm (SE) con una menor proporción en

folículos >10mm (FOL) y cuerpos lúteos (CL), reflejando un anestro o baja actividad ovárica.

Después de la tonificación se aprecia un aumento en la presencia de folículos >10mm (FOL) y cuerpos lúteos, observando una reducción en el número de vacas sin estructuras (SE). Lo que indica que mejoró la condición reproductiva post tonificación (minerales, desparasitante y vitaminas). Estos resultados concuerdan con estudios que demuestran que la suplementación de vitaminas, así como de minerales favorecen en la función y el desempeño reproductivo (Del Río-Avilés *et al.*, 2022; Palomares *et al.*, 2024).

6.2 Porcentaje de presencia de celo en los grupos de estudio

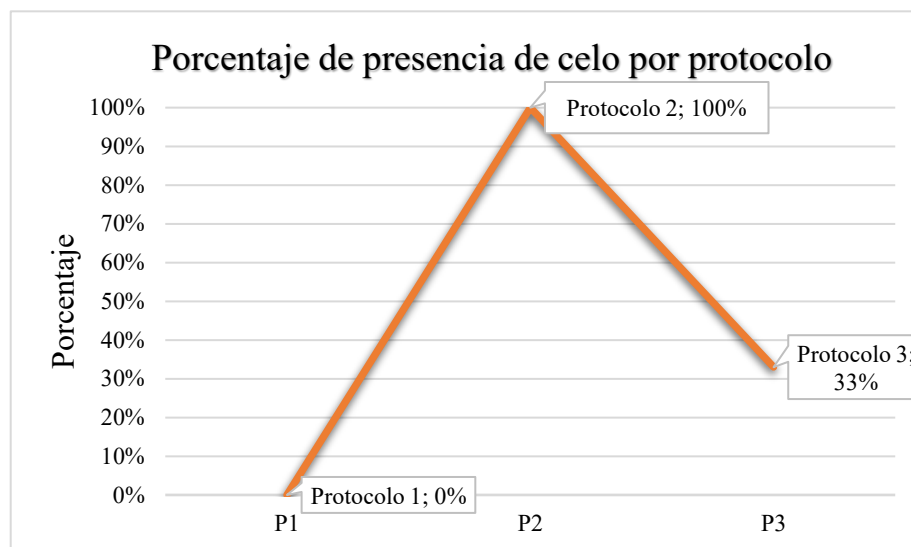


Figura 2. Porcentaje de celo en protocolos de vacas de doble propósito.

De acuerdo al análisis estadístico realizado mediante el programa de infostat, se encontró que el protocolo 2 con un 100% de presencia de celo, mostró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en comparación del protocolo 1 y el protocolo 3, sin embargo, entre el protocolo 1 y el protocolo 3 no hubo diferencia significativa con un valor de $P > 0.05$.

Los resultados de la figura 2, demuestran que en el protocolo 1 de sincronización de celo con el uso de hormonas: dispositivo intravaginal (DIB), benzoato de estradiol (BE), acetato de buserelina y cloprostenol sódico, obtuvo un 0% de presencia de celo. Según Baruselli *et al.* (2004) los protocolos basados en la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) presentan más inconsistencias en la sincronización de celo debido al número variable de vacas en anestro. Esto se debe a que la GnRH induce a la ovulación de un folículo ya existente por lo tanto su eficacia al momento de la aplicación dependerá del estado fisiológico del ovario (Sá Filho *et al.*, 2010).

También se observó que en el protocolo dos (P2) con el uso de hormonas del dispositivo intravaginal (DIB), benzoato de estradiol, gonadotropina coriónica equina, cipionato de estradiol y cloprostenol sódico se obtuvo un 100% de la presencia de celo. Estos resultados son relativamente similares a los obtenidos por Campos (2020) quien utilizando hembras encastadas de la raza Pardo Suizo, Holstein, Brahman obtuvo un 80% de presencia de celo. Asimismo, los valores obtenidos superan los descritos por Gildemeister (2022), quien observó una respuesta de 63.89% de celo en el protocolo que incluye estrógenos (cipionato de estradiol) y gonadotropina coriónica equina (eCG).

Mientras que el protocolo tres (P3) con el uso del dispositivo intravaginal (DIB), acetato de buserelina, eCG y cloprostenol sódico presentó un 33% de celo, siendo menor en comparación al protocolo 2 (DIB/ECP+eCG+PGF). Núñez *et al.* (2014) demostró que el uso de gonadotropina coriónica equina (eCG) al retiro del dispositivo intravaginal (DIB) incrementa la tasa de crecimiento del folículo y la tasa de ovulación lo que favorece a la presencia visible de signos de celo. Por su parte, Dalla (2022) reportó que el uso de cipionato de estradiol a dosis de 1mg en vacas con cría aumenta las manifestaciones de celo, alcanzando un 92.1% de celo en su investigación.

6.3 Porcentaje de gestación

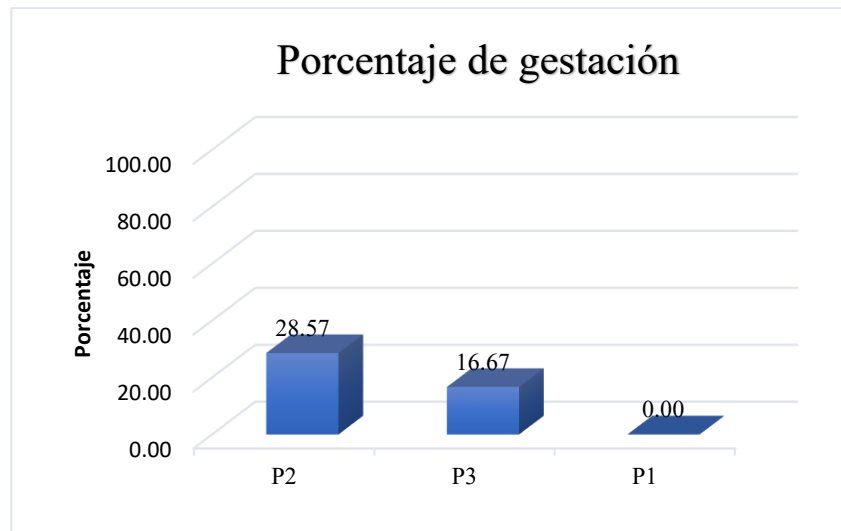


Figura 3. Porcentaje de gestación a los 45 días después de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

Mediante el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) en el porcentaje de gestación entre los tres protocolos de sincronización de celo en vacas de doble propósito.

En la figura 3. se muestran los resultados indicando el porcentaje de gestación obtenido de los protocolos de sincronización de celo, en los cuales no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$). Se evidencia que el protocolo 1; con uso de dispositivo intravaginal (DIB), benzoato de estradiol (BE), acetato de buserelina y cloprostenol sódico, obtuvo un 0% de gestación. Estos resultados coinciden con los reportados por Gálvez (2023), quien implementó el mismo protocolo en vacas de la raza jersey, holstein y pardo suizo, las cuales fueron tonificados previos a la sincronización de celo, obteniendo igualmente un resultado del 0% de gestación en el primer servicio.

El uso de acetato de buserelina en el momento del retiro del DIB puede provocar resultados inferiores con respecto al porcentaje de preñez en comparación con la administración de la misma hormona al momento de la inseminación artificial a tiempo fijo, ya que algunos estudios demuestran que la administración de GnRH en el momento de la IATF produce una ovulación más sincronizada y mejores tasas de preñez (Sá Filho *et al.*, 2010). Asimismo, Burnett *et al.* (2022), concluyeron en su estudio que la fertilidad de las vacas con menor expresión del estro puede incrementarse mediante la administración de GnRH durante la inseminación artificial.

El protocolo dos (P2) obtuvo un 28.57% de gestación correspondiente a 2 vacas gestantes de 7 vacas tratadas, resultados inferiores a los reportados por Gildemeister (2022) quien registró un 34.78% de gestación trabajando con 36 vacas distribuidas de acuerdo con la raza o encaste (Holstein, Jersey, Pardo y sus encastes). Sin embargo, estos valores son superiores al estudio de Campos (2020) quien reportó un 25% de gestación en el primer servicio en un grupo de 20 vacas encastadas de la raza Pardo Suizo, Holstein, Brahman en el departamento de Choluteca, Honduras.

El protocolo 3 (P3) presentó 16.67% de gestación equivalente a una vaca gestante de 6 vacas tratadas, siendo inferior a los resultados del protocolo 2; pero superiores a los datos del protocolo 1, la variación de estos resultados puede estar relacionados a diversos factores, ya que Ferraz (2019) ha demostrado que la aplicación de gonadotropina corionica equina (eCG) estimula al crecimiento folicular y favorece a la función luteal.

6.4. Relación costo- beneficio por protocolo

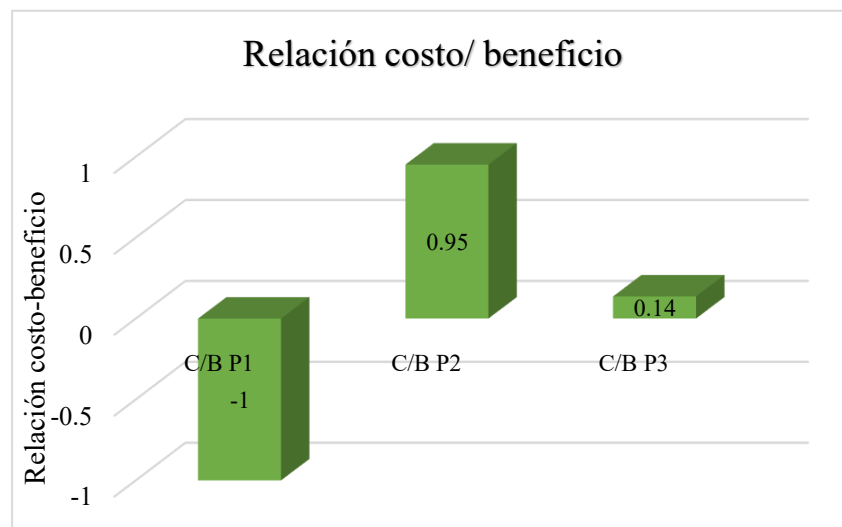


Figura 4. Relación de costo-beneficio (C/B) de acuerdo a cada protocolo implementado en esta investigación.

Tabla 5. Análisis de la relación costo-beneficio obtenida de la comparación de los diferentes protocolos implementados en esta investigación.

Variable	Protocolo 1	Protocolo 2	Protocolo 3
Nº vacas tratadas	7	7	6
Nº vacas gestantes	0	2	1
Costo unitario por tratamiento	L 1,562.00	L 1,757.20	L 1,760.00
Costo total por protocolo	L 10,934.00	L 12,300.40	L 10,560.00
Beneficios por gestación	L 10,000.00	L 10,000.00	L 10,000.00
Beneficio total	-L 10,934.00	L 57,699.60	L 24,440.00
Costo por vaca gestante	No aplica	L 6,150.20	L 10,560.00
Relación beneficio/costo	-1	0.95	0.14

Según MacNei, (2025) y Pablo, (2024), la relación beneficio/costo debe interpretarse de la siguiente manera: un número **mayor a 1** significa que el beneficio es superior al costo, por lo que es viable; un valor **igual a 1** señala que ambos valores son iguales y un valor **menor a 1** indica que el proyecto no es rentable. El análisis costo-beneficio mostró que el protocolo 2 presentó la mayor rentabilidad económica, con una relación costo-beneficio de 0.95 indicando que por cada lempira invertido se obtuvo una ganancia de 0.95 lempiras.

El protocolo 3 presentó una relación costo-beneficio de 0.14 lempiras, lo cual es considerada rentable, ya que permite recuperar los costos invertidos, aunque con una mínima rentabilidad económica, mientras que el protocolo 1, no generó beneficios, registrando un valor negativo de -1, indicando que lo invertido en este protocolo no fue recuperado generando una pérdida económica.

Estos valores son bajos en comparación a las pérdidas económicas por baja reproductividad en las vacas de doble propósito, un incremento en el intervalo entre el parto y la siguiente concepción, son un indicador crítico de la eficiencia reproductiva en bovinos, aumentando los costos de producción. Según Inchaisri (2010) cada día adicional que una vaca permanece sin preñarse representa una pérdida económica significativa para el productor.

VII CONCLUSIONES

Se conoció la actividad ovárica después de la tonificación, en el cual se determinó un aumento en la presencia de folículos $>10\text{mm}$ (FOL) y cuerpos lúteos, observando una reducción en el número de vacas sin estructuras (SE).

En el porcentaje de celo se obtuvo una diferencia significativa ($P<0.05$) para el protocolo 2 el cual mostró una presencia de celo del 100%; el protocolo 1 se observó un porcentaje del 0% de celo, mientras que el protocolo 3 se obtuvo 33% de celo.

En la variable del porcentaje de gestación, no se observó una diferencia significativa ($P>0.05$), el protocolo 1 obtuvo un 0% de vacas gestantes, el protocolo 2 obtuvo un 28.57% de gestación correspondiente a 2 vacas gestantes de 7 inseminadas, el protocolo 3 tuvo un 16.67% de gestación correspondiendo a 1 vaca gestante de 6 vacas inseminadas.

El protocolo que obtuvo mejor costo-beneficio fue el protocolo 2 con una relación 0.95 lempiras indicando que por cada lempira invertido se obtuvo una ganancia de 0.95 lempiras., seguido del protocolo 3 que obtuvo una relación costo-beneficio de 0.14 lempiras mientras que, el protocolo 1 obtuvo una relación <1 lo que indica que no es viable el protocolo.

VIII. RECOMENDACIONES

Implementación un programa de vacunación reproductiva en las vacas para prevenir infecciones que puedan afectar la fertilidad, la tasa de gestación y la sanidad reproductiva del hato en general.

Realizar una correcta limpieza del área vulvar utilizando agua limpia y secar el exceso de humedad, antes de la aplicación del dispositivo intravaginal para evitar contaminaciones y/u ocasionar una vaginitis.

Hacer un estudio ecográfico de la actividad ovárica previo a la sincronización de celo, así el estudio previo ayudará a seleccionar un protocolo más adecuado según la condición reproductiva del grupo.

Realizar un seguimiento después del diagnóstico reproductivo a las vacas que no quedaron gestante para observar si los protocolos de sincronización de celo mejoraron la ciclicidad ovárica.

.

IX. BIBLIOGRAFÍAS

Animal, M. S. (2024). Importancia de los días abiertos para fertilidad en vacas. Obtenido de Club Ganadero: <https://www.clubganadero.com/dias-abiertos-en-vacas/>

Baruselli, P., Reis, E. L., & Marques, M. (julio de 2004). El uso de tratamientos hormonales para mejorar el rendimiento reproductivo del ganado vacuno en anestro en climas tropicales. Obtenido de Elsevier: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.025>

Burnett, T., Madureira, A., & Bauer, J. (febrero de 2022). Impacto de la administración de hormona liberadora de gonadotropina en el momento de la inseminación artificial sobre el riesgo de concepción y su asociación con la expresión del estro. Obtenido de Journal of Dairy Science: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(21\)01028-6/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(21)01028-6/fulltext)

Campos Flores, C. (noviembre de 2020). Evaluación de dos fuentes de estradiol en un protocolo de sincronización de celos y ovulación para la implementación de la inseminación artificial en la finca Mi Esperanza, Choluteca, Honduras. Obtenido de Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/dd35cb74-f304-4b17-ab48-f8ebf12071ee/content>

Dalla Via, N., Schang, S., & Armendano, J. (octubre de 2022). Efecto de diferentes dosis de cipionato de estradiol en vacas con cría inseminadas a tiempo fijo. Obtenido de Facultad de Ciencias Veterinarias UNCPBA: <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/b2c08732-e525-463b-927e-d99b22fea614/content>

Del Río-Avilés, A., Correa-Calderón, A., & Avendaño-Reyes, L. (17 de abril de 2022). La suplementación mineral (inyectable) mejoró el rendimiento reproductivo en vacas Holstein criadas en un entorno cálido de verano. Obtenido de Biblioteca en línea de Wiley: <https://doi.org/10.1111/rda.14125>

Earth, G. (noviembre de 2025). Finca Las Planchas. Obtenido de Google Earth: <https://earth.google.com/web/@14.45273932,-85.74608226,395.66255554a,1000d,30y,0h,0t,0r/data=CgRCAGgBMikKJwolCiExemIIODI2NFISeUx0QTZMYzJ6QjhfUldranpjMmRBZkkgAToDCgEwQgIIAEoICLey5fMDEAE>

Ferraz, P., Silva, M., & Carôso, B. (mayo de 2019). Effect of eCG on the follicular dynamics and vascularization of crossbred cows with different circulating progesterone concentrations during synchronization of ovulation in an FTAI protocol. Obtenido de Scielo: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5520>

Flores, C. M. (noviembre de 2020). Evaluación de dos fuentes de estradiol en un protocolo de sincronización de celo. Obtenido de Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/dd35cb74-f304-4b17-ab48-f8ebf12071ee/content>

Gálvez Ávila, A. J. (septiembre de 2023). Comparación de diferentes protocolos de sincronización de celos sobre la eficiencia reproductiva en bovinos productores de leche en la Universidad Nacional de Agricultura. Obtenido de Repositorio UNA: <https://amanglana.unag.edu.hn:8500/jspui/xmlui/handle/123456789/649>

García, L. (2021). Eje hipotálamo-hipófisis-gónada. Obtenido de Reproducción Asistida: <https://www.reproduccionasistida.org/gonadotropina/produccion-gonadotropinas/>

Garnica, F. S. (2015). Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en la tasa de fertilidad en vacas de leche cruzadas bajo condiciones de altitud en Ecuador. Obtenido de Jornadas sobre Producción Animal: https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2015/comunicaciones/2015_Rep_05.pdf

Gildemeister, F. (julio de 2022). Evaluación del protocolo de sincronización de celos y ovulación J-Synch. Obtenido de Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/74ee3508-5c38-4bcb-8083-4a286c16c49e/content>

Gómez, M. C. (septiembre de 2008). Ventajas y desventajas de la sincronización en hembras para inseminación artificial. Obtenido de Engormix: https://www.engormix.com/lecheria/inseminacion-artificial-ganado-leche/ventajas-desventajas-sincronizacion-hembras_f8543/

Hazard Torres, S. (abril de 2015). Condición corporal de las vacas lecheras: un método para conocer el estado nutricional de las vacas lecheras y como enfrentar en mejor forma los aspectos reproductivos. Obtenido de Engormix: https://www.engormix.com/ganaderia/condicion-corporal/condicion-corporal-vacas-lecheras_a32210/

Hernández Cerón, J. (noviembre de 2016). Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. México. Obtenido de Libros UNAM: <https://librosoa.unam.mx/handle/123456789/1249>

Hernández, C., Rosales, A., & Vázquez, S. (diciembre de 2023). Sincronización del estro y ovulación en hembras bovinas de razas cárnicas. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322023000100603

Inchaisri, C., Jorritsma, R., & Vos, P. (15 de septiembre de 2010). Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. Obtenido de Elsevier: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.04.008>

Intagri. (diciembre de 2018). Métodos de sincronización de celo en bovinos. Obtenido de INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/metodos-de-sincronizacion-de-celo-en-bovinos>

Izquierdo, A. C. (abril de 2023). Beneficios del control del ciclo estral en la eficiencia reproductiva y mejora de parámetros reproductivos en el ganado. Obtenido de Ganadería: <https://www.ganaderia.com/destacado/beneficios-del-control-del-ciclo-estral-en-la-eficiencia-reproductiva-y-mejora-de-parametros-reproductivos-en-el-ganado>

Leiva, K. S. (septiembre de 2023). Ganadería de Honduras inicia su transformación hacia una economía baja en emisiones y resiliente. Obtenido de CATIE: <https://www.catie.ac.cr/2023/09/19/ganaderia-de-honduras-inicia-su-transformacion-hacia-una-economia-baja-en-emisiones-y-resiliente/>

López Parra, J., Marini, P., & Macagno, A. (enero de 2024). Efecto de tres protocolos diferentes de inseminación artificial a tiempo fijo sobre la dinámica folicular y las tasas de preñez en vacas lactantes de doble propósito en la Amazonía ecuatoriana. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652024000100138

MacNei, C. (enero de 2025). Análisis costo-beneficio: 5 pasos para tomar mejores decisiones en tu negocio. Obtenido de Asana: <https://asana.com/es/resources/cost-benefit-analysis>

Mohammadi, A. (junio de 2019). Efecto de la administración de prostaglandina F2 α y GnRH al momento de la inseminación artificial sobre el desempeño reproductivo de vacas lecheras. Obtenido de PubMed Central: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6626648/>

Nacho Peón, R. W. (2022). Factores que afectan la fertilidad en vacas: claves para mejorar los índices reproductivos. Obtenido de Zoetis: <https://www.blog.especialistasennovillas.es/posts/factores-fertilidad-vacas-genomica.aspx>

Núñez-Olivera, R., Castro, T., García-Pintos, C., & Bó, G. (mayo de 2014). Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol-based treatment in postpartum anestrous beef cattle. Obtenido de Elsevier: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.02.017>

Over. (junio de 2018). Inseminación artificial a tiempo fijo: la tecnología de la que se habla mucho y se usa poco. Obtenido de Over Medicina Veterinaria: <https://over.com.ar/inseminacion-artificial-tiempo-fijo-la-tecnologia-la-se-habla-mucho-se-usa-poco/>

Pablo, M. (diciembre de 2024). Calcula el costo beneficio de tu proyecto. Obtenido de Blog Negocios: <https://www.tiendanube.com/blog/costo-beneficio/>

Palomares, R., Ferrer, M., & Jones, L. (7 de noviembre de 2024). Papel de los oligoelementos en la función y el rendimiento reproductivo de la vaca: una perspectiva de teriogenología clínica. Obtenido de Clinical Theriogenology: <http://dx.doi.org/10.58292/CT.v16.10529>

Parish, J., & Larson, J. (diciembre de 2021). Programas de inseminación artificial para ganado. Obtenido de Mississippi State University: <https://extension.msstate.edu/publications/artificial-insemination-programs-for-cattle>

Perry, G. (noviembre de 2021). Detección de celos en el ganado bovino. Obtenido de SDSU Extensión: <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2021-12/P-00168-S.pdf>

Perry, G. (noviembre de 2021). Entendiendo la sincronización de celo. Obtenido de Extensión SDSU: <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2021-12/P-00169-S.pdf>

Proagro. (mayo de 2021). Pack reproductivo Cipionato: el complemento para la sincronización de celo en IATF. Obtenido de Proagro Laboratorio Veterinario: <https://proagrolab.com.ar/cipionato-de-estradiol-el-complemento-para-la-sincronizacion-de-celo-en-iatf/>

Sá Filho, M., Ferreira, R., Marques, M., & Bó, G. (15 de marzo de 2010). Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (*Bos indicus*) cows. Obtenido de Elsevier: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.11.004>

SAG. (septiembre de 2024). Capacita al personal técnico del Bono Ganadero en manejo reproductivo bovino. Obtenido de Secretaría de Agricultura y Ganadería: <https://www.prensa.sag.gob.hn/2024/09/09/sag-capacita-al-personal-tecnico-del-bono-ganadero-en-manejo-reproductivo-bovino/>

SAG. (agosto de 2024). SAG anuncia plan de inseminación artificial para mejorar producción ganadera. Obtenido de SAG.gob: <https://www.prensa.sag.gob.hn/2024/08/08/sag-anuncia-plan-de-inseminacion-artificial-para-mejorar-produccion-ganadera/>

Skelly, D. (enero de 2018). Métodos de detección de calor. Obtenido de Moocall: <https://www.moocall.com/es/heat-detection-methods/>

Taghizadeh, E., Barati, F., & Fallah, A. (mayo de 2024). Los estrógenos mejoran la tasa de preñez en el ganado: una revisión y un metanálisis. Obtenido de PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38471389/>

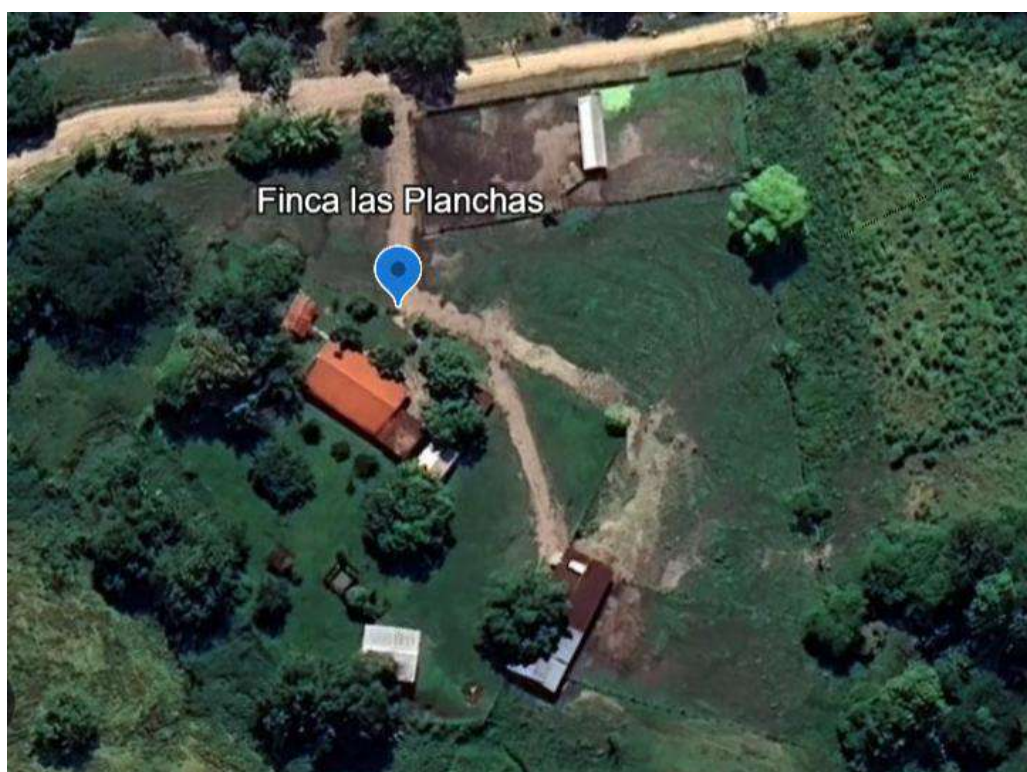
Turner, J. (julio de 2014). Anatomía y fisiología del tracto reproductivo de la vaca. Obtenido de Pubs NMSU: https://pubs.nmsu.edu/_b/B212/

Weems, C., & Randel, R. (marzo de 2006). Prostaglandinas y reproducción en hembras de animales de granja. Obtenido de Elsevier: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1090023304002540>

Zapata Montoya, S. R. (2016). Efectividad del dispositivo intravaginal en su primer y segundo uso en inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos Girolando. Obtenido de Universidad Tecnológica de Pereira: <https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/276ca52e-50e3-4dc1-b122-65cf92ee6823>

X. ANEXOS

Anexo 1. Mapa Finca Las Planchas, aldea las Planchas, Rio Blanco, Catacamas, Olancho.



Anexo 2. Hojas de registro de actividades en campo de los protocolos de sincronización de celo

10 < >10 SE FOL CL PROTOCOLO 1

Nº	ID Vaca	Estado		Día 0-Aplicaciones	Día 8-Aplicaciones		Día 9	Ligera Vaginitis	¿Presento celo)	Día 10 Fecha IATF	Dx de gestación 45 días
		Reproductivo		Fecha: 12-08-2025	Fecha: 20-08-2025	Hora retiro del DIB	Fecha:				
1	Peluda		X		Retiro DIB+ 2.5ml acetato de buserelina+ PFG	8:54 a. m.	1mg BE		No	10:10 a. m.	Vacia
2	Sapo		X		Retiro DIB+ 2.5ml acetato de buserelina+ PFG	9:24 a. m.	1mg BE	V	No	10:17 a. m.	Vacia
3	Hija chorro feo		X		Retiro DIB+ 2.5ml acetato de buserelina+ PFG	9:27 a. m.	1mg BE		No	10:27 a. m.	Vacia
4	Cascarita		X		Retiro DIB+ 2.5ml acetato de buserelina+ PFG	9:33 a. m.	1mg BE		No	10:34 a. m.	Vacia
5	Pacheca		X		Retiro DIB+ 2.5ml acetato de buserelina+ PFG	9:34 a. m.	1mg BE		No	10:40 a. m.	Vacia
6	Bala	X			Retiro DIB+ 2.5ml acetato de buserelina+ PFG	9:36 a. m.	1mg BE		No	10:48 a. m.	Vacia
7	Sofia	X			Retiro DIB+ 2.5ml acetato de buserelina+ PFG	9:38 a. m.	1mg BE	V	No	Monta Natural	Vacia

OBSERVACIONES:

<10 >10 SE FOL CL PROTOCOLO 2

Nº	ID Vaca	Estado		Día 0-Aplicaciones		Día 8-Aplicaciones		Ligera Vaginitis	¿Presento celo)	Día 10 Fecha IATF	Dx de gestación 45 días
		Reproductivo		Fecha: 12-08-2025	Fecha: 20-08-2025	Hora retiro del DIB					
1	Cabeza chela		X	DIB+ 2mg BE	Retiro DIB+ECP+eCG	8:36 a. m.	V	Si		9:05 a. m.	Gestante
2	Lora		X	DIB+ 2mg BE	Retiro DIB+ECP+eCG	8:38 a. m.	.	Si		9:18 a. m.	Vacia
3	Parda-brahman		X	DIB+ 2mg BE	Retiro DIB+ECP+eCG	8:40 a. m.		Si		9:27 a. m.	Vacia
4	Picuda	X		DIB+ 2mg BE	Retiro DIB+ECP+eCG	8:42 a. m.	V	Si		9:32 a. m.	Vacia
5	Mamona		X	DIB+ 2mg BE	Retiro DIB+ECP+eCG	8:45 a. m.	.	Si		10:02 a. m.	Vacia
6	Curso		X	DIB+ 2mg BE	Retiro DIB+ECP+eCG	8:47 a. m.		Si		9:45 a. m.	Gestante
7	Pitunila	X		DIB+ 2mg BE	Retiro DIB+ECP+eCG	9:04 a. m.	V	Si		9:53 a. m.	Vacia

<10 >10 SE FOL CL PROTOCOLO 3

Nº	ID Vaca	Estado		Día 0-Aplicaciones		Día 5-Aplicaciones		Vaginitis	¿Presento celo)	Día 8-Fecha IATF	GnRH- IATF 10 hrs después	Dx de gestación 45 días
		Reproductivo		Fecha: 12-08-2025	Fecha: 17-08-2025	Hora retiro del DIB						
1	Juanita		X	DIB+ 2.5ml acetato de buserelina	Retiro DIB+ eCG+PGF	7:25 a. m.	v	No			15:30 PM	Vacia
2	Hija pelona		X	DIB+ 2.5ml acetato de buserelina	Retiro DIB+ eCG+PGF	7:31 a. m.		si		7:36 a. m.		Vacia
3	Cesar		X	DIB+ 2.5ml acetato de buserelina	Retiro DIB+ eCG+PGF	7:34 a. m.		Si		7:45 a. m.		Gestante
4	Golondrina	X		DIB+ 2.5ml acetato de buserelina	Retiro DIB+ eCG+PGF	7:38 a. m.		No			15:30 PM	Vacia
5	Pelona		X	DIB+ 2.5ml acetato de buserelina	Retiro DIB+ eCG+PGF	7:42 a. m.		Si		8:12 a. m.		Vacia
6	Caretia		X	DIB+ 2.5ml acetato de buserelina	Retiro DIB+ eCG+PGF	7:48 a. m.		No			15:30 PM	Vacia

Anexo 3. Análisis estadístico de significancia del porcentaje del celo.

Estadístico	Valor	gl	p
Chi-Cuadrado-Pearson	14.61	2	0.0007
Chi-Cuadrado-MV-G2	19.89	2	<0.0001
Coef.Conting.Cramer	0.60		
Coef.Conting.Pearson	0.65		

Anexo 4. Análisis estadístico de significancia del porcentaje de la gestación a los 45 días.

Estadístico	Valor	gl	p
Chi-Cuadrado-Pearson	2.26	2	0.3231
Chi-Cuadrado-MV-G2	3.13	2	0.2095
Coef.Conting.Cramer	0.24		
Coef.Conting.Pearson	0.32		

Anexo 5. Costo estimado por vaca del protocolo 1.

PROTOCOLO 1						
Actividad	Tratamiento	Producto comercial	Dosis	N° Aplicaciones	Costo dosis (ml-mg-ml) Lps	Costo tratamiento Lps
Tonificación	Minerales	Farmin	5 ml	1	L 30.00	L 30.00
	Selenio, fósforo y vitamina ADE	Selade	10 ml	1	L 4.60	L 46.00
	Vitamina B12	Cato-Vet B12	10ml	1	L 4.60	L 46.00
Subtotal Tonificación	L					122.00
Sincronización	Benzoato de Estradiol	Gonadiol	3 mg	1	L 6.00	L 18.00
			(3ml)			
	DIB	Progesterona	1g	1	L 350.00	L 350.00
	Acetato de Buserelina	Gestar	2.5 ml	1	L 12.40	L 31.00
	Cloprostenol Sódico	Ciclase DL	500 µg	1	L 39.90	L 79.80
			(2 ml)			
	Pintura	Celockcheck		1	L 11.20	L 11.20
Subtotal Sincronización	L					490.00
Inseminación Artificial	Servicio de Inseminación	-	0.5 ml	1	L 450.00	L 450.00
Costo mano de obra						L 500.00
Total por vaca	L					1,562.00

Anexo 6. Costo por vaca del protocolo 2.

PROTOCOLO 2

Actividad	Tratamiento	Producto comercial	Dosis	Nº Aplicaciones	Costo dosis (ml-mg-g) Lps.	Costo tratamiento Lps
Tonificación	Minerales	Farmin	5 ml	1	L 30.00	L 30.00
	Selenio, fósforo y vitamina ADE	Selade	10 ml	1	L 4.60	L 46.00
	Vitamina B12	Cato-Vet B12		1	L 4.60	L 46.00
Subtotal Tonificación	L					122.00
Sincronización	Benzoato de Estradiol	Gonadiol	2 mg (2 ml)	1	L 6.00	L 12.00
	Cipionato de Estradiol	Cipiosyn	1 mg (2 ml)	1	L 8.10	L 16.20
	DIB	Progesterona	1g	1	L 350.00	L 350.00
	eCG	Novormon	400 UI (2 ml)	1	L 108.00	L 216.00
	Cloprostenol Sódico	Ciclase DL	500 µg (2 ml)	1	L 39.90	L 79.80
	Pintura	Celocheck		1	L 11.20	L 11.20
Subtotal Sincronización	L					685.20
Inseminación Artificial	Servicio de Inseminación	-	0.5 ml	1	L 450.00	L 450.00
Costo mano de obra						L 500.00
Total por vaca	L					1,757.20

Anexo 7. Costo por vaca del protocolo 3.

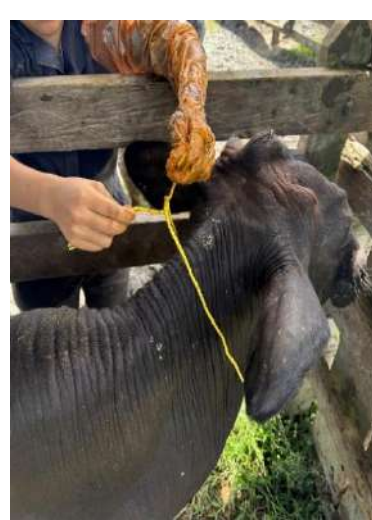
PROTOCOLO 3

Actividad	Tratamiento	Producto comercial	Dosis	Nº Aplicaciones	Costo dosis (ml-mg-g) Lps.	Costo tratamiento Lps
Tonificación	Minerales	Farmin	5 ml	1	L 30.00	L 30.00
	Selenio, fósforo y vitamina ADE	Selade	10 ml	1	L 4.60	L 46.00
	Vitamina B12	Cato-Vet B12		1	L 4.60	L 46.00
Subtotal Tonificación	L					122.00
Sincronización	Acetato de Buserelina	Gestar	2.5 ml	1	L 12.40	L 31.00
	DIB	Progesterona	1g	1	L 350.00	L 350.00
	eCG	Novormon	400 UI (2 ml)	1	L 108.00	L 216.00
	Cloprostenol Sódico	Ciclase DL	500 µg (2 ml)	1	L 39.90	L 79.80
	Pintura	Celocheck		1	L 11.20	L 11.20
Subtotal Sincronización	L					688.00
Inseminación Artificial	Servicio de Inseminación	-	0.5 ml	1	L 450.00	L 450.00
						L 500.00
Total por vaca	L					1,760.00

Anexo 8. Selección y tonificación de los animales del estudio.



Anexo 9. Identificación del grupo para cada protocolo.



Anexo 10. Observación del efecto de la tonificación sobre la actividad ovárica.



Anexo 11. Aplicación del dispositivo intravaginal iniciando con los protocolos de sincronización de celo.



Anexo 12. Aplicación del tratamiento hormonal a cada protocolo.



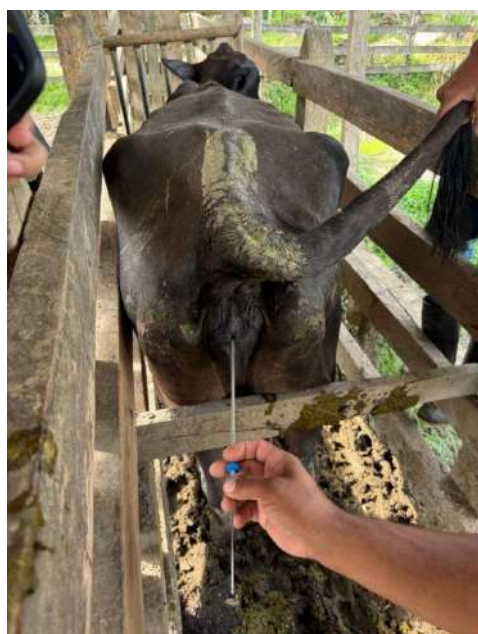
Anexo 13. Aplicación de la pintura que ayuda a detectar el celo.



Anexo 14. Vacas sin presencia de pintura que presentaron celo.



Anexo 15. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).



Anexo 16. Diagnóstico de gestación a los 45 días.

