

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE PREÑEZ ENTRE PROTOCOLOS DE
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO Y DETECCIÓN DE CELO NATURAL
EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN BOVINA

POR:

CARLOS ANTONIO RIVERA MORENO

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO

INGENIERIA AGRONOMICA



CATACAMAS

OLANCHO

ABRIL 2026

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE PREÑEZ ENTRE PROTOCOLOS DE
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO Y DETECCIÓN DE CELO NATURAL
EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN BOVINA

POR:

CARLOS ANTONIO RIVERA MORENO

ASESOR PRINCIPAL

Ph.D: KELVIN ORLANDO ESPINOZA BLANDON

INFORME FINAL DE PRACTICA PROFESIONAL
SUPERVISADA PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA PREVIO A LA OBTENCION
DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS

OLANCHO

ABRIL 2026

DEDICATORIA

A **Dios**, por ser mi guía y refugio constante, por brindarme cada día la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para seguir adelante. Gracias por regalarme la vida y permitirme avanzar con fe hacia cada meta y cada sueño que ha sembrado en mi corazón.

A mis padres, **Ester Del Carmen Moreno Chinchilla y Alvaro Adolfo Rivera Caballero** por ser mi mayor inspiración. Gracias por su amor inmenso, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia. Cada paso que doy lleva consigo el reflejo de su apoyo incondicional y su fe en mí. Este logro también es de ellos.

A mis hermanos, **Alvaro Rivera y Juan Rivera** por su apoyo incondicional y por estar siempre presente en cada etapa de mi vida. Gracias por ser parte de este logro.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todo poderoso, por haberme prestado la vida, por darme fuerza física y mental, esperanza y valor en cada momento. Gracias por brindarme sabiduría y entendimiento a lo largo de mis estudios.

A mis padres, hermanos, abuela presente por ser pilares fundamentales en mi vida y en cada etapa de este camino. Gracias por su guía, su amor incondicional, su apoyo constante y por darme siempre la fortaleza para seguir adelante.

A mis asesores, **Ph. D Kelvin Espinoza Blandon, Dra. Maryeri Brizo y M. Sc Orlando Castillo**, quienes me brindaron conocimiento, ayuda y apoyo para la realización de mi Práctica Profesional Supervisada. Agradezco profundamente su acompañamiento, compromiso y dedicación durante este proceso.

A **mis amigos y compañeros**: Greysi Vásquez, Leonardo Reyes, Diego Rivera, Cristian Rodríguez, Cesar Romero, Jeffrey Perdomo, Carlos Guevara, Donaldo Paz por hacer que mi estadía en el campus fuese más fácil, por ese apoyo incondicional a lo largo de este proceso, y acompañarme en la recta final de este que un día fue solo un sueño.

A la **Universidad Nacional de Agricultura**, mi segundo hogar durante estos cuatro años. Gracias por ser mi **alma mater**, por las experiencias vividas, por todo lo aprendido y por haber sido el espacio donde crecí y me formé como profesional.

Indice

I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. JUSTIFICACIÓN	10
III. OBJETIVOS	12
3.1. Objetivo General.....	12
3.2. Objetivos específicos	12
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
4.1. La Inseminación Artificial como Herramienta de Rentabilidad	13
4.2. Limitantes Económicas de la Detección de Celo (Método Tradicional).....	14
4.2.1. Tasa de Falla en la Detección.....	14
4.2.2. Costos Ocultos	15
4.3. Impacto Financiero de los Días Abiertos	16
4.3.1. Costo de Oportunidad	16
4.3.2. Comparativa	17
4.4. Fundamentos de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo IATF.....	18
4.4.1. Hormonas y Mecanismos de Acción.....	18
4.5. Inducción de Ciclicidad y Manejo del Anestro	20
4.5.1. Recuperación de Vientres Improductivos.	21
4.5.2. Mecanismos Hormonales y Protocolos Específicos para Anestro.....	21
4.6. Análisis de Costos Operativos: IATF vs. Tradicional	22
4.6.1. Costos Directos.....	23
4.6.2. Costos de Mano de Obra	24
4.7. Beneficios Económicos de la Concentración de Partos.....	25
4.7.1. Lotes Homogéneos.	25
4.7.2. Peso al Destete.....	26
4.7.3. Optimización de Recursos y Rentabilidad Global	26
4.8. Retorno de Inversión ROI y Costo por Preñez.....	27
4.8.1. Eficiencia del Gasto.	27
4.9 Eficiencia Reproductiva.....	28
V. MÉTODOS Y MATERIALES	30
5.1. Localización de la práctica.....	30
5.2 Método.....	30
5.3 Materiales y equipos	31
5.4 Variables evaluadas	32
5.4.1 Porcentaje de preñez por protocolo	32
5.4.2 Porcentaje de preñez general del lote	32
5.4.3 Servicios por concepción	33

5.4.4 Consideración sobre variables reproductivas complementarias.....	33
VI. PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN REPRODUCTIVA	34
VII. RESULTADOS OBTENIDOS.....	36
7.1 Resultados reproductivos por protocolo	36
Gráfica 1. Porcentaje de preñez por protocolo.	37
7.2 Porcentaje de preñez general del lote trabajado	38
Gráfica 2. Preñez general de la finca vs referencia.....	39
7.3 Servicios por concepción.....	40
Gráfica 3: Promedio de servicios por concepción en finca Mirian, La Entrada, Copan.	40
7.4 Intervalo entre partos	41
Gráfica 4: Intervalo entre parto en finca Mirian, La Entrada Copan.	41
7.5 Días Abiertos	42
Gráfica 5: Promedio de días abiertos en finca Mirian, La Entrada Copan.	42
7.6 Técnica utilizada en la inseminación artificial	43
7.7 Registro del procedimiento	43
7.8 Palpación rectal (Ecografía)	43
7.9 Análisis productivo	44
Gráfica 6. Servicios por concepción general vs referencia.	Error! Bookmark not defined.
7.10 Discusión técnica de los resultados	45
VII. CONCLUSIONES.....	46
VIII. RECOMENDACIONES	47
IX. TABLAS DE DATOS.....	48
X. ANEXOS.....	54
.....	54

Indice De Tablas

Tabla 1 Comparación de resultados reproductivos entre Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) y celo natural en finca Mirian, La Entrada, Copán.....	36
Tabla 2 Porcentaje de preñez general del lote trabajado en finca Mirian, La Entrada, Copán.	38
Tabla 3 Promedio de servicios por concepción del lote trabajado en finca Mirian, La Entrada, Copán.	44
Tabla 4 Registro de inseminación y diagnóstico de gestación por vaca.....	48
Tabla 5 Registro de inseminación y diagnóstico de gestación por vaca 2.....	49
Tabla 6 Registro de inseminación y diagnóstico de gestación por vaca 3.....	50
Tabla 7 Control reproductivo Finca Mirian 1	51
Tabla 8 Control reproductivo Finca Mirian 2	52
Tabla 9 Control reproductivo Finca Mirian 3	53

Graficas

Gráfica 1. Porcentaje de preñez por protocolo.	37
Gráfica 2. Preñez general de la finca	39
Gráfica 3: Promedio de servicios por concepción en finca Mirian, La Entrada, Copan.	40
Gráfica 4: Intervalo entre parto en finca Mirian, La Entrada Copan.....	41
Gráfica 5: Promedio de días abiertos en finca Mirian, La Entrada Copan.	42
.....	Error! Bookmark not defined.

Tabla de Anexos

Anexo 1 Inseminación Artificial	54
Anexo 2 Inseminación Artificial 2	54
Anexo 3 Inseminación Artificial 3	55
Anexo 4 Inseminación Artificial 4	55
Anexo 5 Toma de datos	56
Anexo 6 Colocación de dispositivo de sincronización 1	56
Anexo 7 Colocación de dispositivo de sincronización 2	57
Anexo 8 Colocación de dispositivo de sincronización 3	57
Anexo 9 Materiales y equipo 1.....	58
Anexo 10 Materiales y equipo 2.....	58
Anexo 11 Observación de Detección celo natural	59
Anexo 12 Dispositivo de sincronización	59
Anexo 13 Virkon Desinfectante para el lavado de la vulva de la vaca	60
Anexo 14 Stimovit medicamento utilizado después de sincronizar	60
Anexo 15 Benzoato de Estradiol.....	61
Anexo 16 Gestar medicamento utilizado después de inseminar	61

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el rubro de la ganadería bovina, la eficiencia y eficacia no es solo una meta técnica, sino un requisito indispensable e imprescindible para la supervivencia económica del productor ganadero. La reproducción del ganado bovino constituye el motor biológico que impulsa la rentabilidad y la producción de cualquier cabeza de ganado.

A lo largo del tiempo la Inseminación Artificial (IA) basada en la detección de celo natural ha sido el estándar de oro para el mejoramiento genético, este método, aunque accesible, enfrenta una limitante crítica: el factor humano. La literatura científica y la experiencia de campo coinciden en que la detección visual de celos es a menudo ineficiente, con tasas de detección que frecuentemente no superan el 50 o 60 por ciento.

Esto se debe a celos nocturnos, manifestaciones sutiles en el comportamiento del animal o simplemente falta de tiempo del personal para observar al hato debido a ciertos descuidos externos. El resultado es una pérdida silenciosa y poco notable, la cual va degradando las cabezas de ganado poco a poco, es decir vacas que ovulan sin ser servidas y ciclos productivos que se alargan innecesariamente. (Giordano, y otros, 2011)

Frente a esta problemática, la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) se ha puesto como una solución tecnológica robusta en la ganadería moderna, debido a que utiliza protocolos hormonales para sincronizar la ovulación en los bovinos, la IATF elimina la dependencia de la detección de celo y permite inseminar sistemáticamente a los animales. No obstante, su adopción masiva a menudo se ve frenada por una barrera de percepción económica. Por el cual objetivo de este trabajo es lograr identificar mediante los resultados cuál de los protocolos obtiene mayor porcentaje de preñez (Bó, y otros, 2013).

II. JUSTIFICACIÓN

En los sistemas de producción bovina, la eficiencia reproductiva constituye un factor determinante en la productividad y rentabilidad de la unidad productiva, ya que influye directamente en la generación de ingresos, la reposición de animales y la sostenibilidad del sistema. Indicadores como el porcentaje de preñez y el número de servicios por concepción permiten evaluar de manera objetiva el desempeño reproductivo del hato, convirtiéndose en herramientas clave para la toma de decisiones técnicas.

La inseminación artificial basada en la detección de celo natural ha sido tradicionalmente utilizada debido a su bajo costo directo y relativa facilidad de aplicación. No obstante, este método presenta limitaciones importantes, principalmente por su alta dependencia del factor humano, la variabilidad en la expresión del estro y las dificultades en la detección oportuna del celo. Estas condiciones pueden generar fallas en la inseminación, incremento en los días abiertos y aumento en el número de servicios por concepción, afectando negativamente la eficiencia reproductiva del sistema.

Ante esta problemática, la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) se presenta como una alternativa tecnológica que permite sincronizar el ciclo estral mediante el uso de protocolos hormonales, eliminando la necesidad de detección de celo y permitiendo programar los servicios de manera más precisa. Esta técnica favorece la organización del manejo reproductivo, mejora la eficiencia en la utilización de recursos y reduce la variabilidad en los resultados productivos.

Desde el punto de vista técnico y económico, resulta fundamental comparar ambos métodos, ya que, aunque la IATF implica un mayor costo inicial por el uso de insumos hormonales y asistencia técnica, puede generar beneficios al incrementar el porcentaje de preñez y reducir el número de servicios por concepción. En contraste, el método tradicional puede generar costos indirectos asociados a la prolongación del intervalo reproductivo y a la pérdida de oportunidades productivas.

En este contexto, la presente práctica profesional supervisada, desarrollada en la Finca Mirian, ubicada en el departamento de Copán, Honduras, adquiere relevancia al permitir evaluar bajo condiciones reales de producción el desempeño de ambos protocolos reproductivos. La coexistencia de estos métodos en la finca proporciona una base adecuada para realizar un análisis comparativo objetivo.

Por lo tanto, esta investigación se justifica en la necesidad de comparar el porcentaje de preñez entre la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo y la detección de celo natural, con el propósito de identificar el método más eficiente para su implementación. Los resultados obtenidos contribuirán a mejorar la toma de decisiones dentro de la unidad productiva y servirán como referencia para sistemas de producción bovina con características similares.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

1. Evaluar y comparar el porcentaje de preñez obtenido mediante la aplicación del protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) con dispositivos de progesterona y la Inseminación Artificial basada en la detección de celo natural en sistemas de producción bovina.

3.2. Objetivos específicos

1. Determinar el porcentaje de preñez obtenido en hembras bovinas sometidas al protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) con dispositivos de progesterona.
2. Determinar el porcentaje de preñez obtenido en hembras bovinas inseminadas mediante la detección de celo natural.
3. Analizar la eficiencia reproductiva de ambos protocolos de inseminación artificial en función de los resultados de preñez obtenidos

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. La Inseminación Artificial como Herramienta de Rentabilidad

La inseminación artificial (IA) ha recorrido un largo camino desde sus inicios como una mera técnica de mejora genética hasta consolidarse como una estrategia integral que impulsa la rentabilidad en los sistemas ganaderos modernos. Lo que empezó como un método para seleccionar y difundir germoplasma superior de manera controlada se ha transformado en una herramienta operativa que optimiza costos, acelera la genética elite y maximiza la producción en hatos bovinos y ovinos. Según Fetrow (2006), su implementación adecuada permite la difusión masiva de material genético de alto valor, lo que no solo eleva la calidad del rebaño, sino que genera retornos económicos tangibles a mediano plazo. (Fetrow, 2006)

Este impacto se ve reflejado directamente en indicadores clave como los pesos al destete, que pueden aumentar hasta un 10-15% en terneros de inseminación artificial gracias a la selección de toros probados por sus pruebas de descendencia, y en una mayor producción láctea, donde razas como la Assaf han mostrado incrementos de hasta 21,1 litros por hato de ganado al año en explotaciones con altas tasas de reposición por este método. (Subgerencia de Agroservicios, 2021)

En bovinos lecheros, por ejemplo, la IA contribuye a una mayor eficiencia reproductiva, acortando intervalos entre partos y elevando el valor comercial de las cabezas de ganado al mejorar rasgos como la conformación y la longevidad productiva. (Mantecón, 2021)

4.2. Limitantes Económicas de la Detección de Celo (Método Tradicional)

El método tradicional de inseminación artificial en el ganado bovino se basa en la observación visual del estro, un proceso que, aunque parece de bajo costo directo por no requerir hormonas ni tecnologías avanzadas, revela serias ineficiencias operativas que erosionan su viabilidad económica a largo plazo. En hatos comerciales de vacas lecheras y de carne, esta aproximación genera pérdidas acumuladas por fallos en la detección, extensiones en los intervalos entre partos y desperdicio de recursos reproductivos, lo que impacta directamente en la rentabilidad del sistema. Estudios destacan que la detección de celo es el componente más caro y el mayor factor limitante al éxito de programas de la inseminación artificial en granjas lecheras, ya que reduce el rendimiento reproductivo global del hato. (Bó G. A., The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems., 2002)

4.2.1. Tasa de Falla en la Detección

La tasa de falla en la detección de celos en vacas bovinas alcanza niveles alarmantes, con hasta un 50-70% de los estros pasando desapercibidos en hatos comerciales, según reportes de la FAO, Wiltbank y datos de asociaciones como DHIA en regiones lecheras. Esto significa que casi la mitad de las vacas en edad reproductiva pierden la ventana óptima de inseminación en cada ciclo estral de 21 días promedio, duplicando el tiempo necesario para preñar el hato y elevando los días abiertos por encima de los 90-120 días recomendados. En bovinos lecheros, productores solo visualizan alrededor de un tercio de los celos, lo que se agrava por factores como la duración corta del estro (8-18 horas), su manifestación nocturna (hasta 45% entre 0-6 am) y estrés ambiental

como temperaturas superiores a 27°C, que acortan los signos comportamentales (Ortiz Sanabria & Avila Parra, 2021).

4.2.2. Costos Ocultos

La ineficiencia en la detección genera costos no evidentes en la contabilidad diaria, como el mantenimiento de vacas vacías y el desperdicio de dosis de semen en momentos inadecuados del ciclo estral. (Campo Total Web, 2019)

Aunque el método tradicional evita gastos hormonales directos, genera costos ocultos que no se reflejan en la contabilidad diaria, pero erosionan la rentabilidad: mantenimiento prolongado de vacas vacías (aumentando días abiertos y consumo de forraje), desperdicio de dosis de semen en inseminaciones mal calculadas de tiempo, o sea, fuera de la ventana fértil de 12-24 horas pre-ovulación. Así mismo, mano de obra intensiva para observaciones frecuentes (3 veces al día, mínimo 30-60 minutos cada una). (Sperry, y otros, 2013)

Estas ineficiencias elevan los costos operativos hasta en un 20-30% del total reproductivo, con impactos en la producción de terneros (reducción de 10-15% anual) y leche en hatos duales. Factores como la falta de personal capacitado, distracciones durante el ordeño y variabilidad en signos secundarios (monta estática, mugidos, moco bulbar) agravan el problema, llevando a tasas de detección inferiores al 50% en sistemas extensivos de vacas de carne (Giordano, Fricke, Wiltbank, & Cabrera, 2011)

4.3. Impacto Financiero de los Días Abiertos

Los días abiertos, es decir, el intervalo entre el parto y la concepción en vacas bovinas, representan el indicador reproductivo más crítico para la economía de hatos lecheros y de carne, ya que cada día extra implica una pérdida directa por alimentación sin producción de leche o terneros, retraso en el ciclo productivo y menor vida útil de la vaca. (Roelofs, y otros, 2010)

En sistemas de doble propósito o cría, un exceso de 100 días abiertos permisibles genera costos por vaca de hasta \$19.5 pesos diarios o equivalentes actualizados, sumando miles de pesos anuales por hato, principalmente por mermas en leche hasta 15-20 L/día/vaca, pastoreo extendido y depreciación de hembras vacías. Estudios en regiones como Michoacán muestran promedios de 65 días abiertos "problema" en el 55% de las vacas, con impactos anuales de \$8,218 por hato de 13 vacas, agravados por mala condición corporal y anestro posparto. (Pierson & Ginther, 1984)

4.3.1. Costo de Oportunidad

Cada día abierto más allá del período voluntario de espera idealmente 60-90 días genera un costo de oportunidad masivo: pérdida de ingresos por leche no producida estimada en \$70-210 pesos/L según sistema doble propósito o lechero, terneros diferidos, 35-50 kg menos al destete por ciclo perdido, a \$4,000/kg y mayor riesgo de desecho prematuro. En hatos comerciales, esto equivale a \$19.5-30 pesos/día/vaca en alimentación pastaje/suplemento sin retorno, más depreciación por envejecimiento edad al descarte ~8-10 años. (Fricke, 2002)

Factores como nutrición deficiente, estrés calórico, es decir mayor a 27°C y detección de celo ineficiente (<50%) prolongan este intervalo a 120-180 días, reduciendo la lactancia útil en 10-

15% y el margen bruto en 12-20% anual. Simuladores destacan que 60 días extras por vaca dejan de generar utilidades equivalentes a \$X por ható, priorizando inversión en nutrición para reinicio ovárico posparto. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2024)

4.3.2. Comparativa

La IATF, al reducir los días abiertos mediante la sincronización, minimiza estas pérdidas, lo que a menudo compensa el costo de los fármacos utilizados. La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo IATF reduce días abiertos en 30-60 días/vaca al sincronizar ovulaciones, compensando sus costos \$33,000-66,000/vaca inseminada, 8-16 kg novillo con ganancias en preñez 50-60% inicial +90% con repaso, terneros homogéneos +15-35 kg destete y partos concentrados. En rodeos de 400 vientres, el costo total IATF repaso \$86,000/vaca servida se recupera con 1 ternero extra o adelanto de 21 días en 68-100 vacas, elevando kg carne/a y rentabilidad 15-25%. Protocolos con progesterona, PGF2 α y GnRH minimizan anestro, superando IA tradicional en sistemas extensivos donde detección visual falla. (Campo Total Web, 2019)

4.4. Fundamentos de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo IATF

La IATF es una tecnología que permite intervenir el ciclo estral mediante hormonas como progesterona, estradiol, prostaglandina, GnRH y entre otras para sincronizar la ovulación y realizar la inseminación en un momento predeterminado, eliminando la necesidad de detección de celo. (Subgerencia de Agroservicios, 2021)

La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo, representa un avance biotecnológico clave en la reproducción bovina, permitiendo manipular el ciclo estral de manera precisa para sincronizar la ovulación y eliminar la dependencia de la detección visual de celo, lo que optimiza la eficiencia en hatos extensivos o intensivos. (Sanfer Salud Animal, 2025)

Esta tecnología interviene el ciclo estral —que dura aproximadamente 21 días y consta de fases como proestro 3 días, estro 18-24 horas, metaestro 6 días y diestro 11 días, mediante protocolos hormonales que controlan la dinámica folicular y la luteólisis, asegurando una ventana estrecha para la inseminación generalmente 48-72 horas post-retiro de dispositivos. (Sá, y otros, 2013).

4.4.1. Hormonas y Mecanismos de Acción

Los protocolos de IATF se basan en una combinación sinérgica de hormonas que replican y amplifican los eventos fisiológicos naturales:

Progesterona P4: Liberada por dispositivos intravaginales DIB o CIDR, con 0.5-1.38 g de P4, suprime el crecimiento folicular dominante, previene ovulaciones prematuras y simula el diestro, manteniendo niveles plasmáticos estables 2-4 ng/mL. Su retiro día 7-9 induce un "efecto rebote" que sincroniza la emergencia de una nueva onda folicular AGROCOLUN Revista CEBU.

Estradiol Benzoato de Estradiol - BE o Cipionato - ECP: Inyectado al inicio 2 mg BE día 0 para inducir regresión folicular y sincronizar ondas emergencia a los 4 días, y al final 1 mg BE día 8-9 para madurar el folículo ovulatorio y prolongar el proestro hasta 72 horas en protocolos "J-Synch", elevando estradiol sérico y mejorando la calidad ovocitaria. (Barrón-Bravo, Avilés-Ruiz, Fraga-Escamilla, & Bautista-Martínez, 2023)

Prostaglandina F2 α PGF2 α o D-cloprostenol, 0.15-0.5 mg: Provoca luteólisis del cuerpo lúteo CL al retiro del dispositivo día 7, reduciendo P4 a <1 ng/mL en 48 horas y preparando el útero para concepción. Efectiva solo en CL funcional días 5-16 del ciclo Produccion-Animal. (Bó G. A., The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems., 2002)

GnRH Gonadorelina o Buserelina, 0.25 mg: Induce pico de LH/FSH para ovulación final 16-32 horas post-inyección, usada en protocolos Ovsynch GnRH-PGF-GnRH o híbridos como J-Synch para hembras anestradas Veterinaria Argentina. (Bó G. A., The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems., 2003)

eCG Gonadotropina Coriónica Equina, 400-500 UI: Opcional en vacas posparto o anestradas hasta 30% de fallas en trópicos, estimula FSH para reclutamiento folicular y mejora preñez en condición corporal baja CC <2.5/5. (Baruselli, 2004).

4.5. Inducción de Ciclicidad y Manejo del Anestro

Una ventaja económica crítica de la IATF es su capacidad terapéutica en vacas con cría al pie que se encuentran en anestro posparto, una condición común que prolonga los días abiertos y genera pérdidas por mantenimiento de vientres improductivos, estimadas en hasta 2-3 USD por día por vaca según condiciones tropicales. (Ceva Salud Animal, 2025)

Esta fase de inactividad ovárica, influida por el balance energético negativo postparto y la succión del ternero, puede extenderse más allá de 60-90 días, reduciendo la eficiencia reproductiva del hato en un 20-30% al demorar la próxima concepción y aumentar los costos de alimentación sin retornos en leche o carne. Los protocolos IATF, mediante la suplementación exógena de progesterona (P4), rompen este estado anovulatorio al simular un cuerpo lúteo funcional, restaurando pulsos de LH necesarios para el reclutamiento folicular y previniendo ovulaciones prematuras de baja fertilidad. (Pierson & Ginther, 1984)

4.5.1. Recuperación de Vientres Improductivos.

Los protocolos con progesterona pueden inducir la ovulación fértil en vacas que no ciclan, incluso en anestro profundo diagnosticado por ausencia de P4 endógena (<1 ng/mL) y falta de cuerpos lúteos en ecografías. Estudios demuestran que vacas en anestro tratadas con IATF logran tasas de preñez superiores al 47.3% frente a las no tratadas, las cuales abarcan un 22.0%, de esta manera, reactivando económicamente los vientres de aquellas cabezas de ganado improductivos (Engormix, 2023).

En vacas Nelore posparto (30-50 días), la pre-sincronización con dispositivos intravaginales de P4 por 3 días eleva la tasa de gestación al 40% versus 25-32% en controles o pre-sincronizaciones de 6 días, al mejorar la pulsatilidad de LH y el desarrollo folicular sin luteólisis prematur. (Engormix, 2023)

4.5.2. Mecanismos Hormonales y Protocolos Específicos para Anestro

La P4 exógena dispositivos intravaginales de 0.5-1g o inyectables actúa suprimiendo tonos gonadotróficos hasta su retiro, permitiendo un pico sincronizado de LH/FSH que ovula folículos maduros 10-12 mm. Combinada con eCG 300-400 UI, eleva tasas de preñez en lecheras anestro al 30-35.5% vs. 10.7% controles, al potenciar concentraciones luteales post-ovulación y reducir regresiones embrionarias. (Sá, y otros, 2013)

Protocolos como pre-sincro P4 3-6 días + IATF estándar DIB 8 días + BE/PGF2 α /GnRH son ideales para vacas *Bos taurus indicus* con cría al pie, donde el destete precoz combinado incrementa ovulaciones al 77-88% en BCC baja.

4.6. Análisis de Costos Operativos: IATF vs. Tradicional

Es fundamental desglosar la estructura de costos de ambos métodos para una comparación justa. Aunque la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo presenta un desembolso inicial superior por vaca debido a los fármacos hormonales y los honorarios veterinarios, el método tradicional limita sus gastos directos a semen e inseminador. (Baruselli, 2004)

Sin embargo, esta aparente economía inicial del enfoque tradicional oculta ineficiencias que erosionan la rentabilidad a mediano y largo plazo. Estudios comparativos en sistemas bovinos demuestran que, pese a un costo directo de IATF que puede superar los 56 dólares por vientre en protocolos completos con repaso, la superioridad en tasas de preñez y reducción de días abiertos genera un retorno neto positivo que compensa ampliamente la inversión. (Ceva Salud Animal, 2025)

En unidades de doble propósito en regiones tropicales como Tabasco y Veracruz, los análisis revelan que los costos fijos totales, donde la mano de obra representa hasta el 25% del gasto global, se optimizan con IATF al concentrar las intervenciones en ventanas específicas, evitando la dispersión laboral inherente a la observación continua de celos. (Hafez & E., 2000) calcula que el servicio natural resulta 56,49 dólares más barato por vientre en escenarios básicos,

pero este ahorro se diluye ante la mayor tasa de fallos en detección y repeticiones inseminatorias del método tradicional.

4.6.1. Costos Directos.

La IATF implica un costo inicial mayor por vaca debido a los fármacos y honorarios veterinarios. El método tradicional tiene costos directos bajos, es decir, solo semen e inseminador. No obstante, esta diferencia se invierte al considerar el valor presente neto de la producción. En protocolos Ovsynch para vacas Holstein, el análisis técnico-económico incorpora no solo fármacos y semen, sino también días abiertos y saca prematura, revelando que IATF reduce pérdidas por vacas vacías en un 20-30%, con costos hormonales que oscilan entre 10-20 dólares por dosis pero generan preñez al 47-60% en primer servicio. (Giordano, Fricke, Wiltbank, & Cabrera, 2011)

En hatos de cría argentina con repaso tórico, el costo total de IATF más repaso para 400 vientres se estima en valores que aseguran el 50% de gestaciones iniciales, superando el retorno del método tradicional al minimizar semen desperdiciado por celos no detectados. En sistemas doble propósito mexicanos, insumos reproductivos como sincronización representan solo el 2% de variables, pero su empleo eleva la utilidad global al 11% mediante mayor volumen de terneros vendibles. La rentabilidad neta favorece a IATF, ya que cada preñez adicional equivale a ingresos en leche, carne y genética que superan los insumos hormonales en un factor de 3-5 veces, según FAO y Wiltbank. (Hafez & E., 2000)

4.6.2. Costos de Mano de Obra

La IATF optimiza la mano de obra al concentrar el trabajo en días específicos, reduciendo las horas-hombre dedicadas a la observación diaria de celos, lo cual es un ahorro significativo a largo plazo. En sistemas basados en pastos, la detección tradicional demanda vigilancia continua, elevando costos laborales hasta el 25% del total fijo, mientras IATF permite programar inseminaciones masivas con 1-2 días de alta intensidad por hatos. En evaluaciones de unidades tropicales, mano de obra fija alcanza 594.000 pesos anuales para 149 vacas, pero IATF reduce horas extras por repeticiones, logrando tasas de servicio del 100% sin extender el PEV. (Campo Total Web, 2019)

Esto se traduce en ahorros del 15-20% en personal, especialmente en hatos extensivos donde la observación manual falla en 50-70% de celos. La concentración operativa no solo baja costos, sino que incrementa eficiencia al alinear partos con picos forrajeros, potenciando rentabilidad en doble propósito. (Fricke, 2002)

4.7. Beneficios Económicos de la Concentración de Partos

La IATF permite sincronizar no solo la inseminación, sino también los partos, generando un impacto positivo en la cadena productiva. Esta concentración alinea los nacimientos con picos de disponibilidad forrajera, optimizando recursos y elevando la rentabilidad global del hato. En sistemas de cría extensivos, logra tasas de preñez superiores al 85% y cabeza de parición del 60%, con terneros destetados entre 150-180 kg, incrementando ingresos por kg/ha hasta un 15-30% mediante lotes uniformes y mayor peso vivo. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2023)

Programas en vacas nodrizas han reducido partos de 12 a 6 meses, elevando fertilidad al 91-97% y generando beneficios de 11.700-19.200 euros por 39-64 terneros extra, al facilitar previsión laboral, compras forrajeras a mejor precio y homogeneidad genética. (Barrón-Bravo, Avilés-Ruiz, Fraga-Escamilla, & Bautista-Martínez, 2023)

4.7.1. Lotes Homogéneos.

La "cabeza de parición" lograda con IATF resulta en lotes de terneros más uniformes en edad y peso, lo que mejora el precio de venta final y facilita el manejo sanitario y nutricional. En regiones áridas, esta uniformidad permite ventas premium por homogeneidad, con pesos al destete homogéneos que simplifican vacunación, desparasitación y cebo, reduciendo mermas en 10-20%.

La concentración en octubre-diciembre maximiza forraje óptimo, identificando tempranamente repetidoras para descarte y seleccionando reposición superior, elevando ROI al alinear producción con demanda de lotes parejos.

4.7.2. Peso al Destete.

Terneros nacidos antes en la temporada cabeza de parición tienen más días para ganar peso antes del destete, incrementando los kilogramos totales producidos por hectárea. En protocolos IATF, esto asegura terneros de mayor peso al destete y un ternero anual por vaca fértil, acortando servicio en 30% con doble/triple IATF.

Beneficios incluyen 15% más peso vs. monta natural, traduciéndose en 15-30% utilidad operativa extra, con costos por preñez efectiva de ~195.000 Gs. que se amortizan en ventas superiores.

4.7.3. Optimización de Recursos y Rentabilidad Global

La concentración reduce estrés postparto, optimiza mano de obra y sanidad al agrupar intervenciones, alineando partos con forraje abundante para menor suplementación. En Uruguay, IATF + repaso logra 80% preñez con costo final de 40,8 USD/ternero, maximizando kg/ha. Indicadores como tasa destete mejoran, midiendo eficiencia al lograr un ternero/vaca/año, clave para rentabilidad en doble propósito.

4.8. Retorno de Inversión ROI y Costo por Preñez

El indicador definitivo no es el costo por dosis, sino el costo por preñez lograda. Esta métrica integra todos los elementos del proceso reproductivo, desde los insumos hormonales hasta el impacto en la productividad del hato bovino, permitiendo una evaluación real de la rentabilidad de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) frente a métodos tradicionales.

4.8.1. Eficiencia del Gasto.

Análisis de presupuesto parcial indican que, en escenarios de baja detección de celo, el costo de mantener vacas vacías supera con creces la inversión en sincronización. Por tanto, la IATF suele ofrecer un mejor ROI al garantizar una mayor proporción de vacas gestantes al inicio de la temporada de servicio Campo Total Web, 2026.

En sistemas bovinos de carne, el costo por preñez vía IATF oscila entre 40-50 euros por vaca en lotes medianos, pudiendo elevarse hasta más de 200 euros con semen de alto valor genético en grupos pequeños, pero este desembolso inicial se amortiza rápidamente mediante la reducción de días abiertos y el aumento en la tasa de preñez. Estudios cuantifican que cada día adicional de intervalo entre partos genera pérdidas de 2 a 5 euros por animal debido a alimentación, espacio y mano de obra no productiva, haciendo que las vacas vacías representen un drenaje económico significativo.

La eficiencia se evidencia en tasas de gestación acumuladas: protocolos de IATF con resincronización alcanzan hasta un 82.1% de preñez en 40 días, con incrementos notables al incluir gonadotropina coriónica equina (eCG), que eleva la proporción de vacas en estro del 57% al 75% y la gestación del 53% al 73%. En hatos con baja ciclicidad inicial, la IATF transforma vientres improductivos en gestantes, con tasas superiores al 50% en comparación con el 30% de métodos naturales, optimizando el retorno económico al concentrar partos y maximizar terneros por ciclo.

4.9 Eficiencia Reproductiva

La eficiencia reproductiva se analizará comparando los porcentajes de preñez obtenidos en ambos protocolos. Esta la evaluaremos con un conjunto de indicadores que permiten evaluar que tan bien funciona el sistema reproductivo en el hato, que serán los siguientes Parámetros:

Intervalo entre parto que es el tiempo transcurrido entre dos partos consecutivos de una misma hembra la cual obtendremos los datos con la formula $IEP = \text{fecha de parto actual} - \text{fecha de parto anterior}$ (Senger,2012).

Días abiertos representan el número de días que transcurren desde el parto hasta que la hembra queda nuevamente gestante y para obtener datos utilizaremos la formula siguiente , $\text{Días abiertos} = \text{Fecha de concepción} - \text{fecha del parto}$ (Lucy,2001).

Tasa de Concepción es el porcentaje de hembras que resulta gestantes con respecto al total de hembras servidas en un periodo de tiempo determinado y el porcentaje lo obtendremos utilizando la siguiente formula:

$$TC \% = \left(\frac{\text{Vientres Hembras Preñadas}}{\text{Vientres Hembras servidas}} \right) \times 100 \quad (\text{Pursley et al.,1997}).$$

Servicios por concepción corresponde al número promedio de servicios necesarios para lograr una gestación lo cual para sacar ese número vamos a utilizar la formula

$$SPC = \frac{\text{Numero total de servicios}}{\text{Numero de hembras preñadas}} \text{ (Noakes et al.,2019).}$$

Edad al primer parto mide la precocidad reproductiva y eficiencia económica de las hembras jóvenes lo cual para obtener el dato utilizaremos la fórmula: Edad al primer parto=Fecha del primer parto–Fecha de nacimiento (Ettema & Santos, 2004).

V. MÉTODOS Y MATERIALES

5.1. Localización de la práctica

La práctica profesional supervisada se realizó en la Finca Mirian, ubicada en el municipio de La Entrada, departamento de Copán, Honduras, específicamente en la carretera CA-11, kilómetro 2, salida hacia Copán Ruinas.

La zona se encuentra a una altitud aproximada de 650 m.s.n.m., con condiciones climáticas tropicales caracterizadas por temperaturas entre 17 °C y 31 °C, factores que influyen directamente en la actividad reproductiva del ganado bovino.

5.2 Método

El estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y comparativo durante los meses de enero a abril, período en el cual se evaluó la eficiencia reproductiva de dos métodos de inseminación artificial en bovinos:

- Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)
- Inseminación basada en detección de celo natural

Se trabajó con vacas aptas reproductivamente, pertenecientes a diferentes razas y cruces (Holstein, Girolando, Pardo Suizo y Simmental), manejadas bajo condiciones productivas reales de la finca.

5.3 Materiales y equipos

Para la ejecución de la práctica se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- Pajuelas de semen bovino (Holstein, Brahman, Gyr)
- Tanque de nitrógeno líquido
- Pistola de inseminación artificial
- Fundas plásticas para inseminación
- Guantes desechables
- Termómetro para control de descongelación
- Dispositivos intravaginales de progesterona (P4)
- Benzoato de estradiol
- Prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$)
- Gonadotropina coriónica equina (eCG)
- Cipionato de estradiol
- Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH)
- Registros de campo (tablas de toma de datos y confirmación de preñez)

5.4 Variables evaluadas

5.4.1 Porcentaje de preñez por protocolo

El porcentaje de preñez por protocolo representa la proporción de hembras que resultaron gestantes después de haber sido inseminadas bajo cada tratamiento evaluado. Esta variable permitió comparar la eficiencia reproductiva de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo y la detección de celo natural en condiciones reales de producción.

La fórmula utilizada fue la siguiente:

Porcentaje de preñez = (Número de hembras preñadas / Número total de hembras inseminadas) *100

5.4.2 Porcentaje de preñez general del lote

El porcentaje de preñez general del lote corresponde al total de hembras gestantes respecto al total de hembras inseminadas durante el período de evaluación, sin separar por protocolo. Esta variable permitió obtener un promedio general de eficiencia reproductiva en la finca con ambos métodos aplicados.

La fórmula utilizada fue:

Porcentaje de preñez = (Número de hembras preñadas / Número total de hembras inseminadas) *100

5.4.3 Servicios por concepción

El número de servicios por concepción se define como el promedio de servicios requeridos para lograr una gestación. Este indicador permite valorar la eficiencia reproductiva del sistema, ya que un menor número de servicios necesarios por vaca gestante refleja un mejor desempeño del protocolo aplicado.

La fórmula utilizada fue:

Servicios por concepción = Número total de servicios / Número de hembras preñadas

5.4.4 Consideración sobre variables reproductivas complementarias

VARIABLES COMO DÍAS ABIERTOS E INTERVALO ENTRE PARTOS SON INDICADORES IMPORTANTES DENTRO DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA BOVINA. SIN EMBARGO, EN ESTA PRÁCTICA SE PRIORIZÓ EL ANÁLISIS DE PORCENTAJE DE PREÑEZ Y SERVICIOS POR CONCEPCIÓN, DEBIDO A QUE LOS REGISTROS DISPONIBLES SE ENFOCARON EN LA FECHA DE INSEMINACIÓN, PROTOCOLO APLICADO, RAZA DE LA VACA Y CONFIRMACIÓN DE PREÑEZ. POR LO TANTO, LOS RESULTADOS PRESENTADOS SE FUNDAMENTAN EN LAS VARIABLES DIRECTAMENTE VERIFICABLES A PARTIR DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA EN CAMPO.

VI.PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN REPRODUCTIVA

En el grupo sometido a Inseminación Artificial a Tiempo Fijo se aplicó el protocolo estandarizado utilizado en la Finca Mirian, basado en el uso de dispositivo intravaginal de progesterona y benzoato de estradiol.

Este protocolo permitió sincronizar la dinámica folicular y programar la inseminación sin necesidad de observar celo, lo cual favorece una mayor organización del manejo reproductivo y disminuye la dependencia del factor humano (Bó, 2003; Bó et al., 2013).

El día cero se realizó la inserción del dispositivo intravaginal de progesterona y la aplicación intramuscular de benzoato de estradiol. El día ocho se retiró el dispositivo y se administró prostaglandina, gonadotropina coriónica equina y cipionato de estradiol. En algunos animales, el día nueve se aplicó una dosis adicional de benzoato de estradiol como refuerzo.

Finalmente, el día diez se efectuó la inseminación artificial a tiempo fijo, acompañada de la aplicación de acetato de buserelina para inducir la ovulación en el momento previsto. Este procedimiento permitió intervenir a todas las hembras del grupo en una ventana programada y homogénea.

En el grupo manejado por detección de celo natural, la identificación del estro se realizó mediante observación visual directa dos veces al día, en horario de mañana y tarde.

La inseminación se efectuó siguiendo la regla de mañana y tarde, es decir, las vacas detectadas en celo por la mañana fueron inseminadas por la tarde y las detectadas en celo por la tarde fueron inseminadas a la mañana siguiente.

Este método depende de la capacidad de observación del personal y de la manifestación conductual de las hembras, por lo que se encuentra más expuesto a fallas de detección (Roelofs et al., 2010; Giordano et al., 2011)

VII. RESULTADOS OBTENIDOS.

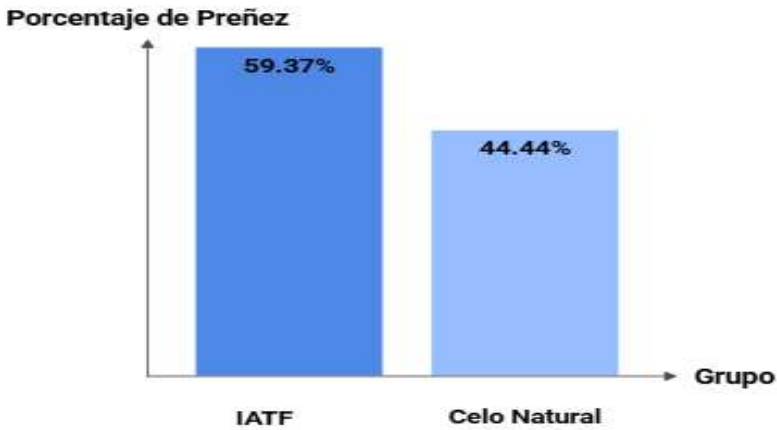
7.1 Resultados reproductivos por protocolo

En la finca Mirian se evaluó un total de 50 hembras bovinas sometidas a dos protocolos reproductivos: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo y detección de celo natural. Los resultados obtenidos permitieron comparar la respuesta reproductiva de ambos métodos bajo condiciones reales de manejo.

Tabla 1 Comparación de resultados reproductivos entre Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) y celo natural en finca Mirian, La Entrada, Copán.

Variable Evaluada	Grupo A (IATF)	Grupo B (Celo Natural)
Vacas Inseminadas	32	18
Vacas Gestantes (Positivas)	19	8
Vacas Vacías (Negativas)	13	10
Tasa de Concepción	59.37%	44.44%

L Fuente: Elaboración propia.



Porcentaje de Preñez por Grupo

Gráfica 1. Porcentaje de preñez por protocolo.

Los resultados evidencian que el protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo presentó una mejor respuesta reproductiva que el protocolo basado en detección de celo natural. El grupo IATF alcanzó un porcentaje de preñez de 59.37%, mientras que el grupo de celo natural obtuvo 44.44%, observándose una diferencia de 14.93 puntos porcentuales a favor de la sincronización hormonal.

Este comportamiento puede atribuirse a que la IATF permite controlar y programar con mayor precisión el momento de la inseminación, reduciendo la dependencia de la observación visual del celo y disminuyendo el riesgo de fallas por celos silenciosos o detección tardía.

7.2 Servicios por Concepción

- IATF: $SC = 32/19 = 1.68\%$
- Celos Natural: $SC = 18/8 = 2.25\%$

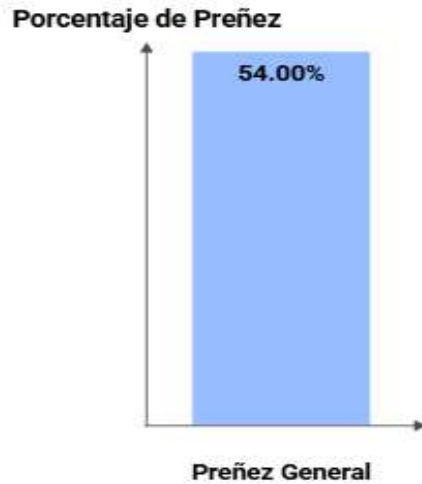
Esto indica que el grupo IATF requirió menos servicios para lograr una gestación, evidenciando mayor eficiencia.

7.2 Porcentaje de preñez general del lote trabajado

Tabla 2 Porcentaje de preñez general del lote trabajado en finca Mirian, La Entrada, Copán.

Variable Evaluada	Valor total
Vacas inseminadas totales	50
Vacas gestantes totales	27
Vacas vacías totales	23
Porcentaje de preñez general (%)	54.00 %

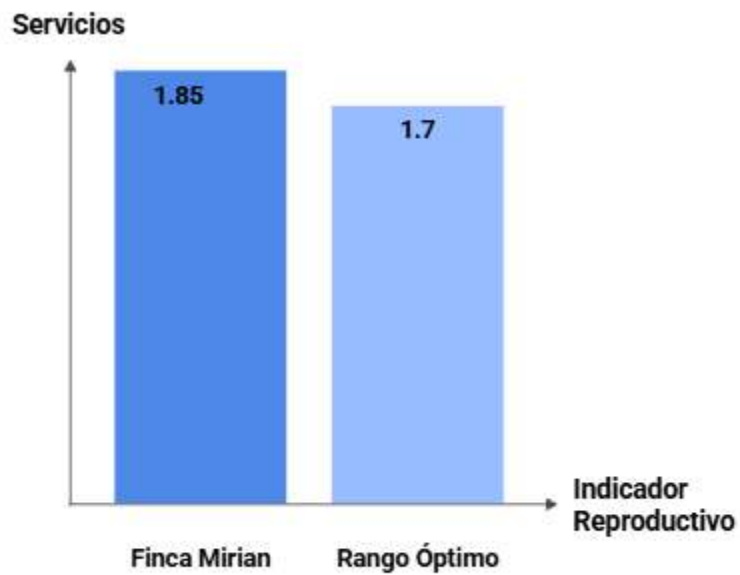
Gráfica 2. Preñez general de la finca



Porcentaje de Preñez en la Finca Mirian

El porcentaje de preñez general obtenido en la finca Mirian fue de 54.00%. Este valor refleja el comportamiento reproductivo del lote trabajado durante el período de evaluación y permite tener una visión integral del desempeño de la finca al considerar ambos protocolos en conjunto.

7.3 Servicios por concepción



Servicios Por Concepción

Gráfica 3: Promedio de servicios por concepción en finca Mirian, La Entrada, Copan.

En la figura 1, se muestra los promedios de servicios por concepción, del lote trabajado en finca Mirian, evaluando diferentes razas como la Holstein, Girolando, Pardo Suizo, Simmental, resultando en un promedio de 1.85 servicios por concepción que se necesitaron para que quedara gestante, un promedio aceptable en una ganadería cercana al rango óptimo.

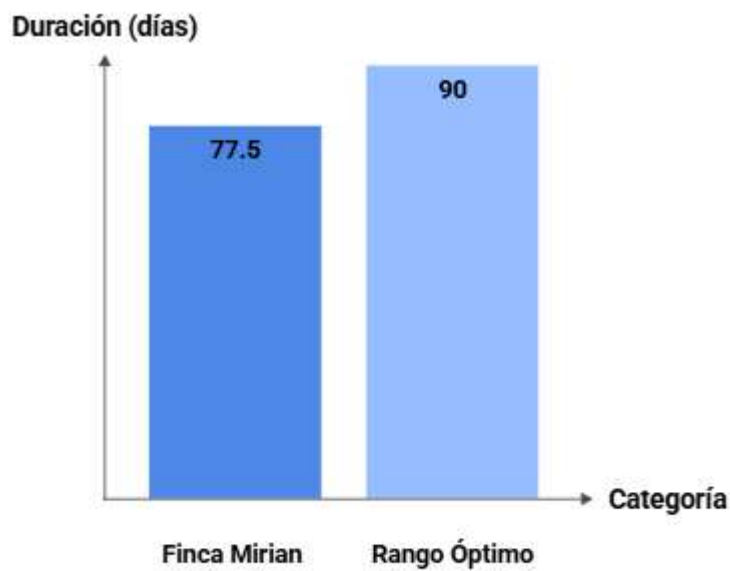
7.4 Intervalo entre partos



Gráfica 4: Intervalo entre parto en finca Mirian, La Entrada Copan.

En la figura 2, los resultados que obtuvimos de intervalo entre parto en finca Mirian con el lote de vacas fueron satisfactorios. Con un promedio de 357.5 días lo que nos demuestra que tenemos una alta eficiencia reproductiva por estar debajo de los 365 días que es el rango óptimo lo que nos indica que estamos logrando una cría por año.

7.5 Días Abiertos



Promedio Días Abiertos

Gráfica 5: Promedio de días abiertos en finca Mirian, La Entrada Copan.

En la figura 5, observamos el promedio de días abiertos, que es el periodo que transcurre entre el parto y una nueva concepción, con un promedio de 77.5 días lo que nos refleja una buena eficiencia reproductiva. Ya que el rango optimo o máximo es de 90 días.

7.6 Técnica utilizada en la inseminación artificial

Primero se lleva la vaca donde se va trabajar la cual debe ser de una forma tranquila para que la vaca no entre en estrés esto nos ayudara al momento de trabajar así mostrando tranquilidad en ella, tenemos que tener en cuenta una buena higiene para evitar cualquier infección, también un buen manejo y descongelamiento de la pajilla luego se prepara la pistola de inseminación con su respectiva pajilla en finca Mirian se utilizó la técnica de IA intracervical. Al momento de realizar la inseminación siempre utilizar guantes, una vez lista la pajilla se introduce una mano por el recto de la vaca así para manipular bien el cuello uterino, después con la otra mano se introduce la pistola por la vagina y localizar canal cervical, una vez ubicado se deposita todo el material genético, la ventaja de esta técnica es que no ocupamos la presencia de un toro.

7.7 Registro del procedimiento

Es muy importante llevar registros del procedimiento en la IA, así como la identificación de la raza, semen utilizado, fecha de inseminación, edad de la vaca, estado corporal, evaluación mediante ecografía entre otras observaciones, esto nos ayuda a llevar un registro de cada animal que nos ayudaran al momento de la siguiente gestación.

7.8 Palpación rectal (Ecografía)

La palpación rectal la realizamos después de la sincronización de celo en el día 8 luego de retirar los dispositivos, esto para saber que ovario tiene folículos para poder depositar el semen, también revisamos el útero de la vaca que estuviera en buenas condiciones esto para asegurar un trabajo exitoso. La confirmación de preñez se realizó entre los 40 a 45 días después de la inseminación.

7.9 Análisis productivo

También se calculó el promedio general de servicios por concepción considerando la totalidad de vacas inseminadas en ambos protocolos.

Tabla 3 Promedio de servicios por concepción del lote trabajado en finca Mirian, La Entrada, Copán.

Variable	Valor
Servicios totales	50
Vacas gestantes	27
Servicios por concepción	1.85

El promedio general de servicios por concepción obtenido en la finca Mirian fue de 1.85, valor que puede considerarse aceptable dentro de un sistema de producción bovina, ya que se encuentra cercano al rango óptimo de referencia. Este resultado indica que, en promedio, se requirieron menos de dos servicios para lograr una preñez, lo cual representa una eficiencia reproductiva favorable para el lote trabajado.

7.10 Discusión técnica de los resultados

Los resultados obtenidos permiten establecer que la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo fue el protocolo más eficiente en la finca Mirian durante el período de estudio. La ventaja observada en porcentaje de preñez y servicios por concepción coincide con la literatura especializada, la cual señala que los protocolos sincronizados mejoran la precisión del servicio al eliminar la dependencia de la detección visual del estro. Por otra parte, el protocolo de celo natural mostró menor eficiencia reproductiva, situación que puede relacionarse con factores como dificultad en la detección del celo, menor intensidad en la expresión del estro y mayor variabilidad en el momento oportuno para inseminar. Estas limitaciones afectan directamente la tasa de preñez final y aumentan el número de servicios requeridos por concepción. En términos generales, el promedio global del lote trabajado fue de 54.00% de preñez y 1.85 servicios por concepción. Esto demuestra que la finca mantiene un desempeño reproductivo aceptable, aunque con oportunidad clara de mejora, especialmente mediante una mayor implementación de protocolos IATF en animales aptos reproductivamente.

Además, el promedio de 77.5 días abiertos indicó un manejo reproductivo adecuado dentro de parámetros favorables para sistemas lecheros tropicales. El menor número de servicios por concepción en el protocolo IATF representó una ventaja técnica y económica, debido a la reducción de repeticiones de inseminación y mejor aprovechamiento del semen. Asimismo, la sincronización hormonal permitió mayor precisión en el momento del servicio, mejorando la eficiencia reproductiva del hato. En contraste, la detección de celo natural dependió en mayor medida de la observación del personal y de la correcta identificación del estro, lo cual pudo influir en la disminución de la tasa de preñez.

VII. CONCLUSIONES

- El protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo presentó un mayor porcentaje de preñez con 59.37% en comparación con 44.44% obtenido mediante detección de celo natural.
- El número de servicios por concepción fue menor en el protocolo IATF con 1.68, mientras que en celo natural fue de 2.25, evidenciando una mayor eficiencia del protocolo sincronizado.
- El porcentaje de preñez general del lote trabajado fue de 54.00%, lo que refleja un comportamiento reproductivo aceptable bajo condiciones de campo.
- El promedio general de servicios por concepción en la finca fue de 1.85, valor cercano al rango óptimo de referencia.
- Los resultados obtenidos indican que la implementación de protocolos IATF puede contribuir a mejorar la eficiencia reproductiva del hato bovino en la finca Mirian.

VIII. RECOMENDACIONES

- Implementar con mayor frecuencia protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en vacas aptas reproductivamente.
- Fortalecer la capacitación del personal encargado de la detección de celo natural para disminuir errores de observación.
- Mantener registros reproductivos más completos, incluyendo fecha de parto, fecha de servicio y fecha de confirmación de gestación.
- Incorporar el análisis de indicadores como días abiertos e intervalo entre partos en futuras evaluaciones, con el fin de ampliar la valoración de la eficiencia reproductiva del hato.
- Continuar utilizando herramientas de control reproductivo que permitan una mejor planificación y toma de decisiones en la finca.

IX. TABLAS DE DATOS

Tabla 4 Registro de inseminación y diagnóstico de gestación por vaca

No. de Vaca	Fecha de Inseminación	Fecha de Palpación	Resultado
2355	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
2356	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
2364	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
2367	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
2369	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
2373	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
2395	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24001	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24003	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
24004	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24007	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24014	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
24015	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
24016	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
24018	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24021	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
24023	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
24028	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
24031	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24033	22/02/2026	26/03/2026	Preñada

Tabla 5 Registro de inseminación y diagnóstico de gestación por vaca 2

No. de Vaca	Fecha de Inseminación	Fecha de Palpación	Resultado
2333	25/02/2026	26/03/2026	Preñada
2336	25/02/2026	26/03/2026	Preñada
2339	02/03/2026	13/03/2026	Preñada
2340	02/03/2026	13/04/2013	Vacia
2342	02/03/2026	13/04/2013	Preñada
2343	7/03/2026	13/04/2013	Preñada
2344	7/03/2026	13/04/2013	Preñada
2346	10/03/2026	13/04/2013	Preñada
2347	10/03/2026	13/04/2013	Vacia
2348	10/03/2026	13/04/2013	Vacia

Tabla 6 Registro de inseminación y diagnóstico de gestación por vaca 3

No. de Vaca	Fecha de Inseminación	Fecha de Palpación	Resultado
24024	11/02/2026	15/03/2026	Vacia
24025	11/02/2026	15/03/2026	Vacia
24027	11/02/2026	15/03/2026	Preñada
24028	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24029	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24030	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24031	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24032	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
24012	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
24013	14/02/2026	15/03/2026	Preñada
24017	14/02/2026	15/03/2026	Preñada
24019	14/02/2026	15/03/2026	Preñada
24020	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
24034	11/02/2026	15/03/2026	Vacia
2330	11/02/2026	15/03/2026	Vacia
2332	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
2335	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
2336	22/02/2026	26/03/2026	Preñada
2337	22/02/2026	26/03/2026	Vacia
2339	11/02/2026	15/03/2026	Vacia

Tabla 7 Control reproductivo Finca Mirian 1

No.	Fecha de Inseminación	No. de vaca	Raza de la vaca	Raza del toro	Protocolo Aplicado
1	25/02/2026	2333	Holstein	Holstein	IATF
2	25/02/2026	2336	Holstein	Holstein	IATF
3	02/03/2026	2339	Holstein	Holstein	IATF
4	26/03/2026	2340	Girolando	Holstein	Celo Natural
5	02/03/2026	2342	Pardo Suizo	Gyr	Celo Natural
6	07/03/2026	2343	Holstein	Holstein	Celo Natural
7	07/03/2026	2344	Holstein	Holstein	Celo Natural
8	10/03/2026	2346	Holstein	Holstein	Celo Natural
9	10/03/2026	2347	Girolando	Holstein	Celo Natural
10	10/03/2026	2348	Girolando	Holstein	Celo Natural

Tabla 8 Control reproductivo Finca Mirian 2

No.	Fecha de Inseminación	No. de vaca	Raza de la vaca	Raza del toro	Protocolo Aplicado
1	22/02/2026	2355	Holstein	Holstein	IATF
2	22/02/2026	2356	Holstein	Holstein	IATF
3	22/02/2026	2364	Holstein	Holstein	IATF
4	22/02/2026	2367	Girolando	Holstein	IATF
5	22/02/2026	2369	Holstein	Holstein	IATF
6	22/02/2026	2373	Holstein	Holstein	Celo natural
7	22/02/2026	2395	Simmental	Brahman	Celo natural
8	22/02/2026	24001	Girolando	Holstein	IATF
9	22/02/2026	24003	Holstein	Holstein	IATF
10	22/02/2026	24004	Simmental	Holstein	IATF
11	22/02/2026	24007	Simmental	Brahman	IATF
12	22/02/2026	24014	Holstein	Holstein	IATF
13	22/02/2026	24015	Holstein	Holstein	IATF
14	22/02/2026	24016	Holstein	Holstein	IATF
15	22/02/2026	24018	Girolando	Holstein	Celo natural
16	22/02/2026	24021	Simmental	Brahman	Celo natural
17	22/02/2026	24023	Simmental	Brahman	IATF
18	22/02/2026	24028	Simmental	Brahman	IATF
19	22/02/2026	24031	Simmental	Brahman	IATF
20	22/02/2026	24033	Simmental	Brahman	IATF

Tabla 9 Control reproductivo Finca Mirian 3

No.	Fecha de Inseminación	No. de vaca	Raza de la vaca	Raza del toro	Protocolo Aplicado
1	11/02/2026	24024	Holstein	Holstein	Celo Natural
2	11/02/2026	24025	Holstein	Holstein	Celo Natural
3	11/02/2026	24027	Holstein	Holstein	IATF
4	22/02/2026	24028	Simmental	Brahman	IATF
5	22/02/2026	24029	Simmental	Brahman	IATF
6	22/02/2026	24030	Simmental	Brahman	IATF
7	22/02/2026	24031	Holstein	Holstein	IATF
8	22/02/2026	24032	Holstein	Holstein	IATF
9	22/02/2026	24012	Holstein	Holstein	Celo Natural
10	14/02/2026	24013	Pardo Suizo	Gyr	Celo Natural
11	14/02/2026	24017	Pardo Suizo	Gyr	IATF
12	14/02/2026	24019	Girolando	Holstein	Celo Natural
13	14/02/2026	24020	Girolando	Holstein	Celo Natural
14	22/02/2026	24034	Holstein	Holstein	Celo Natural
15	11/02/2026	2330	Holstein	Holstein	IATF
16	11/02/2026	2332	Simmental	Brahman	IATF
17	22/02/2026	2336	Holstein	Holstein	IATF
18	22/02/2026	2337	Holstein	Holstein	IATF
19	22/02/2026	2338	Holstein	Holstein	IATF
20	11/02/2026	2339	Girolando	Holstein	IATF

X. ANEXOS



Anexo 1 Inseminación Artificial



Anexo 2 Inseminación Artificial 2



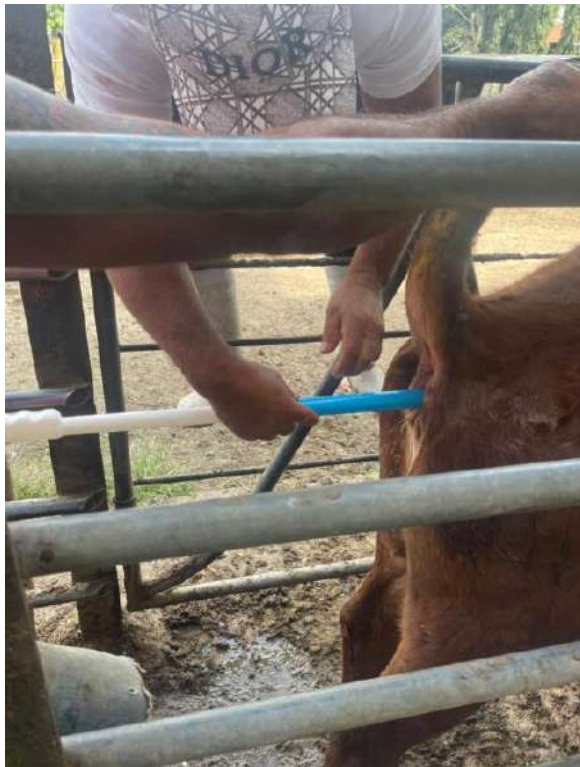
Anexo 3 Inseminación Artificial 3



Anexo 4 Inseminación Artificial 4



Anexo 5 Toma de datos



Anexo 6 Colocación de dispositivo de sincronización 1



Anexo 7 Colocación de dispositivo de sincronización 2



Anexo 8 Colocación de dispositivo de sincronización 3



Anexo 9 Materiales y equipo 1



Anexo 10 Materiales y equipo 2



Anexo 11 Observación de Detección celo natural



Anexo 12 Dispositivo de sincronización



Anexo 13 Virkon Desinfectante para el lavado de la vulva de la vaca



Anexo 14 Stimovit medicamento utilizado después de sincronizar



Anexo 15 Benzoato de Estradiol



Anexo 16 Gestar medicamento utilizado después de inseminar