

Universidad Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto de dos tiempos de aplicación de Gonadotropina Coriónica
Equina (eCG) en un protocolo de sincronización de celos sobre los
parámetros reproductivos en vacas de aptitud cárnica**

Estudiantes

Josué Gildemeister Franco

Andy Alexis Pinto Cordón

Asesores

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Celia O. Trejo, Ph.D.

Honduras, agosto 2025

Autoridades

KEITH ANDREWS

Rector i.a.

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretaría General

Contenido

Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	12
Ubicación	12
Animales.....	12
Criterios de Inclusión	12
Manejo y Alimentación.....	12
Materiales	13
DIV-B®	13
Novormón®	13
Ciclase®	13
Cipiosyn®	13
Gonadyol®	13
Ovosure®	14
Parche para la Detección de Celo	14
Tratamientos.....	14
Variables Analizadas	15
Porcentaje de Presentación de Celo (%).....	15
Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS).....	15
Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS).....	16
Porcentaje de Preñez Acumulada (PA):	16
Días Retiro a Servicio	16
Servicios por Concepción (SC).....	16
Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV).....	17

Tasa de Concepción (TC)	17
Costo por Tratamiento y por Vaca Preñada.....	17
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	17
Resultados y Discusión.....	19
Porcentaje de Presentación de Celo (PPC)	19
Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS).....	20
Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS).....	21
Porcentaje de Preñez Acumulada (PA)	22
Días Retiro a Servicio	24
Servicios por Concepción (SC).....	25
Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV).....	26
Tasa de Concepción (TC)	27
Correlaciones	30
Costo por Tratamiento y por Vaca Preñada.....	31
Conclusiones	33
Recomendaciones.....	34
Referencias.....	35

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Protocolos de sincronización de celos aplicando la eCG en dos tiempos diferentes.	15
Cuadro 2	Interacción de las medias de porcentaje de presentación de celo (PPC) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7	20
Cuadro 3	Interacción de las medias de porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7	21
Cuadro 4	Interacción de las medias de porcentaje de preñez al segundo servicio (PPSS) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7	22
Cuadro 5	Interacción de las medias de porcentaje de preñez acumulada (PA) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7	24
Cuadro 6	Valores porcentuales para las variables porcentaje de presentación de celo (PPC), porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS), Porcentaje de preñez al segundo servicio (PPSS) y Preñez acumulada (PA) para los tratamientos eCG7 y eCG5.....	24
Cuadro 7	Valores porcentuales para las variables porcentaje de presentación de celo (PPC), porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS), Porcentaje de preñez al segundo servicio (PPSS) y Preñez acumulada (PA) por composición racial	24
Cuadro 8	Interacción de las medias de días retiro a servicio en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7	25
Cuadro 9	Interacción de las medias de servicios por concepción (SC) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7	26
Cuadro 10	Interacción de las medias de servicios por concepción de todas las vacas (SCTV) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7	27
Cuadro 11	Valores medios para las variables días retiro a servicio, servicios por concepción (SC) y servicio por concepción de todas las vacas (SCTV) para los tratamientos eCG7 y eCG5	27
Cuadro 12	Interacción de las medias de tasa de concepción (TC) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7	29

Cuadro 13 Valores porcentuales para la variable tasa de concepción para los tratamientos eCG7 y eCG5	29
Cuadro 14 Valores porcentuales para la variable tasa de concepción por composición racial.....	30
Cuadro 15 Correlaciones entre las variables evaluadas	31
Cuadro 16 Costos (US\$) de los productos empleados para el protocolo de sincronización de celos en vacas de aptitud cárnica	32
Cuadro 17 Costos (US\$) por tratamiento por vaca preñada	32

Resumen

La eficiencia reproductiva es un factor clave para incrementar la productividad en sistemas ganaderos. Este estudio tuvo como objetivo evaluar diversos parámetros reproductivos en vacas de aptitud cárnica tratadas con dispositivos intravaginales (DIV) y gonadotropina coriónica equina (eCG) aplicada al día 5 de un protocolo de sincronización. Se analizaron los siguientes indicadores: porcentaje de presentación de celo, porcentaje de preñez al primer y segundo servicio, preñez acumulada, días entre el retiro del dispositivo y el servicio, servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas y tasa de concepción. Se incluyeron 125 vacas Brahman y sus encastes con Angus Rojo, Senepol, Simmental y Charolais, divididas en dos grupos: protocolo convencional (eCG al día 7, n = 63) y con eCG al día 5 (n = 62). Los resultados mostraron que el protocolo con eCG al día 5 obtuvo un mejor desempeño ($P \leq 0.05$). Se alcanzaron valores superiores en el porcentaje de presentación de celo (90.32%), PPPS (77.42%), PPSS (41.67%) y PA (85.48%). Además, se logró una mayor tasa de concepción (80.19%) y menor número de servicios por concepción (1.09). Estos resultados superaron los del protocolo con eCG al día 7, cuya tasa de concepción fue de 55.55% y requirió más servicios por vaca (1.88). Asimismo, el menor costo por vaca preñada se obtuvo con el protocolo eCG al día 5 (US\$ 62.04). El uso de eCG al día 5 demostró ser la mejor estrategia para mejorar los parámetros reproductivos en vacas de aptitud cárnica sometidas a sincronización de celo.

Palabras clave: Dispositivos intravaginales, eficiencia reproductiva, inseminación artificial.

Abstract

Reproductive efficiency is crucial for improving the productivity of our cattle farms. The objective of this study was to evaluate the estrus detection rate, pregnancy rate at first and second service, cumulative pregnancy rate, days between device removal and service, services per conception, services per conception for all cows, and conception rate in cows treated with intravaginal devices (IVD) and eCG on day 5 of the protocol. A total of 125 Brahman cows and crossbreeds with Red Angus, Senepol, Simmental, and Charolais were included, divided into two groups: 63 cows with a conventional protocol (eCG on day 7, n = 63) and 62 cows with the eCG protocol on day 5 (n = 62). These results showed that treatment with eCG on day 5 had the best performance ($P \leq 0.05$), with an estrus detection rate of 90.32%, first service pregnancy rate (FSPR) of 77.42%, second service pregnancy rate (SSPR) of 41.67%, cumulative pregnancy (CP) of 85.48%, services per conception (SPC) of 1.09, total services per conception (TSPC) of 1.39, and conception rate (CR) of 80.19%. These results significantly outperformed the treatments with eCG on day 7, which had values of 85.71% for estrus detection rate, 58.73% for FSPR, 36.36% for SSPR, 71.43% for CP, 1.17 for SPC, 1.88 for TSPC, and 55.55% for CR. The lowest cost per pregnant cow was obtained with the application of eCG on day 5 (\$62.04). The use of eCG on day 5 proved to be the best strategy to improve reproductive parameters in beef cows with an estrus synchronization protocol.

Keywords: Artificial insemination, intravaginal devices, reproductive efficiency.

Introducción

En la actualidad, el sector ganadero es un pilar fundamental en la economía hondureña, representa cerca del 13% del producto interno bruto agrícola y agrupa a unos 96 mil medianos y pequeños productores que generan 65 mil toneladas métricas de carne (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2021). Dada la importancia de la ganadería en el país, se busca incrementar y mejorar los desempeños productivos buscando hatos más eficientes. Sin embargo, las vacas criadas en condiciones tropicales presentan una alta incidencia de anestro postparto, que incrementa el intervalo parto-concepción y, como consecuencia, afecta negativamente al desempeño reproductivo (Ruiz-Cortés y Olivera-Angel, 1999). Bajo este contexto, se encuentran diferentes biotecnologías de la reproducción que tienen como objetivo mejorar los índices reproductivos, buscando alcanzar el máximo número de terneros posibles por vaca por año.

La inseminación artificial (IA) es una herramienta importante para la mejora genética y permite la utilización de varios esquemas que mejoren la eficiencia reproductiva (Aragunde Vieytes, 2018). Dentro de estas biotecnologías se encuentran dos alternativas: Inseminación artificial a celo detectado (IACD) e Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Uno de los factores que mayormente ha contribuido a la poca difusión de la IA es la deficiencia en la detección de los celos (Aguirre et al., 2006). Una solución a este problema es la IATF que es una técnica que permite una sincronización de celos y ovulaciones de los bovinos, mediante el uso de hormonas, lo cual logra hacer posible la inseminación de una gran cantidad de animales en un corto periodo de tiempo (Raso y Esquel, 2012).

Las vacas y vaquillas tienen eventos cíclicos regulados por el eje hipotálamo-hipófisis. La liberación de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) en el hipotálamo es la responsable de desencadenar todos los procesos. Los estímulos de liberación de la hormona folículo estimulante (FSH) promueven el crecimiento folicular en forma de ondas, generalmente son dos o tres durante un ciclo estral, lo que dependerá de si el ganado es cebuino o taurino. Esto llevará al aumento de la concentración de los estrógenos debido al crecimiento de los folículos. El crecimiento folicular induce a una mayor concentración de estrógenos que terminan regulando la liberación de LH. La liberación

de LH ocurre en forma de pico, aproximadamente seis horas antes de ocurrir la ovulación (Becaluba, 2007). Es importante entender estos procesos para definir los protocolos de sincronización.

La implementación de un correcto plan de sincronización de celos dentro del hato presenta ventajas como: concentración de animales en estro en un corto periodo, concentración y reducción del periodo de parición, manejo de los alimentos disponibles de acuerdo con la época del año y las categorías de animales (Becaluba, 2007). Un plan de sincronización abarca el uso de distintas hormonas que cumplen funciones específicas, cuya finalidad es la presentación del estro en vacas y vaquillas. Un aspecto en común entre todos los protocolos es la inserción de un dispositivo intravaginal (DIV) que contiene progesterona más la aplicación de Benzoato de Estradiol (BE) en el día 0; una inyección de prostaglandina F₂ α en el día 8 al retirar el dispositivo, más Cipionato de Estradiol (0.5 mg intramuscular) y de 300 a 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG). La IA ocurre 48-60 horas después del retiro del dispositivo (Sá Filho et al., 2010).

En la presente investigación se realizaron dos protocolos de sincronización de celos aplicando la eCG en dos tiempos diferentes, acompañado de progesterona, prostaglandina y la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). La gran limitante del uso de este tratamiento son las vacas que no están ciclando por lo que el tratamiento con progesterona exógena ya sea administrado vía inyectable, o como dispositivo intravaginal (DIV) es necesario para llevar a cabo un protocolo de IACD y/o IATF de vacas que se encuentran en anestro posparto (Cavestany, 2002). Se complementa con la aplicación de estradiol o la hormona estimulante de gonadotropinas (GnRH), éstas son aplicadas para reiniciar una nueva onda folicular y para inducir la ovulación de un nuevo folículo dominante (Aragunde 2018). También es recomendado el uso de la gonadotropina coriónica equina (eCG) como promotora del desarrollo folicular y luteal, por su efecto positivo tanto en la secreción de hormona folículo estimulante (FSH) como de hormona luteinizante (LH) (Lucas Cutaia et al., 2003). La aplicación de eCG aumenta el tamaño del folículo preovulatorio dando lugar a un cuerpo lúteo (CL) de mayor tamaño que produce mayor cantidad de progesterona y por tanto aumentará la tasa de preñez (Ferreira et al., 2013).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de eCG al día 5 de un protocolo de sincronización de celo y la composición racial sobre el porcentaje de presentación de celo, porcentaje de preñez al primer y segundo servicio y preñez acumulada, días entre el retiro del dispositivo y el servicio, servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas, la tasa de concepción y análisis de costos.

Materiales y Métodos

Ubicación

El estudio se realizó entre agosto y diciembre 2024 en la unidad de ganado de carne de la Universidad Zamorano localizada a 32 km de Tegucigalpa, con una temperatura promedio y precipitación anual de 26 °C y 1100 mm respectivamente, y 800 msnm.

Animales

Se seleccionaron 125 vacas de raza Brahman y encastes con Angus Rojo, Senepol, Simmental y Charolais divididas en dos grupos: 63 vacas con protocolo convencional eCG al día 7 y 62 vacas con el protocolo eCG al día 5, a su vez cada grupo fue subdividido en dos de acuerdo con la composición racial: Brahman y encaste distribuidas en forma homogénea. Para esta investigación se evaluó hasta el segundo servicio (las inseminaciones se realizaron por una misma persona para evitar el efecto inseminador), las vacas que no quedaron preñadas en el segundo servicio fueron consideradas como vacías para efecto de esta investigación. Se realizó el diagnóstico de preñez mediante palpación rectal a partir de los 45 días por el médico veterinario.

Criterios de Inclusión

Los criterios de inclusión fueron:

Condición corporal (CC) ≥ 4 y ≤ 8 en escala de 1 a 9

Los animales debían tener un tracto reproductivo normal a la palpación rectal por el médico veterinario

No tener historial de abortos

No haber tenido distocias o trastornos periparto/posparto en el parto inmediatamente anterior

Más de un parto, pero menos de ocho.

Manejo y Alimentación

Todos los animales fueron desparasitados con ivermectina 4% y vitaminados con Prosel® (a base de selenio, fósforo, vitamina A y E), Nutrimin® (Ca, Cu, Zn, Se, y P) y Vita Dunkel® (complejo B).

Los animales fueron sometidos a pastoreo rotacional en potreros de Mombaza (*Panicum maximum*) y Tanzania (*Megathyrus maximus*) además de recibir sales minerales y agua *ad libitum*.

Materiales

Se utilizaron los siguientes productos de laboratorios Zoetis® (Argentina):

DIV-B®

Dispositivo intravaginal bovino de 1 g de progesterona, la aplicación fue de un dispositivo por hembra. Los dispositivos intravaginales están impregnados con 1 g de progesterona y estos son utilizados para la regulación del ciclo estral en bovinos (Syntex S.A., s.f.).

Novormón®

Gonadotropina coriónica equina 200 UI/mL, la dosis aplicada fue de 1.5 mL por vaca. Dada su acción dual de FSH/LH la eCG o PMSG actúa estimulando en forma directa el desarrollo folicular y la ovulación en la mayoría de las especies domésticas (Syntex S.A., s.f.).

Ciclase®

D-Cloprostenol 263 µg/mL. Este es un análogo de la prostaglandina F2α con una acción luteolítica y uterotónica. Causando una rápida declinación en la producción de la progesterona, para este protocolo se utilizó 2 mL por animal.

Cipiosyn®

Cipionato de estradiol (ECP) 0.5 mg/mL, la aplicación realizada fue de 1 mL por vaca. Es un derivado semisintético de acción prolongada del 17 β-Estradiol, el Cipionato de Estradiol (CPE) es una hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, desarrollada para optimizar los resultados de los tratamientos con progestágenos en bovinos (Syntex S.A., s.f.).

Gonadyol®

Benzoato de estradiol (BE) 1 mg/mL, la dosis administrada a cada animal fue de 2 mL. Es un derivado sintético del 17 β-Estradiol, el benzoato de estradiol es una hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, la cual es desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los

tratamientos con progestágenos en bovinos. Induce la ovulación y mejora el porcentaje de preñez a la inseminación en bovinos (Syntex S.A., s.f.).

Ovosure®

Acetato de Gonadorelina 100 mcg/mL, la dosis suministrada fue de 2 mL. Es una solución a base de gonadorelina acetato, análogo de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) la cual estimula la secreción de la hormona luteinizante (LH) y foliculoestimulante (FSH) (Escoto Baires, 2024).

Parche para la Detección de Celo

Ayuda a identificar el celo en las vacas. El producto cuenta con una superficie raspable sobre una capa autoadhesiva de color brillante, se coloca entre la cadera y la base de la cola. Cuando otras vacas montan a la vaca, se retira la capa raspable, dejando al descubierto la capa de color brillante que se encuentra debajo.

Los medicamentos se aplicaron vía intramuscular usando agujas estériles calibre 18 × 1½" y jeringas desechables estériles. El DIV se aplica de forma intravaginal. La palpación rectal, inseminación y determinación de la condición corporal se realizaron por la misma persona para así evitar la variabilidad. El diagnóstico de preñez fue realizado por el mismo Médico Veterinario a los 45 días por palpación rectal después de la última inseminación.

Tratamientos

Se aplicaron dos tratamientos, basados en dos tiempos diferentes para la aplicación de la Gonadotropina coriónica equina (eCG) durante el protocolo de sincronización de celos, siendo un tratamiento al día 5 y el otro al día 7 de colocado el dispositivo intravaginal y dos tipos de composición racial: Brahman y Encaste (Cuadro 1). Se tomó el tratamiento al día 7 como control, ya que es el manejo tradicional en los protocolos de sincronización utilizados en la unidad de ganado de carne.

Cuadro 1

Protocolos de sincronización de celos aplicando la eCG en dos tiempos diferentes.

Tratamiento	n	CR	Día 0	Día 5	Día 7	Día 8-9
eCG 7	63	28 Br. 35 En.			Retiro DIV-B® + 150 µg D+Cloprostenol + 1mg ECP + eCG 300 UI + Parche	IACD + 105 µg Buserelina
			DIV-B® (1g) + BE 2 mg			
eCG 5	62	30 Br. 32 En.		eCG 300 UI	Retiro DIV-B® + 150 µg D+Cloprostenol + 1mg ECP + Parche	

Nota. CR: Composición Racial; Br: Brahman; En.: encaste; IACD: Inseminación artificial a celo detectado; DIV - B: Dispositivo Intravaginal bovino; BE: Benzoato de Estradiol (Gonadiol®); D+Cloprostenol: análogo de prostaglandina F2α (Ciclose®); ECP: Cipionato des Estradiol (Cipiosyn®); Buserelina: análogo de Hormona Liberadora de Gonadotropinas GnRH (Ovosure®); eCG: Gonadotropina Coriónica Equina (Novormón®). La aplicación de los medicamentos fue por vía intramuscular profunda.

El semen utilizado para la inseminación fue importado proveniente de 11 toros de las razas Brahman, Angus, Charolais y su calidad verificada en el laboratorio de reproducción animal de Zamorano. El inseminador fue la misma persona a fin de evitar la variabilidad y el efecto inseminador.

Variables Analizadas**Porcentaje de Presentación de Celo (%)**

Este índice se calcula dividiendo el número de vacas que presentaron un celo detectable activando el parche sobre la cantidad de vacas que entraron al protocolo de sincronización multiplicando ese resultado por 100 y se representa con la ecuación 1:

$$PPC = \frac{\text{Número de vacas con parche activado}}{\text{Número de vacas sincronizadas}} \times 100 \quad [1]$$

Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS)

Este parámetro relaciona el número de vacas gestantes en el primer servicio con el número total de vacas del primer servicio durante el mismo periodo (Hincapié et al. 2008) y se calcula con la ecuación 2:

$$PPPS = \frac{\text{\# de vacas preñadas al primer servicio}}{\text{\# total de vacas servidas al primer servicio}} \times 100 \quad [2]$$

Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS)

Corresponde al número de vacas preñadas al segundo servicio relacionadas con el número de vacas que fueron sometidas a segundo servicio en el mismo periodo de tiempo y se calcula con la ecuación 3:

$$PPSS = \frac{\# \text{ de vacas preñadas al segundo servicio}}{\# \text{ total de vacas servidas al segundo servicio}} \times 100 \quad [3]$$

Porcentaje de Preñez Acumulada (PA):

El parámetro de preñez acumulada se refiere a reconocer la totalidad de las preñeces. Se puede calcular relacionando el total de las vacas preñadas divididas para total de vacas tratadas multiplicado por cien (Hincapié et al. 2008) y se calcula con la ecuación 4:

$$PA (\%) = \frac{\# \text{ de preñeces confirmadas}}{\text{Total de las vacas servidas}} \times 100 \quad [4]$$

Días Retiro a Servicio

Días entre el retiro del dispositivo intravaginal con progesterona hasta el día en que se insemina la vaca.

Servicios por Concepción (SC)

Este parámetro se puede calcular de la suma de todos los servicios ya sea con inseminación artificial (IA) o monta natural (MN) realizados en las vacas que resultaron preñadas durante un periodo, dividida para el número de vacas confirmadas preñadas en el mismo periodo (González-Stagnaro 2001) y se calcula con la ecuación 5:

$$SC = \frac{\# \text{ de servicios realizados en vacas preñadas}}{\text{Total de vacas preñadas}} \quad [5]$$

Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV)

Relaciona la eficiencia de los servicios y la fertilidad en el hato. Para este concepto se toman en cuenta todos los servicios que fueron realizados tanto en vacas que se preñaron como las que no, con el fin de evaluar el costo reproductivo total por vaca preñada y se calcula con la ecuación 6:

$$SCTV = \frac{\# \text{ total de servicios realizados}}{\text{total de vacas preñadas}} \quad [6]$$

Tasa de Concepción (TC)

Cantidad de vacas que resultan preñadas en cierto periodo de tiempo por cada 100 vacas servidas. González-Stagnaro (2001) sugiere valores entre 60 y 70% para vacas en el trópico y se calcula con la ecuación 7:

$$TC = \frac{100}{\text{Servicio por concepción de todas las vacas}} \quad [7]$$

Costo por Tratamiento y por Vaca Preñada

Se analizó el costo de cada uno de los tratamientos y el costo total por vaca preñada de cada tratamiento. Para el cálculo del costo por tratamiento, se incluyó el valor unitario de cada medicamento utilizado y la dosis administrada por animal. Para la variable costo por vaca preñada, al costo por tratamiento se le sumó el valor de las pajuelas utilizadas y se dividió entre el número de vacas preñadas por protocolo.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial 2×2 : dos tiempos de aplicación de la hormona eCG (día 5 y día 7) y dos grupos raciales: Brahman y encastes; se aplicó el modelo lineal general (GLM por sus siglas en inglés) y un análisis de varianza (ANDEVA) de clasificación múltiple y la separación de medias utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey; para los valores porcentuales en las variables dicotómicas se utilizó la prueba de Chi-cuadrado. Se realizaron pruebas de correlación de Pearson para analizar los efectos entre las variables; para verificar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y se comprobó la homogeneidad de las varianzas

por la prueba de Bartlett; el valor de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$, utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS versión 9.4).

Resultados y Discusión

Porcentaje de Presentación de Celo (PPC)

No hubo diferencias ($P > 0.05$) en el porcentaje de presentación de celo ni entre los tratamientos (Cuadro 6) ni entre las razas (Cuadro 7), estando los porcentajes de presentación de celo por tratamiento entre 85 y 91% y por razas entre 84 y 91%, lo que sugiere que no hubo un efecto en la presentación de celo atribuible a la aplicación de la eCG al día 5 del protocolo de sincronización.

Estos resultados superan lo reportado por Aragunde Vieytes (2018), quien realizó un experimento en el que evaluó la tasa de concepción en dos tratamientos diferentes con la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG) en el día 5 y otra al día 7. En su análisis, encontró que, de las 11 vacas de cada grupo, cinco presentaron celo (45% de PPC). Se concluye que no existió una diferencia en la presencia del celo en vacas en anestro, por lo que menciona que no hubo efecto del adelantamiento de aplicación de eCG sobre el celo. Así mismo, estos trabajos coinciden con lo mencionado por Pessoa et al. (2016) quienes compararon la manifestación del celo en vacas con terneros de 40 a 70 días de edad, utilizando dos dosis diferentes de eCG (300 UI y 400 UI) y un grupo control sin la aplicación de esta hormona. Aunque el uso de eCG aumentó la proporción de vacas que expresaron celo (grupo Control: 53.7%, eCG 300 UI: 70.6% y eCG 400 UI: 77%), no se encontraron diferencias entre las distintas dosis administradas, indicando que el nivel de estimulación no varió sustancialmente con la cantidad de hormona utilizada.

Este comportamiento se atribuye, según Tovío Luna (2011), a que la eCG tiene una vida media prolongada de hasta seis días, lo que permite una estimulación folicular sostenida. Por lo que se puede esperar este resultado, dado a que el efecto biológico persiste durante el período crítico de detección del celo, provocando una respuesta ovárica similar independientemente del día de aplicación.

Es importante destacar que la manifestación del celo no depende únicamente del protocolo hormonal, sino que está influenciada por una amplia variedad de factores. Entre los factores individuales destacan el estado sanitario, la condición corporal y la genética del animal. Además, existen factores ambientales que también juegan un papel importante, como la temperatura, la

humedad, el tamaño y la composición del hato. De acuerdo con Diskin y Sreenan (2000), estas variables pueden alterar el comportamiento reproductivo de las vacas. Así mismo, factores que están relacionados con la prolongada exposición de niveles de cortisol en sangre, como en situaciones de estrés, también afectan directamente a la expresión de celo (Cook et al., 1987). Esto refuerza la necesidad de considerar el contexto ambiental y de manejo al interpretar la respuesta reproductiva a tratamientos hormonales.

En la interacción entre la composición racial y los tratamientos no hubo diferencias ($P > 0.05$) sobre el porcentaje de presentación de celo, encontrando que cada composición racial responde de manera similar a cada tratamiento exceptuando la respuesta de las vacas encastadas que si tienen respuesta estadísticamente superior que las Brahman al referirnos al tratamiento con eCG al día 7 (Cuadro 2). Pinheiro et al. (1998) señalan que las vacas *Bos indicus* presentan una mayor presencia de estro por la noche, también afirma que el ciclo estral es más corto que en las *Bos taurus*. Esto demuestra que los encastes al tener cierto porcentaje *B. taurus* tienen celos más largos y diurnos que son más fácilmente detectables.

Cuadro 2

Interacción de las medias de porcentaje de presentación de celo (PPC) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7

Tratamiento\Composición racial	Brahman (%)	Encaste (%)	CV	P
eCG7	75.00	94.29	16.79	0.0297
eCG5	93.33	87.50	5.62	0.4375
CV	15.74	6.69		
P	0.0540	0.3312		

Nota. CV: Coeficiente de Variación; P: Probabilidad.

Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS)

Se encontró diferencias ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, siendo el tratamiento con la eCG al día 5 el que mostró los mejores resultados superando al tratamiento control eCG al día 7 en un 18.69% (Cuadro 6), sin embargo, la respuesta de acuerdo con la composición racial fue similar entre si ($P > 0.05$) (Cuadro 7).

Esto coincide con Aragunde Vieytes (2018), quien obtuvo una tasa de preñez 11.2% mayor con la aplicación de eCG al día 5 comparado con la aplicación al día 7. Esto se atribuye a que el aplicar la eCG el día 5 del inicio de un protocolo de ocho días, o sea tres días antes del momento tradicional en que se retira del dispositivo intravaginal con P₄, tiende a aumentar el tamaño del CL y de P₄ en sangre, presentando una tendencia a aumentar los porcentajes de retención embrionaria (Nasser et al., 2004).

Al analizar las interacciones entre los tratamientos con las composiciones raciales no hubo diferencias ($P > 0.05$) sobre el porcentaje de preñez a primer servicio (Cuadro 3). Esto demuestra que las composiciones raciales (Brahman y encaste) responden de manera similar con ambos tratamientos al porcentaje de preñez a primer servicio. Solo se encontró diferencias ($P \leq 0.05$) en la raza Brahman demostrando que hubo un mayor porcentaje de preñez a primer servicio con el tratamiento con eCG al día 5.

Cuadro 3

Interacción de las medias de porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7

Tratamiento\Composición racial	Brahman (%)	Encaste (%)	CV	P
eCG7	50.00	65.71	13.05	0.2081
eCG5	79.31	78.13	0.93	0.9101
CV	23.51	9.68		
P	0.0204	0.2603		

Nota. CV: Coeficiente de Variación; P: Probabilidad.

Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS)

Las diferencias encontradas no fueron significativas tanto entre tratamientos como entre composición racial (Cuadros 6 y 7). Esta falta de significancia estadística puede atribuirse, en parte, al tamaño reducido de la muestra, ya que, de las 125 vacas incluidas en el estudio, solo 40 fueron inseminadas por segunda vez, limitando el potencial estadístico del análisis. Otro factor que pudo haber influido en estos resultados fueron las condiciones climáticas, que presentaron alta variabilidad durante el período de evaluación.

Tal como menciona Carneiro et al. (2010), el acceso adecuado a zonas de sombra, bebederos y refugios contribuye de manera eficaz al control del estrés térmico, lo cual favorece tanto la concepción como el mantenimiento de la gestación. No obstante, en animales sometidos a condiciones de estrés ambiental o climático, puede producirse una disminución en la manifestación del celo y en la frecuencia de la ovulación, afectando negativamente los resultados reproductivos. Estos resultados superan a los obtenidos por Martínez Aguilar (1992) de 30% de PPSS en ganado de carne, y a los resultados obtenidos por Espinal Tercero y García Mejía (2009) quienes evaluaron dos protocolos de sincronización de celo (eCG al día 8 y sin eCG) en vacas de aptitud lechera, en el que obtuvieron 27.27% con eCG y 35.71% sin eCG.

Al analizar las interacciones entre los tratamientos con las composiciones raciales no hubo diferencias ($P > 0.05$) sobre el porcentaje de preñez a segundo servicio (Cuadro 4). Esto demuestra que las dos composiciones raciales responden de una manera similar a ambos tratamientos sobre el porcentaje de preñez a segundo servicio.

Cuadro 4

Interacción de las medias de porcentaje de preñez al segundo servicio (PPSS) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7.

Tratamiento\Composición racial	Brahman (%)	Encaste (%)	CV	P
eCG7	33.33	40.00	7.54	0.7462
eCG5	50.00	33.33	17.16	0.5582
CV	17.16	7.54		
P	0.4941	0.7897		

Nota. CV: Coeficiente de Variación; P: Probabilidad.

Porcentaje de Preñez Acumulada (PA)

El tratamiento con eCG aplicado al día 5 no presentó diferencias ($P > 0.05$) pero si presentó un aumento del 14.05% sobre el PA, en comparación con la aplicación al día 7 (Cuadro 6). Este incremento se explica principalmente por la mayor tasa de preñez registrada al primer servicio en el mismo grupo.

Según Aragunde Vieytes (2018) las vacas tratadas con eCG al día 5 experimentan un ascenso más agudo en los niveles de progesterona (P_4) en los días posteriores a la inseminación, en

comparación con aquellas tratadas con eCG al día 7. Este aumento temprano de progesterona favorece el desarrollo embrionario en un ambiente hormonal más propicio, lo que contribuye a una mayor tasa de preñez acumulada. Estos resultados superan los reportados por Rodríguez (2016), quien evaluó el efecto del uso de eCG al día 7 (coincidiendo con el retiro del DIV) en vacas en anestro posparto, comparándolo con un grupo control sin eCG. En dicho estudio se concluyó que la aplicación de eCG al día 7 no mejoró significativamente el porcentaje de preñez (46% en vacas con eCG al día 7 vs 42% sin la aplicación de eCG). Del mismo modo, Cutaia et al. (2003) respaldan esta conclusión, al señalar que la aplicación de 400 UI de eCG en el momento del retiro del dispositivo con progesterona no incrementa los porcentajes de preñez en vacas de cría con buena condición corporal.

Por otra parte, la respuesta reproductiva de las composiciones raciales sin tomar en cuenta el tratamiento, fue similar ($P > 0.05$) (Cuadro 7), demostrando así que ambas razas tienen comportamientos reproductivos similares bajo las condiciones de este estudio. Estos resultados coinciden con lo mencionado por Vélez Pérez (2005) quien comparó el desempeño reproductivo de vacas Brahman y encastadas (Brahman \times Angus) sobre parámetros como porcentaje de preñez a primer y segundo servicio y porcentaje de preñez acumulada, llegando a la conclusión de que no hubo diferencias.

En las interacciones entre los tratamientos con las composiciones raciales no hubo diferencias ($P > 0.05$) en cuanto al porcentaje de preñez acumulada (Cuadro 5), lo cual demuestra que las dos composiciones raciales responden de manera similar con ambos tratamientos a esta variable. Solo hubo una excepción con el caso de la raza Brahman donde si hubo diferencias ($P \leq 0.05$), esta raza responde mejor al tratamiento con eCG al día 5.

Cuadro 5

Interacción de las medias de porcentaje de preñez acumulada (PA) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7

Tratamiento\Composición racial	Brahman (%)	Encaste (%)	CV	P
eCG7	64.29	77.14	10.03	0.2617
eCG5	86.67	84.38	1.95	0.7980
CV	17.73	5.83		
P	0.0465	0.4546		

Nota. CV: Coeficiente de Variación; P: Probabilidad.

Cuadro 6

Valores porcentuales para las variables porcentaje de presentación de celo (PPC), porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS), Porcentaje de preñez al segundo servicio (PPSS) y Preñez acumulada (PA) para los tratamientos eCG7 y eCG5

Tratamiento\Composición racial	Celo (%)	PPPS (%)	PPSS (%)	PA (%)
eCG7	85.71	58.73	36.36	71.43
eCG5	90.32	77.42	41.67	85.48
CV	4.14	14.69	5.71	11.19
P	0.4279	0.0251	0.7611	0.0562

Nota. CV: Coeficiente de Variación; P: Probabilidad.

Cuadro 7

Valores porcentuales para las variables porcentaje de presentación de celo (PPC), porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS), Porcentaje de preñez al segundo servicio (PPSS) y Preñez acumulada (PA) por composición racial.

Tratamiento	Celo (%)	PPPS (%)	PPSS (%)	PA (%)
Brahman	84.48	63.79	38.89	75.86
Encaste	91.04	71.64	37.50	80.60
CV	5.87	6.15	1.52	3.74
P	0.2602	0.3482	0.9337	0.5212

Nota. CV: Coeficiente de Variación; P: Probabilidad.

Días Retiro a Servicio

Los tratamientos con aplicación de eCG en los días 5 y 7 no presentaron diferencias ($P > 0.05$) (Cuadro 11) sobre los días retiro a servicio. Portillo-Martínez et al. (2015), en un estudio realizado en novillas Cebú bajo un protocolo basado en progesterona y dos dosis distintas de eCG (200 y 400 UI), reportaron que la ovulación ocurrió en promedio a las 61.67 ± 1.8 horas y 62.73 ± 1.92 horas tras el retiro del dispositivo intravaginal, concluyendo que no hubo diferencias significativas entre las dosis

utilizadas. Asimismo, Zoetis Spain (2023) señala en el manual técnico del dispositivo CIDR® que, si se utiliza conforme a lo indicado, el estro aparece generalmente entre las 48 y 96 horas posteriores a su retiro, siendo más frecuente entre las 48 y 72 horas.

Al analizar las interacciones entre los tratamientos con las composiciones raciales no hubo diferencias ($P > 0.05$) sobre los días retiro a servicio (Cuadro 8). Esto demuestra que las dos composiciones raciales responden de una manera similar a ambos tratamientos sobre esta variable.

Cuadro 8

Interacción de las medias de días retiro a servicio en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7

Tratamiento\Composición racial	Brahman (días)	Encaste (días)	CV	P
eCG7	2.18	2.21	0.97	0.8267
eCG5	2.41	2.26	4.54	0.2626
CV	7.09	1.58		
P	0.1048	0.6673		

Nota. CV: Coeficiente de Variación; P: Probabilidad.

Servicios por Concepción (SC)

El tratamiento eCG al día 7 no tuvo diferencias ($P > 0.05$) comparado con el tratamiento eCG al día 5 (Cuadro 11). Esto coincide con los resultados de Espinal Tercero y García Mejía (2009), quienes evaluaron dos protocolos: uno con el uso de eCG al día 8 y otro sin eCG, ellos no obtuvieron diferencias significativas en cuanto a los servicios por concepción.

Sin embargo, los tratamientos presentan mejores resultados que los sugeridos por Keown y Grant (1993) en el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Nebraska, que han estimado que los SC deben ser menores a 1.7, por lo que nuestros resultados, 1.17 y 1.09 con eCG al día 7 y 5 respectivamente, se ajustan y los mejoran. Asimismo, los resultados mejoran el rango óptimo (1.3 a 1.7 SC) y cerca del valor ideal (1.2 SC) sugerido por O'Connor (1999) para vacas en el trópico. Esto indica una alta eficiencia reproductiva en los dos grupos, siendo ligeramente mejor el desempeño del protocolo con eCG al día 5 (Cuadro 11).

Al analizar las interacciones entre los tratamientos con las composiciones raciales no hubo diferencias ($P > 0.05$) sobre los servicios por concepción (Cuadro 9). Esto demuestra que las dos

composiciones raciales responden de una manera similar a ambos tratamientos sobre esta variable. Esto se puede deber a la predominancia de genética cebuina en los encastes, lo que hace que el comportamiento reproductivo sea muy similar a las vacas Brahman puro.

Cuadro 9

Interacción de las medias de servicios por concepción (SC) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7

Tratamiento\Composición racial	Brahman	Encaste	CV	P
eCG7	1.22	1.14	4.79	0.4789
eCG5	1.11	1.07	2.59	0.6617
CV	6.68	4.48		
P	0.3116	0.4288		

Nota. CV: Coeficiente de Variación; P: Probabilidad.

Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV)

El tratamiento con eCG administrado al día 5 presentó un promedio de 1.39 servicios por concepción, significativamente menor que el tratamiento con eCG al día 7, que registró un promedio de 1.88 con diferencias ($P \leq 0.05$) (Cuadro 11).

De acuerdo con Hincapié et al. (2008), el número promedio de servicios por concepción en vacas de ganaderías tropicales oscila entre 2.5 y 2.7, lo que evidencia que los resultados de esta investigación son superiores al promedio regional, al presentar un menor número de servicios por concepción total de las vacas (SCTV). Asimismo, al comparar con el estudio realizado por Elvir Melendez y Mendoza Pineda (2014), donde se evaluó la aplicación de eCG al momento del retiro del dispositivo intravaginal (DIV), a los 14 días pos-inseminación y al retiro y a los 14 días pos-inseminación, se reportaron SCTV de 2.0, 2.1 y 1.7 respectivamente, valores también superiores al obtenido en el tratamiento con eCG al día 5 en este estudio. De igual forma, los resultados superan los obtenidos por Menjivar Polanco y Barahona Rosales (2009), quienes aplicando 400 UI de eCG y retirando el implante al día 8 en ganado de carne, reportaron un SCTV de 3.0. También se obtuvieron mejores resultados en comparación con los hallazgos de Vázcones Miño y Ortega González (2009) quienes utilizando 400 UI de eCG en ganado lechero registraron un SCTV de 2.5. Estos resultados

respaldan la mayor eficiencia reproductiva del tratamiento con eCG al día 5, no solo desde el punto de vista estadístico, sino también en términos productivos y económicos.

En la interacción entre composición racial y los tratamientos hubo diferencias ($P \leq 0.05$) sobre la variable de servicios por concepción de todas las vacas para los tratamientos presentando una mejor respuesta con la eCG al día 5 que al día 7 independientemente de las composiciones raciales. Por otro lado, no hubo diferencias ($P > 0.05$) en la respuesta entre las composiciones raciales por tratamiento. Esto demuestra que una vez más que ambas composiciones raciales responden de una manera similar entre sí y de mejor manera al tratamiento con eCG al día 5 (Cuadro 10).

Cuadro 10

Interacción de las medias de servicios por concepción de todas las vacas (SCTV) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7

Tratamiento\Composición racial	Brahman	Encaste	CV	P
eCG7	1.88	1.88	0.00	1.0000
eCG5	1.42	1.37	2.53	0.6538
CV	19.71	22.19		
P	0.0006	<0.0001		

Nota. P: Probabilidad; CV: Coeficiente de variación.

Cuadro 11.

Valores medios para las variables días retiro a servicio, servicios por concepción (SC) y servicio por concepción de todas las vacas (SCTV) para los tratamientos eCG7 y eCG5

Tratamiento	Días retiro-servicio	SC	SCTV
eCG7	2.20	1.17	1.88
eCG5	2.33	1.09	1.39
CV	4.06	5.01	21.19
P	0.1346	0.2007	<0.0001

Nota. P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variación.

Tasa de Concepción (TC)

Los resultados obtenidos fueron significativos, siendo el tratamiento con eCG al día 5 el que presento más eficiencia superando al tratamiento con eCG al día 7, con 80.18% y 55.55% respectivamente (Cuadro 13). Por otro lado, no hubo diferencias ($P > 0.05$) en cuanto a TC en función de si eran vacas Brahman o Encaste (Cuadro 14).

Cabe recalcar que el porcentaje de TC recomendado por Hincapié et al. (2008) para vacas en el trópico es de 55%, lo que demuestra que en ambos tratamientos fue superior, siendo para el tratamiento con eCG al día 7 ligeramente superior, mientras que para el tratamiento con eCG al día 5 ampliamente superior. En el caso de las composiciones raciales en ambos casos fue superior a lo recomendado, con un 69.31% para Brahman y un 68.51% para Encastes (Cuadro 14).

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los de Aragunde Vieytes (2018) quien encontró que la mayor tasa de concepción fue observada en vacas con el tratamiento con eCG al día 5 (T5) con un 72.2% que el grupo de eCG al día 7 (T7) con un 61%. Este menciona que es probable que las vacas del grupo T5 hayan obtenido folículos preovulatorios mayores, habiendo sido inseminadas más próximas a la ovulación y que los cuerpos lúteos desarrollados hayan secretado más cantidad de progesterona, lo que mejora la retención embrionaria. Por eso se puede sugerir que las vacas del grupo T5 de su experimento pasaron por un aumento de progesterona de forma más aguda que las del grupo T7.

Nasser et al. (2004) evaluaron la eficiencia reproductiva de vacas receptoras Nelore/Angus sincronizadas mediante un protocolo de Transferencia de Embriones a Tiempo Fijo (TETF), en el cual se modificó el día de aplicación de eCG. Se trabajó con dos grupos: uno recibió 400 UI de eCG el día 5 del protocolo y otro el día 8. Los resultados mostraron una diferencia en la tasa de concepción (vacas preñadas sobre vacas transferidas) entre ambos grupos. El grupo tratado con eCG al día 5 presentó una tasa de concepción del 63.4%, mientras que el grupo tratado con eCG al día 8 alcanzó solo el 36.1%. Estos hallazgos sugieren que la aplicación de eCG en una fase más temprana del protocolo mejora significativamente la eficiencia de la TETF en receptoras bovinas, incrementando la probabilidad de éxito en la preñez.

En la interacción entre la composición racial y los tratamientos hubo diferencias ($P \leq 0.05$) para la variable tasa de concepción, encontrando que tanto para la Brahman como para el encaste el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento de eCG 5, sin embargo, las respuestas a cada uno de los tratamientos entre las composiciones raciales fueron similares, sin diferencias ($P > 0.05$). Esto

demuestra una vez más que la aplicación de la eCG al día 5 del protocolo de sincronización presenta un efecto positivo sobre la tasa de concepción para cada una de las composiciones raciales estudiadas (Cuadro 12).

Cuadro 12

Interacción de las medias de tasa de concepción (TC) en vacas Brahman y encaste bajo tratamientos con eCG al día 5 y al día 7

Tratamiento\Composición racial	Brahman (%)	Encaste (%)	CV	P
eCG7	55.55	55.55	0.00	1.0000
eCG5	78.84	81.48	2.33	0.6538
CV	24.51	26.76		
P	0.0006	<0.0001		

Nota. CV: Coeficiente de Variación; P: Probabilidad.

Cuadro 13

Valores porcentuales para la variable tasa de concepción para los tratamientos eCG7 y eCG5

Tratamiento	Tasa de Concepción (%)
eCG7	55.55
eCG5	80.18
CV	19.46
P	<0.0001

Nota. P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variación.

Cuadro 14

Valores porcentuales para la variable tasa de concepción por composición racial

Tratamiento	Tasa de Concepción (%)
Brahman	69.31
Encaste	68.51
CV	0.62
P	0.7637

Nota. P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variación.

Correlaciones

Al analizar las correlaciones entre variables reproductivas, se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) y correlaciones en varias de ellas (Cuadro 15). En primer lugar, se identificó que, al aumentar la condición corporal disminuirán los SCTV. Este hallazgo concuerda con lo señalado por De la Mata (2016) quien menciona que cuando la condición corporal es buena y no es muy baja, se favorece el crecimiento folicular, la formación de cuerpos lúteos más desarrollados, y una mayor secreción de progesterona durante los 12 días posteriores a la ovulación. Este contexto fisiológico mejora el reconocimiento materno de la preñez, por ende, reduce la cantidad de servicios necesarios por concepción (Cuadro 15).

Por otro lado, si aumenta el porcentaje de presentación de celo aumentará el PPPS, esto coincide con lo mencionado por Martínez et al. (2001) y Martínez et al. (2002) quienes concluyeron que el uso de estrógenos en combinación con progestágenos al inicio de un tratamiento para IATF resultó ser más efectivo que iniciar el tratamiento con GnRH, en un estudio realizado con vaquillonas púberes en el que se compararon los porcentajes de manifestación de celo, tasa de concepción y preñez con 1 mg de BE y 100 µg de gonadorelina al inicio del tratamiento con progestágenos, lo que resultó en un 100% de celo y un 76% de preñez para el grupo del estradiol frente a un 55% de celo y un 48% de preñez. Esto demuestra que hay una relación directamente proporcional entre el aumento en porcentaje de presentación de celo y los parámetros reproductivos relacionados con la preñez. Por lo que se puede concluir que de la misma manera si la variable PPPS aumenta, también aumentará el PPA (Cuadro 15).

Lo mismo sucedió con el PPPS ya que al aumentar redujo los SC y los SCTV. Esto recalca que, al mejorar parámetros de preñez, reducimos el número de servicios a utilizar por concepción. Un menor número de servicios por concepción indica una mayor eficiencia reproductiva (Agrocampo, 2025). De igual manera, cuando aumentan los SCTV aumentan los SC, ya que estas dos variables tienen una correlación directa (Cuadro 15).

Cuadro 15.

Correlaciones entre las variables evaluadas

		Interpretación
	SCTV	
CC	r = -0.4626 p = 0.0002	Negativa Moderada
	PPPS (%)	
PPC	r = 0.2216 p = 0.0130	Positiva Débil
	PPA (%)	
PPPS (%)	r = 0.7651 p < 0.0001	Positiva Fuerte
	SC	
PPPS (%)	r = -1.0000 p < 0.0001	Negativa Muy fuerte
	SCTV	
PPPS (%)	r = -0.3045 p = 0.0023	Negativa Débil
	SC	
SCTV	r = 0.3045 p = 0.0023	Positiva Débil

Nota. r= Coeficiente de Pearson; p=Probabilidad; CC: Condición corporal; SCTV: Servicio por Concepción de Todas las Vacas; PPC: Porcentaje de Presentación de Celos; PPPS: Porcentaje de Preñez al Primer Servicio; PPA: Porcentaje de Preñez Acumulada; SC: Servicios por Concepción.

Costo por Tratamiento y por Vaca Preñada

En el Cuadro 16 se presentan los costos de los productos empleados para cada protocolo de sincronización. El Cuadro 17 refleja los costos totales del tratamiento con eCG aplicado al día 5 y al día 7, así como el costo por vaca preñada correspondiente a cada uno. El tratamiento con eCG al día 5 presentó un costo por vaca preñada de US\$ 62.04, posicionándose como el más eficiente en términos económicos, en comparación con el tratamiento con eCG al día 7, cuyo costo por vaca preñada fue de US\$ 81.88. Esto demuestra que el protocolo con eCG al día 5 es más rentable desde el punto de vista de costos por preñez obtenida.

Además, un estudio realizado en México por Ríos et al. estimaron que si se incrementa un punto porcentual en la tasa de preñez en un rango de 15 a 20% se genera un ingreso adicional de US\$ 748.00 por vaca al año. Este dato respalda aún más la recomendación de utilizar el protocolo con eCG al día 5, no solo como una herramienta para mejorar los parámetros reproductivos y reducir los costos por vaca preñada, sino también como una estrategia para incrementar los ingresos netos por animal al año, lo cual contribuye directamente a una producción de carne más eficiente, sostenible y rentable.

Cuadro 16

Costos (US\$) de los productos empleados para el protocolo de sincronización de celos en vacas de aptitud cárnica

Costos (USD)	eCG5 (US\$)	eCG7 (US\$)
DIV®	3.84	3.84
Novormón®	2.42	2.42
Ciclose®	1.61	1.61
Cipiosyn®	0.22	0.22
Gonadiol®	0.34	0.34
Ovosure®	1.55	1.55
Parche para detección de celo	1.28	1.28
Costo protocolo/vaca	11.26	11.26

Nota. Tasa de cambio 1 US\$ = 26.0354 HNL.

Cuadro 17

Costos (USD) por tratamiento por vaca preñada.

Tratamiento	Costo protocolo/vaca	# vacas tratadas	Costo total protocolo	Pajuelas utilizadas	# vacas preñadas	Costo total protocolo + semen	Costo por vaca preñada
eCG7	11.26	63.00	709.55	85.00	45.00	3684.55	81.88
eCG5	11.26	62.00	698.29	74.00	53.00	3288.29	62.04

Nota. Costos reflejados en USD; Tasa de cambio US\$ 1 = 26.0354 HNL; Costo por pajuela: US\$ 35.

Conclusiones

El porcentaje de presentación de celo, porcentaje de preñez a segundo servicio, porcentaje de preñez acumulada, días retiro a servicio y servicios por concepción fueron similares para ambos protocolos.

Bajo las condiciones del estudio, la aplicación de gonadotropina coriónica equina al día 5 de insertado el DIV de progesterona mejora el porcentaje de preñez al primer servicio, servicios por concepción de todas las vacas y tasa de concepción.

El menor costo por vaca preñada se obtuvo con el protocolo con eCG al día 5, demostrando ser la opción más eficiente frente a las demás alternativas.

Recomendaciones

Implementar la aplicación de eCG al día 5 en los protocolos de sincronización de vacas en la unidad de ganado de carne de Zamorano.

Realizar investigaciones futuras para evaluar la efectividad de este protocolo en vaquillas y vacas con ternero al pie.

Evaluar la efectividad de este protocolo en la unidad de ganado lechero de Zamorano.

Referencias

- Agrocampo. (2025). *Servicios por concepción en bovinos: ¿Qué son y cómo se calculan?* Agrocampo. AgroBlogger. <https://blog.agrocampo.com.co/servicios-por-concepcion-en-bovinos/>
- Aguirre, G., Pardo, C. y Góngora, A. (2006). Inicio del celo, tasa de gestación y relación del tiempo de inseminación con los niveles de progesterona en vacas Brahman. *Revista MVZ Córdoba*, 11(1), 766–772. <https://doi.org/10.21897/rmvz.462>
- Aragunde Vieytes, R. (2018). *Aplicación de eCG en diferentes momentos dentro de un protocolo de inducción de la ovulación en vacas de carne en anestro con cría al pie* [Tesis]. Universidad de la República, Uruguay. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/23970>
- Becaluba, F. (2007). *Métodos de sincronización de celos en bovinos*. Engormix. Lechería. https://www.engormix.com/lecheria/celo-sincronizacion-induccion-deteccion-bovinos/metodos-sincronizacion-celos-bovinos_a27252/
- Carneiro, M. A., Bergamaschi, M., Machado, R. y Taveira Barbosa, R. (2010). *Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras* (Circular Técnica núm. 64). EMBRAPA. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/880245/1/Circular642.pdf>
- Cavestany, D. (2002). Sincronización y/o inducción de celos con o sin inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de Uruguay: Costos y variaciones en las respuestas primera parte: Fundamentos Teóricos. *XXX Jornadas Uruguayas De Buiatría*, 143–153. <http://dSPACE.fvet.edu.uy:8080/xmlui/handle/123456789/473>
- Cook, D. L., Winters, T. A., Horstman, L. A. y Allrich, R. D. (1987). Influence of cortisol and dexamethasone on estrous behavior of estradiol-treated ovariectomized cows and heifers. *Journal of Dairy Science*, 70(1), 181–185. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(87\)79992-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(87)79992-5)
- Cutaia, L [L.], Veneranda, G., Tríbulo, R., Baruselli, P. y Bó, G. (2003). Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: Factores que lo afectan y resultados productivos.
- Cutaia, L [Lucas], Tribulo, R., Moreno, D. y Bó, G. A [Gabriel A.] (2003). Pregnancy rates in lactating beef cows treated with progesterone releasing devices, estradiol benzoate and equine chorionic gonadotropin (eCG). *Theriogenology*, 59, 216. <https://scholar.google.es/citations?user=xusgkf4aaaaj&hl=es&oi=sra>
- De la Mata, J. J. (2016). *Prolongación del proestro y reducción del periodo de inserción del dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne inseminadas a tiempo fijo* [Tesis]. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/PROLON1.pdf>
- Elvir Melendez, D. S. y Mendoza Pineda, I. I. (2014). *Efecto de la aplicación de eCG al momento del retiro del dispositivo intravaginal o 14 días pos inseminación artificial evaluando los parámetros reproductivos en vacas lecheras* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/3459>
- Escoto Baires, M. J. (2024). *Comportamiento reproductivo en vacas lecheras en anestro posparto sincronizadas con DIV-B® y la aplicación de doble dosis de GnRH al momento de la inseminación artificial* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana,

- Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/efd538eb-498c-498f-8f5b-c5e0f42c1e96>
- Espinal Tercero, A. G. y García Mejía, B. E. (2009). *Efecto de la aplicación de eCG en el día ocho del tratamiento con dispositivos intravaginales DIV-B® sobre el porcentaje de preñez en vacas de aptitud lechera con baja condición corporal* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/425>
- Ferreira, R. M., Ayres, H., Sales, J. N. S., Souza, A. H., Rodrigues, C. A. y Baruselli, P. S. (2013). Effect of different doses of equine chorionic gonadotropin on follicular and luteal dynamics and P/AI of high-producing Holstein cows. *Animal Reproduction Science*, 140(1-2), 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.04.014>
- González S., C. (2001). *Reproducción bovina*. Fundación GIRARZ.
- Hincapié, J. J., Pipaon, E. y Blanco, G. (2008). *Trastornos reproductivos en la hembra bovina* (2. ed.). Litocom.
- Keown, J. F. y Grant, R. J. (1993). *Using the Dairy Herd Analyzer Program To Troubleshoot Management Problems* (Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension núm. G93-1139). Extension Dairy Specialist, Department of Animal Science. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1484&context=extensionhist>
- Martínez, M. F., Kastelic, J. P [J. P.], Adams, G. P [G. P.] y Mapletoft, R. J [R. J.] (2001). The use of GnRH or estradiol to facilitate fixed-time insemination in an MGA-based synchronization regimen in beef cattle. *Animal Reproduction Science*, 67(3-4), 221–229. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(01\)00128-2](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(01)00128-2)
- Martínez, M. F., Kastelic, J. P [John P.], Adams, G. P [Gregg P.], Cook, B., Olson, W. O. y Mapletoft, R. J [Reuben J.] (2002). The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Theriogenology*, 57(3), 1049–1059. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00682-3](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00682-3)
- Martínez Aguilar, C. M. (1992). *Sincronización de estros en vacas de carne* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Menjivar Polanco, R. J. y Barahona Rosales, E. (2009). *Efecto de los implantes intravaginales nuevos o usados y de dos tiempos de retiro sobre el porcentaje de preñez en vacas de carne* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/418>
- Nasser, L. F., Reis, E. L., Oliveira, M. A., Bó, G. A. y Baruselli, P. S. (2004). Comparison of four synchronization protocols for fixed-time bovine embryo transfer in *Bos indicus* x *Bos taurus* recipients. *Theriogenology*, 62(9), 1577–1584. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.03.013>
- O'Connor, M. (1999). *Medidas de la eficiencia reproductiva* (3ª ed.). *Lecturas seleccionadas de reproducción animal*.
- Pessoa, G. A., Martini, A. P., Carloto, G. W., Rodrigues, M. C. C., Claro Júnior, I., Baruselli, P. S., Brauner, C. C., Rubin, M. I. B., Corrêa, M. N., Leivas, F. G. y Sá Filho, M. F. (2016). Different doses of equine chorionic gonadotropin on ovarian follicular growth and pregnancy rate of

- suckled *Bos taurus* beef cows subjected to timed artificial insemination protocol. *Theriogenology*, 85(5), 792–799. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.09.057>
- Pinheiro, O. L., Barros, C. M., Figueiredo, R. A., do Valle, E. R., Encarnação, R. O. y Padovani, C. R. (1998). Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2 alpha or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, 49(3), 667–681. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(98\)00017-x](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(98)00017-x)
- Portillo-Martínez, G. E., Gutiérrez-Añez, J. C. y De Ondiz, A. D. (2015). Efecto de la Dosis de eCG sobre las Características Foliculares y Luteales, momento y Tasa de Ovulación de Novillas Mestizas Cebú Sincronizadas con Progestágeno Intravaginal. *Revista De La Facultad De Ciencias Veterinarias*, 56(1), 27–34. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762015000100005
- Raso, M. y Esquel, T. I. (Eds.). (2012). *Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)* (Vol. 46).
- Ríos, M. J., Hernández-Cerón, J., López, D. C. y Trueta, S. R. Estimación de la utilidad por vaca al año de acuerdo con los cambios en la tasa de preñez en hatos lecheros en sistemas de producción intensiva. En *Congreso Nacional de Buiatría* (Vol. 286).
- Rodríguez, H. O. (2016). *Efecto de la eCG sobre la preñez en vacas y vaquillonas* [Tesis]. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina.
- Sá Filho, M. F., Crespilho, A. M., Santos, J. E. P., Perry, G. A. y Baruselli, P. S. (2010). Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. *Animal Reproduction Science*, 120(1-4), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.03.007>
- Syntex S.A. (s.f.). *Productos y programas para un manejo reproductivo planificado*. <https://www.syntexar.com/>
- Tovío Luna, N. I. (2011). *Efectos de la aplicación de eCG (día 5 u 8) sobre el desarrollo del cuerpo lúteo, nivel de progesterona y tasa de preñez en hembras receptoras de embriones bovinos* [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá., D.C. Colombia.
- Vázcones Miño, X. E. y Ortega González, J. A. (2009). *Efecto de dos dosis de eCG al momento de retirar los implantes intravaginales DIV-B sobre el porcentaje de preñez en ganado bovino* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/440>
- Vélez Pérez, S. (2005). *Sincronización de celos e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en ganado de carne en la hacienda Cuba, Montelíbano, Colombia* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Zoetis Spain, S. L. (2023). *Resumen de las características del medicamento: CIDR 1,38 g dispositivo vaginal para vacas*. https://www.zoetis.es/_locale-assets/spc/cidr-138-g-dispositivo-vaginal-para-vacas.pdf