

Inducción del celo y porcentaje de preñez en vaquillas de razas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de la $\text{PGF}_{2\alpha}$

**Carlos Antonio Pacheco Ríos
Edwin Benjamín Rajo Gómez**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Inducción del celo y porcentaje de preñez en vaquillas de razas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de la $\text{PGF}_2\alpha$

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Carlos Antonio Pacheco Ríos
Edwin Benjamín Rajo Gómez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Inducción del celo y porcentaje de preñez en vaquillas de razas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de la $\text{PGF}_2\alpha$

Presentado por:

Carlos Antonio Pacheco Ríos
Edwin Benjamín Rajo Gómez

Aprobado:

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor Principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Celia O. Trejo, Ph.D.
Asesora

RESUMEN

Pacheco Ríos, C.A., E.B. Rajo Gómez. 2012. Inducción del celo y porcentaje de preñez en vaquillas de razas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de la $\text{PGF}_{2\alpha}$. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 14 p.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a diferentes tiempos durante el protocolo de sincronización de celo sobre la inducción del celo y el porcentaje de preñez en vaquillas de razas lecheras. Se utilizaron 45 vaquillas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus encastes con edades entre los 16 y 22 meses, con una Condición Corporal (CC) entre 2.5 y 4, distribuidas en tres grupos de 15 animales cada uno. Las vaquillas fueron sincronizadas al día 0 con dispositivos intravaginales bovinos (1g de Progesterona) más 1 mg de Benzoato de Estradiol. Al grupo con el tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8) se le aplicó 12.5 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$. Al día 5, se le aplicó 25 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$ al grupo $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5). Al día 8, se le retiró el dispositivo intravaginal y se aplicó 1 mg de Benzoato de Estradiol más 400 UI de eCG a todos los animales. Se aplicó una segunda dosis de 12.5 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$ al grupo $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8), y al tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) se le aplicó 25 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$. Las inseminaciones se realizaron a celo detectado. El Porcentaje de Presentación de Celo ($P<0.05$) fue 93.33% para el tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8), mientras que con $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) fue 73.33% y con $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5) 80%. El mayor Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS) ($P<0.05$) fue de 63.64% con $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8), y de 58.33% y 28.57% para $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5) y $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8), respectivamente. El Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS) ($P<0.05$) fue de 80% con $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8), $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) obtuvo 50%, y $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5) 33.33%. Para la Preñez Acumulada (PA) ($P>0.05$) no se encontraron diferencias significativas. Con el tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8) fue de 57.14%, con $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) 72.72%, y con $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5) 66.66%. En los Servicios por Concepción (SC) ($P<0.05$), $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8) obtuvo 1.5 servicios, mientras que con $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) y $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5) fueron 1.13 servicios para ambos tratamientos. Hubo diferencias significativas ($P<0.05$) en los Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV), donde $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8) obtuvo 2.38 servicios, con $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) y $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5) de 1.63 y 1.88 respectivamente. En cuanto a la Tasa de Concepción (TC) ($P<0.05$), el tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8) obtuvo 66.66%, y no se encontró diferencias entre los tratamientos $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) y $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5), ambos con 88.5%. El costo por vaquilla preñada fue de 56.36 US\$ para $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8), 45.11 US\$ para $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8), y 48.86 US\$ para $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5). Con la aplicación de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ al día 8 se obtuvieron los mejores resultados de de Porcentaje de Preñez al Primer Servicio, Preñez Acumulada, Servicios por Concepción, Servicios por Concepción de Todas las Vacas y Tasa de Concepción.

Palabras clave: Preñez acumulada, reproducción, servicios por concepción.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	10
5. RECOMENDACIONES.....	11
6. BIBLIOGRAFÍA.....	12

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Formulación del concentrado.....	3
2. Distribución de los tratamientos.....	4
3. Porcentaje de Presentación de Celo, Porcentaje de Preñez al Primer Servicio, Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio y Porcentaje de Preñez Acumulada en vaquillas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$	7
4. Servicios por Concepción, Servicios por Concepción de Todas las Vacas, y Tasa de Concepción en vaquillas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$	8
5. Costo por tratamiento utilizando dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$	9
6. Costo del tratamiento y por vaquilla preñada.....	9

1. INTRODUCCIÓN

El comportamiento reproductivo en los rebaños bovinos es una gran limitante al resultar biológicamente deficiente, caracterizándose por un reinicio tardío en la actividad ovulatoria posparto (Soto 2001). En el trópico, los problemas relacionados a la reproducción efectiva de un hato se acentúan debido a la falta de tecnología y capacitación en las zonas productoras.

Poder concentrar los nacimientos en una época prevista de antemano, puede representar una gran ventaja de tipo económico sobre todo cuando se trata de grandes ganaderías (Derivaux 1982). Sería incorrecto elegir el animal que no está ciclando para introducirlo dentro de un programa de inseminación artificial, que requiere la concentración de los esfuerzos humanos en un tiempo muy reducido (Sorensen 1982).

Con la sincronización del celo los procesos hormonales y fisiológicos se modifican, permitiendo que un número determinado de animales manifiesten celo y ovulación en forma simultánea y dentro de los lapsos cortos, siendo servidos en pocos días (Soto 2001). El reconocimiento del efecto de diversas hormonas en el ciclo reproductivo de la vaca ha permitido manipularlo y así sincronizarlo. Para inducir el celo, se puede usar progestágenos, prostaglandinas u hormonas liberadoras de gonadotropinas (Vélez *et al.* 2002).

Los progestágenos son un grupo de hormonas donde se encuentra la progesterona. Entre sus funciones importantes están la inhibición del comportamiento sexual y el mantenimiento de la preñez. Niveles elevados de progesterona inhiben la liberación de hormonas en la hipófisis anterior y hacen que la hembra no demuestre el celo (Bearden y Fuquay 1980).

La prostaglandina F2 alfa ($\text{PGF}_2\alpha$) o sus análogos sintéticos han sido los más usados como agentes sincronizantes del estro por la sencillez de su aplicación y eficacia. Su principio es provocar la lisis del cuerpo lúteo (Hincapié *et al.* 2004). En la reproducción animal, la $\text{PGF}_2\alpha$ tiene un papel muy importante debido a su efecto luteolítico, que induce la regresión del cuerpo lúteo (Holy 1983). En vacas, 5 días después del celo, se forma un cuerpo lúteo que produce progesterona. Esta estructura ovárica es destruida 12 días después por la acción de la $\text{PGF}_2\alpha$ generada en el útero, lo que determina que los niveles de progesterona bajen considerablemente hasta su nivel basal (Soto 2001).

La Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) se produce en la placenta de la yegua entre los 35 y 150 días de gestación; ejerce su acción (parecida a la FSH) sobre el ovario produciendo un mayor desarrollo de los folículos más grandes, inyectada inmediatamente después de la regresión del cuerpo lúteo; a dosis más altas induce la superovulación. Normalmente su uso se asocia al tratamiento progestativo, para

determinar ese preciso momento de regresión del cuerpo lúteo (Caravaca Rodriguez 2003).

El Benzoato de Estradiol es un derivado del 17β -Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos. Es utilizado para provocar el inicio de nuevas ondas foliculares, producir luteólisis e inducir la ovulación (Syntex s.f).

Para poder aprovechar al máximo las dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$, estas deben ser administradas en la etapa estral adecuada. Estudios realizados muestran que los eventos hormonales posteriores a un tratamiento con $\text{PGF}_{2\alpha}$ realizado en las etapas correctas son iguales a los que se llevan a cabo en el ciclo estral regular. Sin embargo, si la hormona es administrada previo al día 5 o posterior al día 18 del ciclo estral no realizará su efecto de la manera esperada. Por lo general, las dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ recomendadas para ganado vacuno son de 25 mg, aunque hay razones para creer que dosis menores podrían funcionar de la misma manera. Estudios realizados en México enfocados en reducir los costos de los programas de sincronización de celo muestran que es posible reducir de 25 a 17.5 mg las dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ en vacas lecheras de raza Holstein que estaban en la fase media del ciclo estral, sin reducir el control eficiente del celo y de la tasa de preñez. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que la etapa del ciclo estral y el estado funcional del cuerpo lúteo podrían afectar la eficacia de una dosis reducida de $\text{PGF}_{2\alpha}$ para inducir la regresión lútea (Gordon 1996).

Bo *et al.* (2006) realizaron una investigación donde se utilizaron vaquillas de raza cebú para sincronizar su celo con dos diferentes dosis y tiempos de aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$. Al primer grupo se le aplicó media dosis en el día 0 y la otra mitad en el día 8 que finalizaba el tratamiento, mientras que al segundo grupo se le aplicó la dosis completa el día 8. Los resultados obtenidos muestran que el primer grupo obtuvo 62.7% de preñez, mientras el segundo grupo obtuvo 49.6%. Se concluyó que la luteólisis, inducida con una media dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ en el día 0, incrementó la tasa de preñez.

Investigaciones preliminares arrojan resultados muy similares a los mencionados anteriormente. Al realizar aplicaciones de media dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ al inicio y otra media dosis al día 8 que finaliza un tratamiento utilizando un dispositivo intravaginal con progesterona, se obtiene un mayor porcentaje de preñez que cuando se aplica una dosis completa de $\text{PGF}_{2\alpha}$ al día 8 que finaliza el tratamiento (Cutaia *et al.* 2006).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a diferentes tiempos durante el protocolo de sincronización de celo sobre la inducción del celo y el porcentaje de preñez en vaquillas de razas lecheras. Los objetivos específicos fueron evaluar los efectos de las aplicaciones de la mitad de la dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ el día de colocación del implante (día 0) y la otra mitad el día del retiro (día 8), y las dosis completas de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ al día cinco u ocho del protocolo de sincronización de celos sobre el porcentaje de inducción y sincronización del celo, determinar el efecto de estos protocolos sobre el porcentaje de preñez al primer y segundo servicio, preñez acumulada, tasa de concepción, servicios por concepción y servicios por concepción de todas las vacas, y determinar el costo del tratamiento por vaquilla y vaquilla preñada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo entre junio del 2011 y julio del 2012 en la Unidad de Ganado de Leche de la EAP Zamorano situada en el Valle del Yeguary, departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, con una altura promedio de 800 msnm y una temperatura y precipitación anual promedio de 24°C y 1100 mm de precipitación anual.

Se utilizaron 45 vaquillas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus encastes con edades comprendidas entre los 16 y 22 meses, y un rango de peso para las Holstein y Pardo Suizo entre 310 y 350 kg y para las Jersey entre 250 y 290 kg.

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Condición corporal ≥ 2.5 y ≤ 4 en la escala de 1 a 5.
- No presentar ningún tipo de anormalidad anatómica y/o reproductiva a nivel de sus órganos reproductivos.

Todos los animales fueron mantenidos y alimentados bajo las mismas condiciones, las cuales para la época en pastoreo de junio a noviembre consistieron en alimentación con 2 kg de concentrado por animal por día en promedio, y sales minerales *ad libitum* en salitreros. La formulación del concentrado se presenta en el Cuadro 1. La mayor parte del tiempo estuvieron en pastoreo con pasto Tobiatá (*Panicum maximum*). Solo se sacaron de los potreros para suministrar el concentrado y luego regresaron a los mismos.

Cuadro 1. Formulación del concentrado.

Ingredientes	Cantidad (%)
Harina de soya	32
Harina de coquito	7
Maíz molido	25.4
Melaza	11
Semolina de trigo	11
Sal	3
Pecutrin [®]	3
Carbonato de calcio	0.6
Aceite vegetal	7
Total	100

Durante la época de confinamiento que comprende de diciembre a mayo, cada vacuilla fue alimentada con 25 kilogramos por día de ensilaje de maíz, con 5 kg del concentrado descrito en el Cuadro 1 administrado en 2 raciones por día en promedio y sales minerales *ad libitum* en salitreros.

De igual manera, todas las vacuillas fueron sometidas a la revisión por el Médico Veterinario, a fin de verificar su buen estado de salud. También fueron desparasitadas con Ivermectina al 4% (Master LP[®]) y vitaminadas (Calfosvit Se[®]) utilizando las dosis recomendadas por las casas productoras.

Los animales fueron distribuidos en tres grupos de 15 vacuillas cada uno; la aplicación del tratamiento correspondiente a cada grupo se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos

Grupo	n	Día 0	Día 5	Día 8	I.A
PGF ₂ α (0-8)	15	DIV-B [®] + BE 0.5mg + 12.5mg PGF ₂ α		Retirar DIV-B [®] + 12.5mg PGF ₂ α + BE 1mg + 400UI eCG	
PGF ₂ α (8)	15	DIV-B [®] + BE 0.5mg		Retirar DIV-B [®] + 25mg PGF ₂ α + BE 1mg + 400 UI eCG	IACD + 150 μ g GnRH
PGF ₂ α (5)	15	DIV-B [®] + BE 0.5mg	25mg PGF ₂ α	Retirar DIV-B [®] + BE 1mg + 400 UI eCG	

I.A= Inseminación Artificial

n= Número de Unidades Experimentales

IACD= Inseminación A Celo Detectado

DIV-B[®]= Implante Intravaginal

BE= Benzoato de Estradiol

PGF₂ α = Prostaglandina F2 Alfa

eCG= Gonadotrofina Coriónica Equina

GnRH= Hormona Liberadora de Gonadotropina

Los productos utilizados fueron:

DIV-B[®]: dispositivo intravaginal bovino elaborado por Laboratorios Syntex, Argentina Ind., cada dispositivo contiene 1g de progesterona montado en una base de silicona inerte.

BE (Benzoato de Estradiol[®]): elaborado por Laboratorios Syntex como fuente de Benzoato de Estradiol, cada mL contiene 1 mg de BE. Vía de administración intramuscular.

Dinoprost trometamina (Lutalyse[®]): elaborado por Laboratorios Pfizer como fuente de PGF₂ α , cada mL contiene 5 mg de Trometamina de Dinoprost. Vía de administración intramuscular.

eCG (Novormón®): elaborado por Laboratorios Syntex como fuente de eCG, cada mL contiene 200 UI de eCG. Vía de administración intramuscular.

Acetato de Buserelina (Gestar®): elaborado por Laboratorios Over como fuente de GnRH, cada mL contiene 4.2 µg de Acetato de Buserelina. Vía de administración intramuscular.

La inseminación artificial se realizó por la misma persona a fin de evitar la variabilidad y el efecto inseminador. Todo el semen que se utilizó fue importado. Para efecto del estudio, cada vaquilla tuvo la oportunidad de ser servida en dos ocasiones; el diagnóstico de preñez se realizó por palpación transrectal 45 días posteriores a la última inseminación. De igual manera la condición corporal fue evaluada por la misma persona.

Se analizaron las siguientes variables:

- Porcentaje de inducción de celo
- Porcentaje de preñez al primer y segundo servicio
- Porcentaje de preñez acumulada
- Servicios por concepción
- Servicios por concepción de todas las vacas
- Tasa de concepción
- Costo del tratamiento por vaquilla sincronizada y por vaquilla preñada

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y 15 repeticiones por tratamiento. Para el análisis de los datos se utilizó el procedimiento de Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias con la prueba de Duncan utilizando el Modelo Lineal General (GLM). Los valores porcentuales fueron analizados con la prueba de Chi cuadrado (χ^2); el nivel de significancia exigido fue de $P < 0.05$, utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de Presentación de Celo (PPC). Las diferencias fueron significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$) siendo el tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8) el que obtuvo el mayor porcentaje superando al tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) en 20% y al $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5) en 13.33% (Cuadro 3). Estos resultados son similares a los de Martínez y Sierra (2010), quienes utilizando $\text{PGF}_{2\alpha}$, BE, eCG y el dispositivo intravaginal DIV-B[®] en vacas de producción lechera obtuvieron 88.64% de presentación de celo. Sin embargo, los resultados obtenidos son inferiores a los de Espinal y Cedeño (2009), quienes utilizaron el DIV-B[®] en ganado de doble propósito y obtuvieron 100% de presentación de celo. Estas diferencias posiblemente se atribuyen al tipo de encaste de los animales utilizados, a la alimentación y el manejo al que estaban sometidos.

Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS). Este parámetro representa al número de vaquillas que quedaron preñadas al primer servicio en relación a la cantidad total de vaquillas que fueron expuestas al primer servicio en ese mismo periodo. Los resultados obtenidos difieren entre sí ($P < 0.05$), siendo los tratamientos $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) y $\text{PGF}_{2\alpha}$ (5) los que presentaron los mayores valores superando al tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8) en 35.07% y 29.76% respectivamente (Cuadro 3). Estos resultados superan a los obtenidos por Amores y Delgado (2010), donde se sincronizó el celo de vacas raza Brangus utilizando $\text{PGF}_{2\alpha}$ aplicada al día 8, BE, eCG y el dispositivo intravaginal DIV-B[®] y se obtuvo 38.88% de preñez al primer servicio. Villacencio (2007) realizó una investigación utilizando dispositivos intravaginales CIDR[®] analizando inducción y sincronización de celo en vacas de razas cebuinas y obtuvo 48.83%. Es importante lograr preñar la mayor cantidad de animales en el primer servicio, ya que de esta forma se reducen los costos.

Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS). Este valor indica el número de vaquillas que quedaron preñadas al segundo servicio en relación al número total de vaquillas que fueron servidas en el mismo periodo. Los resultados de preñez presentaron diferencias entre sí ($P < 0.05$). El tratamiento $\text{PGF}_{2\alpha}$ (0-8) y $\text{PGF}_{2\alpha}$ (8) obtuvieron los mejores resultados sin embargo, estos no difieren entre sí ($P > 0.05$) (Cuadro 3). El resultado más alto supera el rango sugerido por Cavazos (s.f.) quien recomienda entre 60 y 63% de preñez al segundo servicio como resultados excelentes. Estos resultados también superan a los obtenidos por Moncada (1999), donde se aplicó $\text{PGF}_{2\alpha}$ 24 horas después del parto y obtuvo 28% de preñez al segundo servicio.

Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA). Este parámetro indica el total de vaquillas que resultaron preñadas en un periodo determinado de tiempo. El porcentaje de preñez acumulado no difiere entre tratamientos ($P>0.05$) (Cuadro 3). Los valores obtenidos superan los recomendados por González (2001), quien sugiere que para las vaquillas en el trópico la preñez acumulada debe ser mayor al 55%. Velásquez y Vélez (2011) realizaron una investigación donde utilizaron dos diferentes dosis de eCG y dispositivos DIV-B[®], y obtuvieron resultados similares 66.67% y 75% de preñez acumulada.

Cuadro 3. Porcentaje de Presentación de Celo (PPC), Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS) y Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA) en vaquillas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de PGF₂α.

Tratamiento	n	PPC	PPPS	PPSS	PPA
PGF ₂ α (0-8)	15	93.33 ^a	28.57 ^a	80 ^a	57.14
PGF ₂ α (8)	15	73.33 ^b	63.64 ^b	50 ^{ab}	72.72
PGF ₂ α (5)	15	80 ^b	58.33 ^b	33.33 ^b	66.66
P		0.0049	<0.0001	0.011	0.1819

^a, ^b, ^c = valores en la misma columna con letra distinta difieren estadísticamente entre sí ($P<0.05$).

PGF₂α = Prostaglandina F₂ alfa.

Servicios por Concepción (SC). Este parámetro es importante para conocer el estado de fertilidad del hato. Relaciona el total de servicios realizados a las hembras preñadas en un periodo de tiempo con la cantidad de hembras diagnosticadas preñadas en ese mismo periodo. Los resultados obtenidos presentan diferencias entre sí ($P<0.05$). El tratamiento PGF₂α (8) y PGF₂α (5) no difieren entre sí ($P>0.05$). Sin embargo, difieren en 0.37 servicios con el tratamiento PGF₂α (0-8) (Cuadro 4). Estos datos mejoran a los obtenidos por Iglesias (2002), quien realizó una investigación en vacas de producción lechera utilizando GnRH y PGF₂α para estimular reactivación ovárica y fertilidad, y obtuvo 1.9 servicios por concepción. Los resultados obtenidos también superan a los obtenidos por Canales (2007), quien evaluó el efecto de las hormonas GnRH y PGF₂α y el dispositivo intravaginal CIDR[®] en vacas lecheras con anestro posparto y obtuvo 1.3 servicios por concepción. Hincapié *et al.* (2008) recomienda 1.7 servicios por concepción en animales con un buen nivel de fertilidad.

Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV). Este valor relaciona la fertilidad del hato y la eficiencia de los servicios. Las diferencias fueron significativas entre los tratamientos ($P<0.05$). El tratamiento PGF₂α (8) difiere del tratamiento PGF₂α (0-8) en 0.75 servicios. Sin embargo, los tratamientos PGF₂α (8) y PGF₂α (5) fueron similares. (Cuadro 4). Estos resultados mejoran a los obtenidos por Flores (2005), quien realizó una investigación utilizando PGF₂α para sincronizar el celo de vaquillas acíclicas y obtuvo como resultado 6.75 servicios. Sin embargo, los resultados obtenidos son inferiores a los obtenidos por Bueno y Dunn (2008), quienes utilizaron CIDR[®], BE y GnRH para sincronizar el celo de vaquillas de razas lecheras con anestro y obtuvieron 1.5 servicios por concepción en todas las vacas.

Tasa de Concepción (TC). Este parámetro indica el número de hembras preñadas en un determinado periodo de tiempo por cada 100 hembras que fueron servidas. La tasa de concepción difiere entre los tratamientos ($P < 0.05$). Los tratamientos $\text{PGF}_2\alpha$ (8) y $\text{PGF}_2\alpha$ (5) obtuvieron los mejores resultados, superando a $\text{PGF}_2\alpha$ (0-8) en 21.84% (Cuadro 4). Estos valores son superiores a los obtenidos por Martínez y Sierra (2010) de 48.31% y 34.48% en los tratamientos que utilizaron en vacas de producción lechera. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación superan los valores recomendados por Hincapié *et al.* (2008) de 55% y los de González (2001) quien sugiere entre 60 y 70% de tasa de concepción.

Cuadro 4. Servicios por Concepción (SC), Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV), y Tasa de Concepción (TC) en vaquillas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$.

Tratamiento	N	SC	SCTV	TC
$\text{PGF}_2\alpha$ (0-8)	15	1.50 ^a	2.38 ^a	66.66 ^a
$\text{PGF}_2\alpha$ (8)	15	1.13 ^b	1.63 ^b	88.5 ^b
$\text{PGF}_2\alpha$ (5)	15	1.13 ^b	1.88 ^b	88.5 ^b
P		<0.0001	<0.0001	<0.0001
C.V.*		33.8061	32.7252	24.1472

^{a, b, c} = valores en la misma columna con letra distinta difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$).

$\text{PGF}_2\alpha$ = Prostaglandina F_2 alfa.

Costo por tratamiento y por vaca preñada. Para realizar la elección de un tratamiento es muy importante tomar en cuenta si es económicamente factible utilizarlo. El costo por tratamiento se presenta en el Cuadro 5. Al momento de implementar un programa de sincronización de celos en un hato, este va ligado directamente al factor económico y su posterior rentabilidad en la finca. Para la implementación de un programa de sincronización, se debe tener en cuenta que la inversión será retornada en un periodo de tiempo determinado con la obtención de buenos índices reproductivos y con el crecimiento del hato. El costo por vaquilla preñada se presenta en el Cuadro 6. El tratamiento $\text{PGF}_2\alpha$ (8) fue el más rentable ya que presentó una diferencia de US\$ 11.25 comparado con el tratamiento $\text{PGF}_2\alpha$ (0-8), y de US\$ 3.75 con respecto al tratamiento $\text{PGF}_2\alpha$ (5). También reduce en una faena el movimiento de los animales al corral de trabajo.

Cuadro 5. Costo por tratamiento utilizando dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$.

Medicamento	Presentación	Unidades	Precio (U.S \$)	Dosis/Vaquilla	Costo/Vaquilla (U.S \$)
DIV-B [®]	1.00	g	2.73	1 g	2.73
GnRH (Gestar [®])	50	mL	24.10	2 mL	0.96
$\text{PGF}_2\alpha$ (Lutalyse [®])	30	mL	18.97	5 mL	3.16
eCG (Novormón [®])	25	mL	48.72	2 mL	3.90
Benzoato de Estradiol	100	mL	20.00	1.5 mL	0.30
Total					11.05

Tasa de cambio US\$ 1 = L. 19.50

Cuadro 6. Costo del tratamiento y por vaquilla preñada.

Tratamiento	n	Vaquillas Preñadas	Costo Protocolo	Costo Protocolo + Semen	Costo por Vaquilla Preñada
$\text{PGF}_2\alpha$ (0-8)	15	8	11.05	450.88	56.36
$\text{PGF}_2\alpha$ (8)	15	8	11.05	360.88	45.11
$\text{PGF}_2\alpha$ (5)	15	8	11.05	390.88	48.86

Tasa de cambio US\$ 1 = L. 19.50

Costo Pajilla de Semen = US\$ 15.00

4. CONCLUSIONES

- Bajo la condiciones de estudio, con la aplicación de la $\text{PGF}_2\alpha$ al día 8 o 5 se obtienen los mejores resultados de Porcentaje de Preñez al Primer Servicio, Servicios por Concepción, Servicios por Concepción de Todas las Vacas y Tasa de Concepción. Sin embargo, el mayor Porcentaje de Presentación de Celo fue la aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$ (0-8).
- El menor costo por vaquilla preñada se obtuvo con la aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$ al día 8.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar la aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$ al día 8 para incrementar los porcentajes de preñez en vaquillas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales.
- Utilizar el tratamiento $\text{PGF}_2\alpha$ (8) ya que representa menor estrés para los animales al reducir el movimiento de los mismos de los potreros hacia el corral de manejo.
- Realizar futuras investigaciones utilizando dosis menores de $\text{PGF}_2\alpha$.

6. BIBLIOGRAFÍA

Amores Cerrud, E., J.A. Delgado. 2010. Efecto de la sincronización y resincronización de celos sobre el porcentaje de preñez en la raza Brangus. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 17 p.

Bearden, H.J., J. Fuquay. 1980. Reproducción animal aplicada. Ed. Manual Moderno. México D.F., México. 195 p.

Bó, G.A., L. Cutaia, D. Pincinato, L.C. Peres. 2006. Efecto del contenido de progesterona de un dispositivo intravaginal sobre las tasas de preñez obtenidas en vaquillonas cruza *Bos indicus* inseminadas a tiempo fijo. Congreso Mundial de Reproducción en Rumiantes – Nueva Zelanda; Agosto de 2006. En prensa.

Bueno López, A.S., R.E. Dunn Barragán. 2008. Tasa de preñez en vaquillas anéstricas tratadas con CIDR[®] más Benzoato de estradiol, cipionato de estradiol o GnRH e inseminadas a celo detectado. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 16 p.

Canales Matamoros, C.M. 2007. Efecto de la GnRH + PGF₂ α y el dispositivo intravaginal CIDR + ECP en el tratamiento de anestro posparto en vacas lecheras en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 16 p.

Cavazos García, F.J. s.f. Algunas consideraciones sobre un problema viejo: vacas repetidoras. Artículos técnicos ABS México. 9 p.

Caravaca Rodriguez, F.P. 2003. Bases de la producción animal. Universidad de Sevilla. 201 pp. Consultado en línea el 16 de junio de 2011. Disponible en: http://books.google.hn/books?id=YQxTe3v1GqkC&pg=PA201&dq=gonadotropina+c+orionica+equina&hl=es&ei=t736TYe6Ds2EtgeL_PG-Dg&sa=X&oi=book_result&ct=book-thumbnail&resnum=1&ved=0CCoQ6wEwAA#v=onepage&q&f=false

Cutaia, L., L. Peres, D. Pincinato, D. Menchaca, G.A. Bó. 2006. Nuevos avances en programas de sincronización de celos en vaquillonas inseminadas a tiempo fijo. En: Jornadas de actualización en biotecnologías de la reproducción en bovinos. Instituto de reproducción animal Córdoba. Montevideo, Uruguay. pp. 1-3

Derivaux, J. 1982. Reproducción de los animales domésticos. Trad. J. Gómez. 2da edición. Ed. Acribia, España. 107 p.

Espinal Méndez, A.M., M.A. Cedeño Orocú. 2009. Efecto de los dispositivos intravaginales DIV- B[®] nuevos o usados y retirados el día 8 y 9 sobre los porcentajes de sincronización de celo y preñez en vacas cebuinas. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 15 p.

Flores, P.A. 2005. Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo en vaquillas acílicas, utilizando PGF₂ α (Lutalyse[®]) y un análogo de progesterona (Eazi Breed[®]) en Rancho Rosa, Jamastrán, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 16 p.

González, C. 2001. Reproducción Bovina. Maracaibo, Venezuela. Ed. Fundación Giraz. 437 p.

Gordon, I. 1996. Controlled reproduction in cattle and buffaloes. Cab International, USA. pp. 148-154.

Hincapié, J.J., R.B. Capallejas, E.C. Pipaon. 2004. Reproducción animal aplicada: Fundamentos de fisiología y biotecnología. 3^a ed. Ed. Litocom, Tegucigalpa, Honduras. 186 p.

Hincapié, J.J., E.C. Pipaon, G.S. Blanco. 2008. Trastornos reproductivos en la hembra bovina. Ed. Litocom, Tegucigalpa, Honduras. 161 p.

Holy, L. 1983. Bases biológicas de la reproducción bovina. Ed. Diana. México. 105 p.

Iglesias Paladines, C. 2002. Aplicación posparto de GnRH y PGF₂ α para estimular la reactivación ovárica y la fertilidad en ganado lechero. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 23 p.

Martínez Pittí, C.B., I.F. Sierra Sagastume. 2010. Efecto de la aplicación de eCG al momento del retiro del implante intravaginal DIV-B[®] en vacas lecheras con anestros pos parto sobre los porcentajes de inducción de celo y preñez. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 21 p.

Moncada Laínez, M. 1999. Efecto del tratamiento con Lidocaína 2 y PGF₂ α sobre el período de puerperio en el hato de ganado lechero. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 25 p.

SAS (SAS Institute Inc; US). 2009. SAS Introductory guide for personal computers. Carry, NC. Versión 9.01.

Sorensen, A.M. 1982. Reproducción animal: principios y prácticas. Trad. R. Mata. Ed. McGraw-Hill, México. 318 p.

Syntex S.A. s.f. a. Laboratorio Especialidades Veterinarias. Manual de reproducción. En: Programas para un manejo reproductivo aplicado. Buenos Aires. Disco compacto. Consultado el 16 de junio de 2011.

Soto, C. H. E. 2001. Hemoparásitos en los procesos reproductivos. En: Reproducción bovina. C. Gonzáles-Stagnaro (Ed). Fundación Girarz, Maracaibo-Venezuela. Cap. XII: pp. 171-186, 189, 290, 349, 355.

Velásquez Mejía, D., G.J. Vélez Bravo. 2011. Porcentaje de preñez en vacas con baja condición corporal tratadas con dos dosis de eCG en el día ocho del tratamiento con dispositivos intravaginales DIV-B[®]. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 16 p.

Vélez, M., J.J. Hincapié, I. Matamoros, R. Santillán. 2002. Producción de ganado lechero en el trópico. 4^a ed. Zamorano Academic Press, Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. 137 p.

Villavicencio Celi, P. 2007. Respuesta de dos razas cebuinas y un cruce comercial a la inducción y sincronización del celo utilizando el dispositivo intravaginal de liberación de progesterona CIDR[®]. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.