

**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**

**Denis Samir Elvir Melendez  
Irina Isabel Mendoza Pineda**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2014

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

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

Presentado por

**Denis Samir Elvir Melendez  
Irina Isabel Mendoza Pineda**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 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**

Presentado por:

Denis Samir Elvir Melendez  
Irina Isabel Mendoza Pineda

Aprobado:

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Renán Pineda, Ph.D.  
Director  
Departamento de Ciencia y  
Producción Agropecuaria

---

Isidro A. Matamoros, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

---

Celia O. Trejo, Ph.D.  
Asesor

## **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**

**Denis Samir Elvir Melendez  
Irina Isabel Mendoza Pineda**

**Resumen:** El estudio se desarrolló en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, utilizando 62 vacas distribuidas en cuatro tratamientos: eCG al retiro del DIV-B<sup>®</sup>, eCG a los 14 dpIA, eCG al retiro y a los 14 dpIA y el tratamiento control. Al momento de colocar los implantes DIV-B<sup>®</sup> se aplicó 2mg de Benzoato de Estradiol (BE) y al momento del retiro del DIV-B<sup>®</sup> para el primer y tercer tratamiento se aplicó 500µg PGF<sub>2α</sub> + 400 UI eCG + 1mg BE y para el segundo tratamiento y el grupo control se aplicó 500µg PGF<sub>2α</sub> + 1mg BE. Al momento de la inseminación artificial a celo detectado se aplicó 150µg GnRH (Acetato de Gonadorelina). Se obtuvo un 100% de presentación de celo aplicando eCG al retiro, 93.3% aplicando eCG 14 dpIA, 100% aplicando eCG al retiro y 14 dpIA y 100% sin la aplicación de eCG. Las diferencias fueron significativas entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ) con valores de 66.7%, 50.0%, 46.7% y 17.7% Preñez al Primer Servicio (PPS), 0%, 42.9%, 80.0% y 46.2% Segundo Servicio (PSS), 66.7%, 71.4%, 73.3% y 52.9% Preñez Acumulada (PA), 1.0, 1.3, 1.4 y 1.7 Servicio por Concepción (SC), 2.0, 2.1, 1.7 y 3.3 Servicio por Concepción de Todas las Vacas (SCTV) y 50.0, 47.6, 58.8 y 30.3 Tasa de Concepción (TC) para los tratamientos mencionados respectivamente. El mejor tratamiento a aplicar es eCG al retiro y a los 14 dpIA ya que este tratamiento representa un menor costo por vaca preñada con un valor de \$ 45.16.

**Palabras clave:** Ovulación, reabsorción embrionaria, reconocimiento materno, sincronización.

**Abstract:** The study was in the Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. There were used 62 cows and their mating were distributed in 4 treatments: eCG retire of DIV-B<sup>®</sup>, eCG at 14 dpIA, eCG to the retirement and at the 14 dpIA and treatment control. At the moment the implants DIV-B<sup>®</sup> were placed 2mg of BE were applied and at the retirement moment of the DIV-B<sup>®</sup> for the first and third treatment were applied 500µg PGF<sub>2α</sub> + 400 UI eCG + 1mg BE, for the second and treatment control were applied 500µg PGF<sub>2α</sub> + 1mg BE. At the artificial insemination moment to detected zeal (IACD) it was applied 150µg GnRH (Gonadorelin Acetate). A 100% was obtained in the presentation of the standing zeal to the retirement, 93.3% by applying eCG at 14 dpIA, 100% applying eCG to the retirement and at the 14 dpIA and 100% without the application of eCG. The differences were significant in the ranges of treatments of ( $P \leq 0.05$ ) with values of 66.7%, 50%, 46.7% and 17.7% (PPS), 0%, 42.9%, 80%, and 46.2% (PSS), 66.7%, 71.4%, 73.3% and 52.9% (PA). 1.0, 1.3, 1.4, and 1.7 (SC), 2.0, 2.1, 1.7, and 3.3 (SCTV) and 50.0, 47.6, 58.8 and 30.3 (TC) for the treatments mentioned. The best treatment you can apply is the eCG to the retirement and to the 14 days post insemination, due to the fact that this treatment represents a minor cost per pregnant cow, with a value of \$45.16.

**Key Words:** Embryonic reabsorption, mother recognition, ovulation, synchronization.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros .....	v
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>5</b>
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4 CONCLUSIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>5 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>6 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Distribución de los tratamientos, animales y protocolos utilizados .....	6
2. Porcentaje de Presentación de Celo (PC), Porcentaje de preñez al Primer Servicio (PPS), Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PSS) y Porcentaje de Preñez Acumulada (PA). .....	9
3. Servicio por Concepción (SC), Servicio por Concepción de Todas las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (TC). .....	11
4. Costos de cada uno de los protocolos (US\$). .....	12
5. Costos de cada tratamiento y costo por vaca preñada (US\$).....	12

# 1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas modernos de alojamiento del ganado fueron desarrollados por las ventajas económicas y de mano de obra y estos sistemas pueden influir en el comportamiento y rendimiento de la vaca favorable o negativamente. Estas consideraciones se tornan muy importantes con las tendencias de los países industrializados en el aumento de las manadas lecheras. En el transcurso de los siglos se ha podido ver los incrementos del ganado lechero en muchos países. El crecimiento del tamaño del ganado lechero y de las instalaciones ha dado lugar a la necesidad de modificar las prácticas de manejo reproductivo convencional para incrementar la detección de celos, manejo de las vacas y el manejo de registros (Gordon 2004).

En los sistemas de producción de ganadería de leche se debe tomar en cuenta la eficiencia reproductiva ya que esta representa uno de los aspectos económicos más importantes a considerar para mejorar la producción de leche (Ayala Constante y Castillo Rosa 2010). Se debe tomar en cuenta los parámetros reproductivos ya que estos pueden ser alterados por factores como la alimentación, clima, trastornos metabólicos y reproductivos (Espinal Tercero y García Mejía 2009).

El estudio de las peculiaridades procreativas de cada especie, constituye una premisa básica y fundamental para poder enfrentar con amplias probabilidades de éxito, la dinámica de la actividad que los métodos de reproducción requieren (Hincapié y Brito 2005).

La duración del estro va a depender de la especie y varía ligeramente de una hembra a otra de la misma especie. El ciclo estral de una vaca dura de 20 a 21 días, y el momento de la ovulación puede durar de 24 a 30 horas después del inicio del estro (Hafez 1996).

El ciclo estral es regulado por mecanismos endocrinos y neuroendocrinos. La regulación de la secreción de gonadotropinas durante el ciclo estral requiere un equilibrio entre interacciones hormonales siendo un componente muy importante la hormona liberadora de hormona luteinizante (Hafez 1996).

El crecimiento más rápido del folículo ocurre a finales del proestro y durante el estro. El folículo elegido es estimulado por la Hormona Luteinizante (LH) para que ovule. Es durante el desarrollo de los folículos cuando las células de la granulosa y la teca interna producen estrógenos. Mientras más grandes y abundantes son los folículos, mayor es la cantidad de estrógenos presentes (Sorensen 1982).

El conocimiento de los diversos factores que regulan la ciclicidad estral ha permitido la aplicación práctica de la progesterona y de gestágenos, de la  $PGF_{2\alpha}$  y de sus análogos, de la gonadotropina sérica, de la FSH y de la GnRH que abren un gran campo a la utilización del potencial reproductivo de las hembras (Hincapié y Brito 2005).

Uno de los objetivos principales que se tiene en una finca lechera en base al manejo reproductivo es preñar a las vacas lo más temprano posible, identificar rápidamente las vacas vacías para inseminarlas e introducir las a un programa de sincronización (Cutaia s.f.a.).

El inicio de un programa de sincronización de celo debe comenzar inmediatamente después del Periodo Voluntario de Espera (PVE), para poder realizar un programa de sincronización se debe tomar factores relacionados al manejo, nutrición y sanidad. Para obtener un buen programa de sincronización se debe basar en sistemas que controlen el crecimiento de los folículos ováricos preovulatorios, regresión del CL y la ovulación. Por lo cual utilizaron tratamientos a base de dispositivos intravaginales con progesterona, y estrógenos como Benzoato de Estradiol (Cutaia s.f.a.).

La mayor parte de los experimentos se han efectuado sobre la administración oral de progestágenos, los cuales son sustancias con propiedades semejantes a las de la progesterona, o sobre la implantación de cápsulas de progestágenos durante un cierto tiempo, cuando este se retira entonces el grupo de vaquillas o vacas comienzan a entrar en celo (Sorensen 1982).

También se mencionó que la combinación de análogos como GnRH y  $PGF_{2\alpha}$  permiten controlar la fase lútea y la dinámica folicular que coexisten en el ovario, facilitando la sincronización del estro, mejorando la eficiencia en su detección y en el manejo reproductivo (Martinez *et al.* 2007).

El uso de progesteronas naturales o sintéticas estimulan el diestro y se usan en forma de implantes (subcutáneos o intravaginales) o con inyecciones. El retiro de este tratamiento emula la destrucción del cuerpo lúteo y cesan los efectos negativos de la progesterona sobre la liberación de gonadotropinas (FSH), promoviendo así, el crecimiento folicular y consecuentemente la presentación de celo. Este tratamiento puede ser usado en vacas en el período de anestro posparto (Vélez *et al.* 2014).

En los últimos 40 años se ha observado una disminución significativa de la fertilidad. Sin embargo, esta baja fertilidad no es provocada por la lactancia, como proceso fisiológico, si no por los cambios metabólicos que impone la producción de leche y el inadecuado consumo de nutrientes cayendo en un balance energético negativo. El balance energético negativo afecta el control neuroendocrino de la reproducción, lo cual se ha asociado con la baja fertilidad (Hernández y Morales 2001).

El reconocimiento materno embrionario bovino es uno de los eventos de mayor importancia en la reproducción. Este proceso está regulado por múltiples señales celulares y endocrinas, entre el embrión, el endometrio y el cuerpo lúteo, la cual constituye la

ventana de reconocimiento materno embrionario, por ser el responsable de la producción de progesterona (Lenis *et al.* 2010).

Para que la gestación se lleve a cabo, se debe establecer una relación estrecha entre el embrión en desarrollo y el ambiente materno (Hernández y Morales 2001). Por lo cual durante los días 15 al 17 del ciclo estral, la viabilidad embrionaria juega un papel importante para inhibir los procesos luteolíticos, favoreciendo la implantación y el mantenimiento de la gestación (Lenis *et al.* 2010). Lo cual se consigue mediante la secreción del Interferón tau, el cual bloquea la síntesis de la  $PGF_2\alpha$  (Hernández y Morales 2001).

La exposición secuencial de progesterona antes del estro, incrementa las concentraciones de estradiol en el estro, y las concentraciones suficientes de progesterona en el ciclo estral posterior son necesarias para establecer un apropiado ambiente en el útero para la supervivencia del embrión (Bridges *et al.* 2013).

Para mantener el ciclo estral y el establecimiento de un ambiente adecuado en el útero para el desarrollo del embrión, la regulación de la expresión y localización de los receptores de progesterona, estradiol y oxitocina en el endometrio del útero son obligatorios. En rumiantes preñadas, la secreción del interferón-tau por el crecimiento del embrión atenúa el incremento de la oxitocina y posteriormente previene la liberación pulsátil de prostaglandina desde el endometrio uterino. En rumiantes no preñadas, el aumento en oxitocina inicia los mecanismos luteolíticos y en última instancia resulta en la liberación pulsátil de prostaglandina desde el útero llevándolo a la luteólisis y al retorno del ciclo estral (Bridges *et al.* 2013).

El interferón Trofoblástico bovino (bINT- t) llamado así por el sitio de producción, es la principal señal para el éxito en el establecimiento de la preñez, que favorece los procesos luteotrópicos funcionales y estructurales, garantizando la producción de progesterona y la integridad de las células, que constituyen el cuerpo lúteo. Dentro de los principales efectos del bINT-t esta la inhibición de la síntesis y la liberación de la  $PGF_2\alpha$  en el endometrio bovino (Lenis *et al.* 2010).

El bajo porcentaje de concepción es provocado por la alta incidencia de muerte embrionaria temprana. Una alta proporción de embriones mueren antes de los 16 días pos-inseminación, de esa forma, viendo que la muerte del embrión ocurre antes del reconocimiento materno de la gestación, las vacas regresan al estro en un periodo equivalente a un ciclo normal (Hernández y Morales 2001).

La mortalidad embrionaria constituye un problema reproductivo ya que en la mayoría de ocasiones se presenta sin alterar la duración del ciclo estral. La mortalidad embrionaria relacionada con fallas en el establecimiento del ambiente embriotrófico puede resultar si hay defectos intrínsecos en el embrión, en el balance hormonal materno o asincronía entre la madre y el embrión. La mayor parte de los embriones mueren entre los 8 y 17 días de la gestación, por lo que no se presenta en forma aparente ningún disturbio en la duración del ciclo estral. El embrión puede morir al producir pocas cantidades de IN Ft y no lograr inhibir la luteólisis, por fallas genómicas o por tener algún grado de degeneración al

momento en que debe darse la señal de reconocimiento. Algunas vacas repetidoras de calores tienen menores niveles de Progesterona, por lo cual se han implementado técnicas como el suministro de progesterona exógena o la inducción del cuerpo lúteo accesorio para aumentar la tasa de preñez. Por otra parte, también pueden presentarse carencias en el ambiente embriotrófico cuando no existe una correcta sincronía entre la madre y el embrión, disminuyendo la tasa de preñez. Por estas razones se considera que la relación de la progesterona y el INFT, que se establece en la preñez temprana, es interdependiente para llevar a cabo las funciones necesarias para que se establezca el ambiente embriotrófico (Gonella *et al.* 2010).

Uno de los tratamientos más comunes en investigación fue la aplicación de GnRH tanto a los 5, 7, 11 o 15 días post servicio o una combinación de estos días. La administración de hCG en el día 5 post servicio incrementó el número de cuerpos lúteos y la progesterona plasmática y las tasas de concepción al día 28, 45 y 90 y este aumento fue más marcado en vacas que perdían condición corporal (Cutaia s.f.b.).

La administración de somatotropina bovina (bST) en vacas lecheras de alta producción tendría un efecto negativo en la reproducción debido a que disminuye la expresión de celo, sin embargo, estimularía el desarrollo del embrión y aumentaría la tasa de concepción. La bST incrementa la expresión de proteínas como IGF- II y IGFBP-3 y del RNA mensajero para la hormona de crecimiento en el endometrio, como así también disminuye la estimulación sobre la liberación de prostaglandina y esto podría beneficiar la implantación del embrión (Cutaia s.f.b.). El IGF-I evita el efecto negativo de algunas sustancias tóxicas para los embriones, presentes en el medio uterino (Hernández s.f.)

La Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) es una glicoproteína compleja con actividad semejante a las hormonas folículo estimulante y luteinizante (FSH y LH). La eCG administrada algunas horas previo a la ovulación estimula el crecimiento folicular a través de su acción de Hormona folículo estimulante y luteinizante (FSH y LH), aumentando el tamaño del folículo preovulatorio, incrementando así las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación, mejorando así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez (Núñez Olivera 2011).

La estimulación y sincronización del crecimiento folicular conjuntamente con la ovulación de esos folículos y formación de cuerpos lúteos accesorios, previo al período crítico, incrementaría la producción de progesterona y podría ser una alternativa para reducir pérdidas de gestación (Núñez Olivera 2011).

El presente estudio tuvo como objetivo general determinar los porcentajes de preñez en vacas lecheras sincronizadas con dispositivos intravaginales y tratadas con eCG al momento del retiro del dispositivo intravaginal o 14 días después, y como objetivos específicos determinar el porcentaje de presentación de celos, determinar el porcentaje de preñez al primero y segundo servicio, porcentaje de preñez acumulada, determinar los servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas y tasa de concepción y determinar el costo del tratamiento y costo por vaca preñada.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló entre junio del 2013 a julio del 2014 en la Unidad Especializada en Producción de Leche de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el Valle del Yeguaré, 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 respectivamente.

Se utilizaron 62 vacas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus encastes; todos los animales fueron sometidos a la revisión ginecológica por el Médico Veterinario a fin de determinar su buen estado de salud.

Los criterios de inclusión utilizados fueron:

- Condición corporal  $\geq 2.5$  y  $\leq 4$  en la escala de 1 a 5
- Presentar más de 60 días posparto
- Estar entre 1 y 6 partos
- Las características del moco estral fueron: transparentes, fluido y sin presencia de flóculos o turbidez
- No haber presentado ningún tipo de trastorno en el parto, periparto y/o puerperio

Todos los animales estuvieron bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación la cual se basó en pastoreo en potreros con pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), silo de maíz y concentrado, sal mineral al 8% a voluntad en salitreros protegidos del sol y la lluvia y agua *ad libitum*.

La evaluación de la condición corporal y la inseminación artificial fueron efectuadas por la misma persona a fin de evitar el efecto inseminador. El diagnóstico de preñez se realizó por palpación transrectal a los 45 días después de la última inseminación. Cada vaca tuvo la oportunidad de ser inseminada en dos ocasiones, si alguna de las vacas repitió por tercera vez el celo, fue considerada como vacía para efecto del estudio.

Las vacas fueron distribuidas en cuatro tratamientos de 15 vacas cada uno, siendo cada vaca una unidad experimental; cada tratamiento y su frecuencia de aplicación se describen en el (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos, animales y protocolos utilizados

Grupo	n	Día 0	Día 8	IACD (días 9 al 11)
DIV-B <sup>®</sup> eCG a retiro del DIV-B <sup>®</sup>	15	DIV-B <sup>®</sup> + 2mg BE*	Retirar DIV-B <sup>®</sup> + 500µg PGF <sub>2</sub> α + 400UI eCG + 1mg BE*	150µg GnRH Acetato Gonadorelina*
DIV-B <sup>®</sup> eCG 14 días pos IA	15	DIV-B <sup>®</sup> + 2mg BE*	Retirar DIV-B <sup>®</sup> + 500µg PGF <sub>2</sub> α + 1mg BE*	150µg GnRH Acetato Gonadorelina*
DIV-B <sup>®</sup> eCG al retiro y 14 días pos IA	15	DIV-B <sup>®</sup> + 2mg BE*	Retirar DIV-B <sup>®</sup> + 500µg PGF <sub>2</sub> α + 400UI eCG + 1mg BE*	150µg GnRH Acetato Gonadorelina*
DIV-B <sup>®</sup>	15	DIV-B <sup>®</sup> + 2mg BE*	Retirar DIV-B <sup>®</sup> + 500µg PGF <sub>2</sub> α + 1mg BE*	150µg GnRH Acetato Gonadorelina*

BE: Benzoato de Estradiol; eCG: Gonadotropina Coriónica Equina; GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas; PGF<sub>2</sub>α: Prostaglandina F<sub>2</sub> alfa. IACD: Inseminación A Celo Detectado. DIV-B<sup>®</sup>: Dispositivo Intravaginal Bovino.

\* Vía de aplicación intramuscular profunda.

Los productos utilizados fueron:

DIV-B<sup>®</sup> Dispositivo Intravaginal Bovino (Laboratorios Syntex, Argentina), cada dispositivo contiene 1.0g de progesterona montado en una base de silicona inerte. Como fuente de PGF<sub>2</sub>α se utilizó el producto Ciclase<sup>®</sup> (250µg de D+Cloprostenol/mL, Laboratorios Syntex, Argentina); como fuente de Benzoato de Estradiol (BE) se utilizó el Benzoato de Estradiol Syntex<sup>®</sup> (1mg de BE/mL, Laboratorios Syntex); Se utilizó el producto Novormón<sup>®</sup> como fuente de eCG (200UI de eCG/mL, Laboratorios Syntex, Argentina) y como fuente de GnRH se utilizó el Gonasyn<sup>®</sup> (Acetato de Gonadorelina 50µg/mL, Laboratorios Syntex, Argentina).

Se determinaron las siguientes variables a cada uno de los tratamientos:

- Porcentaje de Presentación de Celos (PPC)
- Porcentaje de Preñez al Primero (PPPS), Segundo Servicio (PPSS) y Preñez Acumulada (PA)
- Servicios por Concepción (S/C)
- Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV)
- Tasa de Concepción (TC)
- Costo del tratamiento y costo por vaca preñada

Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 15 repeticiones por tratamiento. Las variables S/C y SCTV fueron analizadas utilizando el análisis de varianza ANDEVA, separación de medias y la prueba de Duncan. Las variables porcentuales de presentación de celos, preñez al primero y segundo servicio y preñez acumulada se analizaron con la prueba de Chi Cuadrado ( $\chi^2$ ); Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis Systems” (SAS 2013), con un nivel de significancia exigido de  $P \leq 0.05$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Porcentaje de Presentación de Celo (PPC).** El índice promedio para la detección de celo debe ser >75% (Sagarpa s.f.). El porcentaje de celo detectado en el hato puede ser calculado con la siguiente fórmula:  $\text{Detección de celo (\%)} = \frac{21 \times 100}{\text{Intervalo promedio entre celo}}$  (Wattiaux 2001). Las diferencias encontradas no fueron significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 2). Todos los tratamientos presentaron cerca del 100%. Estos resultados son similares a los de Salmon Heredia (2012) quien utilizando la Gonadotropina Coriónica Humana (hCG), GnRH y el dispositivo intravaginal bovino (DIV-B<sup>®</sup>) obtuvo resultados del 100% en la presentación de celo en sus tratamientos. Sin embargo, Martínez Pitti y Sierra Sagastume (2010) aplicando un tratamiento con 400 UI de eCG al día del retiro del dispositivo obtuvieron porcentajes de inducción de celo de 88.64% y sin la aplicación de eCG obtuvieron porcentajes de inducción de celo de 67.86% por lo que estos resultados son inferiores a los obtenidos en este experimento. Sin embargo, estos resultados son similares a los obtenidos por Acosta Maldonado y Rodríguez Sánchez (2011) usando progesterona y eCG al momento de retirar el DIV-B<sup>®</sup> con resultados del 100%.

**Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPS).** Se puede calcular el porcentaje de concepción a primer servicio para evaluar la fertilidad de los animales en condiciones más homogéneas, lo cual se lleva a cabo, dividiendo el número de vacas que quedaron gestantes entre las que recibieron dicho servicio, ya sea por monta natural o por inseminación artificial, generalmente el PPS es más elevado que el porcentaje de concepción del hato. El PPS en el trópico es del 52% en promedio (Sánchez 2010). Las diferencias encontradas fueron significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 2), siendo el tratamiento con eCG al retiro el que obtuvo mayor resultado superando al tratamiento eCG 14 días pos IA en 16.7%, eCG al retiro y a los 14 días en 20% y al tratamiento control en 49%. Estos resultados son similares a los de Martínez Pitti y Sierra Sagastume (2010) quienes usando 400 UI de eCG al momento del retiro del dispositivo obtuvieron 51.28%. Sin embargo, González González y Giono Montalvo (2014) utilizando dosis de 200 UI de eCG, 400 UI de eCG a los 14 días pos inseminación y el control obtuvieron porcentajes de 62.5%, 75.0% y 28.6% respectivamente.

**Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PSS).** Variable que representa el número de vacas gestantes en el segundo servicio en un lapso de tiempo determinado/número de vacas servidas por segunda vez en el mismo periodo de tiempo (Pipaon *et al.* 2004). Si el Periodo de Recuperación Voluntaria (PRV) está afectando la fertilidad al primer servicio, la tasa de fertilidad al segundo servicio debe ser superior en 5 a 10 puntos (González 2001). Las diferencias encontradas fueron significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 2), siendo el tratamiento con eCG al retiro y a los 14 días pos inseminación con

mayor resultado superando a los tratamientos con eCG al retiro, eCG a los 14 días y al control en 80%, 37.1% y 33.8% respectivamente. Estos resultados superan los de Espinal Tercero y Garcia Mejia (2009) quienes aplicando 400 UI de eCG al día 8 del retiro del dispositivo obtuvieron 50% de pss; de igual manera superan los de Canales Matamoros (2007), quien utilizando GnRH + PGF<sub>2</sub>∞ y el dispositivo CIDR en vacas lecheras obtuvo pss de 41% y 48%.

**Porcentaje de Preñez Acumulada (PA).** Este parámetro cubre los resultados de fertilidad en un lapso de tiempo (mes, época, año), la preñez acumulada se muestra como la división entre las vacas preñadas (Palpación)/vacas inseminadas, el índice de preferencia para este parámetro es del 60% (González 1985). Se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 2), siendo los tratamientos utilizando eCG al retiro y a los 14 días pos IA y eCG a los 14 días pos IA los que obtuvieron los mejores resultados. Sin embargo, estos resultados utilizando 400 UI de eCG en los diferentes tratamientos difieren de los resultados encontrados por Linneo (2007), quien en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, con tres diferentes grupos de vaquillas mestizas (*Bos indicus x Bos Taurus*) y aplicando al momento del retiro 200 UI eCG a un grupo de 65 vaquillas obtuvo 42.5% de preñez, con 300 UI eCG en 63 vaquillas obtuvo 40.5% de preñez y con 400 UI eCG en 72 vaquillas obtuvo 47.6% de preñez. Por otra parte, Isnado (2006), realizó un experimento en Bolivia con 4 tratamientos para comparar el uso de Cipionato de estradiol (ECP) vs Benzoato de estradiol (BE) en vacas y vaquillas cebuinadas utilizando un dispositivo de segundo uso CIDR-B, ECP y BE no encontró diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ), utilizando BE de 48% en vacas y 36% en vaquillas y utilizando ECP obtuvo 40% en vacas y 40% en vaquillas. Por otra parte Tovio Luna (2011) concluyó que la aplicación de eCG al día 5 ó 8 por servicio mejoró el desarrollo del Cuerpo Lúteo, el nivel de progesterona y la tasa de preñez en hembras receptoras de embriones bovinos.

Cuadro 2. Porcentaje de Presentación de Celo (PC), Porcentaje de preñez al Primer Servicio (PPS), Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PSS) y Porcentaje de Preñez Acumulada (PA).

Tratamiento	n	%PC	%PPS	%PSS	%PA
eCG al retiro	15	100	66.7 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	66.7 <sup>ab</sup>
eCG 14 días posIA	15	93.3	50.0 <sup>b</sup>	42.9 <sup>b</sup>	71.4 <sup>a</sup>
eCG al retiro y 14 días	15	100	46.7 <sup>b</sup>	80.0 <sup>c</sup>	73.3 <sup>a</sup>
Control	17	100	17.7 <sup>c</sup>	46.2 <sup>b</sup>	52.9 <sup>b</sup>
P		0.095	<0.0001	<0.0001	0.0278

<sup>a</sup> y <sup>b</sup> = Valores en la misma columna con letras distinta, difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0.05$ )

eCG= Gonadotropina Coriónica Equina.

**Servicio por Concepción (SC).** Este parámetro no debe incluir los servicios en vacas eliminadas o que no hayan sido diagnosticadas y aquellos de vacas repetidoras que no han quedado preñadas pero si los servicios de las vacas repetidoras que resultaron preñadas por lo tanto SC en vacas preñadas considera la eficiencia de los servicios solo para las vacas fértiles, es decir, todas las vacas que resultaron preñadas en un lapso, mes o último año. El SC se interpreta como la suma de todos los servicios por IA o MN realizados en las vacas que resultaron preñadas durante un periodo/Número de vacas confirmadas preñadas en el periodo. Siendo el índice para vacas de 1.6-1.8 S/C (González 2001). Las diferencias encontradas fueron significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 3), siendo el tratamiento con eCG al retiro el que obtuvo el menor valor de servicio por concepción superando al tratamiento eCG 14 días en 0.3 S/C, eCG al retiro y a los 14 días en 0.4 S/C y al control en 0.7 S/C. Los resultados obtenidos en esta investigación son similares a los encontrados por Gómez Orozco y Lopera Agudelo (2013), quienes aplicando dos tratamientos con el uso del DIV-B<sup>®</sup> + eCG 14 dpIA (Novormon<sup>®</sup>) y DIV-B<sup>®</sup> + eCG 14 dpIA (Folligon<sup>®</sup>) en vacas cebuínas obtuvieron resultados de 1.40 S/C y 1.31 S/C respectivamente. De igual manera estos resultados son similares a los de Salmón Heredia (2012) quien utilizando tres tratamientos con el uso de hCG, GnRH y el control obtuvo 1.22 S/C, 1.14 S/C y 1.25 S/C respectivamente.

**Servicio por Concepción de Todas las Vacas (SCTV).** Relaciona la eficiencia de los servicios y la fertilidad en el hato. Se deben incluir todas las vacas tanto fértiles como infértiles y aun las que han sido eliminadas. La fórmula es S/CTV: N° total de vacas servidas por IA o MN en un periodo determinado/N° total de vacas preñadas durante ese mismo periodo. Su valor promedio oscila en las ganaderías tropicales entre 2.5 y 2.7 S/CTV (Hincapié *et al* 2008). Se encontró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 3), siendo el mejor tratamiento usando eCG al retiro y a los 14 días. Los resultados obtenidos difieren de los resultados obtenidos por Espinal Méndez y Cedeño Orocú (2009), quienes utilizando dispositivos nuevos o usados y aplicando al momento del retiro 200 UI de eCG obtuvieron 1.1 SCTV y 1.9 SCTV respectivamente. Por otro lado los resultados de esta investigación utilizando 400 UI de eCG al retiro se asemejan a los resultados de Martínez Pitti y Sierra Sagastume (2010) quienes utilizando 400 UI eCG al retiro obtuvieron 2.07 SCTV utilizando Vacas Holstein.

**Tasa de Concepción (TC).** Se refiere al número de vacas que resultan preñadas en un lapso de tiempo por cada 100 vacas servidas. Como regla general la TC es con inseminación artificial del 55% aproximadamente para vacas en el trópico. Considerando que una TC del 70% al primer servicio es excelente (Hincapié *et al*. 2008). El tratamiento eCG al retiro y 14 días pos IA obtuvo el mayor valor, superando al tratamiento con eCG al retiro en un 8.8% TC, eCG a los 14 días con 11.2% TC y el Control con un 28.5% TC. Los resultados obtenidos en esta investigación son similares a los encontrados por Recinos Bonilla y Alfaro Salazar (2013), quienes utilizando eCG al retiro obtuvieron 50% de TC lo cual es similar al encontrado al retiro en esta investigación. De igual manera los resultados obtenidos por Ordoñez Castellón y Sánchez Sánchez (2014), son similares utilizando eCG a los 14 días pos IA obtuvieron 55.6% TC. Por otro lado, González González y Giono Montalvo (2014) no obtuvieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre sus tratamientos utilizando 200 UI eCG y 400 UI eCG a los 14 días pos IA con valores de 57.14% TC y 57.80% TC respectivamente.

Cuadro 3. Servicio por Concepción (SC), Servicio por Concepción de Todas las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (TC).

Tratamiento	n	SC	SCTV	TC
eCG al retiro	15	1.0 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	50.0 <sup>a</sup>
eCG 14 días posIA	15	1.3 <sup>b</sup>	2.1 <sup>a</sup>	47.6 <sup>a</sup>
eCG retiro y 14 días	15	1.4 <sup>b</sup>	1.7 <sup>b</sup>	58.8 <sup>b</sup>
Control	17	1.7 <sup>c</sup>	3.3 <sup>c</sup>	30.3 <sup>c</sup>
P		<0.0001	<0.0001	<0.0001
C.V.		31.0744	16.0023	23.9779

<sup>a</sup> y <sup>b</sup> = Valores en la misma columna con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí (p<0.05)

eCG= Gonadotropina Coriónica Equina.

**Costo de protocolos, tratamientos y costos por vaca preñada.** En el Cuadro 4 se presentan los costos de cada uno de los protocolos de sincronización aplicando la eCG en diferentes tiempos y en el Cuadro 5 se presentan los costos por tratamiento utilizando eCG de 400 UI al retiro, a los 14 días posIA, al retiro y a los 14 días y el grupo control y los costos por vaca preñada, siendo el tratamiento utilizando eCG al retiro y a los 14 días el que presentó el menor costo de los tratamientos superando al tratamiento de eCG al retiro en 0.64 US\$, eCG a los 14 días en 2.14 US\$ y el del grupo control en 17.99 US\$.

Cuadro 4. Costos de cada uno de los protocolos (US\$).

Producto	Presentación (ml)	Precio (\$)	Dosis/Vaca (ml)	Costo/Vaca (\$)
DIV-B <sup>®</sup>		7.62		2.54
Ciclase	20	18.57	2	1.85
Gonazyn	20	23.33	2	2.33
Novormón	25	45.23	2	3.61
Benzoato de Estradiol	100	18.57	3	0.55
Costo Protocolo DIV-B <sup>®</sup> + eCG al retiro o 14 días posIA				10.91
Costo Protocolo DIV-B <sup>®</sup> + eCG al retiro y 14 días posIA eCG 400 UI				14.52
Costo Protocolo DIV-B <sup>®</sup> sin eCG				7.29

Cuadro 5. Costos de cada tratamiento y costo por vaca preñada (US\$).

Tratamiento	n	Costo Protocolo	Costo Protocolo + Servicio	Vacas Preñadas	Costo/Vaca Preñada
eCG retiro	15	163.59	463.59	10	46.36
eCG 14 días posIA	15	163.59	478.59	10	47.86
eCG al retiro y 14 días	15	217.88	502.88	11	45.16
Control	17	123.88	573.88	9	63.76

Costo por pajilla de semen para inseminación= 15 US\$

#### **4. CONCLUSIONES**

- La aplicación del DIV-B induce la presentación de celo en ganado lechero.
- El mejor porcentaje de preñez al primer servicio y el menor número de servicios por concepción se obtuvo con la aplicación de eCG al retiro.
- Con la aplicación de eCG al retiro del implante y a los 14 días se obtuvo el mejor porcentaje de preñez al segundo servicio, preñez acumulada, menor número de servicio por concepción de todas las vacas y la mayor tasa de concepción.
- Bajo las condiciones de este estudio el menor costo por vaca preñada se obtuvo con el tratamiento eCG al retiro y los 14 días posIA.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Bajo las condiciones de este estudio se recomienda la aplicación de 400 UI de eCG al retiro del dispositivo intravaginal y a los 14 días posIA en el hato lechero.
- Realizar futuras investigaciones donde se involucre un mayor número de animales aplicando diferentes dosis de eCG y en diferentes tiempos de aplicación.

## 6. LITERATURA CITADA

Acosta Maldonado, P y R. Rodríguez Sánchez. 2011. Porcentaje de preñez en vacas lecheras sometidas a sincronización del celo y aplicación de progesterona el día 13 post-servicio. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 12p.

Ayala Constante, D. y O. Castillo Rosa. 2010. Efecto de la aplicación de GnRH al momento de la inseminación artificial en vacas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14p.

Bridges, G.A., L.H. Cruppe, M.L. Day and T.W. Geary. 2013. Triennial reproduction symposium: Deficiencies in the uterine environment and failure to support embryonic development. Journal of Animal Science. 91:3002-3013.

Canales Matamoros, C. 2007. Efecto de la GnRH + PGF<sub>2</sub>∞ y el dispositivo intravaginal CIDR<sup>®</sup> + ECP en el tratamiento del anestro posparto en vacas lecheras en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 18p.

Cutaia, L. s.f.a. Inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos lecheros: Diferentes estrategias de implementación (en línea). Consultado 23 de julio de 2014. Disponible en <http://www.repromax.com.mx/informesTecnicos/Manejo-Reproductivo-en-Rodeos-Lecheros.pdf>

Cutaia, L. s.f.b. Nuevos tratamientos para disminuir la mortalidad embrionaria en vacas de carne y leche (en línea). Consultado 25 de agosto de 2014. Disponible en [http://www.syntexar.com/usr/archivos/133\\_Nuevos%20Tratamientos%20Para%20Disminuir%20la%20Mortalidad%20Embrionaria%20en%20Vacas%20de%20Carne%20y%20Leche.pdf](http://www.syntexar.com/usr/archivos/133_Nuevos%20Tratamientos%20Para%20Disminuir%20la%20Mortalidad%20Embrionaria%20en%20Vacas%20de%20Carne%20y%20Leche.pdf)

Espinal Méndez A y M. Cedeño Orocú. 2009. Efecto de los dispositivos intravaginales DIV-B<sup>®</sup> nuevos o usados y retirados el día 8 ó 9 sobre los porcentajes de sincronización de celo y preñez en vacas cebuínas. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana 13p.

Espinal Tercero, A. y B. García Mejía. 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. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 16p.

Gómez Orozco, C y S. Lopera Agudelo. 2013. Porcentaje de preñez en vacas cebuínas sincronizadas y resincronizadas con dispositivos intravaginales y tratadas con dos fuentes comerciales de eCG a los 14 días pos inseminación artificial. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14p.

Gonella, A., H. Grajales y A. Hernández. 2010. Ambiente receptivo uterino: Control materno, control embrionario, muerte embrionaria. Universidad Nacional de Colombia. 9p.

González González, E y J. Giono Montalvo. 2014. Porcentaje de preñez en vacas lecheras tratadas con 200 o 400 UI de eCG a los 14 días pos inseminación. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14p.

González Stagnaro, C. 1985. Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos bovinos. II parámetros, índices y metas. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 11p.

González Stagnaro, C. 2001. Parámetros, cálculos e índices aplicación de evaluación de la eficiencia reproductiva. En: Reproducción Bovina. C. González Stagnaro (Ed) Fundación GIRARZ, Trujillo, Venezuela. Cap. XIV. pp.205-247.

Gordon, I. 2004. Tecnología de la reproducción de los animales de granja. 1ª ed. Español. Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España. 401p.

Hafez, E. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6ª ed. Interamericana. México, D. F. 550p.

Hernández, J. s.f. Causas y tratamientos de la infertilidad en la vaca lechera. Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de Reproducción. México, D.F. 10p.

Hernández, J., J. Morales. 2001. Falla en la concepción en el ganado lechero: Evaluación de terapias hormonales. Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de Reproducción. México, D.F. 9p.

Hincapié, J.J., E. Pipaon y G. Blanco. 2008. Trastornos Reproductivos en la Hembra Bovina. Honduras, Tegucigalpa. Ed. Litocom. 155p.

Hincapié, J.J. y R.C. Brito. 2005. Reproducción animal aplicada; Fundamentos de fisiología y biotecnología. Zamorano, Honduras, Tegucigalpa. Ed. Litocom. 200p.

Isnado Rodríguez, L. 2006. Cipionato de Estradiol vs. Benzoato de Estradiol en la sincronización de celo en vacas y vaquillas acebuinadas. Tesis, Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias U.A.G.R.M, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 12p.

Lenis, Y., N. Ramón, J. Restrepo, M. Olivera y A. Tarazona. 2010. Interferón Tau en la ventana de reconocimiento materno embrionario bovino. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias. Colombia, 12p.

Linneo Foronda, M. 2007. Evaluación de diferentes dosis de eCG en un protocolo simplificado de sincronización de celo en vaquillas mestizas receptoras de embriones. Tesis, Médico Veterinario. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 32p.

Martínez, J., J. Gutierrez, E., Gutiérrez, F., Lucero y P., Rosillo. 2007. Uso de dispositivos intravaginales de liberación de progesterona + eCG-PMSG en un protocolo de sincronización de vacas lecheras (en línea). Consultado 5 de agosto de 2014. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/115-Martinez-Sincronizacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/115-Martinez-Sincronizacion.pdf)

Martínez Pitti, C y I, Sierra Sagastume. 2010. Efecto de la aplicación de eCG al momento del retiro del implante intravaginal DIV-B<sup>®</sup> sobre los porcentajes de inducción de celo y preñez en vacas lecheras con anestro pos parto. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14p.

Núñez Olivera, R. 2011. Utilización de gonadotropina Coriónica equina (eCG) en vacas de carne, sobre la tasa de preñez y pérdidas embrionarias en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo. Tesis, especialista en reproducción bovina, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 16p.

Ordoñez Castellón, E y L. Sánchez Sánchez. 2014. Porcentaje de preñez en vacas lecheras tratadas con eCG o GnRH a los 14 días pos inseminación. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13p.

Pipaon, E.C.; J.J. Hincapié y G.S. Blanco. 2004. Trastornos reproductivos en la hembra bovina. Litocom. 3<sup>a</sup> ed. Tegucigalpa, Honduras. 159p.

Recinos Bonilla, G y J. Alfaro Salazar. 2013. Evaluación del efecto de sincronización y resincronización de celo con dispositivos intravaginales DIV-B<sup>®</sup> en vacas cebuínas tratadas con dos fuentes de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 15p.

Sagarpa s.f. Manejo reproductivo en las explotaciones lecheras. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural pesca y alimentación. México, D.F. s.p.

Salmon Heredia, C. 2012. Tratamiento del anestro posparto en vacas lecheras con implantes intravaginales, Gonadotropina Coriónica Humana (hCG) y GnRH al momento de la inseminación artificial. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13p.

SAS. 2013. SAS User's Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Cary N.C.

Sánchez, A. 2010. Parámetros Reproductivos de Bovinos en Regiones Tropicales de México. Tesis para Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana, México. 44p.

Sorensen, A. 1982. Reproducción animal, principios y prácticas. Traducido de 1ª ed. Ed. McGraw-Hill, México, D.F. 527p.

Tovio Luna, N. 2011. Efectos de la aplicación de e CG (Día 5 u 8) sobre el desarrollo del cuerpo lúteo, nivel de progesterona y tasa de preñez en hembras receptoras de embriones bovinos. Maestría en Salud y Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C. Colombia 146p.

Vélez, M., J.J. Hincapié y I. Matamoros. 2014. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Séptima ed., Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. 294p.

Wattiaux, M.A. 2001. Manejo de la eficiencia reproductiva en: El instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional para la industria lechera. Universidad de Wisconsin-Madison, Wisconsin. Capítulo 5. Guía lechera. pp. 1-100.

