

**Parámetros reproductivos en vacas lecheras
tratadas con 200 ó 400 UI de Gonadotropina
Coriónica Equina (eCG) a los 14 días pos
inseminación**

**Erick Alberto González González
Juan Antonio Giono Montalvo**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Octubre, 2014**

**ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Parámetros reproductivos en vacas lecheras
tratadas con 200 ó 400 UI de Gonadotropina
Coriónica Equina (eCG) a los 14 días pos
inseminación**

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

Presentado por

**Erick Alberto González González
Juan Antonio Giono Montalvo**

Zamorano, Honduras
Octubre, 2014

Parámetros reproductivos en vacas lecheras tratadas con 200 ó 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los 14 días pos inseminación

Presentado por

Erick Alberto González González
Juan Antonio Giono Montalvo

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.
Asesora

Parámetros reproductivos en vacas lecheras tratadas con 200 ó 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los 14 días pos inseminación

**Erick Alberto González González
Juan Antonio Giono Montalvo**

Resumen: Se utilizaron 58 vacas entre las razas Holstein, Jersey, Pardo Suizo y sus cruces, dividido en tres grupos de 20, 18, 20 vacas por tratamiento. Todas con condición corporal entre 2.5 y 4 en la escala de 1 a 5, más de 60 días posparto y haber tenido entre 2 a 6 partos. Se sincronizaron en el día 0 con el Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B[®]) más 2 mg de Benzoato de Estradiol (BE). Los dispositivos fueron retirados el día 8 y se aplicaron 500 µg de PGF₂α (Ciclase[®]) más 400 UI de eCG (Novormón[®]), 1 mg de BE y al momento de la Inseminación Artificial (IA) se les aplicó 150 µg GnRH (Gonasyn[®]). Los tratamientos fueron de DIV-B[®] + eCG-400UI a los 14 días pos inseminación, DIV-B[®] + eCG-200UI a los 14 días pos inseminación y DIV-B[®] + Control; hubo diferencias significativas (P<0.05) sobre los índices reproductivos de: Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (%PPS) 55%, 50%, 25%, Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (%PSS) 62.5%, 75.0%, 28.0%, Porcentaje de Preñez Acumulada (%PA) 80.0%, 83.3%, 45.0%, Servicio por Concepción a Todas las Vacas (SCTV) 1.75, 1.73, 3.78, Tasa de Concepción (TC) 57.14%, 57.80%, 26.46% respectivamente. Sin embargo, no hubo diferencias significativas (P>0.05) sobre el Porcentaje de Presentación de Celo (%PC) que se obtuvo 100% y Servicio por Concepción (S/C) que se logró 1.31, 1.40, 1.44 para el grupo DIV-B[®] + eCG-400UI a los 14 días pos inseminación, DIV-B[®] + eCG-200UI a los 14 días pos inseminación y DIV-B[®] + Control respectivamente. El costo por tratamiento de DIV-B[®] + eCG-400UI, DIV-B[®] + eCG-200UI y DIV-B[®] + Control por vaca preñada fue de 44.19 US\$, 41.06 US\$ y 80.10 US\$ respectivamente. El mejor efecto en los porcentajes de preñez, tasa de concepción y menor costo se logró utilizando el protocolo de DIV-B[®] + eCG-200UI a los 14 días pos inseminación.

Palabras clave: Mortalidad embrionaria, preñez acumulada, reconocimiento materno, tasa concepción.

Abstract: It was used in 58 cows, breeds: Holstein, Jersey, Brown Swiss and its crossbreeds divided in 3 groups, 20, 18, 20 cows per treatment. All body condition score between 2.5 and 4 on the range of 1 to 5, more than 60 days postpartum and had between 2-6 deliveries. They were synchronized on day 0 with the Intravaginal device Bovine (DIV-B[®]) plus 2 mg of Estradiol Benzoate (BE). The devices were removed on day 8 and 500 µg of PGF₂α (Ciclase[®]) were applied plus 400 UI of eCG (Novormón[®]), 1 mg of BE and during the Artificial Insemination (IA) received a doses of 150 µg GnRH (Gonasyn[®]). Treatments used DIV-B[®] + eCG-400UI at 14 days post insemination, DIV-B[®] + eCG-200UI at 14 days post insemination and DIV-B[®] + Control; there were significant differences (P<0.05) on reproductive indices: Percentage of Pregnancy to the First Service (%PPS) 55%, 50%, 25%, Percentage of Pregnancy to the Second Service (%PSS) 62.5%, 75.0%, 28.0%, Accumulated Pregnancy (%PA) 80.0%, 83.3%, 45.0%, Services by Conception of All the Cows (SCTV) 1.75, 1.73, 3.78 and Rate of Conception (%TC)

57.14%, 57.80%, 26.46% respectively. However, there were no significant differences ($P>0.05$) on the Percentage of Zeal Presentation (% PC) obtained 100% and Service by Concepción (S/C) 1.31, 1.40, 1.44 was obtained for group DIV-B[®] + eCG-400UI at 14 days post insemination, DIV-B[®] + eCG-200IU at 14 days post insemination and DIV + Control DIV-B[®] respectively. The cost per treatment of DIV-B[®] + eCG-400UI, DIV-B[®] + eCG-200UI and DIV-B[®] + Control pregnant cow was 44.19 US\$, 41.06 US\$ and 80.10 US\$ respectively. The best effect on percentage of pregnancy, rate of conception and lower cost was achieved using the protocol DIV-B[®] + eCG-200UI at 14 days after insemination.

Key words: Accumulated pregnancy, conception rate, embryonic mortality, maternal recognition.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	v
Índice de Cuadros.....	vi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4 CONCLUSIONES.....	12
5 RECOMENDACIONES.....	13
6 LITERATURA CITADA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Páginas
1	Distribución de los tratamientos, animales y protocolos.....	5
2	Porcentaje de Presentación de Celos (%PC), Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (%PPS), Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (%PSS) y Porcentaje de Preñez Acumulada (%PA).....	9
3	Condición Corporal (CC), Servicios por Concepcion (S/C), Servicio por Concepcion de Toda las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (%TC).....	10
4	Costo de los productos utilizados en la sincronización de celo y costo por protocolo (US\$).....	11
5	Costo por tratamientos y costo por vaca preñada (US\$).....	11

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales metas y objetivos de las ganaderías modernas es aumentar la eficiencia reproductiva en el sistema de producción, la cual se ve afectada por factores como: alimentación, trastornos metabólicos, el clima y aspectos de manejo que puedan causar estrés a los animales.

Esta eficiencia reproductiva es uno de los aspectos cruciales en la rentabilidad de las explotaciones lecheras, sin embargo, se ve limitada por la falla en la concepción o infertilidad, la cual constituye el problema reproductivo más importante en los hatos lecheros (Hernández y Morales 2001). Para ello podemos evaluar el estado reproductivo con parámetros tales como el porcentaje de detección de celos cuyo valor óptimo se encuentra entre el 50-70%, el porcentaje de gestación debe estar entre 45-55% y los servicios por concepción deben ser entre 1.7-2.2 (Hincapié *et al.* 2008).

Para lograr una aceptable eficiencia reproductiva se debe obtener un Intervalo Parto Concepción (IPC) de 85 a 110 días (Hincapié *et al.* 2008) y un Intervalo Entre Partos (IEP) menor a 13 meses, por lo cual las vacas deben ciclar y concebir alrededor de 90 días de paridas. Algunos de los principales problemas que impiden lograr el cumplimiento de estos objetivos son el retardo en el reinicio cíclico de la actividad ovárica pos parto llamado anestro verdadero y fallas en la detección del celo llamado anestro funcional (Gutiérrez *et al.* 2005).

La incorporación de técnicas diseñadas para controlar la dinámica folicular y la ovulación en los últimos años ha reducido los problemas asociados a la detección de celos permitiendo sistematizar en gran medida los trabajos reproductivos en los hatos lecheros. Ya es posible optar por distintos tratamientos de sincronización de celos que van desde lo más simples, que utilizan inyecciones periódicas de prostaglandina $F_{2\alpha}$, a las más complejas, que utilizan además GnRH o dispositivos de progesterona (Bó *et al.* 2009).

El Dispositivo Intravaginal Bovino Syntex[®]- DIV-B[®] es un dispositivo impregnado con progesterona utilizado para la regulación del ciclo estral en bovinos. La progesterona liberada a partir de la colocación del dispositivo tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales ($>1\text{ng/mL}$) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivo provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de progesterona a niveles subluteales ($<1\text{ng/mL}$) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de estradiol que provocan por una lado

el celo y a nivel endócrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación (Syntex s.f).

La aplicación de Benzoato de Estradiol (BE) solución inyectable al momento de la inserción del progestágeno (dispositivo intravaginal) provoca luteólisis y una nueva onda folicular. Su aplicación a momento de la extracción del progestágeno induce un pico de LH a través del feed back positivo del estradiol sobre el GnRH y LH lo que resulta en una alta sincronía de la ovulación (Syntex s.f).

Por su parte la Gonadotropina Coriónica Equina (eCG ó PMSG) permite una acción dual de la FSH/LH, la misma actúa estimulando en forma directa el desarrollo folicular y la ovulación en la mayoría de las especies domésticas. Cuando los progestágenos son retirados, la concentración de progesterona en sangre cae rápidamente con lo cual el animal puede entrar en celo. La administración de eCG en ese momento potencia la acción sincronizante de los progestágenos asegurando una perfecta sincronía de celos fértiles (Syntex s.f).

La adición de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG ó PMSG) a los tratamientos con dispositivos de progesterona y estradiol han brindado la posibilidad de la Inseminación Artificial a Tiempo fijo (IATF) con altas tasas de preñez en vacas lecheras cíclicas y no cíclicas (Bó *et al.* 2009).

La Condición Corporal (CC) es tal vez el factor más determinante de la tasa de preñez por IATF y debe ser buena (>2.5 en la escala del 1 al 5) al momento de iniciar un tratamiento de sincronización de celos para obtener resultados aceptables. La utilización de eCG va a mejorar las tasas de preñez en vacas con cría con una CC de 2 a 2.5 pero sólo en el caso que los animales se encuentren en un plano de aumento de peso (Bó *et al.* s.f).

En el reconocimiento materno de la preñez el embrión debe establecer mecanismos que eviten la regresión del cuerpo lúteo durante los días 15 a 17 pos inseminación (Hernández y Morales 2001). Este es un proceso fisiológico en cual el embrión, mediante señales moleculares como la secreción de interferón tau (IFN-t), anuncia su presencia en el tracto reproductivo materno, con el fin de evitar que se desencadene el mecanismo luteolítico ejercido por la prostaglandina $F_2\alpha$ ($PGF_2\alpha$) sobre el cuerpo lúteo, prolongando la vida de éste y garantizando la producción de progesterona para el mantenimiento de la preñez. Los eventos que influyen en este proceso fisiológico son una interacción de diferentes órganos como ovario, útero y embrión. Aunque se considera al IFN-t como la señal primordial para que se dé el reconocimiento materno de la preñez, es importante tener en cuenta el papel que cumple los estrógenos, progesterona y prostaglandinas en los procesos de señalización molecular que ocurren durante la ventana de implantación (López *et al.* 2008).

Las pérdidas de preñez pueden caracterizarse como muerte embrionaria temprana, que ocurre antes del reconocimiento materno días 16 a 19; muerte embrionaria tardía, que ocurre entre los días 24 y 42 de la gestación y muerte fetal, que ocurre después del día 42 (Hernández s.f., Santos 2007). La muerte embrionaria temprana contribuye con la mayor proporción de pérdidas de gestaciones va de un 40 a 60% (Hernández s.f), y de 27-37%

entre los días 8 y 16 pos inseminación según (Thatcher y Santos s.f), la muerte embrionaria tardía lo hace con 10-15% y la muerte fetal con 5-15%. Las causas de las pérdidas de gestaciones son de naturaleza diversa y están asociadas con la alta producción de leche, el intervalo del parto a la primera ovulación, la profundidad del balance energético negativo, problemas del puerperio, momento de la inseminación, técnica de inseminación, características de la dieta, estrés calórico, infecciones uterinas y por factores genéticos (Hernández s.f).

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 (Lenis *et al.* 2010).

El uso de eCG a los 14 días pos inseminación une a los receptores LH del cuerpo lúteo induciendo mayores concentraciones de progesterona. Además actúa sobre la función luteal produciendo un rápido incremento en los niveles de progesterona, siendo importante al ser este el momento clave en el cual se está por producir la implantación del embrión y se le está dando un soporte extra de progesterona. Hay un aumento inmediato del cuerpo lúteo que se mantiene aproximadamente hasta el día 22. Dos días después de la aplicación de eCG hay un pico de estradiol en estos animales, estos folículos al recibir el estímulo principalmente de LH de la eCG producen más concentraciones de estradiol y aumentan el tamaño (Santos Ramírez 2013).

Los estudios han demostrado que inclusive utilizando diferentes protocolos de sincronización el efecto de usar eCG a los 14 días pos inseminación versus los grupos controles, sobre los porcentajes de preñez se ve bien marcada, habiendo resultados de 47.2% vs 30.8% n= 260 (Cutaia *et al.* 2009), 82.9% vs 43.1% n= 148 y 45.6% vs 34.1% n=348 en vacas y en vaquillonas respectivamente por (Núñez Olivera 2011) y 53.6% vs 46.3% por (Bustos y Duarte 2010).

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el porcentaje de presentación de celos, porcentaje de preñez al primero y segundo servicio, porcentaje de preñez acumulada, los servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas y tasa de concepción; el costo por tratamiento y por vaca preñada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre agosto de 2013 a julio de 2014 en las instalaciones de la unidad de producción intensiva de ganado lechero en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Localizada en el Valle del Yeguaré departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras; con una altura promedio de 800 msnm, una temperatura promedio anual de 24 °C y un promedio anual de precipitación de 1100 mm.

Se utilizaron 58 vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus cruces. Los animales fueron sometidos a la revisión ginecológica por el Médico Veterinario, a fin de determinar su buen estado de salud. Todos los animales estaban libres de enfermedades como Tuberculosis, Brucelosis y Leucosis Enzootica Bovina, además tenían vigentes todas las vacunas contra las enfermedades clostridiales y virales que afectan la reproducción: Rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR) y Diarrea Viral Bovina (DVB).

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Condición corporal entre 2.5 y 4 en la escala de 1 a 5 (Ferguson *et al.* 1994).
- Tener más de 60 días pos parto
- Estar entre 2 y 6 partos
- Las características del moco estral fueron: transparentes, fluido y sin presencia de flóculos o turbidez, caso contrario se fue eliminado del estudio.
- No haber presentado distocias al momento del parto, ni trastornos metabólicos e infecciosos como hipocalcemia, retención de placenta o algún tipo de infección uterina posparto.
- No estar bajo el efecto de otros tratamientos con medicamentos al momento de iniciar el estudio.

Todos los animales estuvieron bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación: Durante el parto o periodo de transición (25 a 30 días antes del parto) recibieron una alimentación de 3.18 kg/vaca/día de concentrado, 0.4 kg/vaca/día de sales aniónicas y una evaluación semanal de pH en la orina (meta sales aniónicas pH = 5.5 a 6.5). Posterior al parto las vacas entraron a formar parte del lote de vacas frescas o recién paridas donde fueron alimentadas con una dieta que consistía de 3.5 kg de concentrado/vaca/día durante un mes. Para la época lluviosa (mayo–octubre) las vacas recibieron pastoreo intensivo en pastos de Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Transvala (*Digitaria eriantha*), Guinea (*Panicum maximum* var. Tobiata) y agua *ab libitum*. La alimentación fue de acuerdo a los niveles de producción y para ello las vacas fueron distribuidas en grupos de: alta, media y baja producción; se les suministroo una dieta con todos los ingredientes totalmente mezclados que consistía en 0.44 kg de concentrado/litro de leche producida, 0.16 kg/vaca/día de bicarbonato, 0.11 kg/vaca/día de minerales, 1.02 kg/vaca/día de heno, 9.15 kg/vaca/día de ensilaje de maíz o sorgo y 0.11 kg/vaca/día de suplemento energético y

proteico (profosmin) este último solo a las vacas de alta producción. En la época seca (noviembre-abril) las vacas permanecieron estabuladas y distribuidas en grupos de acuerdo al nivel de producción como en la época lluviosa, recibieron una ración de 0.44 kg/vaca/día de concentrado/litro de leche producida, 0.16 kg/vaca/día de bicarbonato, 0.11 kg/vaca/día de minerales, 2.27 kg/vaca/día de heno, de 31.8 a 36.6 kg/vaca/día de ensilaje de maíz o sorgo, 0.11 kg/vaca/día de levadura y 0.11 kg/vaca/día de suplemento energético y proteico (profosmin) los dos últimos solo a las vacas de alta producción, todos los ingredientes totalmente mezclados.

Se utilizaron 58 vacas distribuidas en tres grupos (tres tratamientos) de 20, 18, 20 vacas por cada uno y cada vaca fue una unidad experimental (Cuadro 1)

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos, animales y protocolos

Grupo	n	Día 0	Día 8	IACD (días 9 a 11)	14 días pos inseminación artificial
DIV-B [®] eCG- 400 14 dpIA	20	DIV-B [®] + 2 mg BE	Retirar DIV-B [®] +500µg PGF ₂ α (Ciclase [®]) + 400UI eCG (Novormón [®]) +1mg BE	150µg GnRH	400 UI eCG
DIV-B [®] eCG- 200 14 dpIA	18	DIV-B [®] + 2 mg BE	Retirar DIV-B [®] + 500µg PGF ₂ α (Ciclase [®]) + 400UI eCG (Novormón [®]) + 1mg BE	150µg GnRH	200 UI eCG
DIV-B [®] (Control)	20	DIV-B [®] + 2 mg BE	Retirar DIV-B [®] + 500 µg PGF ₂ α (Ciclase [®]) + 400UI eCG (Novormón [®]) + 1 mg BE	150µg GnRH	2mL SSF

BE: Benzoato de Estradiol; eCG: Gonadotropina Coriónica Equina; GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas; PGF₂α: Prostaglandina F2 alfa; SSF: Solución Salina Fisiológica; IACD: Inseminación A Celo Detectado; dpIA: días pos Inseminación Artificial

La aplicación de todos los productos se realizó por vía intramuscular profunda utilizando agujas calibre 18 × 1^{1/2}. El dispositivo intravaginal utilizado fue el DIV-B[®] (Laboratorios Syntex, Argentina), cada dispositivo contiene 1.0 g de progesterona montado en una base de silicona inerte. Se utilizó como fuente de Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH) el producto Gonadorelina Acetato (Gonasyn[®] 50 µg/mL; Laboratorios Syntex; Argentina Ind.); la fuente de Benzoato de Estradiol (BE) utilizada fue Benzoato de Estradiol Syntex[®] (1 mg de BE/mL, Laboratorios Syntex); Se utilizó el producto Novormón[®] como fuente de eCG (200UI de eCG/mL, Laboratorios Syntex, Argentina).

La fuente de PGF₂α aplicada fue el producto Ciclase[®] (250 µg de D+Cloprostenol/mL, Laboratorios Syntex, Argentina).

La condición corporal y las inseminaciones fueron realizadas por la misma persona a fin de evitar la variabilidad en el factor humano. Todas las vacas tuvieron la oportunidad de ser servidas en dos ocasiones y para efecto del estudio si llegó a un tercer servicio fue tomado como vacía; el diagnóstico de preñez se realizó por palpación transrectal 45 días posteriores a la última inseminación.

Se determinaron las siguientes variables:

Porcentaje de Presentación de Celos (PPC). Para determinar este parámetro reproductivo se divide el número total de animales que presentaron celo ente el total de animales del tratamiento y luego se multiplica el resultado por cien.

Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS). Para determinar este parámetro reproductivo se utilizó el número de vacas gestadas al primer servicio dividido el número total de vacas de primer servicio durante un periodo de tiempo (Hincapié *et al.* 2008).

Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS). El resultado obtenido en este parámetro reproductivo hace referencia al número de vacas gestantes en el segundo servicio dividido por el número de vacas servidas por segunda vez en un mismo lapso de tiempo (Hincapié *et al.* 2008).

Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA). Para adquirir una adecuada información de este índice se requiere tener la totalidad de preñeces en el hato, para el cual es necesario realizar previamente métodos como: cálculos de la tasa de no retorno a celo, hacer palpaciones rectales periódicas o elaborar test de progesterona en la leche, luego de obtener la variable del total de vacas preñadas se realiza una división de esta entre el total de vacas en el hato por cien (González-Stágnaro 2001).

Servicios por Concepción (S/C). También conocido con el nombre de servicios por preñez, valorado como un índice muy importante para conocer el estado de fertilidad de un rebaño determinado, este no toma en consideración el número de días entre servicio o días posparto al primer servicio, tampoco incluye los animales que no se han servido, por lo tanto su fórmula resulta de la división de la sumatoria de todos los servicios ya sean por inseminación artificial o realizados por monta natural de las vacas preñadas dentro de un periodo de tiempo entre el número de vacas diagnosticadas preñadas en ese mismo periodo de tiempo (González-Stágnaro 2001).

Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV). Este parámetro reproductivo relaciona la eficiencia de los servicios y la fertilidad en el hato. Donde se debe incluir todas las vacas tanto fértiles como infértiles y las que han sido eliminadas, al calcular se dividió el número total de vacas servidas por inseminación artificial o ya sea por monta natural en un lapso de tiempo determinado entre el número total de vacas preñadas durante ese mismo periodo de tiempo (Hincapié *et al.* 2008).

Tasa de Concepción (TC) La fórmula para determinar esta tasa de concepción o preñeces consiste en dividir cien entre los servicios por concepción de cada vaca (González-Stágnaro 2001).

Costo del tratamiento y costo por vaca preñada

Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) con tres tratamientos: 400 UI eCG, 200 UI eCG y grupo control, con 20, 18 y 20 repeticiones por tratamiento respectivamente, utilizando el Modelo Lineal General (GLM). Las variables servicios por concepción y servicio por concepción a todas las vacas fueron analizadas utilizando análisis de varianza ANDEVA y separación de medias con la prueba Duncan. Las variables porcentuales de presentación de celos, preñez al primero y segundo servicio, preñez acumulada y tasa de concepción se analizaron con la prueba de Chi Cuadrado (χ^2); se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS 2009) con un nivel de significancia exigido de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de Presentación de Celo (%PC). No hubo diferencias significativas ($P>0.05$), en los tres tratamientos se obtuvo %PC de 100% (Cuadro 2). Los resultados son similares a los presentados por Madrid y Matamoros (2013) usando Butaphosphano + Cianocobalamina (Catosal[®]) al retiro del DIV-B[®], estos resultados superan los obtenidos por Barillas Flores y Carballo Carias (2007) quienes lograron una presentación de celos de 70% y 69% en vacas de ganado lechero usando los protocolos de CIDR[®]+ ECP y CIDR[®]+ GnRH respectivamente; pero son similares cuando estos mismos autores usaron el protocolo CIDR[®]+ BE con %PC de 100%.

Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (%PPS). Las diferencias entre los tratamientos fueron significativas ($P<0.05$) (Cuadro 2), siendo los tratamientos DIV-B[®] + eCG-400UI y DIV-B[®] + eCG-200UI superiores al tratamiento DIV-B[®] + Control en 30% y 25% respectivamente. Los resultados son similares a los parámetros reproductivos recomendado por González-Stágnaro (2001) para vacas $>55\%$ y para novillas $>60\%$ ambos bajo condiciones del trópico. Pero si superando resultados obtenidos por Gómez Orozco y Lopera Agudelo (2013) quienes usando dos fuentes de eCG (Folligón y Novormón) a los 14 días de la inseminación artificial en vacas cebuinas (horras y con ternero a lado) obtuvieron porcentajes de %PPS de 18.7%, 20.0%, 31.6% y 30.0% respectivamente.

Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (%PSS). Las diferencias entre los tratamientos fueron significativas ($P<0.05$) (Cuadro 2), siendo los tratamientos DIV-B[®] + eCG-400UI y DIV-B[®] + eCG-200UI superiores al tratamiento DIV-B[®] + Control en 33.9% y 46.4% respectivamente. Los resultados de usar 200 UI eCG a los 14 días pos inseminación son superiores a los obtenidos por Sánchez Sánchez y Ordoñez Castellón (2014) quienes lograron 62% PSS en vacas lecheras tratadas con 400 UI de eCG a los 14 días pos inseminación. Pero inferior al de Salmon Heredia (2012) quien logró 80.0% aplicando 2500 UI hCG (Gonadotropina Coriónica Humana), sin embargo, superan el 33.33% cuando el mismo autor utilizó 150 μg de GnRH (Hormona liberadora de Gonadotropinas), ambas aplicaciones al día de la IA.

Porcentaje de Preñez Acumulada (%PA). Las diferencias fueron significativas entre los tratamientos ($P<0.05$) (Cuadro 2), siendo los tratamientos DIV-B[®] + eCG-400UI y DIV-B[®] + eCG-200UI superiores al tratamiento DIV-B[®] + Control en 35.0% y 38.3% respectivamente. Los resultados superan los parámetros reproductivos recomendados por González-Stágnaro (2001) para vacas $>50\%$ y para novillas $>55\%$ ambos bajo condiciones del trópico. De igual manera superan los obtenidos por Tovío Luna (2011) usando 400 UI de eCG a los 5 y 8 días sobre receptoras de embriones con porcentaje de 69.0% (29/42) y 64.0% (18/28) en novillas Holsteins Friesian de 15 a 26 meses y

condición corporal de 3 a 4 en la escala de 1 a 5. También superan a Cutaia *et al.* (2009) en sus dos tratamientos usando una dosis de 100 µg de Gonadorelina y 50 µg de Gonadorelina en el momento de la IATF, quien logró porcentajes de 55.6% (25/45) y 37.8% (14/37) respectivamente, a todos aplicándoles 400 UI eCG a los 14 días de IA en vacas Cebú × Bonsmara con cría al pie y condición corporal de 2 a 2.5. Superando también a Santos Ramirez (2013) quien logró 69.0% en un trabajo de campo usando 400 UI de eCG a los 14 días pos inseminación en vacas Brahman × cebú en anestro con condición corporal de 2.5 y 3.5 (escala de 1 a 5). Son similares a los obtenidos por Núñez Olivera (2011) quien logró un 82.9 % (63/76) de tasa preñez, utilizando 400 UI de eCG al retiro del DIV-B[®] y al día 14 luego de la inseminación, este estudio se realizó en vacas de cría, todas multíparas con una condición corporal de 3.5 a 4.5 (escala de 1 a 8).

Cuadro 2. Porcentaje de Presentación de Celos (%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
DIV-B [®] + eCG-400UI	20	100	55.0 a	62.5 a	80.0 a
DIV-B [®] + eCG-200UI	18	100	50.0 a	75.0 a	83.3 a
DIV-B [®] + Control	20	100	25.0 b	28.6 b	45.0 b
Probabilidad		1	0.0154	0.0063	0.0003

^{a,b} = Valores en la misma columna con diferentes letras difieren entre sí (P<0.05)

eCG: Gonadotropina Coriónica Equina

Servicio por Concepción (S/C). No hubo diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 3). Los resultados están dentro del índice reproductivo o valor óptimo recomendado por Wattiaux (2001) de < 1.7 bajo condiciones ideales y al de González-Stagnaro (2001) quien recomienda 1.6-1.8 S/C en vacas en el trópico. También superan los resultados obtenidos por Acosta Maldonado y Rodríguez Sánchez (2011) de 1.52 utilizando 150 mg de progesterona a los 13 días pos inseminación artificial y similares a los presentados por Narváez Salgado y Núñez Muñoz (2013) quienes obtuvieron 1.4 S/C usando el protocolo de DIV-B[®] + Catosal[®] al día de la IA.

Servicio por Concepción a Todas las Vacas (SCTV). Las diferencias fueron significativas entre los tratamientos (P<0.05) obteniendo los mejores resultados a la aplicación de 400 y 200 UI de eCG con 1.75 y 1.73 SCTV respectivamente versus 3.78 del grupo control (Cuadro 3). Los resultados obtenidos están dentro del índice reproductivo dado por González-Stagnaro (2001) de 2.5 a 2.7 SCTV para vacas en el trópico. Estos resultados son similares a los de Catucamba Túquerrez (2012) quien logró 1.75 SCTV utilizando 210 µg de GnRH y superiores cuando el mismo autor usó 105 µg de GnRH logrando un 2.22 SCTV ambas dosis colocadas a los 11 días pos inseminación artificial. De igual manera son superiores a los logrados por Pitti Stevenson y Sánchez

Deago (2012) de 2.67 y 3.13 utilizando 105 µg GnRH al día 7 y 105 µg GnRH al día 12 pos servicio respectivamente, en ganado lechero de Zamorano.

Tasa de Concepción (TC). Las diferencias fueron significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$) obteniendo los mejores resultados a la aplicación de 400 y 200 UI de eCG que superan en 30.68% y 31.34% de TC con respecto al grupo control (Cuadro 3). Estos resultados son similares a los recomendado por Wattiaux (2001) de 55.0% a 65.0% TC. Los resultados de esta investigación superan a Borjas Carvajal y Blanco Valenzuela (2013) quienes obtuvieron 50.0% y 38.5% en TC usando DIV-B[®]+ 100 µg (GnRH) y DIV-B[®]+ 200 µg (GnRH) al momento de la IA en la unidad lechera de Zamorano. Supera a los resultados de Bartolome *et al.* (2008) quien logró 50.0% TC usando eCG el día 22 pos inseminación y hCG el día 29 de gestación en vacas lecheras. También superan los obtenidos por Narvaez Florez (2010) de 50.6% TC utilizando una dosis de eCG (Novormón) entre los 16 y 22 días pos inseminación artificial, sin embargo, estos resultados son inferiores a los de Acosta Maldonado y Rodríguez Sánchez (2011) quienes lograron 65.78% TC utilizando progesterona a los 13 días pos inseminación artificial en la unidad de ganado lechero Zamorano.

Cuadro 3. Condición Corporal (CC), Servicios por Concepcion (SC), Servicio por Concepcion de Toda las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (%TC).

Tratamiento	n	CC	SC	SCTV	%TC
DIV-B [®] + eCG-400UI	20	2.71	1.31	1.75 a	57.14 a
DIV-B [®] + eCG-200UI	18	2.65	1.40	1.73 a	57.80 a
DIV-B [®] + Control	20	2.73	1.44	3.78 b	26.46 b
Probabilidad		0.171	0.6211	<0.0001	<0.0001
Coefficiente de variación		7.3611	35.6669	20.0472	34.7769

^{a,b} = Valores en la misma columna con diferentes letras difieren entre sí ($P < 0.05$)
eCG: Gonadotropina Coriónica Equina

Costo del tratamiento y costo por vaca preñada. Los costos de los productos utilizados en la sincronización de celo y el costo por protocolo usado en cada vaca (Cuadro 4). El costo por cada vaca preñada, incluyendo el costo del protocolo y costos de las pajillas de semen utilizado (Cuadro 5). Siendo el tratamiento DIV-B[®] + eCG-200UI el que representa menor costo de los tratamientos con diferencia del DIV-B[®] + eCG-400UI y DIV-B[®]+Control en 3.13 US\$ y 39.04 US\$ respectivamente.

Cuadro 4. Costo de los productos utilizados en la sincronización de celo y costo por protocolo (US\$)

Producto	Presentación (ml)	Precio (\$)	Dosis/Vaca (ml)	Costo/Vaca (\$)
DIV-B [®] (3 usos)	§	7.58	§	2.52
Benzoato de estradiol	100	18.48	3	0.55
PGF ₂ α Ciclase [®]	20	18.48	2	1.85
GnRH Gonasyn [®]	20	23.22	2	2.32
eCG Novormón [®]	25	45.00	2	3.60
Total				10.85
Tratamiento 400 UI de eCG	25	45.00	2	3.60
Tratamiento 200 UI de eCG	25	45.00	1	1.80
Protocolo DIV-B [®] + 400 UI de eCG				14.45
Protocolo DIV-B [®] + 200 UI de eCG				12.65
Protocolo DIV-B [®] + Control				10.85

§: No aplica

Tasa de cambio \$1: 21.1 L

Cuadro 5. Costo por tratamientos y costo por vaca preñada (US\$).

Tratamiento	n	Costo/Protocolo (\$)	Costo/Protocolo + Semen (\$)	# de vacas preñadas	Costo/vaca (\$)
DIV-B [®] + eCG400UI	20	289.12	707.14	16	44.19
DIV-B [®] + eCG200UI	18	289.88	615.93	15	41.06
DIV-B [®] + Control	20	217.09	724.67	9	80.10

Tasa de cambio \$1: 21.1 L

Costo por pajilla de semen 15 US\$

4. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones de esta investigación, el uso del DIV-B[®] estimula la presentación de celos en el 100%.
- Bajo las condiciones de esta investigación, la aplicación de DIV-B[®] + 400 o 200 UI de eCG a los 14 días pos inseminación mejora los parámetros: porcentaje de preñez al primer y segundo servicio, la preñez acumulada, servicios por concepción de todas las vacas y la tasa de concepción.
- El menor costo por tratamiento y por vaca preñada se obtuvo con el tratamiento DIV-B[®] + eCG-200UI.

5. RECOMENDACIONES

- Bajo las condiciones de este experimento se recomienda la aplicación de 200 UI de eCG a los 14 días pos inseminación en vacas lecheras.
- Realizar futuros experimentos en los que se apliquen los mismos tratamientos pero en diferentes días pos inseminación para determinar la eficiencia de estos tratamientos.

6. LITERATURA CITADA

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

Barillas Flores, M.A, y R. A. Carballo Carias. 2007. Tasa de preñez en vacas anéstricas tratadas con el dispositivo intravaginal CIDR[®] más Benzoato de Estradiol o Cipionato de Estradiol y GnRH e inseminadas a celo detectado en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 18 p.

Bartolome, J.A., S. Perez Wallace, R.L. De la Sota, A. Vistarop y W.W. Thatcher. 2008. Efecto de un tratamiento combinado con eCG y hCG pos IA sobre la tasa de concepción en vacas lecheras. In. Primeras Jornadas Internacionales del Instituto de Investigación y Tecnología en Reproducción Animal –INITRA. Buenos Aires, Argentina. 10(2):111-212.

Bó, G.A., L.E. Cutaia, A.H. Souza y E.S. Baruselli. 2009. Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos de progesterona. IRAC. Argentina. Revista de Reproducción Animal, Taurus. 11(41):20-34.

Bó, G.A., L.E. Cutaia, D. Maraña y P.S. Baruselli. s.f. El uso de tratamientos hormonales y estrategias de manejo para la mejora en el desempeño reproductivo en ganado de carne en anestro pos parto. IRAC. Argentina. Artículo Técnico 11 p.

Borjas Carvajal, L. J. y R. A. Blanco Valenzuela. 2013. Porcentaje de preñez en vacas lecheras sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B[®] y dos diferentes dosis de GnRH al momento de la inseminación artificial. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 18 p.

Bustos L. y M. Duarte. 2010. Evaluación del efecto de la eCG en el porcentaje de preñez aplicado a los 14 días pos inseminación artificial a tiempo fijo en vaquillonas Aberdeen angus de 24 meses. Especialización en Reproducción Animal. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. 8 p.

Catucuamba Túquerrez, G. K. 2012. Concentración de progesterona y porcentaje de preñez en vacas tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 19 p.

Cutaia L., M. Ramos, P. Chesta y G.A. Bó. 2009. Efecto de la aplicación de eCG 14 días después de la IATF en vacas de carne con crías tratadas con dispositivos con

progesterona. Instituto de Reproducción Animal Córdoba. VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal.

Ferguson, J. D., D.T. Galligan y N. Thomsen. 1994. Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. Center for Animal Health and Productivity University of Pennsylvania. *Journal of Dairy Science*. 77:2695-2703.

Gómez Orosco, C. J. 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. 15 p.

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

Gutiérrez, J.C., R. Palomares, J. Sandoval, A. Sánchez, G. Portillo y E. Soto. 2005. Uso del protocolo Ovsynch en el control del anestro posparto en vacas mestizas de doble propósito. Facultad de Ciencias Veterinaria. Universidad del Zulia, Venezuela. *Revista Científica. FCV-LUZ* 15(1):7-13.

Hernández Cerón, J. y J.S. Morales Roura. 2001. Falla en la concepción en el ganado lechero: Evaluación de terapias hormonales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México. *Veterinaria México*. 32(4): 279-287.

Hernández Cerón, J. s.f. Causas y tratamientos de la fertilidad en la vaca lechera (en línea). Consultado el 26 de julio de 2014. Disponible en <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgZooG010.pdf>

Hincapié, J.J., E.C. Pipaon y G.S. Blanco. 2008. Trastornos reproductivos en la hembra bovina. 3a. Ed. Tegucigalpa, Honduras. Litocom. 159 p.

Lenis, Y., N. Ramón, J. Restrepo, M. Olivera y A. Tarazona. 2010. Interferón tau en la ventana de reconocimiento materno embrionario bovino. Magister en Ciencia Animales. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 13(1):17-28.

López, A.P., L.F. Gómez, Z.T. Ruiz, M. Olivera y C.A. Giraldo. 2008. Reconocimiento materno de preñez e implantación del embrión: Modelo Bovino. *Revista Científica Analecta Veterinaria*, 28(1): 42-47.

Madrid, A. M. y Y. Matamoros. 2013. Inducción de celo y porcentaje de preñez en vacas con Catosal[®] o Calfosvit Se[®] al momento del retiro del implante intravaginal DIV-B[®]. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.

Narvaez Florez, J. F. 2010. Efecto de la administración de eCG entre los días 16 y 22 pos inseminación artificial sobre la concepción y el no retorno a celo en vacas lecheras. Tesis, Especialista en Reproducción Animal. Córdoba, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba. 18 p.

Narváz Salgado M. C. y R. Nuñez Muñoz. 2013. Porcentaje de preñez en vacas lecheras sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B[®] y la aplicación de Butaphosphano + Cianocobalamina al momento de la inseminación artificial. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 15 p.

Núñez Olivera, R. 2011. Utilización de gonodotropina coriónica equina (eCG) en vacas de carne, sobre la tasa de preñez y pérdidas embrionarias en un programa de inseminación artificial. Tesis M.Sc, Reproducción Animal, Córdoba. Colombia. Instituto de Reproducción Animal Córdoba. 16 p.

Pitti Stevenson J. L. y D. L. Sánchez Deago. 2012. Concentración de progesterona y porcentaje de preñez en vacas tratadas con GnRH pos inseminación artificial. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.

Salmon Heredia, C. A. 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. 15 p.

Sánchez Sánchez, L. M. y E. A. Ordoñez Castellón. 2014. Parámetros reproductivos en vacas lecheras tratadas con eCG o GnRH a los 14 días pos inseminación. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 15 p.

Santos J. E. 2007. Pérdidas de preñez bovina. *In* VII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Trad. IMTT Translation & Training. Instituto de Reproducción Animal Córdoba. Córdoba, Argentina. 131-146.

Santos Ramírez, O. A. 2013. Alternativa para manejo reproductivo en vacas paridas tipo leche en anestro (en línea). Consultado el 15 de julio de 2014. Lechería-Artículos Técnicos Disponible en: <http://www.engormix.com>

SAS[®]. 2009. SAS[®] Users Guide . Statistical Analysis System. Inc. Cary NC.

Syntex, s.f. Productos veterinarios: Reproducción animal (en línea). Consultado el 30 de julio de 2014. Disponible en http://www.syntexar.com/es/productos_veterinarios.php

Thatcher W.W. y J.E. Santos s.f. Caracterización de la muerte embrionaria temprana y prevención de la pérdida de gestaciones. Trad.: MVZ. Fernando Cavazos García. ABS México S.A. Artículos Técnicos. 1-9 p.

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. Maestría en Salud y Producción Animal. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 174 p.

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. 1-100.