

**Concentraciones de progesterona en plasma
sanguíneo de vaquillas de aptitud cárnica
sincronizadas con dispositivos intravaginales
nuevos o usados una vez**

Mercedes García Salas Vidal

Alessandro Ottoniel Perdomo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Concentraciones de progesterona en plasma
sanguíneo de vaquillas de aptitud cárnica
sincronizadas con dispositivos intravaginales
nuevos o usados una vez**

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

Presentado por:

**Mercedes García Salas Vidal
Alessandro Ottoniel Perdomo**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

RESUMEN

Garcia Salas Vidal, M.L., A.O. Perdomo Lazo. 2012. Concentraciones de progesterona en plasma sanguíneo de vaquillas de aptitud cárnica sincronizadas con dispositivos intravaginales nuevos o usados una vez. Proyecto Especial de Graduación del Programa de Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 18 p.

El objetivo fue determinar las concentraciones de progesterona en plasma sanguíneo de vaquillas de aptitud cárnica sincronizadas con dispositivos intravaginales nuevos o usados una vez. El estudio se realizó en la hacienda Santo Domingo, en Olancho, Honduras. Se utilizaron 76 vaquillas encastadas entre Brahman, Angus, Simmental, Senepol, Charolaise, Simbrah y Brangus, con edades entre 3 y 5 años, distribuidas en 2 grupos, se aplicaron 2 tratamientos: 40 vaquillas con DIV-B[®] nuevo y 36 vaquillas con DIV-B[®] usado. Al momento de colocar los implantes se aplicó 1 mg de Benzoato de Estradiol (BE), en el día 5 a las vaquillas con dispositivo usado se les aplicó 500 µg PGF_{2α} y en el día 8 de retiro del implante 0.5 mg de BE + 400 UI eCG; a las vaquillas de dispositivo nuevo se les aplicó además 500 µg PGF_{2α}. Se obtuvo un 100% de presentación de celo utilizando DIV-B[®] nuevos o usados una vez y retirados el día 8. Las concentraciones de progesterona para cada tratamiento fueron similares ($P > 0.05$) con valores medios de 10.95 ng/mL y 11.36 ng/mL para los tratamientos con dispositivos nuevos y usados respectivamente, esto afirma el concepto de utilizar estos implantes una o dos veces en programas de sincronización de celo por lo que los resultados son satisfactorios. El porcentaje de preñez al primero y segundo servicio y preñez acumulada fueron similares ($P > 0.05$) con valores de 42.5% y 44.44%; 80% y 100%; 53.5 % y 63.88% para los dispositivos nuevos o usados una vez respectivamente. Los Servicios por Concepción (S/C), Servicios de Concepción de Todas las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (TC) fueron similares ($P > 0.05$) entre el uso de dispositivos nuevos o usados una vez, con valores de 1.2 y 1.3 S/C; 2.1 y 1.9 SCTV; 46.72% y 53.76% de TC respectivamente. El menor costo por vaquilla preñada se obtuvo con el uso de dispositivos usados una vez con 41.40 US\$ mientras que el dispositivo nuevo fue de 48.80 US\$. Se concluye que bajo condiciones de este estudio los parámetros reproductivos son similares con el uso de dispositivos nuevos o usados una vez, pero el menor costo por vaquilla preñada se obtiene con el uso de dispositivos usados una vez.

Palabras clave: Costos, inseminación artificial, porcentaje de preñez.

ABSTRACT

Garcia Salas Vidal, M.L., A.O. Perdomo Lazo. 2012. Concentration of progesterone in blood plasma of beef heifers synchronized with intravaginal devices DIV-B®, new and used once. Special Project for Agricultural Engineering Program. Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa, Honduras. 18 p.

The objective was to determine concentrations of progesterone in blood plasma of heifers with meat aptitude synchronized with intravaginal devices new or used once. The study was conducted at the Hacienda Santo Domingo in Olancho, Honduras. With 76 heifers that were used paddock mated between Brahman, Angus, Simmental, Senepol, Charolais, Brangus and Simbrah, aged 3 and 5 years, divided into 2 groups, 2 treatments were applied: 40 heifers with new DIV-B® 36 heifers DIV-B® used. At the time of implant placement was applied 1 mg of Estradiol Benzoate (BE), on day 5 of the heifers were applied device used 500 micrograms PGF2 and on day 8 removal implant 0.5 mg of BE + 400 IU Ecg, a new device heifers were also applied 500 micrograms PGF2. Was obtained 100% presentation of estrous DIV-B® new or used once and removed on day 8. Progesterone concentrations for each treatment were similar ($P > 0.05$) with mean values of 10.95 ng / mL and 11.36 ng / mL for treatments with new and used devices respectively, this affirms the concept of using these implants once or twice in estrus synchronization programs so the results are satisfactory. The pregnancy rate to first and second serve and pregnancy rate were similar ($P > 0.05$) with values of 42.5% and 44.44%, 80% and 100%, 53.5% and 63.88% for new or used devices once respectively. Services per Conception (S/C), Design Services of All Cows (SCTV) and Conception Rate (TC) were similar ($P > 0.05$) between the use of new or used once, with values of 1.2 and 1.3 S/C, 2.1 and 1.9 SCTV, 46.72% and 53.76% of TC respectively. The lower cost per heifer pregnant was obtained with the use of devices used once with 41. \$ 40 while the new device was U.S. \$ 48.80. We conclude that under conditions of this study reproductive parameters are similar to the use of new or used once, but the lowest cost per pregnant heifer is obtained with the use of devices used once.

Keywords: Artificial insemination, costs, pregnancy rate.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	14
5. RECOMENDACIONES.....	15
6. LITERATURA CITADA.....	16

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Distribución de los tratamientos, animales y protocolos a utilizados.....	5
2. Valores de medias de las concentraciones de P ₄ en plasma sanguíneo en vaquillas sincronizadas utilizando dispositivos DIV-B [®] nuevos y usados una vez durante 15 días (0-14) y media de concentraciones después del día de retiro (9-14).....	7
3. Valores medios de las concentraciones (ng/mL) en el plasma sanguíneo de P ₄ en vaquillas sincronizadas con dispositivos DIV-B [®] nuevos y usados una vez entre los días 0 (día que se colocó el implante) y el día 8 (día en que se retiró el implante).....	8
4. Valores medios de las concentraciones (ng/mL) en el plasma sanguíneo de P ₄ en vaquillas sincronizadas con dispositivos DIV-B [®] nuevos y usados una vez entre los días 9-14	9
5. Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS), Segundo Servicio (PPSS) y Preñez Acumulada (PPA)	10
6. Servicios por Concepción (S/C), Servicios por Concepción de Todas las Vacas (STCV) y Tasa de Concepción (TC).....	11
7. Costos de los medicamentos utilizados en los protocolos de sincronización	12
8. Costo del tratamiento por vaquilla preñada (US\$).....	13

1. INTRODUCCIÓN

El manejo reproductivo es parte fundamental de la producción de ganado bovino. En el caso de la producción de carne, el manejo correcto de las ganaderías, repercute en numerosos beneficios que se ven reflejados en el bienestar, salud e integridad del ganado. Conocer y entender correctamente el ciclo reproductivo de una ganadería de carne de acuerdo a su etapa productiva, es necesario si se desea aumentar la producción y la efectividad.

La progesterona también llamada hormona del embarazo tiene funciones fundamentales a nivel reproductivo como preparar al útero para la gestación y también inhibir la liberación de gonadotropinas para evitar la reincidencia de celo durante la gestación. El estudio de la utilidad de la progesterona remonta a los años cuarenta luego de un sin número de pruebas que afirmaban la funcionalidad de la progesterona como mecanismo en el control estral (Wolfbang 1995)

El objetivo principal al aplicar métodos reproductivos dentro de un hato se basa en la búsqueda de elevar los niveles de preñez y poder mantener altos niveles reproductivos. Al trabajar con vaquillas a diferencia de animales con crías se debe tomar en cuenta que estas cuentan con mayor capacidad reproductiva. Sin embargo, fuera de las técnicas utilizadas en la sincronización de celo no se han desarrollado programas específicos para la identificación de preñez ya que como se mencionó anteriormente la capacidad de vaquillas es mayor que animales con crías al pie (Cutaia *et al.* 2006)

Estudios muestran que es de suma importancia conocer las dosis de progesterona suministradas a las vaquillas, ya que la misma podría causar desórdenes hormonales o afectar el sistema nervioso central e incluso anestesia de corta duración (Sumano 1996). La progesterona dura muy poco en la sangre (10 – 15 min) pero luego de haber desaparecido del plasma continua actuando en los tejidos. En su mayoría es eliminada por el cuerpo a través de la orina en un 50 a 60%.

Como punto principal se busca obtener resultados en la reproducción del hato tomando en cuenta que el punto de inicio de todo método reproductivo necesita de una buena base de manejo animal que garantice el éxito. En este caso, utilizar progesterona exógena proporcionada por los dispositivos intravaginales es el fundamento de los resultados del tratamiento, debido al hecho de que altos niveles de progesterona circulante durante el tratamiento, suprimen la frecuencia y magnitud de los pulsos de LH que afectan el crecimiento del folículo dominante, la ovulación y la formación de un CL competente (Baruselli *et al.* 2005).

El uso de distintos elementos será necesario para completar un ciclo de sincronización exitoso. Como objeto principal se encuentran los dispositivos intravaginales (DIV-B[®]). La progesterona liberada del Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B[®]) es estructuralmente

idéntica a la endógena y tiene un rol importante sobre la dinámica folicular. Los niveles supraluteales (> 1 ng/mL) obtenidos a los pocos minutos de la introducción de los dispositivos provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares. Este cese de la secreción de productos foliculares (estrógenos e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado, la extracción del dispositivo provoca la caída de la Progesterona a niveles subluteales (< 1 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 un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico LH que es seguido por la ovulación (Bó 2002).

El Benzoato de Estradiol (BE) es un derivado sintético del $17\text{-}\beta$ Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progesteronas en bovinos (Syntex s.f.). Se han desarrollado procedimientos para inducir la aparición del celo y la ovulación en el ganado bovino y obtener una fecundidad normal, la cual requiere una población uniforme de folículos dominantes en los ovarios al final del tratamiento. Las hormonas GnRH y el Benzoato de Estradiol han sido utilizadas para lograr este objetivo, pero, son pocos los estudios que han comparado los resultados de ambos tratamientos (Cavalieri y Macmillan 2002).

La Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) es una hormona glicoproteica secretada en las copas endometriales de las yeguas gestantes, entre los días 40 y 120 de gestación aproximadamente. La eCG actúa estimulando en forma directa el desarrollo folicular y la ovulación en la mayoría de especies domésticas (Syntex s.f.).

La utilización de la $\text{PGF}_2\alpha$ y sus análogos es ampliamente empleada con la finalidad de sincronizar las manifestaciones de celo del ganado bovino. La $\text{PGF}_2\alpha$ causa la regresión del Cuerpo Lúteo (CL) a partir del día 5 del ciclo estral y su efecto luteolítico es máximo entre los días 12 y 17 (Momont y Seguin 1984).

Bó y Cutaia (s.f.) compararon los porcentajes de preñez de vaquillas tratadas con Dispositivos Intravaginales Bovinos (DIV-B[®]) nuevos o usados un vez y obtuvieron un 49.5% y 59.7% de preñez respectivamente, concluyendo que es factible utilizarlos por segunda vez en tratamientos de sincronización de celos para la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF).

Durante los últimos años se ha producido un gran avance en el desarrollo de programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), lo cual incrementó notablemente la cantidad de animales en los programas IATF (Baruselli *et al.* 2003). Datos de análisis de resultados de programas de IATF indican que es posible obtener porcentajes de preñez promedio de 50% a primo inseminación, tanto en vacas con cría al pie como en vaquillas *Bos taurus* de dos años de edad (Cutaia *et al.* 2003). Además, los programas de IATF permiten la inseminación de vacas con pobre condición corporal.

Santos (2011) realizó una comparación entre el uso de dispositivos (DIV-B[®]) nuevos, de segundo uso y tercer uso (1 gr; 0.65 gr; 0.30 gr valores aproximados de progestágeno

residual respectivamente), obteniendo que los días de detección de celo disminuyen con el dispositivo de tercer uso aumentando la eficiencia reproductiva. Con respecto a las tasas de preñez presentadas en este estudio correspondieron a 52%, 49% y 52% (primer, segundo y tercer uso respectivamente). Por lo que crea la posibilidad de IATF con mejores tasas de preñez en novillas Brahman. También se conoció el éxito del programa ya que arroja beneficios económicos y reproductivos significativos.

Una de las posibles causas de la variabilidad en los resultados obtenidos en vaquillas de aptitud cárnica, podría deberse al hecho de que altos niveles de progesterona circulante durante el tratamiento, suprimen la frecuencia y magnitud de los pulsos de LH que afectan el crecimiento de folículo dominante, la ovulación y la formación de un CL competente (Baruselli *et al.* 2005). Esta situación sería mucho más marcada aún en animales de menor peso y tamaño metabólico como es el caso de vaquillonas, las cuales por lo general se encuentran cíclicas, es decir un cuerpo lúteo funcional. Las vaquillas de sangre cebú tienen menor capacidad de metabolizar la progesterona resultando en valores plasmáticos de progesterona más altos que las de una vaquilla *Bos taurus* cuando se coloca un dispositivo con progesterona (Moreno *et al.* 2002).

Basados en lo anterior, se realizó esta investigación que tuvo como objetivo general determinar la concentración de progesterona en plasma sanguíneo y los porcentajes de preñez en vaquillas de aptitud cárnica sincronizadas con dispositivos intravaginales nuevos o usados una vez e inseminadas artificialmente a celo detectado y como objetivos específicos, determinar las concentraciones de progesterona en plasma sanguíneo desde el día 0 (día en que se coloca el implante) hasta el día seis pos retiro del implante, determinar los porcentajes de preñez al primero y segundo servicio, determinar los porcentajes de preñez acumulada, servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas y tasa de concepción y determinar el costo del tratamiento y costo por vaquilla preñada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló entre junio del 2011 a julio del 2012 en dos localidades:

- Hacienda Santo Domingo, ubicada en el Municipio del Patuca, Departamento de Olancho a 2500 msnm; con una temperatura promedio de 27° C.
- Instituto Hondureño de Investigaciones Médico Veterinarias (IHIMV), ubicado en el km 13 carretera a Lepaterique (coordenadas: x=467911 y=1555721), Nueva Aldea, Francisco Morazán, Honduras.

Se utilizaron 76 vaquillas encastadas de Brahman, Angus, Simmental, Senepol, Charolaise, Simbrah y Brangus; todos los animales fueron sometidos a la palpación rectal por el Médico Veterinario a fin de determinar su buen estado de salud y desarrollo de sus órganos reproductivos; se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

- Condición corporal ≥ 2.5 y ≤ 4.0 en la escala de 1 a 9
- Haber alcanzado un peso mínimo de 800 lb.
- Edad entre 2 y 4 años.

Las vaquillas se mantuvieron bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación las cuales consistieron en un sistema pastoreo rotacional, con el suministro de sales minerales y agua *ad libitum*. Los pastos predominantes son Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y Brachiaria (*Brachiaria decumbens*). En la hacienda se maneja un programa de montas estacionales.

Todas las vaquillas fueron vacunadas contra IBR, DBV y Carbón Sintomático y estuvieron desparasitadas mínimo 60 días antes de iniciar la investigación.

Se aplicó dos tratamientos: 40 vaquillas utilizando el protocolo convencional con dispositivo intravaginal nuevo y 36 con el protocolo modificado con dispositivo intravaginal usado una vez, siendo cada vaquilla una unidad experimental; los tratamientos se describen en el Cuadro 1

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

Tratamiento	n	Día 0	Día 5	Día 8
DIV-B [®] Nuevo	40	DIV-B [®] + 1mg BE*		Retirar DIV-B [®] +500µg PGF ₂ α (Ciclase [®])* + 400UI eCG (Novormón [®])*+ 0.5mg BE*
DIV-B [®] Usado una vez	36	DIV-B [®] + 1mg BE*	500µg PGF ₂ α (Ciclase [®])*	Retirar DIV-B [®] + 400UI eCG (Novormón [®])* + 0.5mg BE*

DIV-B: Dispositivo Intravaginal Bovino; BE: Benzoato de Estradiol; eCG: Gonadotropina Coriónica Equina; PGF₂α: Prostaglandina F₂ alfa.

* Vía de aplicación intramuscular profunda.

La evaluación de la condición corporal y la inseminación artificial fue realizada a celo detectado por la misma persona a fin de evitar la variabilidad en el factor humano. Todos los animales tuvieron la oportunidad de ser servidos en dos ocasiones, las vaquillas que presentaron un tercer celo se consideraron como vacías para efectos de la investigación. Al momento de la inseminación artificial se le colocó a cada animal 100µg de Gonadorelina acetato (2mL de Gonasyn[®]) vía intramuscular. Transcurridos 45 días pos inseminación artificial se realizó la palpación transrectal de los animales para determinar el estado de preñez.

Se utilizó como dispositivo intravaginal el DIV-B[®] (Laboratorios Syntex, Argentina), cada dispositivo contiene 1.0g de progesterona montado en una base de silicona inerte. La fuente de PGF₂α fue el producto Ciclase[®] (250µg de D+Cloprostenol/mL, Laboratorios Syntex, Argentina); como fuente de GnRH se utilizó el producto Gonasyn[®] (50µg de Gonadorelina Acetato/mL; Laboratorios Syntex, Argentina); la fuente de Benzoato de Estradiol (BE) fue el Benzoato de Estradiol Syntex[®] (1mg de BE/mL, Laboratorios Syntex) y Novormón[®] como fuente de eCG (200UI de eCG/mL, Laboratorios Syntex, Argentina).

Las muestras de sangre fueron recolectadas de seis vaquillas de cada grupo escogidas al azar; la frecuencia en la toma de muestras de sangre fue diariamente a partir del día 0 (el día que se colocó el implante) y hasta que la vaquilla cumpliera seis días después de retirados los implantes. Las muestras se colectaron por punción en la vena coccígea utilizando agujas 21G x 1 ½ y jeringas estériles de 6 mL; se extrajeron 5 mL de sangre en tubos de vidrio estériles sin anticoagulante y centrifugadas a 5000g durante 10 minutos para separar el plasma del coágulo; posteriormente el plasma se depositó en tubos eppendorf de 1.5 mL, rotulados y congelados a -20°C hasta la determinación hormonal de Progesterona (P₄), mediante la prueba de Radio-Immuno-Análisis (RIA) en los laboratorios del Instituto Hondureño de Investigaciones Médico Veterinarias (IHIMV) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras.

Se determinaron las siguientes variables:

- Concentración de progesterona para cada tratamiento
- Porcentaje de preñez al primero y segundo servicio y preñez acumulada
- Servicios por Concepción (S/C)
- Servicios por Concepción de Todas las Vaquillas (SCTV)
- Tasa de Concepción (TC)
- Costo del tratamiento y costo por vaquilla preñada

Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, con dos tratamientos, 40 repeticiones para el tratamiento convencional con dispositivo intravaginal nuevo y 36 repeticiones para el protocolo modificado con dispositivo intravaginal usado una vez . Las variables porcentuales de preñez al primero y segundo servicio, preñez acumulada y TC se analizaron con la prueba de Chi Cuadrado (χ^2); las concentraciones de progesterona fueron comparadas utilizando la regla de Simpson del área bajo la curva (integrales) y comparadas por ANDEVA y separación de medias; las variables S/C y SCTV fueron analizadas utilizando el análisis de varianza ANDEVA y separación de medias. El nivel de significancia exigido fue < 0.05 utilizando el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concentración de progesterona. Las diferencias no fueron significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos, tanto en los valores medios de progesterona entre el día 0 hasta el día 14, como entre el día 9 al día 14 (Cuadro 2); estos resultados sugieren que ambos tipos de dispositivos intravaginales liberan cantidades similares de progesterona y afirma el concepto de utilizar estos implantes una o dos veces en programas de sincronización de celo, similar a lo demostrado por Pérez De La Ossa (2007) quien obtuvo porcentajes similares de preñez de 54.8%, 62.5% y 53.1% utilizando dispositivos CIDR[®] nuevos, usados una vez y dos veces respectivamente e inseminando a tiempo fijo. El comportamiento de la P_4 fue similar en todas las vaquillas.

El área bajo la curva (Regla de Simpson) permite comparar (por integrales) las áreas demarcadas por una sucesión de puntos que delimitan una figura similar a un polígono, permitiendo así en los casos de mediciones de concentraciones hormonales comparar las áreas obtenidas de diferentes animales en un mismo lapso de tiempo. Las áreas obtenidas fueron similares ($P>0.05$) para ambos tratamientos, Cuadro 2. Lo anterior concuerda con los valores medios totales de P_4 (días 0-14) y los valores medios del día 9-14.

Los valores que se muestran en el cuadro a continuación desean resaltar las medias del tratamiento y su efecto posterior al retiro. Al iniciar los tratamientos se provoca un cambio hormonal debido a la introducción externa de la misma; por lo que busca realizar cambios dentro del organismo para mejorar la efectividad al momento de inseminación. Entre los dispositivos nuevos y usados no se observan medidas que marquen cambios diferentes en los organismos por tanto las vaquillas muestran un onda hormonal similar. En este caso es el punto inicial para observar la efectividad de los tratamientos y luego tomar las variables subsiguientes al tratamiento.

Cuadro 2. Valores medios de las concentraciones de P₄ en plasma sanguíneo en vaquillas sincronizadas utilizando dispositivos DIV-B[®] nuevos y usados una vez durante 15 días (0-14 días) y media de concentraciones después del día de retiro (día 9 a 14).

Tratamiento	Media P ₄ ng/mL	Media P ₄ ng/mL	Área bajo la Curva
	día (0-14)	día (9-14)	
DIV-B [®] nuevo	10.95	7	154.68
DIV-B [®] usado	11.36	10.81	165.38
P	0.7892	0.2973	0.6221
CV	23.166	31.7938	22.755

Las concentraciones de P₄ en plasma sanguíneo del día 0 al día 8 de las vacas implantas se presentan en el Cuadro 3. Los dispositivos DIV-B[®] nuevos presentaron resultados que oscilaron entre 5.50 – 27.83 ng/mL y con los dispositivos usados una vez estuvieron entre 6.40 – 20.71 ng/mL. Al observar los datos se puede tomar en consideración los niveles liberados por los dispositivos cada día y su efecto directo en las vaquillas. Al realizar la prueba RIA se obtiene el dato exacto de cada vaquilla por día que es indispensable para ir observando el comportamiento. Es importante mencionar que los valores podrán tener algún tipo de variabilidad debido al organismo o factores externos al mismo; por lo tanto se nota cierta diferencia en los días de tratamiento.

Cuadro 3. Valores medios de las concentraciones (ng/mL) en el plasma sanguíneo de P₄ en vaquillas sincronizadas con dispositivos DIV-B[®] nuevos y usados una vez entre los días 0 (día en que se colocó el implante) y el día 8 (día en que se retiró el implante).

Tratamiento	Días								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
DIV-B [®] nuevo	12.38	14.89	5.5	21.3	27.83	8.6	14.74	23.52	6.74
DIV-B [®] usado una vez	17.53	12.25	6.4	12.82	14.49	14.42	14.14	20.71	8.83

Dentro del estudio se continuo realizando la prueba sanguínea posterior al retiro de los implantes con fin de recolección de datos del comportamiento hormonal en las vaquillas y así comparar los valores con los resultados de eficiencia reproductiva de cada uno de los tratamientos. Es importante saber que luego de retirado el implante los niveles deben caer de manera drástica ya que se elimina la entrada de la hormona liberada por el dispositivo. Además al terminar el tratamiento el organismo entra en el proceso de preparación para el celo.

Cuadro 4. Valores medios de las concentraciones (ng/mL) en el plasma sanguíneo de P₄ en vaquillas sincronizadas con dispositivos DIV-B[®] nuevos y usados una vez entre los días 9-14.

Tratamiento	Días					
	9	10	11	12	13	14
DIV-B [®] nuevo	5.10	13.03	4.06	7.26	3.76	1.00
DIV-B [®] usado una vez	10.46	13.67	8.74	16.69	9.95	10.92

Porcentaje de Presentación de celo. La respuesta a la presentación de celos en ambos tratamientos fue similar, obteniendo un 100% de presentación celo, similar a los resultados de Espinal y Cedeño (2009) quienes obtuvieron 100% de presentación de celo utilizando DIV-B[®] nuevos y usados y retirados a los 8 días en vacas de carne. En cambio, Martínez (2007) utilizando CIDR[®] nuevos en vacas cebuinas obtuvo 90.0% de presentación de celo.

Porcentaje de preñez al primero y segundo servicio y preñez acumulada. Las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$) entre los porcentajes de preñez al primero, segundo servicio y preñez acumulada (Cuadro 5), posiblemente debido a que los dispositivos liberaron concentraciones similares de P₄ en ambos tratamientos, sin embargo, estos resultados difieren de los encontrados por Bó y Cutaia (s.f.) de 49.5% de preñez al primer servicio utilizando dispositivos nuevos y 59.7% con los usados una vez en vaquillas Brahman y por Colazo *et al.* (1999) quienes encontraron 54.1% de preñez en vacas de carne tratadas con dispositivos intravaginales CIDR-B[®] y retirados al día 8 y de 39.4% cuando fueron retirados al día 7, sin embargo, Menjívar y Barahona (2009) utilizando implantes DIV-B[®] nuevos o usados una vez y retirados el día 8 o 10 obtuvieron porcentajes de preñez al primer servicio entre 37% y 40%. Estas diferencias posiblemente se deban a que ellos utilizaron Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) mientras que en este estudio se utilizó Inseminación Artificial a Celo Detectado (IACD), lo que concuerda con Day y Grum (2007) quienes analizaron un grupo de más de 1700 vacas con IATF y otras con IACD y concluyeron que con IATF los promedios de preñez oscilan en 37% mientras que con IACD son alrededor de 62% o más.

Las variables de preñez son importantes para los productores, debido a que ellos toman como resultado de su trabajo los porcentajes de preñez o la cantidad de animales que nacen luego de haber realizado un tratamiento. En cada caso existen diferencias en los resultados ya que depende en gran medida del manejo y organismo de cada animal para que su cuerpo tome en cuenta los cambios hormonales y sirvan de manera efectiva en su reproducción. Luego de realizado el estudio la utilización del dispositivo usado marca un porcentaje de preñez del 100% lo que todas las vaquilla resultaron positivas luego del protocolo. Al saber que se obtienen porcentajes altos de preñez se considera resultados eficaces de los dispositivos.

Cuadro 5. Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS), Segundo Servicio (PPSS) y Preñez Acumulada (PPA).

Tratamiento	n	PPPS (%)	PPSS (%)	PPA (%)
DIV-B [®] nuevo	40	42.50	80	52.50
DIV-B [®] usado	36	44.44	100	63.88
P		0.8644	0.2165	0.3153

Servicio por concepción (S/C). Los servicios por concepción son un parámetro que indica el estado de fertilidad del hato, pero no es suficiente para valorar la eficiencia reproductiva y mucho menos la eficiencia como índice de fertilidad, además no considera número de días entre servicios y animales¹¹ no servidos por lo que se aconseja utilizar este parámetro en conjunto con otros (Hincapié *et al.* 2005). González (2001) considera como un nivel óptimo de 1.2 - 1.3 S/C, sin embargo, Hincapié *et al.* (2005) opinan que valores menores a 1.7 S/C expresan un buen nivel de fertilidad. Las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 6), sin embargo, ambos tratamientos presentan valores dentro de los rangos sugeridos por González (2001) como óptimos. Estos resultados superan los obtenidos por Macías (1997) quien obtuvo 2.91 S/C trabajando con vacas lecheras y utilizando el protocolo Ovsynch modificado, que de acuerdo a Hincapié *et al.* (2005) se clasifican como problemas severos de fertilidad. Alvarado (1997) analizó quince años del comportamiento reproductivo del hato de ganado de leche de la EAP Zamorano y obtuvo 1.91 ± 1.16 ; 1.79 ± 0.99 y 1.69 ± 1.06 S/C para las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey respectivamente, valores que no mejoran a los obtenidos en este estudio.

Servicio por concepción de todas las vacas (SCTV). Este parámetro relaciona la eficiencia de los servicios y la fertilidad en el hato. Por lo que incluye todas las vacas tanto fértiles como infértiles y aún las que han sido eliminadas durante el periodo de estudio. Las diferencias no fueron significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 6); estos resultados son superiores a los obtenidos por Menjívar y Barahona (2009) quienes utilizando DIV-B® nuevos y retirados a los días 8 ó 10 y usados una vez y retirados a los días 8 ó 10 obtuvieron SCTV de 3, 2.5, 2.7 y 2.6 respectivamente; estas diferencias se atribuyen igualmente al tipo de inseminación realizada, ya que como se dijo, estos autores utilizaron IATF.

Tasa de Concepción (TC). No hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$) (Cuadro 6). Como regla general la TC con inseminación artificial del 55% sin embargo, Gonzalez (2001) sugiere valores ente 60 y 70%. Los resultados superan a los de Menjívar y Barahona (2009) quienes obtuvieron 33, 40, 37 y 38% utilizando dispositivos DIV-B® nuevos y usados una vez retirados los días 8 o 10 en vacas de carne; mientras Pérez De La Ossa (2007) obtuvo valores superiores de 55.55 %, 63.5% y 53.19% utilizando CIDR® nuevo, usado una vez y dos veces respectivamente, en ganado encastado Pardo Suizo x Brahman, Brahman x Simmental x Holstein y Holstein x Brahman.

Cuadro 6. Servicios por Concepción (S/C), Servicios por Concepción de Todas las Vacas (STCV) y Tasa de Concepción (TC).

Tratamiento	n	S/C	SCTV	TC
DIV-B® nuevo	40	1.2	2.1	46.72
DIV-B® usado	36	1.3	1.9	53.76
P		0.3954	0.0595	0.0986
CV		35.149	23.3759	31.9633

Costo del tratamiento. Los costos de cualquier tratamiento que se aplique en una explotación agropecuaria, deben estar relacionados directamente con la utilidad esperada, ya que de lo contrario no representarán un beneficio para el productor. En el Cuadro 7 se presentan los costos de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 7. Costos de los medicamentos utilizados en los protocolos de sincronización.

Medicamento	Presentación (mL)	Cantidad utilizada (mL)	Valor unitario (mL)	Costo por tratamiento (US\$)
Benzoato de estradiol®	100	3	0.20	0.60
Ciclase®	20	2	1.02	2.04
Gonasynt®	20	2	1.34	2.68
Novormón®	25	2	2.00	4.00
Total				9.32
* DIV-B®				2.80

Tasa de cambio 1 US\$ = L. 19.36

* El dispositivo DIV-B® tiene un costo bajo debido a que el mismo puede ser utilizado tres veces por lo que para este estudio su costo total se divide entre el número de uso para obtener un valor real en cada tratamiento.

Costo por vaquilla preñada. Al ser similares los resultados en todos los parámetros reproductivos estudiados, la decisión de aplicar o no un protocolo determinado, recae sobre el aspecto económico. Los costos por tratamiento se redujeron en un 15% utilizando dispositivo DIV-B® usado una vez (Cuadro 7 y 8); estos datos difieren del estudio de Espinal y Cedeño (2009) quienes obtuvieron una reducción de un 23% con dispositivos DIV-B® usados una vez pero con menor efectividad y porcentajes de preñez. De igual manera los resultados de esta investigación son mayores a los obtenidos por Menjívar y Barahona (2009) quienes obtuvieron costos de 32.55 US\$ utilizando DIV-B® usado una vez y retirado a los 10 días y 49.86 US\$ con DIV-B® nuevo y retirado a los 8 días.

Cuadro 8. Costo del tratamiento por vaquilla preñada (US\$)

DIV-B®	Tratamiento		Vaquillas		Costo por vaquilla preñada
	Costo del tratamiento	Costo del Semen	Inseminadas	Preñadas	
Nuevo	12.12	12.00	45	21	48.80
Usado	12.12	12.00	43	23	41.40

Tasa de Cambio 1 US\$ = L. 19.36

4. CONCLUSIONES

- Las concentraciones de P₄ fueron similares para los tratamientos con dispositivos intravaginales nuevos o usados una vez
- Los porcentajes de preñez al primero, segundo servicio y preñez acumulada fueron similares entre ambos tratamientos
- Los servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas y la tasa de concepción fueron similares entre los tratamientos.
- El menor costo por vaquilla preñada se obtuvo con el uso del dispositivo intravaginal usado una vez.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar los dispositivos intravaginales DIV-B[®] usados una vez en los programas de sincronización de celos e inseminación a celo detectado en vaquillas de aptitud cárnica
- Realizar estudios futuros que comparen resultados entre vaquillas cebuinas y de razas lecheras.

6. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado Lobo, C.G. 1997. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo de las razas puras del hatu lechero de la EAP. Tesis Ing. Agrónomo, El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 24 p.

Baruselli, P.S., M.O. Marques, E.L. Reis y G.A. Bó. 2003. Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cría en anestro en condiciones tropicales. Resúmenes V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba, 27 al 29 de junio de 2003. pp. 103-116.

Baruselli, P.S., G.A. Bó, E.L. Rais, M.O. Marques y F. Sa Filho. 2005. Introducao sa IATF no manejo reproductivo de rebanhos bovinos de carte no Brasil 6° Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina- 24-26 de junio de 2005. pp. 151-176.

Bó, G.A. y L. Cutaia. s.f. Estado del arte de IATF: Factores que afectan sus resultados. Resúmenes de estudios de reproducción animal. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Universidad Católica de Córdoba, Agencia Córdoba Ciencia, Argentina. pp. 10.

Bó, G.A. 2002. Reporte Interno Syntex S.A. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. s.p.

Cavalieri, J. y K. Macmillan. 2002. Synchronization of estrus and the reproductive performance of dairy cows following administration of estradiol benzoate or gonadotrophin releasing hormone during a synchronised pro-oestrus. Department of Veterinary Science, The University of Melbourne. s.p.

Colazo, M.G., G.A Bó, H. Illuminati, G. Meglia, E.E. Schmidt, J. Bartolome. 1999. Fixed-time artificial insemination in beef cattle using CIDR-B devices, progesterone and estradiol benzoate. *Theriogenology* 51: 404.

Cutaia, L., G. Venerand, R. Tríbulo, P.S Baruselli, G.A. Bó. 2003. Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría: Factores que lo Afectan y Resultados Productivos. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. 27 al 29 de Junio de 2003. pp. 119-132.

Cutaia, L, L.C. Perez, D. Pincinati, G.A. Bó. 2006. Efecto del momento de aplicación de PGF_{2α} sobre las tasas de preñez logradas en vaquillonas cruce Cebú tratadas con dispositivos intravaginales con diferentes dosis de P₄ e inseminadas a tiempo fijo. Congreso Mundial de Reproducción en Rumiantes, Nueva Zelanda. 13 al 17 de Agosto 2006.

Day, M.L y M.S. Grum. 2007. Estrategias de apareamiento para optimizar la eficiencia reproductiva en hatos de carne. En: Clínicas Veterinarias de Norte América. Teriogenología Bovina. Trad. Mauricio Manzo Sagardia. Ed. Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina. pp 70-72.

Espinal Méndez, A.M. y M.A. Cedeño Orocú. 2009. Efecto de los dispositivos intravaginales DIV-B[®] nuevos o usados y retirados el día 8 ó 9 sobre los porcentajes de sincronización de celo y preñez en vacas cebuinas. Tesis Ing. Agrónomo, El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.

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

Hincapié, J.J, E. Pipaón, G. Blanco. 2005. Trastornos reproductivos en la hembra bovina. 2 ed. Ed. Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 161 p.

Macías, H.J. 1997. Uso de prostaglandinas y progestágenos para la sincronización del celo en vacas y vaquillas del hato lechero. Tesis Ing. Agrónomo, El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 42 p.

Martínez Paredes, M.B. 2007. Efecto de los progestágenos Crestar[®] y CIDR[®] en la inducción y sincronización de celos en ganado cebuino, en la hacienda las Mercedes, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. Tesis Ing. Agrónomo, El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 27 p.

Menjívar Polanco, R. J y E. Barahona Rosales. 2009. Efecto de los implantes intravaginales nuevos o usados y dos tiempos de retiro sobre el porcentaje de preñez de vacas de carne. Tesis Ing. Agrónomo, El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13 p.

Momont, H.W. y B.E. Seguin. 1984. Influence of the day of estrous cycle on response to PGF_{2α} products: Implications for AI programs for dairy cattle. Proc. 10th International Congress on Animal Reproduction, 3: 336.

Moreno, D., L. Cutaia., H. Tríbulo, R. Tríbulo, M.L. Villata, M. Caccia y G.A. Bó. 2002. Effect of the time of prostaglandin administration on pregnancy rates in embryo recipients treated with progesterone vaginal devices and transferred without estrus detection. Annual

Meeting International Embryo Transfer Society. Foz de Iguazu, Parana, Brazil. Theriogenology. 57: 552. Abstr.

Pérez De La Ossa, J.E. 2007. Tasa de preñez de vacas con dispositivos intravaginales CIDR[®] nuevos y usados dos o tres veces por siete días, en la Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras. Tesis Ing. Agrónomo, El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 11 p.

Santos, O.A. 2011. Efecto del tratamiento con D.I.B. de tercer uso en protocolos de sincronización y resincronización en inseminación a término fijo de novillas Brahman. Hacienda San Juan de Bedouth, Antioquia, Colombia. 6 p.

Statistical Analysis System (SAS). 2009. SAS User's Guide: Atatistics. SAS Institute Inc.

Sumano, H. 1996. Farmacología clínica en bovinos. México, D.F. México. Editorial Trillas, 652 p.

Syntex S.A. s.f. Manual de reproducción Syntex[®]. Productos y programas para un manejo reproductivo planificado. Argentina. pp. 13-15.

Wolfbang, J. 1995. Forty years of control of the estrous cycle in ruminants: progress made, unresolves problems and the potential impact of sperm encapsulation technology. Sexto Curso Internacional de Reproducción Bovina. Centro Médico Nacional. Siglo XXI. D.F.México. pp. 28-35.