

**Efecto de la aplicación de GnRH 12 horas
antes de la inseminación artificial a celo
detectado en vacas lecheras sincronizadas con
dispositivos intravaginales**

**Karen Margarita Morán Rivera
Jorge Andres Prado Balcázar**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de la aplicación de GnRH 12 horas
antes de la inseminación artificial a celo
detectado en vacas lecheras sincronizadas con
dispositivos intravaginales**

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

Presentado por

Karen Margarita Morán Rivera
Jorge Andres Prado Balcázar

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Efecto de la aplicación de GnRH 12 horas antes de la inseminación artificial a celo detectado en vacas lecheras sincronizadas con dispositivos intravaginales

Presentado por

Karen Margarita Morán Rivera
Jorge Andres Prado Balcázar

Aprobado:

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efecto de la aplicación de GnRH 12 horas antes de la inseminación artificial a celo detectado en vacas lecheras sincronizadas con dispositivos intravaginales

Karen Margarita Morán Rivera
Jorge Andres Prado Balcázar

Resumen: El objetivo de las ganaderías lecheras es obtener una producción rentable y homogénea. Es por esto, que la inseminación artificial y la sincronización de celos se han convertido en herramientas indispensables para mejorar tasas de concepción. El estudio se desarrolló en la Unidad Especializada de Producción Lechera de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Se utilizaron 47 vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus encastes, estas fueron distribuidas en dos tratamientos: DIV-B[®] Convencional (n=25) y DIV-B[®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de la GnRH (n=22). No hubo diferencia ($P>0.05$) en Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS) y Preñez Acumulada (PA) entre tratamientos. El parámetro Intervalo Entre Partos Esperado (IEPE) y el Intervalo de Días Abiertos (IDA) no presentaron diferencias ($P>0.05$). Hubo diferencias significativas ($P\leq 0.05$) con valores de 1.3 ± 0.5 y 1 en Servicios por Concepción (SC) para DIV-B[®] Convencional y DIV-B[®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de la GnRH respectivamente. De igual manera, hubo diferencia ($P\leq 0.05$) en Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV) con valores de 3.3 ± 0.5 y 2.7 ± 0.5 para DIV-B[®] Convencional y DIV-B[®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de la GnRH respectivamente. La Tasa de Concepción (TC) presentó diferencias, los valores de 30.3% para DIV-B[®] Convencional y 37% para DIV-B[®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de la GnRH. La utilización de GnRH 12 horas antes de la inseminación artificial reduce los costos en 9.34 US\$.

Palabras clave: análogo, preñez, reproducción, servicios, sincronización.

Abstract: The purpose of dairy production is to obtain a homogeneous and profitable production. It's for this reason that artificial insemination and estrus synchronization have become indispensable tools to improve conception rates. The study was conducted at the Dairy Production Unit of the Escuela Agricola Panamericana, Zamorano, Honduras. 47 cows of the Holstein, Brown Swiss, Jersey and breeds races, these were distributed in two treatments: the standard DIV-B[®] (n = 25) and the DIV-B[®] + GnRH and Artificial Insemination (AI) 12 hours post application of GnRH (n = 22). There was no difference between treatments ($p \geq 0.05$) in: pregnancy rate to first service (PFS), pregnancy rate to the Second Service (PSS) and accumulated pregnancy (PA) between treatments. The calving interval and the interval of open days didn't differ ($p \geq 0.05$). There were significant differences ($P \leq 0.05$) with values of 1.3 ± 0.5 and 1 in services per conception (SC) between the standard DIV-B[®] and DIV-B[®] + GnRH and Artificial Insemination (AI) 12 hours post application of GnRH respectively. Similarly, there were differences ($P \leq 0.05$) in services per conception of all cows (SCAC) with values of 3.3 ± 0.5 and 2.7 ± 0.5 for the standard DIV-B[®] and DIV-B[®] + GnRH and Artificial Insemination (AI) 12 hours post application of GnRH. Conception Rate (CR) showed differences, the values were 30.3% for the standard DIV-B[®] and 37% for the DIV-B[®] + GnRH and Artificial Insemination (AI) 12 hours post application of GnRH. Applying gonadorelin acetate 12 hours post application of GnRH reduced cost in 9.34U\$.

Keywords: analog, pregnancy, reproduction, services, synchronization.

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| Portadilla | i |
| Página de firmas..... | ii |
| Resumen..... | iii |
| Contenido..... | v |
| Índice de cuadros y figuras | vi |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 3 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 8 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 13 |
| 5. RECOMENDACIONES..... | 14 |
| 6. LITERATURA CITADA | 15 |

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

| Cuadro | Página |
|--|--------|
| 1. Distribución de los tratamientos..... | 4 |
| 2. Porcentaje de presentación de celo, porcentaje de preñez a primer servicio, porcentaje de preñez a segundo servicio y preñez acumulada..... | 8 |
| 3. Servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas, tasa de concepción..... | 9 |
| 4. Días a primer servicio, intervalo de días abiertos e intervalo entre partos esperado..... | 10 |
| 5. Costo del Protocolo DIV-B®..... | 11 |
| 6. Costo por vaca preñada..... | 12 |
| | |
| Figura | Página |
| 1. Distribución de los tratamientos..... | 5 |

1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de las ganaderías lecheras, la ineficiencia reproductiva continúa siendo uno de los factores limitantes de la rentabilidad y la sostenibilidad de las explotaciones. En las últimas décadas se han logrado importantes avances en el uso de las técnicas de inseminación artificial, para mejorar las tasas de concepción. El objetivo de las ganaderías lecheras es obtener una producción rentable y homogénea. La eficiencia reproductiva representa uno de los aspectos económicos más importantes a considerar para mejorar la producción de leche por unidad animal (Gutiérrez *et al.* 2005).

Para lograr una eficiencia reproductiva se debe obtener un Intervalo de Días Abiertos (IDA) inferior a 120 días y un Intervalo Entre Partos Esperado (IEPE) 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 lo impiden son el retardo en el reinicio cíclico de la actividad ovárica posparto llamado anestro verdadero y fallas en la detección del celo llamado anestro funcional (Gutiérrez *et al.* 2005). Producciones uniformes y el uso eficiente de la inseminación artificial propulsaron la manipulación directa de los procesos hormonales, fisiológicos y las variables ambientales del área productiva (Bellows y Ansotegui 2005).

En los últimos años se han utilizado diferentes métodos de sincronización del estro, para mejorar el manejo reproductivo del hato manteniendo una adecuada tasa de concepción (Dick 1999). La sincronización del estro implica la manipulación del ciclo estral o la inducción del celo, esto provoca que un gran número de hembras entren en celo en un tiempo predeterminado (Del Valle 2001). El control del ciclo estral, busca la interrupción de estro y se basa en tratamientos hormonales sincronizadores, ya sea promoviendo la anticipación a la regresión del cuerpo lúteo y provocando un acortamiento del ciclo, o simulando un diestro a través de la administración de progestágenos para alargar la duración del estro (Phillips 2010).

El dispositivo intravaginal Bovino Syntex[®] DIV-B[®] es un dispositivo impregnado con progesterona utilizado para la regulación del ciclo estral en bovinos. Al colocar el dispositivo la progesterona liberada juega un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica. La regresión del folículo dominante y el aceleramiento de los recambios de las ondas foliculares es provocada por los niveles supraluteales (≥ 1 ng/mL) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivo, 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. La extracción del dispositivo provoca la caída de 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 provocan por un lado el celo y a

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

La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y sus análogos han sido utilizados para inducir la ovulación en ganado lechero (Pursley *et al.* 1995). En combinación con prostaglandina $F_{2\alpha}$, la GnRH aplicada al inicio del tratamiento sincroniza la oleada folicular, lo cual induce la luteinización del folículo dominante independientemente de la existencia o no de un cuerpo lúteo y provoca el desarrollo de una nueva onda folicular 2 a 3 días más tarde. La regresión del cuerpo lúteo se lleva a cabo 7 a 9 días después, mediante la aplicación de prostaglandina $F_{2\alpha}$ (Rodríguez Hernández 2001).

La gonadorelina es un análogo sintético de la GnRH. Después de ser aplicada estimula la síntesis y liberación de hormonas FSH y LH desde la hipófisis anterior, originando un pico en la liberación de gonadotropinas. Gonasyn gdr[®] es una solución inyectable que contiene gonadorelina, es usada para la sincronización de la ovulación y aumento de la fertilidad en bovinos (Syntex[®] s.f. b).

Desde hace más de 50 años se ha empleado el horario de inseminación AM: PM / PM: AM. (Hernández y Ortega 2009). Los mejores momentos de inseminación artificial son entre 16 y 31 horas después del comienzo del celo. También se ha comprobado que existe una relación directa entre la ovulación y la fertilidad, habiendo una mayor fertilidad de 13 a 18 horas después de la ovulación (Rodríguez 2001). Estudios realizados por la Universidad de Wisconsin para determinar cómo influye la hora de la inseminación artificial en el comportamiento reproductivo de vacas lecheras lactantes, señala que los protocolos de sincronización que inducen el crecimiento de una nueva onda folicular presentarán un ligero incremento en porcentaje de sincronización de la ovulación comparado a un protocolo de sincronización convencional (Pursley *et al.* 1998).

La Unidad Especializada de Producción Lechera de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano tiene una tasa de concepción anual de todos los servicios de 38.2% (VAMPP 2010). Con base en lo anterior, en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano se realizó una investigación que tuvo como objetivo general evaluar, sobre los parámetros reproductivos, el efecto en la inducción y sincronización del celo en vacas lecheras sometidas a dos protocolos de sincronización utilizando dispositivos intravaginales, y como objetivos específicos determinar el porcentaje de preñez al primer y segundo servicio, y la preñez acumulada; determinar los servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas y tasa de concepción; determinar los costos por vaca preñada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de marzo a septiembre de 2015 en la Unidad Especializada de Producción Lechera en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 32 km de Tegucigalpa, con una precipitación promedio anual de 1200 mm, temperatura promedio anual de 26 °C y una altura 800 msnm.

Se utilizaron 47 vacas Holstein, Jersey, Pardo Suizo y sus encastes. Todos los animales fueron revisados por el Médico Veterinario a fin de garantizar su buen estado de salud, de igual manera se revisaron las vigencias de las vacunas contra rinotraqueitis bovina infecciosa (IBR), diarrea viral bovina (DVB), parainfluenza bovina, leptospira y enfermedades clostridiales. Todos los animales fueron sometidos a las pruebas negativas contra tuberculosis y brucelosis.

Los criterios de inclusión utilizados fueron:

- Condición corporal entre 2.5 y 4.0 en la escala de 1 a 5.
- Más de 45 días posparto.
- No haber cursado ningún tipo de enfermedad o anomalía durante el parto y/o puerperio.

Todos los animales fueron mantenidos bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación. De marzo a mayo las vacas se mantuvieron estabuladas y se les suministró una alimentación en base a ensilaje de sorgo, una ración de concentrado Zamorano con 21% de proteína cruda y sales minerales. De junio a septiembre la alimentación por animal se realizó mediante una rotación de potreros, compuestos por Pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Transvala (*Digitaria eriantha*) y Tobiatá (*Panicum máximum*), junto a una ración promedio de 3 kg de concentrado Zamorano, 7 kg de ensilaje y sales minerales.

Las 47 vacas fueron distribuidas en forma aleatoria en dos grupos (tratamientos), donde cada vaca representó una unidad experimental. El tratamiento uno representó el control, compuesto por 25 vacas se utilizó el protocolo DIV-B[®] Convencional y el tratamiento dos, compuesto por 22 vacas se utilizó el protocolo DIV-B[®] + GnRH e Inseminación Artificial (IA) 12 horas posaplicación de GnRH (Cuadro 1) (Figura 1).

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos.

| Tratamiento | Días | | | | | | | | | | 9 | 10 | 11 | |
|--|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|--|----|--|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | |
| Protocolo DIV-B [®] Convencional | DIV-B [®] + BE 2 mg | | | | | | | | | | Retirar DIV-B [®] + 1 mg CPE + 500 µg PGF2α + 400 UI eCG | IACD + 150µg GnRH al momento de la IA | | |
| Protocolo DIV-B [®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de GnRH | DIV-B [®] + BE 2 mg | | | | | | | | | | Retirar DIV-B [®] + 1 mg CPE + 500 µg PGF2α + 400 UI eCG | 150µg GnRH a celo detectado + IA 12 horas posaplicación de la GnRH | | |

DIV-B[®]: Dispositivo Intravaginal Bovino; IACD: inseminación a celo detectado; n: número de animales; GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas; BE: benzoato de estradiol; CPE: cipionato de estradiol; UI: Unidades Internacionales; eCG: Gonadotropina Coriónica Equina; IA: inseminación artificial; PGF₂α: prostaglandina F2 alfa D-Cloprostenol.

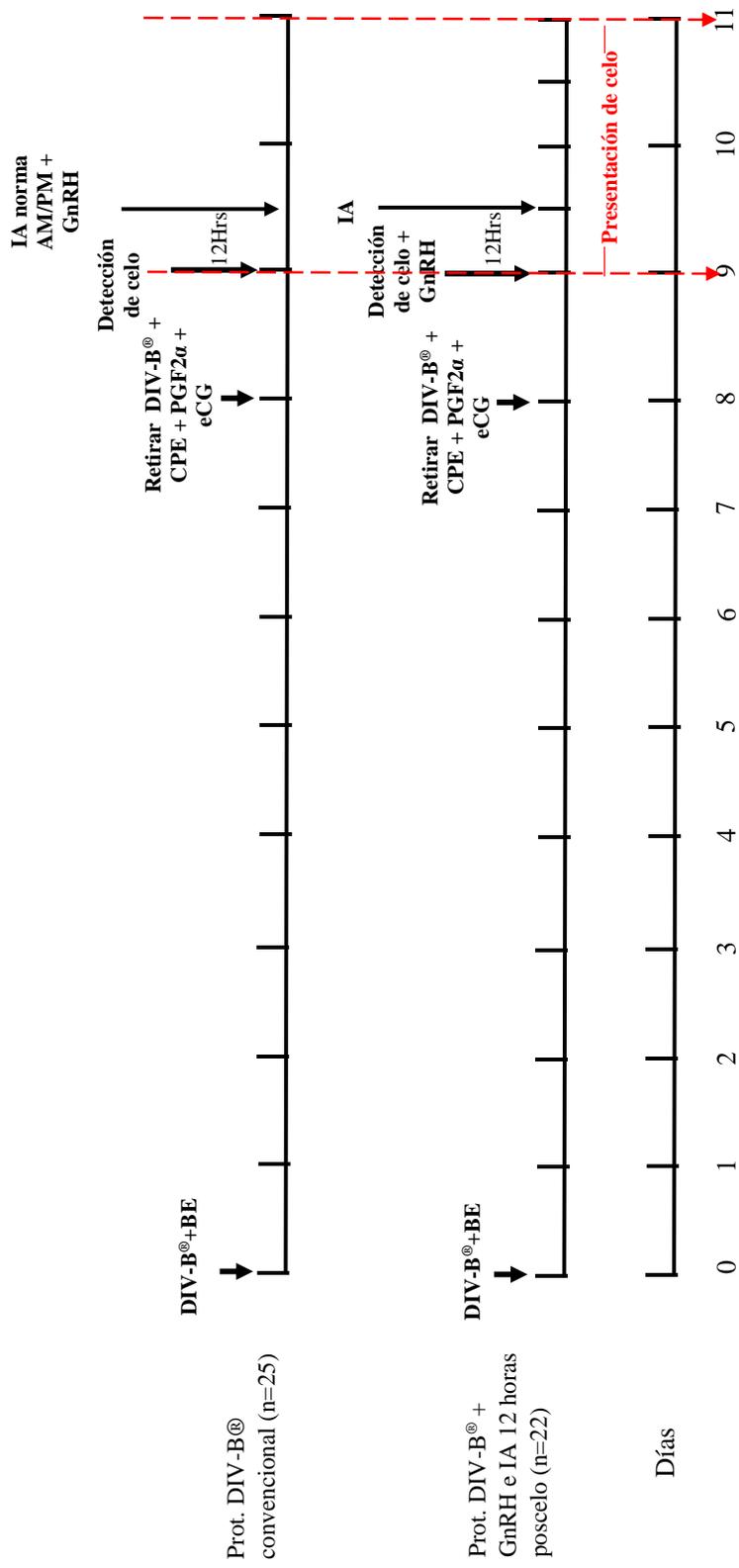


Figura 1. Distribución de tratamientos.

La aplicación de todos los productos fue por vía intramuscular profunda utilizando agujas calibre 18 × 11/2. El dispositivo intravaginal utilizado fue DIV-B[®] (Laboratorios Syntex, Argentina), cada dispositivo contiene 1 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) fue el Benzoato de Estradiol Syntex[®] (1 mg de BE/mL, Laboratorios Syntex); la fuente de Cipionato de estradiol (CPE) fue Cipiosyn Sintex[®] (0.50 mg de CPE/ml, Laboratorios Syntex, Argentina) se utilizó el producto Novormón[®] como fuente de eCG (200 UI de eCG/mL, Laboratorios Syntex, Argentina). La fuente de PGF₂α fue el producto Ciclase[®] (250 µg de D+Cloprostenol/mL, Laboratorios Syntex, Argentina).

Las inseminaciones y la evaluación de condición corporal se realizaron 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, en caso de presentar celo por tercera vez, se consideró como vacía para efectos de este estudio. Luego del último servicio se dejó un periodo de 50 días para realizar el diagnóstico de preñez por palpación transrectal.

Se analizaron las siguientes variables en cada uno de los tratamientos:

Porcentaje de Preñez al Primero Servicio (PPPS). Es el total de vacas de primer servicio que resultaron preñadas, entre el número de vacas que fueron servidas por primera vez (Gonzales Stagnaro 2001). Este parámetro es determinado por:

$$\frac{\text{Número de vacas gestadas al primer servicio}}{\text{Número total de vacas a primer servicio durante el periodo de tiempo}} \times 100$$

Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS). Este porcentaje refleja las vacas que quedaron preñadas luego de ser expuestas a un segundo servicio (Gonzales Stagnaro 2001). Hace referencia al:

$$\frac{\text{Número de vacas gestantes en el segundo servicio}}{\text{Número de vacas servidas por segunda vez en un mismo lapso de tiempo}} \times 100$$

Preñez Acumulada (PA). Este porcentaje permite analizar el total de preñeces obtenidas en un determinado periodo de tiempo, indistintamente del número de servicios (González Stagnaro 2001). Se calcula relacionando:

$$\frac{\text{Número total de las vacas preñadas}}{\text{Número total de vacas tratadas}} \times 100$$

Servicios por Concepción (SC). Es el número de inseminaciones por gestación, también llamados servicios por preñez. Es un índice muy importante para conocer el estado de fertilidad de un hato 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 (González Stagnaro 2001). Se calcula:

$$\frac{\sum \text{ todos los servicios de las vacas preñadas}}{\text{Número de vacas diagnosticadas preñadas en ese periodo de tiempo}}$$

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 fértiles, infértiles y las que han sido eliminadas (Hincapié *et al.* 2008). Se calcula:

$$\frac{\text{Número total de servicios}}{\text{Número total de vacas preñadas durante ese mismo periodo}}$$

Tasa de Concepción (TC). Es el porcentaje total de vacas que quedaron gestadas después de una o más inseminaciones (Alvarez 1999). Se obtiene de la relación entre:

$$\frac{\text{Número total de vacas gestantes}}{\text{Número total de vacas gestantes y no gestantes}} \times 100$$

Intervalo de Días Abiertos (IDA). Representa el número de días desde el parto hasta la concepción (Goodling *et al.* 2004).

Intervalo Entre Partos Esperado (IEPE). Se refiere al período entre un parto y el siguiente (Gaines y Palfrey 1930).

Costo del protocolo DIV-B® y costo por vaca preñada.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos, 22 y 25 repeticiones para los tratamientos. Para el análisis de los datos se utilizó el Modelo Lineal General (GLM), aplicando un análisis de varianza (ANDEVA). Para las variables porcentuales la prueba de Chi cuadrado (χ^2). El nivel de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$. Se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de Preñez a Primer Servicio (PPPS). No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 2). Los índices de preñez óptimos en vacas lactantes son de 50 a 60% para el primer servicio (Ortiz *et al.* 2005). El promedio de PPPS difieren para los dos tratamientos, de los que sugiere Diéguez Juaréz y Escobar Cerrato (2009) de 75 y 71% utilizando 100 µg de GnRH al momento de la inseminación artificial. Estos resultados se pueden atribuir a la nutrición de los animales. Sin embargo, no difieren de los propuestos por Salmon Heredia (2012) de 57.14% con la aplicación de GnRH al momento de la inseminación artificial, además del rango sugerido por González González y Giono Montalvo (2014) de 55 y 50% utilizando dos tratamientos 400 UI eCG y 200 UI eCG a los 14 días posinseminación artificial.

Cuadro 2. Porcentaje de presentación de celo, porcentaje de preñez a primer servicio, porcentaje de preñez a segundo servicio y preñez acumulada.

| Tratamiento | n | PC (%) [§] | PPPS (%) [§] | PPSS (%) [§] | PA (%) [§] |
|--|----|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Protocolo DIV-B [®] Convencional | 25 | 96.0 | 33.3 | 25 | 50.0 |
| Protocolo DIV-B [®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de GnRH | 22 | 86.4 | 52.6 | 0 | 52.6 |
| Probabilidad | | 0.2375 | 0.2027 | 0.1213 | 0.8639 |

DIV-B[®]: Dispositivo Intravaginal Bovino; IA: inseminación artificial; n: número de animales; GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas; PC: presentación de celo; PPPS: preñez a primer servicio; PPSS: preñez a segundo servicio; PA: preñez acumulada.

[§] No significativo.

Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS). No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 2). Los resultados de PPSS para los grupos de vacas difieren de los propuestos por Borjas Carvajal y Blanco Valenzuela (2013) de 57.2% utilizando 200 µg de GnRH y de los propuestos por Pitti Stevenson y Sánchez Deago (2012) de 66.6 y 70.0% utilizando 105 µg de GnRH al día 7 y 12 posinseminación artificial. Esto

se puede deber a las diferentes dosis utilizadas en los estudios. Sin embargo, no difieren de los propuestos por Borjas Carvajal y Blanco Valenzuela (2013) de 25% utilizando 100 µg de GnRH.

Preñez Acumulada (PA). No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los dos tratamientos (Cuadro 2). Estos resultados difieren a los obtenidos por Espinal Tercero y García Mejía (2009) de 63.64% utilizando 150 µg de GnRH con inseminación a celo detectado y de igual manera de los propuestos por Pacheco Ríos y Rajo Gómez (2012) de 57.14% utilizando 12.5 mg de PGF_{2α} al día cero y 12.5 mg de PGF_{2α} al día ocho. Sin embargo, no difieren del propuesto por González (2001) de mayor a 50%.

Servicios por Concepción (SC). Hubo diferencia entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), siendo el tratamiento DIV-B[®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de la GnRH el que obtuvo los mejores resultados, ya que requiere menor cantidad de servicios a diferencia del tratamiento DIV-B[®] convencional (Cuadro 3). Estos resultados son superiores a los obtenidos por Akbarabadi *et al.* (2014) de 1.96 ± 0.14 al evaluar el efecto de la PGF_{2α} y GnRH en el comportamiento reproductivo de vacas lecheras sometidas a la sincronización de la ovulación y la inseminación artificial utilizando el protocolo de Ovsynch[®].

Cuadro 3. Servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas, tasa de concepción.

| Tratamiento | n | SC [§] | SCTV [§] | TC (%) [§] |
|---|----|----------------------|----------------------|---------------------|
| Protocolo DIV-B [®] Convencional | 12 | 1.3±0.5 ^a | 3.3±0.5 ^a | 30.3 ^a |
| Protocolo DIV-B [®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de GnRH | 10 | 1.0 ^b | 2.7±0.5 ^b | 37.0 ^b |
| Probabilidad | | 0.0456 | 0.0066 | 0.0078 |

DIV-B[®]: Dispositivo Intravaginal Bovino; IA: inseminación artificial; n: número de animales; GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas; SC: servicios por concepción; SCTV: servicios por concepción de todas las vacas; TC: tasa de concepción.

[§] Valores en columnas con distintas letras, difieren ($P \leq 0.05$) entre sí estadísticamente.

Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV). Hubo diferencias entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), siendo el tratamiento DIV-B[®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de la GnRH el que presentó mejores resultados (Cuadro 3). Los resultados de los SCTV para los dos tratamientos difieren de los propuestos por Gong *et al.* (2002) de 1.2 ± 0.9 y de 2.1 ± 0.6 en vacas de alta y baja producción respectivamente. Las diferencias entre los

resultados de ambos estudios posiblemente estén relacionadas a calidad nutricional del alimento.

Tasa de Concepción (TC). Hubo diferencia entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), siendo el tratamiento DIV-B[®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de la GnRH el que presentó mejores resultados (Cuadro 3). Los resultados de TC para los dos tratamientos difieren de los propuestos por Fricke *et al.* (1998) de 41 y 41.1% utilizando el protocolo Ovsynch[®]. Sin embargo, son similares a los propuestos por Fricke *et al.* (1998) de 33.6 y 35.1% al evaluar la tasa de concepción el día 56 posinseminación artificial. Esta diferencia puede asociarse con la muerte o reabsorción embrionaria en los primeros 45 días posinseminación artificial, ya que la mayoría de las muertes pre-natales ocurre durante el periodo embrionario (≤ 42 días) (Satori *et al.* 2006).

Intervalo de Días Abiertos (IDA). No hubo diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los dos tratamientos (Cuadro 4). Se recomienda un IDA de 85 a 100 para vacas en el trópico (Hincapié *et al.* 2008), los dos tratamientos de este estudio se encuentran dentro de los rangos recomendados. El IDA es similar para los dos tratamientos, de lo que sugiere Borjas Carvajal y Blanco Valenzuela (2013) de 106.5 días utilizando DIV-B[®] y 200 μg de GnRH. Sin embargo, estos resultados difieren de los propuestos por Madrid y Matamoros (2013) de 72.6 días utilizando DIV-B[®] más Calfosvit Se[®] al momento del retiro del implante. Esto se puede deber a los diferentes tratamientos utilizados en los estudios.

Cuadro 4. Días a primer servicio, intervalo de días abiertos e intervalo entre partos esperado.

| Tratamiento | n | IDA [§] | IEPE [§] |
|--|----|------------------|-------------------|
| Protocolo DIV-B [®] Convencional | 12 | 82.7 \pm 32.3 | 369.7 \pm 32.3 |
| Protocolo DIV-B [®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de GnRH | 10 | 99.1 \pm 27.2 | 386.1 \pm 27.2 |
| Probabilidad | | 0.2177 | 0.2177 |

DIV-B[®]: Dispositivo Intravaginal Bovino; IA: inseminación artificial; n: número de animales; GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas; IDA: intervalo de días abiertos; IEPE: intervalo entre partos esperado.

[§] No significativo.

Intervalo entre partos esperado (IEPE): No hubo diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los dos tratamientos (Cuadro 4). El intervalo entre partos esperado tiene un valor óptimo de 12.5 – 13 meses (Ortiz *et al.* 2005). Helsecke (1992) recomienda un valor ideal de intervalos entre partos esperados (IEPE) de 400 días. Valores mayores a 425 días se

consideran como problemas graves de reproducción. Por lo que los resultados de este estudio se encuentran contemplados entre los valores sugeridos por Ortiz *et al.* (2005).

Costo del protocolo DIV-B®. A continuación se presentan los costos de los productos utilizados en el protocolo de sincronización DIV-B® (Cuadro 5).

Cuadro 5. Costo del Protocolo DIV-B®.

| Producto | Presentación (mL) | Precio por mL (US\$) | Dosis/vaca (mL) | Costo por Dosis (US\$) |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| DIV-B® | | 7.22 | | 2.4 |
| Benzoato de Estradiol® | 100 | 0.16 | 2 | 0.3 |
| Cipiosyn® | 100 | 0.22 | 1 | 0.2 |
| Ciclaste® | 20 | 0.88 | 2 | 1.8 |
| Novormon® | 25 | 1.72 | 2 | 3.4 |
| Gonasynt® | 20 | 1.11 | 3 | 3.3 |
| Costo total del tratamiento | | | | 11.5 |

DIV-B: Dispositivo intravaginal bovino.

Tasa de cambio: 1 US\$ = 22.1235 L.

Costo por vaca preñada. Se presentan los costos por vacas preñadas, siendo el tratamiento DIV-B® convencional el más costoso, estando 9.34 US\$ por encima del tratamiento DIV-B® + GnRH e IA 12 horas posaplicación de GnRH.

Cuadro 6. Costo por vaca preñada.

| Tratamiento | n | Costo total del tratamiento (US\$) | Total de pajillas de semen utilizadas | Costo del protocolo + pajillas de semen (US\$) | Vacas preñadas | Costo/vaca preñada (US\$) |
|---|----|------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------|---------------------------|
| Protocolo DIV-B [®] Convencional | 25 | 286.34 | 40 | 1087.14 | 12 | 90.59 |
| Protocolo DIV-B [®] + GnRH e IA 12 horas posaplicación de GnRH | 22 | 251.98 | 28 | 812.54 | 10 | 81.25 |

DIV-B: Dispositivo intravaginal bovino; GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas; IA: inseminación artificial; n: número de animales.

Costo pajilla de semen = 20.02 US\$.

Tasa de cambio: 1 US\$ = 22.1235 L.

4. CONCLUSIONES

- La aplicación de acetato de gonadorelina (GnRH) 12 horas antes de la inseminación artificial no afectó el porcentaje de preñez a primer y segundo servicio y la preñez acumulada.
- Los mejores valores de servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas y tasa de concepción se obtuvieron con la aplicación de acetato de gonadorelina (GnRH) 12 horas antes de la inseminación artificial.
- La utilización de acetato de gonadorelina (GnRH) 12 horas antes de la inseminación artificial reduce los costos por vaca preñada en US\$ 9.34.

5. RECOMENDACIONES

- El uso de acetato de gonadorelina 12 horas antes de la inseminación artificial, ya que este reduce los costos por vaca preñada al disminuir la cantidad servicios por concepción.
- Realizar investigaciones con un mayor número de animales y en distintas épocas del año.
- Evaluar la aplicabilidad de acetato de gonadorelina 12 horas antes de la inseminación artificial en ganado Cebuño, para comparar resultados.
- Realizar estudios sobre los efectos del acetato de gonadorelina con inseminaciones a tiempo definido.
- Evaluar el efecto de la aplicación de acetato de gonadorelina 12 horas antes de la inseminación artificial en protocolos de laboratorios diferentes a Syntex®.
- Evaluar el efecto de acetato de gonadorelina con diferentes dosis y horas de aplicación antes de la inseminación artificial.

6. LITERATURA CITADA

Akbarabadi, M.A., H.K. Shabankareh, A. Abdolmohammadi y M.H. Shamsavari. 2014 Effect of PGF 2α and GnRH on the reproductive performance of postpartum dairy cows subjected to synchronization of ovulation and timed artificial insemination during the warm or cold periods of the year. *Theriogenology* 83 (3): 509-516

Alvarez, J.L. 1999. Sistema integral de la atención a la reproducción. EDICENSA. La Habana, Cuba. 98 p.

Bellows, R. A. y R. P. Ansotegui. 2005. Beef Cattle: Reproduction Management. In: W. G. Pond. Y A. W. Bell (ed) *Encyclopedia of Animal Science*. 2da. Edición. Nueva York, Estados Unidos. Headquarters. 88p.

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. 10 p.

Del Valle Díaz, T. 2001. Protocolos para la sincronización del celo y la ovulación en bovinos. In: C. González-Stagnaro (ed) *Reproducción Bovina*. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. 312p.

Dick, A. 1999. Control del ciclo estral en bovinos lecheros. III Simposio Internacional de Reproducción Animal. 19, 20, 21, de junio, Córdoba, Argentina. 95-97 p.

Diéguez Juaréz, A. J. y R. M. Escobar Cerrato. 2009. Efecto de la condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B[®]. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 6 p.

Espinal Tercero, A. G. y B. E. García Mejía. 2009. Efecto 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. 8 p.

Fricke, P.M., I.J.N. Guenther y M.C. Wiltbank. 1998. Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 50:1275-1284 p.

Gaines, W. L. y J. R. Palfrey. 1930. Length of calving interval and average milk yield. *Journal of Dairy Science* 14 (4): 294-306 p.

Gong, J., W. Lee, P. Garnsworthy y R. Webb. 2002. Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. *Journal of Animal Science* 123: 419-427 p.

González González, E. A. y J. A., Giono Montalvo. 2014. Parámetros reproductivos en vacas lecheras tratadas con 200 ó 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los 14 días pos inseminación. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 9 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 p.

González, C. 2001. *Reproducción bovina*. Ed. Fundación Girarz, Maracaibo, Venezuela. 213, 437 p.

Goodling, R. C., G. E. Shook, K. A. Weigel y N. R. Zwald. 2004. The effect of synchronization on genetic parameters of reproductive traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 88(6): 2217-2225 p.

Gutiérrez Añez, J. C., R. Palomares, J. Sandoval, A. D Ondíz, G. Portillo y E. Soto. 2005. Uso de protocolo ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. *Revista Científica* 15(1):8-21 p.

Helsecke, S. 1992. Exámenes reproductivos programados en vacas lecheras. El camino hacia una mejor eficiencia reproductiva. *Therios* (20) 40- 49 p.

Hernández Cerón, J. y Á. Ortega León. 2009. Manual de inseminación artificial en bovinos (en línea). Consultado el 16 de junio de 2015. Disponible en http://132.248.50.11/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50_Inseminacion_artificial.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.

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 vaginal. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 10 p.

Ortiz Salazar, J. A., O. García Terán y G. Morales Terán. 2005. Manual del participante: Manejo de Bovinos productores de leche. 15 p. <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/561.pdf>.

Phillips, Clive. 2010. Principles of Cattle Production. 2da. Edición. Londres, Inglaterra. CABI. 70 p.

Pacheco Ríos, C. A. y E. B., Rajo Gómez. 2012. Introducción de celo y porcentaje de preñez en vaquillas de razas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de PGF_{2α}. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 10 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. 8 p.

Pursley, J. R., M. O. Meez, y M. C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF_{2α} and GnRH. *Theriogenology* 44 (7): 915-923 p.

Pursley, J. R., R. W. Silcox y M. C. Wiltbank. 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 81 (8): 2139-2144 p.

Rodríguez Hernández, T. 2001. Momento óptimo de inseminación artificial en celo natural y sincronizado en bovinos. In: C. González-Stagnaro (ed) *Reproducción Bovina*. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. 291 p.

Rodríguez, J.M. 2001. Momento óptimo de inseminación artificial en celo natural y sincronización de bovinos. In: C. González-Stagnaro (ed) *Reproducción Bovina*. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. 287 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. 7-8 p.

Sartori R., A. Gumen, J. N. Guenther, A. H. Souza, D. Z. Caraviello y M. C. Wiltbank. 2006. Comparison of artificial insemination versus embryo transfer in lactating dairy cows. *Theriogenology* 65:1311-1321 p.

SAS (SAS Institute Inc.). 2009. SAS Introductory guide for personal computers. Carolina del Norte, Estados Unidos. Versión 9.01.

Syntex. sf. a. Dispositivo Intravaginal Bovino Syntex[®] (DIB[®]) (en línea). Consultado 16 de junio de 2015. Disponible en: http://www.syntexar.com/usr/archivos/67_Ficha%20Técnica%20DIB®.pdf.

