

**Sincronización de celo en ganado de carne
para la introducción de la Inseminación
Artificial y utilización de semen sexado para
el mejoramiento genético del hato**

Guillermo Eliú Zelaya Acosta

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Sincronización de celo en ganado de carne
para la introducción de la Inseminación
Artificial y utilización de semen sexado para
el mejoramiento genético del hato**

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

Presentado por

Guillermo Eliú Zelaya Acosta

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

Sincronización de celo en ganado de carne para la introducción de la Inseminación Artificial y utilización de semen sexado para el mejoramiento genético del hato

Presentado por:

Guillermo Eliú Zelaya Acosta

Aprobado:

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director de Carrera Ciencia y
Producción Agropecuaria

John J. Hincapié, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

John J. Hincapié, Ph.D.
Coordinador de Área
de Zootecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Zelaya, G. 2008. Sincronización de celo en ganado de carne para la introducción de la Inseminación Artificial y utilización de semen sexado para el mejoramiento genético del hato. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano. Honduras. 13p.

La sincronización de celo resulta ser un medio muy útil en la introducción de razas mejoradas a través de la Inseminación Artificial (IA). Se hicieron tres experimentos de sincronización de celo. Experimento I: se utilizaron 78 vaquillas de ganado de carne divididas en tres grupos: DIB-Syntex[®] + eCG (n=22) Terapress[®] + eCG (n=27) Terapress[®] + GnRH (n=29). No hubo diferencia ($P>0.05$) en cuanto a la inducción de celo entre DIB-Syntex[®] + eCG, Terapress[®] + eCG y Terapress[®] + GnRH con 95.4%, 100% y 100%, respectivamente. Se encontró diferencia ($P\leq 0.05$) en el intervalo de tiempo entre el retiro del implante y la presentación de celos entre DIB-Syntex[®] + eCG, Terapress[®] + eCG y Terapress[®] + GnRH con 30, 26 y 24 horas, respectivamente. En preñez acumulada se encontró diferencias ($P\leq 0.05$) DIB-Syntex[®] + eCG = 73.91%, Terapress[®] + eCG = 46.43% y Terapress[®] + GnRH = 31.03%. El costo por vaquilla preñada fue mas barato con DIB-Syntex[®] + eCG (\$ 12.20) que los tratamientos Terapress[®] + eCG (\$ 22.07) y Terapress[®] + GnRH (\$ 25.71). Experimento II: se utilizaron 44 vacas de ganado de carne, se utilizó el mismo protocolo de sincronización con DIB-Syntex[®] nuevo + eCG (n=20) DIB-Syntex[®] de segundo uso + eCG (n=24). No se observó diferencia ($P>0.05$) en cuanto a la inducción de celo. En cuanto a la preñez acumulada se encontró diferencia ($P\leq 0.05$) entre los tratamientos DIB-Syntex[®] nuevo + eCG y DIB-Syntex[®] de segundo uso + eCG con 85% y 92%, respectivamente. El costo por vaca preñada fue menor con DIB-Syntex[®] usado + eCG (\$ 11.38) que con el tratamiento DIB-Syntex[®] nuevo + eCG (\$ 12.27). Experimento III: se utilizaron 145 vaquillas de ganado de carne, se distribuyeron en cinco grupos y se utilizó el mismo protocolo de sincronización con DIB-Syntex[®] + GnRH. Fueron inseminadas a celo detectado con semen sexado de tres toros. Se obtuvo 100% de presentación de celo. La tasa de preñez acumulada fue de 51.03%. No se encontró diferencia ($P>0.05$) entre el semen de los toros utilizado y la tasa de preñez acumulada (203HO376 = 54.7%, 203HO496 = 49.0%, 203HO713 = 50.0%).

Palabras clave: DIB, semen sexado, sincronización.

ABSTRACT

Zelaya, G. 2008. Estrous synchronization in beef cattle for the introduction of artificial insemination and the use of sexed semen in the breeding herd. Special Project for the Program of Agricultural Engineering from the Career of Science and Agricultural Production. Zamorano, Honduras. 13p.

The estrous synchronization is an useful procedure for the introduction of improved breeds using Artificial Insemination (AI). Three estrous synchronization experiments were done. Experiment I: 78 beef cattle heifers were used, divided en three groups: DIB-Syntex[®] + eCG (n=22) Terapress[®] + eCG (n=27) Terapress[®] + GnRH (n=29). No difference was found ($P>0.05$) as to estrous introduction between DIB-Syntex[®] + eCG, Terapress[®] + eCG y Terapress[®] + GnRH con 95.4%, 100% and 100%, respectively. Difference was found ($P\leq 0.05$) in the time interval between the removal of the implant and the presentation of estrous between DIB-Syntex[®] + eCG, Terapress[®] + eCG and Terapress[®] + GnRH con 30, 26 and 24 hours, respectively. In cumulative pregnancy differences were found ($P\leq 0.05$) DIB-Syntex[®] + eCG = 73.91%, Terapress[®] + eCG = 46.43% and Terapress[®] + GnRH = 31.03%. The cost per pregnant heifer was lower with DIB-Syntex[®] + eCG (\$ 12.20) in comparison with Terapress[®] + eCG (\$ 22.07) and Terapress[®] + GnRH (\$ 25.71). Experiment II: 44 beef cattle cows were used, the same protocol was used in the synchronization with DIB-Syntex[®] (new) + eCG (n=20) DIB-Syntex[®] (second-use) + eCG (n=24). No difference was observed ($P>0.05$) as to estrous introduction. As to cumulative pregnancy difference was found ($P\leq 0.05$) between the treatments DIB-Syntex[®] (new) + eCG and DIB-Syntex[®] (second-use) + eCG with 85% y 92%, respectively. The cost per pregnant heifer was lower with DIB-Syntex[®] (second-use) + eCG (\$ 11.38) in comparison whit DIB-Syntex[®] (new) + eCG (\$ 12.27). Experiment III: 145 beef cattle heifers were used, distributed in 5 groups and the same synchronization protocol was used with DIB-Syntex[®] + GnRH. The heifers where inseminated with sexed semen from three bulls, at heat detection. 100% of estrous presentation was obtained. The cumulative pregnancy rate was of 51.03%. No difference was found ($P>0.05$) between the semen of the used bulls in cumulative pregnancy rate (203HO376 = 54.7%, 203HO496 = 49.0%, 203HO713 = 50.0%).

Key words: DIB, heat synchronization, sexed semen.

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.....	8
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	11
5	BIBLIOGRAFÍA.....	12

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Distribución de los tratamientos experimento I.....	5
2.	Distribución de los tratamientos experimento II.....	6
3.	Protocolo de sincronización de celo experimento III.....	7
4.	Respuesta de los protocolos hormonales en el tiempo a la inducción de celo y el porcentaje de presentación de celo por tratamiento.....	8
5.	Porcentaje de preñez acumulada por los tratamientos hormonales.....	8
6.	Costo del tratamiento por animal y costo por vaca preñada basado en la preñez acumulada.....	9
7.	Porcentaje de presentación de celos y preñez acumulada.....	9
8.	Costo del tratamiento por vaca y costo por cubrición.....	10
9.	Porcentaje de preñez por semen sexado.....	10

INTRODUCCIÓN

El objetivo general en las ganaderías de carne es la producción de novillos para el engorde y crías para la venta. La productividad dependerá de la capacidad de generar en el menor tiempo posible estos productos para obtener ganancias y rentabilidad a corto plazo.

Debido a los fuertes cambios en el sector agropecuario como el incremento en los precios de la mayoría de los insumos obliga a los productores a disminuir costos en la producción. En las ganaderías de carne hay un alto porcentaje de animales criollos encastados con *Bos indicus*, consecuencia de la búsqueda de animales menos exigentes en requerimientos nutricionales y más resistentes y adaptados al medio tropical (González y Soto 2005).

La calidad de la carne y el rendimiento de la canal al momento de la venta, depende mucho de la edad del animal y de la alimentación, pero el efecto de la descendencia genética es determinante. En la búsqueda de mejores rendimientos aparecen animales balanceados genéticamente en su proporción *Bos indicus* y *Bos taurus* y los toros mestizos provenientes de esos cruzamientos comienzan a tomar un papel más destacado en los planes genéticos para obtener ese animal ideal (González y Soto 2005).

A esto se suman los problemas de pariciones en diferentes épocas del año, intervalos entre partos relativamente largos, destetes no uniformes y falta de registros que permitan llevar a cabo un buen plan reproductivo. El objetivo de un programa de manejo reproductivo está orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos, entre ellos, una reducción del intervalo entre partos (Huanca 2001), que ayudará a tener mayor disposición de terneros aptos para la producción.

La inseminación artificial es una técnica muy importante para el mejoramiento genético de los animales, ya que permite el uso generalizado de machos sobresalientes y permite realizar cruces para modificar el tipo de producción. Además es una herramienta esencial en la sincronización del estro (Hafez 1996).

El desarrollo de la inseminación artificial en ganado de carne ha sido lento en muchos países debido a la dificultad de detección del estro y la inseminación en condiciones de cría en grandes espacios abiertos (Hafez 1996). La ventaja de la ovulación sincronizada incluye la eliminación de una buena parte del tiempo dedicado a la detección de celos en los programas de inseminación artificial, haciéndola más factible. Se logra el agrupamiento de la descendencia, de modo que se pueden tener lotes uniformes de terneros para la engorda o la venta (Sorensen 1982).

El conocimiento del efecto de diversas hormonas en el ciclo reproductivo de la vaca han permitido manipularlo y así sincronizarlo, para eso se utilizan prostaglandinas, progestágenos y hormonas liberadoras de gonadotropina (Vélez *et al.* 2006). La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) libera desde la adenohipófisis las principales hormonas gonadotrópicas, la luteinizante (LH) y la foliculo estimulante (FSH), que son necesarias para provocar ondas de crecimiento folicular que concluyen con la maduración de uno o varios folículos. La progesterona es producida por el cuerpo lúteo y actúa sinérgicamente con los estrógenos en el comportamiento estrual, y es esencial para el mantenimiento de la gestación. La prostaglandina producida en el útero puede llegar al cuerpo lúteo para ejercer una función luteolítica (Hincapié *et al.* 2005).

Los dispositivos intravaginales son bandas de silastic impregnados con progesterona, los cuales se colocan dentro de la vagina de la vaca y se les deja sueltos en el interior. La progesterona se libera en dosis preestablecidas y su actividad se controla muy bien, con tasas de concepción aceptables (Sorensen 1982).

El Syntex[®] (Dispositivo Intravaginal Bovino, DIB) y el Terapress[®] son dispositivos de silicona inerte impregnados con 1 g de progesterona natural de liberación controlada. A los pocos minutos de la introducción del dispositivo se provoca la regresión del folículo dominante y acelera el recambio de las ondas foliculares (estrógeno e inhibina) produciendo 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 bajos que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con contracciones muy altas de estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de la LH que es seguido por la ovulación (Syntex; Biogénesis-Bagó s.f.).

El Benzoato de estradiol EB Syntex[®] es un análogo sintético de 17β estradiol, que induce la regresión del cuerpo lúteo y favorece la respuesta a progestágenos. El Novormon[®] es una preparación purificada de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG ó PMSG). Actúa estimulando en forma directa el desarrollo folicular y la ovulación. Cuando los progestágenos son retirados, la concentración de progesterona en la sangre cae rápidamente con lo que el animal puede entrar en celo, en ese momento Novormon[®] potencia la acción sincronizante de los progestágenos asegurando una sincronía de celos fértiles (Syntex s.f.).

El Ciclase DL[®] es un análogo de $PGF_2\alpha$ causa la rápida regresión del cuerpo lúteo con una rápida declinación en la producción de progesterona. La luteólisis es seguida usualmente por el desarrollo de folículos ováricos y retorno al estro con ovulación normal (Syntex s.f.).

El Gonasyl[®] Gonadorelina (como Gonadorelina acetato) o GnRH (factor de liberación de gonadotropina) controla y coordina la secuencia hormonal, que es la base del ciclo estral. Estimula la liberación por la adenohipófisis de FSH y LH. Tras la administración intramuscular, la gonadorelina es absorbida rápidamente, con una vida media en plasma de 20 minutos. A los 30 minutos después de la administración ya se detecta un aumento del nivel de LH, lo que evidencia una distribución rápida a la

adenohipofisis. Está indicado para el tratamiento de quistes ováricos foliculares y para el aumento de la tasa de concepción tras la inseminación artificial (Syva s.f.).

Adicionalmente, la inseminación artificial permite utilizar nuevas tecnologías en el hato ganadero. Actualmente es posible, a través de la utilización de un colorante fluorescente y de una máquina separadora de células, separar los espermatozoides productores de hembras y de machos, para luego utilizar el semen sexado elegido a conveniencia (Tribe 1999). Los espermatozoides *X*, que producen hembras, tienen un 3.8% más de material genético que los espermatozoides *Y* que producen a los machos (Seidel 2001), lo que ha permitido utilizar tecnologías como la citometría de flujo para su separación. Esta técnica se basa en analizar la cantidad de luz emitida por cada espermatozoide cuando es impactada por la luz ultravioleta proveniente de un rayo láser. La fluorescencia de los cromosomas *X* es mayor que la de los cromosomas *Y* por lo cual se pueden separar tres grupos de espermatozoides, los *X*, los *Y* y los muertos (Kowalski 2005).

El semen sexado tiene limitaciones tales como la cantidad disponible de semen en cada dosis, la inseminación debe hacerse en presencia absoluta de calor del animal y se recomienda hacerlo en vaquillas vírgenes. Con esta técnica se puede obtener aproximadamente un 90% de probabilidad de obtener el semen deseado (Cassell 2008).

Esta tecnología permite que las empresas ganaderas busquen crías hembras para reemplazo de sus hatos, lo que permite mayores beneficios tales como la facilidad al momento del parto ya que las crías hembras pesan menos que los machos, mejores lactancias y menos vientres para la reproducción de reemplazos en el hato (Tribe 1999).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los dispositivos intravaginales Syntex[®] y Terapress[®] en la aplicación de protocolos de sincronización de celos en vacas y vaquillas de ganado de carne para la implementación de la inseminación artificial por medio de agrupamientos para la introducción de razas mejoradas y semen sexado. Los objetivos específicos del estudio fueron determinar el porcentaje de inducción y presentación de celos en vacas y vaquillas luego del tratamiento hormonal, determinar el porcentaje de preñez acumulada por efectos del tratamiento y el costo por tratamiento hormonal por vaca preñada y determinar el porcentaje de preñez obtenido por el uso de semen sexado en vaquillas de carne sincronizadas con el tratamiento DIB-Syntex[®].

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres experimentos en los cuales se utilizaron 223 vaquillas y 44 vacas de ganado de carne, en dos localidades. Todos los animales eran cruces de encaste cebú con razas continentales. Previo a los experimentos los animales recibieron un tratamiento sanitario que incluyó una tonificación con 10 ml/vaca de Univit AD₃E[®] intramuscular, 10 ml/vaca de SeVe[®] intramuscular, 4 ml/vaca de ACUA ADE[®] intramuscular y 15 ml/vaca de Roborante Calier[®] subcutánea. Además de un baño general contra garrapatas. Antes de someterlas a tratamiento se les hizo una palpación rectal para determinar su condición reproductiva y asegurarse que no tenían ninguna anormalidad y que todas estaban vacías.

Para la observación de celos se asignó una persona a tiempo completo, y cubrió un horario de cinco de la mañana a seis de la tarde. Se asignó otra persona para detectar celo en horario nocturno, desde las seis de la tarde hasta las diez de la noche. Las vaquillas permanecieron con toros celadores para facilitar la detección del celo. El responsable anotó el número de registro del animal y lo reportó para su posterior inseminación. Los animales detectados se inseminaron con la regla AM-PM, PM-AM, con un rango de 7 horas como mínimo y 14 horas como máximo entre la detección del celo y la inseminación artificial.

Se utilizó la misma persona en todas las inseminaciones para cada experimento, para eliminar el efecto del inseminador. Los animales tuvieron una oportunidad de servicio con inseminación artificial y 20 días después del primer servicio permanecieron con toros para la monta natural por un período de 30 días. Se hizo una palpación rectal para determinar el porcentaje de preñez acumulada a los 90 días después de haber retirado los toros.

Los productos utilizados en los tres experimentos fueron: Los dispositivos Syntex[®] y Terapress[®] que contienen 1 g de progesterona (P₄), por vía intravaginal. EB Syntex[®] que contiene 1 mg/ml de Benzoato de Estradiol, por vía intramuscular. Gonadotrofina Coriónica Equina (Novormon[®]), contiene 200 UI/ml, por vía intramuscular. Gonadorelina (Gonasyll[®]) como fuente de GnRH, contiene 50 µg/ml de Gonadorelina acetato, por vía intramuscular. Cloprostenol (Ciclase (DL)[®]) como fuente de PGF₂α, por cada 1 ml contiene 250 µg de Cloprostenol Sódico, 1 mg de Clorocresol, 9.55 mg de Acido Cítrico, 5.3 mg de Hidróxido de Sodio y 1 ml de agua para inyección, por vía intramuscular.

Experimento I

El estudio se llevó a cabo entre febrero y abril del 2008 en Hacienda Monte Carlo, valle de Jamastrán, Honduras. Con una temperatura promedio de 26°C, una precipitación anual de 1210 mm y a 650 msnm. Se utilizaron 81 vaquillas

cebuinas con diferentes encastes y con peso promedio de 300 kg. Para efectos del estudio los animales fueron confinados para tener un mejor control en la observación de celos y facilitar la inseminación artificial. Se alimentaron con caña de azúcar, ensilaje de pasto, concentrado, sal mineral y agua *ad libitum*.

Las vaquillas fueron separadas en tres grupos, cada grupo representó un tratamiento y cada vaquilla representó una unidad experimental. Todos los Dispositivos Intravaginales Bovinos fueron de segundo uso; para el primer grupo se utilizó DIB-Syntex[®] y para el segundo y tercer grupo se utilizó Terapress[®]. El Cuadro 1 muestra la distribución de los grupos, las dosis de las hormonas utilizadas y el número de animales para cada tratamiento hormonal.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos experimento I.

Tratamiento	Día 0	Día 8	Día 9	IA	n
DIB- Syntex [®] + eCG	A DIB + EB 2 mg	R DIB + eCG 400 UI + PGF ₂ α 50 mg	EB 1 mg	IA CD	22
Terapress [®] + eCG	ATERAPRESS + EB 2 mg	R TERAPRESS + eCG 400 UI + PGF ₂ α 50 mg	EB 1 mg	IA CD	27
Terapress [®] + GnRH	ATERAPRESS + EB 2 mg	R TERAPRESS + PGF ₂ α 50 mg + EB 1mg		IA CD + GnRH 100μg	29

ADIB: Aplicación del Dispositivo Intravaginal Bovino Syntex[®]; A TERAPRESS: Aplicación del Dispositivo Terapress[®]; EB: Benzoato de estradiol (Syntex[®]); RDIB: Retiro del Dispositivo Intravaginal Bovino Syntex[®]; R TERAPRESS : Retiro del Dispositivo Terapress[®]; eCG: Gonadotropina Coriónica Equina o PMSG (Novormon[®]); GnRH: Gonadorelina como Gonadorelina acetato (Gonasyll[®]); PGF₂ α: Cloprostenol Sódico (Ciclase DL[®]); IACD: Inseminación Artificial a Celo Detectado

Se analizaron las siguientes variables: intervalo de tiempo entre el tratamiento y la inducción de celo, presentación de celo, tasa de preñez acumulada, costo por tratamiento por vaca y costo por vaca preñada.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y 22, 27 y 29 repeticiones para los tratamientos uno, dos y tres respectivamente. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete de análisis estadístico SAS[®] (Statistic Analysis System 2007). Se utilizó el Modelo Lineal General (GLM), se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) y donde hubo diferencias se realizó una separación de medias por el método de Diferencias Mínimas Significativas (DMS) con un nivel de probabilidad $P \leq 0.05$. También se utilizó el programa Microsoft Office Excel, para hacer un análisis de frecuencia con Chi cuadrado con un nivel de probabilidad $P \leq 0.05$.

Experimento II.

El experimento se llevó a cabo entre febrero y abril del 2008 en Agropecuaria Santo Domingo, Valle de Azacualpa, Olancho, Honduras. Con una temperatura promedio de 27°C, una precipitación anual de 1200 mm y a una altura 650 msnm. Se utilizaron 44 vacas con encaste de Brahman, todas destetadas. Los animales estuvieron en pastoreo rotacional con pasto *Brachiaria brizantha*. Las vacas fueron destetadas en diciembre y tenían un peso promedio de 340 kg al momento de hacer el experimento.

Las vacas fueron separadas en dos grupos, cada uno de los cuales representó un tratamiento, y cada animal representó una unidad experimental. Se utilizó DIB-Syntex[®] como Dispositivo Intravaginal Bovino. Los dispositivos utilizados para el primer grupo fueron de primer uso y para el segundo grupo se utilizó dispositivos de segundo uso.

El Cuadro 2 muestra la distribución de los grupos, las dosis de las hormonas utilizadas y el número de animales para cada tratamiento.

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos experimento II.

Tratamiento	Día 0	Día 8	Día 9	IA	n
DIB- Syntex [®] (N)	A DIB (N) + EB 2 mg	R DIB + eCG 500 UI + PGF ₂ α 50 mg	EB 1 mg	IA CD	20
DIB- Syntex [®] (U)	A DIB (U) + EB 2 mg	R DIB + eCG 500 UI + PGF ₂ α 50 mg	EB 1 mg	IA CD	24

ADIB: Aplicación del Dispositivo Intravaginal Bovino Syntex[®] (N: nuevo, U: usado) ; EB: Benzoato de estradiol (Syntex[®]); RDIB: Retiro del Dispositivo Intravaginal Bovino Syntex[®]; eCG: Gonadotropina Coriónica Equina o PMSG (Novormon[®]); PGF₂ α: Cloprostenol Sódico (Ciclase DL[®]); IACD: Inseminación Artificial a Celo Detectado

Se analizaron las siguientes variables: presentación de celos, tasa de preñez acumulada, costo del tratamiento por vaca y costo por vaca preñada.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos y 20 y 24 repeticiones para el tratamiento uno y dos respectivamente. Para el análisis estadístico se hizo un análisis de frecuencia utilizando la prueba de Chi cuadrado con un nivel de probabilidad $P \leq 0.05$ para el que se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2003.

Experimento III

El estudio se llevó a cabo entre junio y septiembre del 2008 en la misma localidad del experimento I. Se utilizaron 145 vaquillas cebuinas con diferentes encastes de razas continentales, todas con un peso promedio de 295 kg. Previo al estudio los animales estuvieron en pastoreo, al momento de iniciar el tratamiento fueron semiestabuladas para facilitar el manejo, durante ese tiempo fueron alimentadas con ensilaje y una ración de concentrado por la mañana y pastoreo por la tarde, sal mineral y agua *ad libitum*. Luego de la sincronización fueron llevadas nuevamente a pastoreo.

Las vaquillas fueron separadas al azar en cinco grupos de 29 animales cada uno, todas con el mismo protocolo de sincronización. Cada animal representó una unidad experimental y se utilizó semen sexado de tres sementales.

Las vaquillas tuvieron una oportunidad de servicio con inseminación artificial y todas fueron inseminadas con semen sexado. Al repetir celo se les puso toro para monta natural. Para el diagnóstico de preñez se hizo una palpación rectal a los 60 días

después del primer servicio para determinar el porcentaje de preñez obtenido por el efecto de la sincronización de celo y la fertilidad del semen. Los toros utilizados fueron 203HO712, 203HO713 y 203HO496. Se consideró cada semental como un tratamiento. Las variables evaluadas fueron presentación de celos, tasa de preñez acumulada y porcentaje de preñez para cada tratamiento.

El Cuadro 3 muestra el protocolo de sincronización utilizado en los cinco grupos y las dosis de las hormonas que se utilizaron.

Cuadro 3. Protocolo de sincronización de celo experimento III.

Tratamiento	Día 0	Día 8	IA
DIB- Syntex [®] + GnRH	A DIB + EB 2 mg	R DIB + EB 1 mg + PGF ₂ α 50 mg	IA CD+ GnRH 100 μg

A DIB: Aplicación del Dispositivo Intravaginal Bovino Syntex[®]; EB: Benzoato de estradiol (Syntex[®]); R DIB: Retiro del Dispositivo Intravaginal Bovino Syntex[®]; GnRH: Gonadorelina como Gonadorelina acetato (Gonasy1[®]); PGF₂ α: Cloprostenol Sódico (Ciclase DL[®]); IACD: Inseminación Artificial a Celo Detectado

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y 50 repeticiones por tratamiento respectivamente. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete de análisis estadístico SAS[®] (Statistic Analysis System 2007). Se utilizó el Modelo Lineal General (GLM), se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) y donde hubo diferencias se realizó una separación de medias por el método de Diferencias Mínimas Significativas (DMS) con un nivel de probabilidad $P \leq 0.05$. También se utilizó la prueba de Chi cuadrado con un nivel de probabilidad $P \leq 0.05$ para el que se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2003.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento I.

Porcentaje de presentación de celo. No hubo diferencia ($P>0.05$) entre los tres tratamientos en cuanto a la presentación de celos (Cuadro 4).

Intervalo entre el tratamiento y la presentación de celos. Entre los tratamientos uno y tres no hubo diferencia ($P>0.05$), ambos tratamientos mostraron una presentación de celos más temprana que el tratamiento dos ($P\leq 0.05$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Respuesta de los protocolos hormonales en el tiempo a la inducción de celo y el porcentaje de presentación de celo por tratamiento.

Tratamiento	Animales		Presentación de celos (%)	Tiempo Celos (hrs)
	Animales tratados	que presentaron celo		
DIB-Syntex [®] + eCG	22	21	95.4	30 ^a
Terapress [®] + eCG	27	27	100	40 ^b
Terapress [®] + GnRH	29	29	100	26 ^a
C.V.				36.45

^{ab} Valores con letras diferentes en la misma columna los tratamientos difieren entre si ($P\leq 0.05$).

* C.V. = Coeficiente de variación.

Porcentaje de preñez acumulada. Cada vaquilla tuvo una sola oportunidad de servicio con inseminación artificial, luego permanecieron con toro para la monta natural. Hubo diferencias entre el tratamiento con DIB-Syntex[®] + eCG y los otros dos tratamientos ($P\leq 0.05$). Los dos tratamientos con Terapress[®] muestran un bajo porcentaje de concepción y sin diferencia entre si ($P>0.05$) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentaje de preñez acumulada por los tratamientos hormonales.

Tratamiento	Animales inseminados	Tasa de preñez acumulada (%)
DIB-Syntex [®] + eCG	22/22	73.91 ^a
Terapress [®] + eCG	27/27	46.43 ^b
Terapress [®] + GnRH	29/29	31.03 ^b
C.V.		11.83

^{ab} Valores con letras diferentes en la misma columna los tratamientos difieren entre si ($P\leq 0.05$).

* C.V. = Coeficiente de variación.

Estos resultados superan a los obtenidos por González *et al.* (2007) quienes utilizaron dispositivos intravaginales (DIB-Syntex®) en vacas y vaquillas aplicando la misma dosis de Benzoato de Estradiol en el día cero del protocolo, al retirarlo aplicaron Cloroprostenol y eCG y luego de 24 horas aplicaron nuevamente Benzoato de Estradiol obteniendo porcentajes de estro post-tratamiento en vaquillas de 91.7%. Igualmente obtuvieron porcentajes de preñez en novillas de 41.6%, 25% y 16.6% al primer, segundo y tercer servicio respectivamente para una preñez acumulada de 83.3%. En Brasil, Manta (2007) sincronizó vaquillas con cruces *Bos taurus* × *Bos indicus* utilizando dispositivos intravaginales y eCG obtuvo tasas de preñez de 55.2% concluyendo que el tratamiento con eCG asociado a la progesterona permite mejorar los índices de preñez en novillas.

Costo por tratamiento y por vaca preñada. Para seleccionar un tratamiento reproductivo a base de hormonas en una explotación ganadera, es importante determinar su costo además de su eficiencia, ya que es bajo esta condición que el protocolo escogido cumplirá con las demandas reproductivas y representará un beneficio económico al productor. El costo por vaca preñada de los tratamientos con Terapress® fue muy parecido pero mayor que el del tratamiento con DIB-Syntex® y al considerar porcentaje de preñez, el tratamiento DIB-Syntex® resultó ser el más económico (Cuadro 6).

Cuadro 6. Costo del tratamiento por animal y costo por vaca preñada basado en la preñez acumulada

Tratamiento	n	Costo por animal (\$)	Total (\$)	Vaquillas preñada	Costo por vaca preñada (\$)
DIB-Syntex® + eCG	22	9.43	207.40	17	12.20
Terapress® + eCG	27	10.63	286.94	13	22.07
Terapress® + GnRH	29	7.98	231.36	9	25.71

n = Número de animales por tratamiento.

Experimento II.

Porcentaje de presentación de celo. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los dos tratamientos en cuanto al porcentaje de presentación de celos. La tasa de preñez fue mayor con el dispositivo usado ($P \leq 0.05$) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de presentación de celos y preñez acumulada.

Tratamiento	Presentación de celos (%)	Preñez acumulada (%)	n
DIB-Syntex® Nuevo	100 (20/20)	85(17/20) ^a	20
DIB-Syntex® Usado	100 (24/24)	92(22/24) ^b	24

^{ab} Valores con letras diferentes en la misma columna los tratamientos difieren entre si ($P \leq 0.05$).

La presentación de celo y la preñez supera a las obtenidas por González *et al.* (2007) utilizando un protocolo similar al de este experimento con 71.7% de presentación de celo en vacas y 44.7% de preñez acumulada. Cutaia *et al.* (2003) encontraron porcentajes de preñez en vacas inseminadas a tiempo fijo en dos grupos a las 48 y 54 horas post-tratamiento de 45.5% y 51.4% respectivamente utilizando dispositivos de progesterona (DIB) y benzoato de estradiol (EB). Baruselli (2001; reportado por Pita *et al.* 2003) encontró una tasa de preñez en hembras sincronizadas con norgestomet y

valerato de estradiol e Inseminadas a Tiempo Fijo luego de la remoción del implante de 60.19%. Syntex (2005) reportó que no se encontraron diferencias ($P=0.01$) entre vacas sincronizadas con dispositivos DIB nuevos y reutilizados, con una tasa de preñez de 41.6 y 44.5% respectivamente.

Costo por tratamiento y por vaca preñada. El costo por tratamiento por vaca es el mismo pero tomando en cuenta la tasa de concepción por tratamiento el costo por vaca preñada fue más bajo utilizando el dispositivo usado (Cuadro 8).

Cuadro 8. Costo del tratamiento por vaca y costo por cubrición.

Tratamiento	n	Costo por animal (\$)	Total (\$)	Vaquillas preñada	Costo por vaca preñada (\$)
DIB-Syntex [®] Nuevo	20	10.43	208.66	17	12.27
DIB-Syntex [®] Usado	24	10.43	250.40	22	11.38

n = Número de animales por tratamiento.

Experimento III.

Porcentaje de presentación de celos y preñez acumulada. Todas las vacas sometidas al tratamiento hormonal presentaron celo. La tasa de preñez acumulada con semen sexado fue de 51.03%.

Efecto del semen del toro en tasa de concepción. No se encontró diferencia ($P>0.05$) entre el tipo de semen utilizado y la tasa de preñez en las vaquillas inseminadas con semen sexado (Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentaje de preñez por semen sexado.

Semen	Vaquillas preñadas	Total de vaquillas	%
203HO376	29	53	54.7
203HO496	24	49	49.0
203HO713	15	30	50.0

Estos datos concuerdan con lo mencionado por Casell (2008) de que el semen sexado tienen menos probabilidades de producir preñez que el convencionales debido a que la cantidad de espermatozoides por dosis es menor, pudiendo producirse alrededor de un 40% de preñez en vaquillas y 20 a 25% en vacas adultas. También concuerda con las tasas de preñez determinadas por ultrasonido de 47% para el semen sexado y de 60% con semen no sexado encontradas por Seidel (2001).

CONCLUSIONES

- El porcentaje de presentación de celos con los tratamientos DIB-Syntex[®] y Terapress[®] fue similar.
- El porcentaje de preñez acumulada con el tratamiento hormonal DIB-Syntex[®] fue mejor que con los tratamientos con Terapress[®].
- Tomando en cuenta la eficiencia reproductiva y el costo del tratamiento, el protocolo de sincronización de celo con DIB-Syntex[®] resultó ser mejor opción que los tratamientos hormonales utilizando el Terapress[®].
- El porcentaje de preñez en vaquillas con semen sexado fue de 51%.

RECOMENDACIONES

- Utilizar el tratamiento hormonal DIB-Syntex[®] en vacas y vaquillas para la sincronización de celo en el hato.
- Dar como mínimo dos oportunidades de servicio con inseminación artificial a los animales sometidos a tratamiento hormonal con DIB-Syntex[®] para determinar la tasa de concepción al primer y segundo servicio.

BIBLIOGRAFÍA

Biogénesis – Bagó, Laboratorios de Argentina para la sanidad animal. (en línea) consultado el 9 de Julio del 2008. Disponible en <http://www.biogenesisbago.com/home.php?s=VAD&ss=articulo&articulo=302>

Cassell B. 2008. ¿En donde encaja el semen sexado? Revista Hoard's Dairyman en español, Abril de 2008. Editores Agropecuarios S. A. de C. V. Estado de México, México.

Cutaia, L., Veneranda, G., Tríbulo, R., Baruselli, P. S. y G. A. Bó. 2003. "Programas de Inseminación artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría: Factores que lo Afectan y Resultados Productivos". Vº Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. 27 al 29 de junio de 2003.119-132 (en línea) consultado el 4 de Agosto de 2008 Disponible en www.planparto.com.br/doc/ProgramasDeInseminacionArtificial.pdf -

González-Stagnaro, C., Soto-Belloso, E., (eds.). 2005. Manual de Ganadería de Doble Propósito. Ediciones Astro Data, S. A. Maracaibo-Venezuela. VIII (I):283-290

Gonzáles, J., Gutiérrez, J., Villasuso, P., Magaña, F., Ornelas, E. 2007. Uso de dispositivos intravaginales de liberación de progesterona + eCG-PMSG en un protocolo de sincronización de vacas lecheras. Cusco, Perú. (en línea) consultado el 2 de Septiembre de 2008. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>

Hafez, E. S. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. Traducido por Luis Ocampo Camberos. 6^{ta} ed. Interamericana. México D. F. 542 P.

Hincapié, J. J., Brito R., Campo E. 2005. Reproducción animal aplicada: Fundamentos de Fisiología y Biotecnología. 2^{da} ed. Tegucigalpa: Litolim, 200p.

Huanca, W. 2001. Revista Investigación Veterinaria de Perú. 12(2):161-163. Consultado el 3 de Septiembre de 2008. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bVrevistas/veterinaria/v12_n2/inseminaci%C3%B3n.htm

Kowalski A. 2005. Determinación y preselección del sexo en ganadería bovina. En: Manual de Ganadería de Doble Propósito. C. González-Stagnaro, E. Soto-Belloso (eds.) Ediciones Astro Data, S. A. Maracaibo-Venezuela. VIII (I):283-290

Manta, J. F. 2007. Estratégias hormonais de indução/sincronização de estro em novilhas de corte entre 12 e 14 meses de idade. (en línea) consultado el 5 de Agosto de 2008. Disponible en http://coralx.ufsm.br/ppgmjv/jose_francisco_manta.pdf

Pita, F., Matute, R., Intriago, I., 2003. Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en ganado *Bos indicus*. (en línea) consultado el 3 de Agosto de 2008. Disponible en http://www.intervet.com.ec/Binaries/63_77543.doc

SAS. 2007. SAS User's Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Cary N.C.

Seidel G. 2001. ¿Qué pasa con el semen sexado? Revista Hoard's Dairyman en español, Junio de 2001. Editores Agropecuarios S. A. de C. V. Estado de México, México.

Sorensen. A.M. 1982. Reproducción animal: principios y prácticas. Traducido por Ramón Elizondo Mata. McGraw-Hill de México. 539 p.

Syntex, Industria Bioquímica Farmacéutica, Argentina. (en línea) consultado el 10 de Julio del 2008. Disponible en <http://www.syntexar.com/castellano/web%201024/index1024.html>

Syntex. 2005. Laboratorio Especialidades Veterinarias. Manejo reproductivo en bovinos de carne. (en línea) consultado el 5 de agosto de 2008. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>

Syva, Laboratorios Syva S.A., (en línea) consultado el 13 de Julio del 2008. Disponible en <http://www.syva.es/syva2/resultframe.asp?id=gonasyl>

Tribe, K. 1999. El sueño de un criador de ganado. Revista "The Cattleman", volumen LXXXVI, No. 5. Octubre de 1999, (en línea) consultado el 6 de septiembre del 2008. Disponible en <http://www.tecnovet.com.mx/articulos/ar6sueno.html>

Vélez, M., J.J. Hincapié, I. Matamoros. 2006. Producción de ganado lechero en el trópico. 5^{ta} ed. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras, 336 p.