

Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas (*Bos indicus*) en el trópico bajo

Fixed time - artificial insemination systems from cows (*Bos indicus*), in tropical lowlands

Andrés M. Sanabria V.¹ y José L. Porras V.²

Resumen

En una hacienda de clima tropical bajo, se evaluó la respuesta a tres programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en 30 vacas vacías cebú comercial, cíclicas, con buena condición corporal, seleccionadas por palpación rectal y distribuidas al azar en tres grupos de 10 vacas cada uno. A éstos se les asignó un protocolo de sincronización de celos y ovulación diferente. En el grupo 1 se utilizó un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona; las vacas del grupo 2 recibieron un implante auricular impregnado de Norgestomet y en el grupo 3 se realizó el protocolo de Ovsynch. Se diagnosticó la preñez mediante ultrasonografía, 30 días después de la inseminación en los tratamientos y los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva con variables de tipo cuantitativo. Los resultados obtenidos para el grupo 1, fueron 4 de 10 vacas preñadas, en el grupo 2, 6 de 10 vacas preñadas y en el grupo 3, 3 de 10 vacas. Se encontraron diferencias significativas entre las vacas que

Abstract

An evaluation of the results obtained through the induction of three fixed – time artificial insemination systems (FTAIS) was performed in this work. It was done using 30 cows in a lowland tropical estate. The criteria for the samples selection were the use of non-pregnant, viable, and commercial cows with a good body condition score (BCS), evaluated through rectal palpitation. The cows selected were randomized into three equal groups, each one with 10 animals and with different treatments. Group 1 was treated with a progesterone-impregnated intravaginal device. Group 2 was treated with a Norgestomet-impregnated auricular device. Group 3 was drove with the "Ovsynch" system. The pregnancy was diagnosed using an ultrasound scan 30 days after artificial insemination. Data were analyzed through descriptive statistics with quantitative variables. The results obtained from the groups (remember, each group had 10 cows) were 4 pregnant cows from group 1, 6 pregnant

¹ Médico Veterinario Zootecnia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Correo: amsvco@yahoo.com

² Médico Veterinario Zootecnista. Esp. Docente. programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Correo: joseluisporrasv@hotmail.com

recibieron el implante auricular, así como a aquellas vacas que se les hizo el protocolo de Ovsynch, pero no se encontraron diferencias significativas entre el dispositivo intravaginal impregnado con progesterona, respecto de los dos restantes. El valor más económico por preñez se obtuvo con la utilización del protocolo de Ovsynch; sin embargo, en términos de eficiencia, fue mejor usar el implante auricular impregnado de Norgestomet; esto por razones de mejoramiento genético. De esta forma se concluyó que el protocolo del implante auricular con Norgestomet tuvo una superior tasa de preñez, sin que esto sea una constante, debido a que existen diferentes factores que hacen variar los resultados de la IATF.

Palabras claves adicionales: sincronización de estró, ovulación, preñez, implante auricular.

cows from group 2, and 3 pregnant cows from group 3. There were found significant statistics differences between the group 2 (treated with the auricular device) and group 3 (treated with the "Ovsynch" system). There weren't found significant statistics differences between the group 1 (treated with the intravaginal device) and groups 2 and 3. The "Ovsynch" system was the cheapest treatment. For genetic improvement reasons the auricular device was the most efficient treatment. It was concluded that the Norgestomet- impregnated auricular device had the best pregnancy rate; nevertheless it is uncertain because there are many variables that could interfere with the success of the FTAIS.

Additional keys words: auricular device, ovulation, pregnancy, synchronization of estrus.

Introducción

Las condiciones del trópico y el manejo de la ganadería en los llanos colombianos, han dificultado la implementación de programas de mejoramiento genético, basados en la inseminación artificial. Esto se debe principalmente a inconvenientes como: la deficiente detección de celo en el ganado Cebú (*Bos indicus*), dada por la corta duración del celo; las leves manifestaciones y una alta incidencia de celos nocturnos 30-50% (Pinheiro et al., 1998 y Mizuta, 2003), así como el difícil desplazamiento de los operarios por las grandes extensiones de tierra en las que se encuentran los animales, además de resultar costosa debido a la utilización de una persona capacitada exclusivamente para esta tarea y para realizar las inseminaciones durante todo el año.

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), es una herramienta biotecnológica reproductiva basada en la sincronización del momento de la ovulación, que permite obviar la detección del celo y accede la instauración de programas de mejoramiento genético basados en inseminación artificial. Los protocolos de IATF han sido estudiados por Bo y Cutaia (2005) en condiciones climáticas templadas en razas *Bos taurus* y en *Bos indicus*, aunque se han dirigido más a razas como Nelore, con lo cual deficiente la información en Brahman, que es la raza *indicus* con mayor población en Colombia, ha sido deficiente.

Es de vital importancia que en Colombia se generen estudios al respecto, a partir de las propias necesidades y en el mismo ambiente en el que se van a desempeñar para no seguir importando tecnologías que han funcionado bien en otras condiciones, pero que, al evaluarlas localmente resultan costosas y poco exitosas. Cuando se importan estas biotecnologías, generalmente no se tiene en cuenta las condiciones ambientales locales, ni las características propias de los animales que, aunque podrían tomarse como iguales, no lo son

y han sido motivo de variación en los resultados obtenidos (Bo et al., 2002).

En el presente trabajo se evaluaron tres programas de IATF y se determinó aquel que bajo nuestras condiciones de trópico, brindó los mejores resultados y fue económicamente más viable.

Materiales y Métodos

Este estudio fue desarrollado en la Hacienda Carichagua en Maní, Casanare, ubicada a una altura de 200 msnm, sujeta a inundaciones en época de lluvias, con temperatura promedio de 27 °C y en donde predomina un clima cálido húmedo. Se presenta invierno en los meses de abril a octubre y verano en los meses de noviembre a marzo.

Se utilizaron 30 vacas cebú comercial Brahman seleccionadas por palpación rectal, las cuales se encontraban cíclicas y reproductivamente sanas, en buena condición corporal (2,5 a 3,5 en escala de 0 a 5), con peso vivo promedio de 400 kg, de 1 a 3 partos y con más de 60 días de haber destetado la cría anterior. Todos los animales se trataron de forma independiente en sus tratamientos, se llevaron por un sistema de rotación de potreros, con praderas constituidas de pasto nativo sabana Guaratara (*Penisetum purpusi*) y suplementadas con sal mineralizada a voluntad. El día de inicio del tratamiento se les inyectó a todos los animales un complejo vitamínico con aminoácidos y minerales y para diferenciarlos animales, se utilizaron los números de registro que traen en el lomo.

Las hembras se dividieron aleatoriamente en tres grupos de diez y se sometieron a diferentes protocolos de IATF. En el tratamiento 1 se empleó un dispositivo intravaginal CIDR® Pfizer, compuesto por silicona inerte moldeada sobre un soporte de nylon e impregnada con 1,9 g de progesterona natural micronizada. El día 0 se colocó el dispositivo y se aplicaron 2 mg de BE (ESTRO-ZOO® Laboratorios ZOO, Benzoato de estradiol 2,5mg.ml⁻¹). El día séptimo se retiró el

dispositivo y se aplicaron 400 UI de eCG (FOLLIGON® Intervet, Gonadotropina sérica de yegua preñada (eCG) con actividad de la hormona folículo estimulante FSH) y 0,15 mg de D-Cloprostenol (PROSTAL® Over. Análogo sintético de Pgf2alfa). El octavo día se volvió a aplicar 1 mg de BE. Luego, en el día noveno, se realizó la IATF.

En el tratamiento 2 se utilizó un implante auricular CRESTAR® Intervet, con 3 mg de Norgestomet, complementado con una porción inyectable de 3 mg de Norgestomet y 5 mg de Valerato de estradiol. El implante se realizó el día 0 junto con la aplicación de la inyección de la porción inyectable. El octavo día se retiró el implante y se aplicaron 400 UI de eCG y 0,15 mg de D-Cloprostenol. El día noveno se aplicó 1 mg de BE y se realizó la IATF en el día 10.

Para el tratamiento 3 se realizó el protocolo Ovsynch. El día 0 se aplicó 0,25 mg de gonadorelin (FERTAGYL® Intervet, solución transparente de gonadorelina 100 mg.ml⁻¹, que equivale a la hormona de liberación de gonadotropinas GnRH). En el séptimo día se aplicaron 0,15 mg de D-Cloprostenol. En el noveno día se inyectó 1 mg de BE y la IATF se realizó en el día décimo. Los anteriores procesos se resumen en la tabla 1.

En los tres grupos todas las labores se realizaron en las horas de la mañana (8 a 10 am) y el diagnóstico de preñez se realizó con ecografía a los 30 días de la inseminación artificial. Para las inseminaciones artificiales se utilizaron pajillas del toro Ress de raza simmental, con número de registro AT 348.995.433.

Tabla 1. Protocolos para inseminación artificial a tiempo fijo.

Grupo	Dispositivo	Día 0	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
1	Intravaginal	2 mg BE	0,15 mg D-Cloprostenol + 400 UI eCG	1 mg BE	IATF	
2	Implante auricular	3 mg de Norgestomet y 5 mg de Valerato de estradiol		0,15 mg D-Cloprostenol + 400 UI eCG	1 mg BE	IATF
3	Ovsynch	0,25 mg de Gonadorelin (GnRH)	0,15 mg D-Cloprostenol		1 mg BE	IATF

Durante el ensayo se registraron los datos de las vacas que resultaron preñadas y de las que presentaron flujo en el momento de la inseminación artificial. Luego, se realizó un diseño estadístico descriptivo, con variables de tipo cuantitativo; se tomó como variable independiente el tratamiento aplicado a cada grupo y como variable dependiente el porcentaje de preñez obtenido. Las diferencias mínimas entre los grupos fueron inferidas de los porcentajes de comparación entre los grupos y por medio de la comparación entre bloques.

Igualmente, se evaluó la rentabilidad, para lo cual se tuvo en cuenta la cantidad de preñeces logradas en cada tratamiento contra el costo de inversión, para lo cual se sumó el valor total de cada tratamiento y se dividió entre el número de preñeces obtenidas en cada uno, de tal forma que se obtuvo el valor individual de cada preñez y se realizó la comparación entre los grupos.

Resultados y discusión

En el grupo experimental 1, se obtuvieron 4 hembras preñadas de las 10 vacas tratadas, lo que

correspondió al 40% de preñez. En cuanto el grupo experimental 2, se obtuvieron 6 hembras preñadas correspondiendo al 60%. En el tercer

grupo se obtuvieron 3 vacas preñadas de las 10 que hicieron parte del grupo, representando el 30% (tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de preñez en vacas Brahman (*Bos indicus*), incluidas en el programa de inseminación artificial a tiempo fijo, Maní, Casanare

Grupo	Vacas Tratadas	Vacas Preñadas	% Preñez
1	10	4	40
2	10	6	60
3	10	3	30

Los resultados obtenidos con la utilización del dispositivo intravaginal, coinciden con los reportes de Burke et al. (2001), quienes lograron un porcentaje de preñez del 39,4% en novillas cruzadas (*Bosíndicus* x *Bos taurus*). Por su parte, Cavalieri et al. (2002) en vacas cebú, obtuvieron 43,5% de preñez, lo cual coincidió con los resultados logrados por McGoman (1999), quien reportó un 44,8%. Sin embargo, es importante resaltar que en este caso, McGoman sincronizó la ovulación con GnRH al momento de la IATF, diferente a lo realizado en el presente estudio, en donde se usó BE 24 horas antes de la IATF, lo que estimuló la secreción de GnRH e indujo a su vez, el pico preovulatorio de LH para finalmente provocar la ovulación.

La utilización de GnRH el día de la IATF ó de BE 24 horas antes, resultó en tasas de preñez similares. Con el uso de GnRH se logró disminuir el número de encierros de los animales; sin embargo, su costo, comparado con el del benzoato, ha sido un problema, ya que se ha limitado su masiva utilización (Bo y Cutaia, 2005). La aplicación del BE al momento de la inseminación fue evaluado y comparado por Cutaia et al. (2001), quienes hallaron una mayor sincronía de la ovulación cuando se realizó la aplicación de BE, 24 horas antes de la inseminación, pero con menores tasas de preñez. Fernández-Francia et al. (2005) encontraron tasas de preñez iguales en novillas Holando argentino (*Bos taurus*), cuando se aplicó el BE al momento del retiro del dispositivo y la IATF 36 h después, y no a las 48 h, como se hizo en el presente estudio.

Por otra parte, estudios realizados por Díaz y Galina (2002), en vacas *Bos indicus*, obtuvieron resultados inferiores (23,8% de preñez); esto se debió a la mala condición corporal de los animales lo que provocó, a su vez, el bloqueo de la actividad ovárica y el alargamiento del anestro posparto. Estas deficiencias nutricionales, especialmente de energía, tienen un efecto negativo en la liberación de GnRH y por tanto, en los pulsos de LH.

En un estudio reciente realizado por Saldarriaga et al. (2007), se obtuvo un 39% de concepción, con el uso de un protocolo combinado con Ovsynch (Día 0: Dispositivo intravaginal + GnRH, día 7 retiro de dispositivo + pgf2á y día 9 GnRH + IATF). En dicho trabajo, se evaluaron los intervalos entre el retiro del dispositivo y el inicio del estro; el retiro del dispositivo y la ovulación y, por último, el intervalo entre el estro y la ovulación (sin utilizar la segunda aplicación de GnRH). De esta manera, encontraron 70 horas \pm 2,9; 99 horas \pm 2,8 y 29 h \pm 2,2, respectivamente. Concluyeron que la tasa de concepción relativamente baja era atribuible principalmente a que el 40% de las vacas fallaban en desarrollar una onda folicular sincronizada después de la primera GnRH y a la sincronización inadecuada, en cuanto tiempo de aplicación de la segunda GnRH y la IATF.

Estudios similares realizados por Larroca et al. (2005), en novillas Holstein, encontraron resultados superiores (75% de preñez). Por su

parte, Bo y Cutaia (2005) reportaron datos de 13,510 inseminaciones, utilizando el dispositivo intravaginal, lo que resultó porcentualmente en 52,7% de preñez, con un rango de 27,8% al 75%, indicando que los factores que más afectaron la preñez fueron la condición corporal y el estado reproductivo de las vacas inseminadas; es decir, si estaban ciclando o en anestro. Para este trabajo estas variables no fueron problema, ya que todos los semovientes evaluados se encontraban ciclando y en condición corporal de 2,5 a 3,5.

Ahora bien, los resultados superiores obtenidos con ejemplares *Bos taurus* se pueden deber a que el presente estudio fue realizado en una región tropical, en donde la oferta ambiental está acorde con las condiciones de adaptación de este tipo de ganado, por lo que gozan de un mayor confort con menos condiciones de estrés, lo cual no sucede con el entorno en el que el ganado *Bos indicus* generalmente se encuentra. Sumado a esto, se han reportado diferencias fisiológicas durante el ciclo estral entre ganado *Bos taurus* y *Bos indicus*; una de las más relevantes, radica en los menores niveles plasmáticos de progesterona en ganado *Bos indicus*, lo que determina una mayor sensibilidad a los aumentos de progesterona cuando se introduce el dispositivo intravaginal, que resulta en una inhibición de los pulsos de LH y FSH, y repercute en un menor crecimiento folicular, así como en una menor tasa de ovulación (Baruselli et al., 2007).

Recientemente Cerri et al. (2007), estudiaron el uso de un dispositivo intravaginal en vacas Holstein de alta producción, que se encontraban en anestro. Se aumentó la ciclicidad (50,3 % vs. 34,1%), disminuyó la pérdida embrionaria (8,4% vs. 11,6%) y se obtuvo un porcentaje de preñez superior en el grupo del dispositivo (39,4% vs. 32,5%). En comparación con un grupo control sin tratamiento, los autores afirman que estos efectos no son suficientes; así mismo, De Vries et al. (2006), afirman que es más costoso utilizar el dispositivo intravaginal, comparado con otros protocolos de IATF.

Los resultados obtenidos con la utilización del dispositivo auricular CRESTAR® Intervet, fueron superiores a los obtenidos por Baruselli et al. (2005) quienes, utilizando este mismo protocolo, consiguieron 42,7% de preñez en vacas Brangus en lactancia y con 69,7 + 22,1 días posparto. Tal diferencia se debió a que las vacas usadas en el actual estudio, tenían más de 60 días de haber destetado a la cría anterior y además se encontraban ciclando; razón que pudo predisponer una mejor respuesta a la sincronización. La respuesta de las vacas en periodo posparto es diferente, ya que sufren un balance energético negativo, debido a la salida de energía por la producción de leche, lo cual limita el restablecimiento de la función ovárica.

Pita et al. (2003), reportaron datos de distintos programas de inseminación a tiempo fijo, con la utilización de implantes auriculares con norgestomet, en vacas *Bos indicus*. Los resultados variaron desde 35,71% hasta 71,42% de preñez (rango en el que se encuentra el resultado obtenido en este estudio 60%), con un promedio de 47,03%. Las diferencias en las tasas de preñez pudieron deberse en parte, al nivel de ciclicidad y a la condición corporal; por tal motivo, son factores que deben ser tomados en cuenta al momento de decidir implementar un programa de IATF (Humblot et al. 1996).

Por su parte, Williams et al. (2002) evaluaron la tasa de preñez de un implante auricular con Norgestomet, en vacas en periodo posparto de 36 a 99 días y consiguieron 31,1% de preñez; resultado inferior al obtenido en este estudio. Esta baja tasa de preñez se pudo deber, según los autores, a la ausencia de estradiol ó de GnRH en el tratamiento, lo que influyó en una baja inducción de la ovulación, además de ser vacas en anestro. Por el contrario, en el tratamiento 2 de este estudio, se utilizó valerato de estradiol, en el momento de poner el implante, lo cual sirvió para sincronizar el inicio de la onda folicular. También en este estudio se usó benzoato de estradiol y eCG al retirar el

progestageno, lo que indujo la ovulación e incrementó el tamaño del folículo dominante, respectivamente, lo cual permitió una mejor tasa de preñez.

El efecto positivo que tiene el uso de eCG en programas de IATF, ha sido reportado por Baruselli et al. (2003) y Cutaia et al. (2003), quienes concluyen que el efecto positivo de eCG se incrementa a medida que aumenta el grado de anestro; esto se puede deber a lo encontrado por Sá Filho et al. (2004), quienes analizaron la dinámica folicular en vacas tratadas con eCG cuando, el día de retirar el progestageno, notaron un incremento en el diámetro de los folículos dominante y ovulatorio, así como en la tasas de ovulación y concepción.

Fernández y Acosta (2000), compararon el uso de un implante con Norgestomet acompañado con el vial inyectable de eCG, en vacas Brahman puras, de un solo parto y en anestro. Realizaron amamantamiento restringido con tablilla durante 36 a 48 h y encontraron una tasa de preñez de 31,4%; resultado que fue significativamente inferior al obtenido en este estudio (60%). El contraste en los resultados se debe, principalmente, a las diferentes características de los animales en cada estudio, tales como vacas en anestro vs. vacas cíclicas y vacas lactando vs. vacas secas.

En cuanto los resultados obtenidos en el tratamiento 3, que correspondió al protocolo Ovsynch, éstos coincidieron con los obtenidos por Lemaster et al. (2001), quienes evaluaron la efectividad de combinar GnRH con pgf2á; compararon protocolos en los que se indujeron o no la ovulación con la segunda aplicación de GnRH (protocolo GPG) y concluyeron, además, que los resultados fueron mejores cuando la ovulación fue inducida con CO-Synch é Hybrid-Synch (31,0 y 35,5%, respectivamente), que en las vacas de Select-Synch (20,8%). En el presente estudio se utilizó BE como inductor de ovulación (protocolo GPE), en lugar de una segunda aplicación de GnRH; esto ha sido estudiado por

otros investigadores como Barros et al. (2000) y Fernandes et al. (2001), quienes concluyeron que este protocolo puede reemplazar al típico Ovsynch, debido a que sus resultados son similares y, además, el costo del procedimiento presenta una disminución, debida al menor valor del BE.

Fernandes et al. (2001), evaluaron en vacas cíclicas un protocolo con la aplicación de BE 24 h después de la prostaglandina, con inseminación 30 a 43 h después, con la obtención del 43,5% de preñez, lo cual es superior al 30 % obtenido en este estudio. Esta diferencia se puede deber, a que en el actual estudio el BE se aplicó a las 48 h de la pgf2á y se inseminó a las 24 h, infiriéndose, de tal modo, que la ovulación pudo haber ocurrido varias horas antes de la inseminación, lo cual disminuye las posibilidades de fertilización. Estos mismos autores aplicaron este protocolo en vacas en anestro y tan solo obtuvieron 14,9% de preñez, en coincidencia con el resultado obtenido por Baruselli et al. (2005).

De acuerdo con varios autores, este protocolo otorga mejores porcentajes de preñez en ganado *Bos taurus*. Córdoba y Fricke (2001), obtuvieron 41,2% de preñez en vacas Holstein; Cox et al. (1999), obtuvieron 50,3% de preñez en vacas Holstein y Gutiérrez et al. (2005), obtuvieron 50% en vacas doble propósito (*Bos taurus* x *Bos indicus*), reiterándose además con lo afirmado por Baruselli et al. (2005), quienes afirman que el protocolo Ovsynch otorga una fertilidad aceptable en vacas de leche y de carne (*Bos taurus*). Sin embargo, los resultados en ganado cebú, en condiciones pastoriles, no han sido satisfactorios, razón por la que no es indicado para IATF en ganado *Bos indicus*; postulado que se confirmó en este estudio.

Comparación entre grupos

Los resultados de la comparación entre grupos están dados en términos de porcentajes de preñez. El tratamiento que tuvo un mejor

comportamiento, fue el implante auricular Crestar®, con un 60% de preñez, seguido por el tratamiento donde se utilizó el dispositivo intravaginal CIDR® con un 40% de preñez y en último lugar donde se usó el protocolo Ovsynch, que obtuvo sólo 30% de preñez.

Es evidente que los protocolos con progestágenos ofrecen mejores resultados en vacas *Bos indicus* criadas en condiciones de pastoreo, como las que se dan en el trópico bajo colombiano. La diferencia entre los tratamientos 1 y 2 es difícil de explicar, ya que en estos protocolos, aparte de la diferencia en cuanto el progestágeno utilizado, existió variación en su duración del mismo en el animal, que para el caso del dispositivo intravaginal, fue de 7 d mientras que para el implante auricular, fue de 8 d. Esta hipótesis podría confirmarse con el estudio realizado por Burke et al. (2001), quienes compararon tratamientos con dispositivo intravaginal por 7 u 8 d. en donde los resultados fueron mayores en el tratamiento más largo (54,1% vs. 39,4%). Según los autores, esto se puede deber a que se permite un mayor crecimiento del folículo dominante.

Baruselli, et al. (2002), adelantaron investigaciones similares a las desarrolladas en el presente estudio, con resultados del 52,0% de preñez para el dispositivo intravaginal, 42,7% para el implante auricular y 15% para el protocolo Ovsynch. El protocolo con el implante auricular de norgestomet presentó mejores resultados, considerándose válido para animales encerrados dentro de unas categorías definidas (Bos indicus, no lactantes, ciclando y en buena condición corporal) y bajo condiciones de manejo en trópico bajo, no significando que estos porcentajes de preñez sean una constante, ya que pueden existir otros factores que harían variar los resultados.

Evaluación del flujo vaginal durante la inseminación artificial sobre el porcentaje de preñez

Se evaluó la presencia de flujo vaginal durante la inseminación artificial, el cual es considerado

una característica secundaria de estro, correspondiente a una respuesta a los elevados niveles de estrógenos y, aunque es producido en el cerviz, se acumula dentro de la vagina, antes, durante y un leve tiempo después del estro (Guáqueta, 2007). Según lo anterior, si se toma en cuenta que los animales a los cuales se les detectó flujo en el momento de la inseminación artificial, estaban o estuvieron en celo pocas horas antes, se puede conocer qué incidencia tuvo este hecho sobre el porcentaje de preñez. De las 14 hembras que presentaron flujo durante la inseminación artificial, 9 resultaron preñadas, lo que correspondió al 64,28%, mientras que de las 16 que no presentaron flujo, 4 quedaron preñadas (25%). Estos resultados coinciden parcialmente con el estudio realizado por Martínez et al. (2002), quienes encontraron un porcentaje de preñez del 62,9% en los animales a los que se les detectó celo y 51,9% en los animales a los que no se les detectó. Con lo anterior se concluye que cuando se inseminan vacas en celo, los porcentajes de preñez son mayores, pero como son protocolos en los que la ovulación es inducida, esto no indica que cuando no se manifiesten características de celo los porcentajes de preñez vayan a ser bajos.

Análisis de Rentabilidad

Para realizar el análisis de rentabilidad de cada protocolo se sumó el valor total de cada tratamiento y se dividió en el número de preñeces obtenidas en el mismo, con lo cual se obtuvo el valor de cada preñez. Vale la pena anotar que no se tuvo en cuenta costos comunes, como el valor de cada pajilla, el costo de los implementos de inseminación artificial y el de las ecografías.

El valor total del primer tratamiento de los 10 animales, fue de \$ 494.050 y se obtuvo 4 preñeces, por lo que el valor por preñez fue de \$123.512. Para el tratamiento 2, el valor para los 10 animales fue de \$ 402.150 y se obtuvo 6 preñeces, por lo que el valor por preñez fue de \$ 67.025.

El valor total del tratamiento 3, de los 10 animales, fue de \$ 167.650 y se obtuvieron 3 preñeces, por lo que el valor por preñez fue de \$ 55.883.

Se puede concluir que el tratamiento que otorgó el valor individual por preñez más económico, fue el del protocolo Ovsynch; sin embargo, esto

no quiere decir que sea el mejor protocolo, ya que cuando se emprenden programas de IATF, lo más importante es obtener un mayor número de preñeces, teniendo mayor incidencia en el mejoramiento genético del hato ganadero, que es el propósito principal de esta biotecnología reproductiva.

Literatura Citada

- Barros, C. M.; M. B. P., Moreira; R. A., Figueiredo; A. B., Teixeira y L. A., Trinca. 2000. Synchronization of ovulation in beef cows (*Bos indicus*) using gnrh, pgf2á and estradiol benzoate. *Theriogenology* 53(5), 1121-1134.
- Baruselli, P. S.; L. U., Gimenes y J. N. de S., Sales. 2007. Fisiologia reproductiva de fêmeas taurinas e zebuínas. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 31(2), 205-211.
- Baruselli, P. S.; G. A. Bó; A. Gabriel; E. L., Reis; M. O., Marques y M. F., Sá Filho. 2005. Introdução da IATF no manejo reproductivo de rebanhos bovinos de corte no Brasil. Sexto Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC (Instituto de Reproducción Animal Córdoba), Córdoba, Junio 24, 25 y 26. Argentina. 1-26 pp.
- Baruselli, P. S.; M. O., Marques; L. F., Nasser; E. L., Reis y G. A., Bo. 2003. Effect of eCG on pregnancy rates of lactating zebu beef cows treated with cidr-b devices for timed artificial insemination. *Theoriogenology* p. 214 (abstract).
- Baruselli, P. S.; M. O., Marques; N. A. T., Carvalho; E. H., Madureira y E.P. Campos-Filho. 2002. Efeito de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reproductiva de vacas de corte lactantes. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 26, 218-221.
- Bo, G. A.; L., Cutaia y P. S., Baruselli. 2002. Programas de inseminación artificial y transferencia de embriones a tiempo fijo. Disponible online en: <http://www.geraembryo.com.br/t.tecnicos/5%20G.A.%20Bo.pdf>. 26 p.. Consulta: febrero 2007.
- Bo, G. A y L., Cutaia. 2005. Implementación de programas de inseminación artificial en rodeos de cría. Disponible online en: http://www.abspecplan.com.br/iatf/artigos_tecnicos/3/Implementacao%20de%20programas%20de%20IATF%20em%20rodeos%20de%20cria.pdf. 24 p. Consulta: febrero de 2007.
- Burke, C. R.; M. L., Mussard, D. E., Grum y M. L., Day. 2001. Effects of maturity of the potential ovulatory follicle on induction of oestrus and ovulation in cattle with oestradiol benzoate. *Animal Reproduction Science* 66, 161-174.
- Cavaliere, J.; C., Coleman; H., Rodrigues; K. L., MacMillan y L. A., Fitzpatrick. 2002. The effect of timing of administration of oestradiol benzoate on characteristics of oestrus, timing of ovulation and fertility in *Bos indicus* heifers synchronised with a progesterone releasing intravaginal insert. *Australian Veterinary Journal* 80, 217-223.
- Cerri, R. L. A.; H. M., Rutigliano; R. G. S., Bruno y J. E. P., Santos. 2007. Progesterone concentration, follicular development and induction of cyclicity in dairy cows receiving intravaginal progesterone inserts. *Animal reproduction science* 110, 56-70.
- Córdoba, M. C. y P. M., Fricke. 2001. Evaluation of two hormonal protocols for synchronization of ovulation and timed artificial insemination in dairy cows managed in grazing-based dairies. *Journal of Dairy Science* 84 (12), 2700-2708.
- Cox, J. F.; V., Contreras; N., Letelier; F., Saravia; A., Santa-Maria; A., Lobos, y S., Recabarren. 1999. Sincronización de estros con GnRH y Prostaglandina F_{2a} en vacas Holstein Friesian en confinamiento. *Archivos de Medicina Veterinaria (Chile)* 31(1), 19-25.
- Cutaia, L.; D., Moreno; L., Villata y G. A., Bó. 2001. Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administered at device removal or 24 hours later. *Theriogenology* 55, 244.
- Cutaia, L.; R., Tribulo; D., Moreno y G. A., Bo. 2003. Pregnancy rates in lactating beef cows treated with progesterone releasing devices, estradiol benzoate and equine chorionic gonadotropin (eCG). *Theriogenology* 59, 216.
- De Vries, A.; M. B., Crane; J. A., Bartolomé; P., Melendez; C. A., Risco y L. F., Archbald. 2006. Economic comparison of timed artificial insemination and exogenous progesterone as treatments for ovarian cysts. *Journal of Dairy Science* 89(8), 3028-3037.
- Díaz, G. S.; C. S., Galina; C. H., Basurto y G. P., Ochoa. 2002. Efecto de la progesterona natural con o sin la adición de benzoato de estradiol sobre la

- presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. *Archivos de Medicina Veterinaria* 34(2), 235-244.
- Fernandes, P.; A. B., Teixeira; A. J., Crocci y C. M., Barros. 2001. Timed artificial insemination in beef cattle using Gn RH agonist, PGF2alpha and estradiol benzoate (EB). *Theriogenology* 55(7), 1521-1532.
- Fernández-Francia, G.; S., Lares; N., Formia; R., Giovaninni; I., Videla-Dorna y R. L., de la Sota. 2005. Eficacia de la utilización de benzoato de estradiol aplicado a las 0 ó 24 horas del retiro de un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la tasa de preñez en vaquillonas para leche. Disponible online en: http://www.inchaustinet.com.ar/pdf/72_Benzoato.pdf. 72 pp. Consulta: febrero de 2007.
- Fernández, Y y J., Acosta. 2000. Sincronización del estro en vacas Brahman de primer parto: Medicación combinada de hormonas e interrupción del amamantamiento. Universidad de Córdoba. *Revista MVZ - Córdoba* 5(2), 33 p.
- Guáqueta, H. 2007. Ciclo Estral: Fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. En: *Memorias Seminario Internacional de Reproducción Bovina y Salud de Hato*. Universidad Nacional de Colombia. Septiembre 10 a 12 de 2007. Bogotá, D. C.
- Gutiérrez, J.C., R. Palomares, J. Sandoval, A. De Ondiz, G. Portillo y E. Soto. 2005. Uso del protocolo ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. *Revista Científica FCV-LUZ* 15(1), 7-13.
- Humblot, P.; B., Grimard; O., Ribon; B., Khireddine; V., Dervishi y M., Thibier. 1996. Sources of variation of post-partum cyclicity, ovulation and pregnancy rates in primiparous Charolais cows treated with norgestomet implants and PMSG *Theriogenology* 46, 1085-1096.
- Larocca, C.; I., Lago; Á., Fernández; G., Rosés; R., Lanza; P. A., Ugón y J. C., Boggio. 2005. Alternativas para la sincronización del estro en vaquillonas Holstein Uruguayo (HU). *Revista Científica FCV-LUZ* 15(6), 512-516.
- Lemaster, J. W.; J. V., Yelich; J. R., Kempfer; J. R; Fullenwider, C. L., Barnett; M. D., Fanning y J. F., Selph. 2001. Effectiveness of GnRH plus prostaglandin F2alpha for estrus synchronization in cattle of *Bos indicus* breeding. *Journal of Animal Science* 79(1), 309-316.
- Martinez, M. F.; J. P., Kastelic; G. P., Adams y R. J., Mapletoft. 2002. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *Journal of Animal Science* 80(7), 1746-1751.
- McGowan, M. R. 1999. Sincronización de celos y programas de inseminación a tiempo fijo en ganado *Bos-indicus* y cruce *Bos indicus*. Resúmenes Tercer Simposio Internacional de Reproducción Animal, Carlos Paz, Córdoba, Argentina, 71-82.
- Mizuta, K. 2003. Estudo comparativo dos aspectos comportamentais do estro e dos teores plasmáticos de LH, FSH, progesterona e estradiol que precedem a ovulação em fêmeas bovinas Nelore (*Bos taurus indicus*), Angus (*Bos taurus taurus*) e Nelore x Angus (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*). São Paulo, 2003. 98f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pinheiro, O. L.; C. M., Barros; R. A., Figueiredo; E. R., Valle; R. O., Encarnação y C. R., Padovani. 1998. Estrus behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2α or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology* 49(3), 667-681.
- Pita. F.; R., Matute y I., Intriago. 2003. Inseminación artificial a tiempo fijo en ganado *Bos indicus*. Disponible online en: http://74.125.155.132/scholar?q=cache:aYGvkoCsdlYJ:scholar.google.com/+IATF+%2B+Pita+et+al.+&hl=es&as_sdt=2000.7p. Consulta: marzo de 2007.
- Sá Filho, M. F.; E. L., Reis; J. O., Viel; M., Nicho; E. H., Madureira y P. S., Baruselli. 2004. Dinámica folicular de vacas Nelore lactantes em anestro tratadas com progestágeno, eCG e GnRH. *Acta Scientiae Veterinariae* 32, p. 235.
- Saldarriaga, J. P.; D. A., Cooper; J. A., Cartmill; J. F., Zuluaga; R. L., Stanko y G. L., Williams. 2007. Ovarian, hormonal, and reproductive events associated with synchronization of ovulation and timed appointment breeding of *Bos indicus*-influenced cattle using intravaginal progesterone, gonadotropin-releasing hormone, and prostaglandin F2α. *Journal of Animal Science* 85(1), 151-162.
- Williams, S.W.; R. L., Stanko; M., Amstalden y G. L., Williams. 2002. Comparison of three approaches for synchronization of ovulation for timed artificial insemination in *Bos indicus*-influenced cattle managed on the Texas gulf coast. *Journal of Animal Science* 80(1), 1173-1178.

Fecha de Recepción: 04 de septiembre de 2008
 Fecha de Aceptación: 18 de noviembre de 2008