

**Evaluación De Dos Protocolos Para Inseminación Artificial A Tiempo Fijo (IATF)
Bajo Condiciones De Trópico Amazónico Colombiano**

Luis Javier Silva Quiroz

Universidad nacional abierta y a distancia (UNAD)

Especialización en biotecnología agraria

Trabajo de grado

Florencia (Caquetá), Colombia

2014

**Evaluación De Dos Protocolos Para Inseminación Artificial A Tiempo Fijo (IATF)
Bajo Condiciones De Trópico Amazónico Colombiano**

Autor: Luis Javier Silva Quiroz

**Trabajo presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Biotecnología Agraria**

Director: Alexander Nivia Osuna, Z, MSc.

Universidad nacional abierta y a distancia (UNAD)

Especialización en biotecnología agraria

Trabajo de grado

Florencia (Caquetá), Colombia

2014

**Evaluación De Dos Protocolos Para Inseminación Artificial A Tiempo Fijo (IATF)
Bajo Condiciones De Trópico Amazónico Colombiano**

Autor: Luis Javier Silva Quiroz

**Trabajo presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Biotecnología Agraria**

Jurado

Jurado

Jurado

Agosto, 2014

Dedicatoria

En la memoria de mi padre Alfonso, quien me inculcó responsabilidad, amor por el trabajo y pasión por el estudio, a quien le debo tanto por ser la persona que ahora soy.

A mi madre Carmen por ese tesón que me inculcó a diario.

A mi hijo Santiago, mi alegría de ver la vida con otros ojos.

A Martha, por ser mi gran compañera y darme la más grande de mis alegrías en ese hermoso hijo.

A mi otra madre Bertha quien siempre me ha aconsejado y acompañado en mis alegrías y tristezas.

A Hernán, mi otro padre que siempre ha estado conmigo en las buenas y en las malas y además me ha transmitido sus conocimientos a quien le debo tanto.

A mis hermanos Olga y Alfonso quien gracias a su apoyo he logrado muchas metas.

A mis sobrinos y demás familiares por su apoyo incondicional.

Gracias Dios mío por darme fe y sabiduría, he sufrido tanto para ser lo que ahora soy, que ya olvidé si he sufrido

Luis Javier Silva

Agradecimientos

A Hernán Vargas M, propietario de la finca donde se realizó el proyecto, de quien aprendí bastante y con su apoyo logré completar los objetivos del trabajo.

Al Dr. Alexander Nivia, mi director de trabajo de grado que fue uno de mis principales confidentes y guía a través del desarrollo del proyecto, mis más sinceros agradecimientos.

A la Dra. Luz Mery Bernal, docente de la UNAD, por sus consejos.

A Freddy Rúales, profesor y colega de la Universidad de la Amazonía, por la revisión del proyecto.

A quienes de una u otra forma participaron en la consecución de los objetivos, les agradezco el soporte que me dieron.

Listado De Abreviaturas

IATF: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo

IEP: Intervalo entre partos

CL: Cuerpo lúteo

BE: Benzoato de estradiol

CPE: Cipionato de estradiol

P₄: Progesterona

CIDR: Dispositivo intra vaginal para la regulación del ciclo estral

FSH: Hormona folículo estimulante

LH: Hormona luteinizante

GnRH: Hormona liberadora de gonadotropina

IA: Inseminación artificial

PGF₂ α : Prostaglandina factor 2 alfa

eCG: Gonadotropina coriónica equina

MGA: Acetato de melengestrol

DIB: Dispositivo intravaginal bovino

T1: Tratamiento número 1

T2: Tratamiento número 2

Tabla De Contenido

| | Pág. |
|---|------|
| Introducción..... | 7 |
| 1. Planteamiento del problema..... | 9 |
| 2. Objetivos..... | 11 |
| 2.1. Objetivo general..... | 11 |
| 2.2. Objetivos específicos..... | 11 |
| 3. Justificación..... | 12 |
| 4. Revisión bibliográfica..... | 14 |
| 4.1. Fisiología reproductiva de la hembra bovina..... | 14 |
| 4.2. Endocrinología..... | 15 |
| 4.2.1. Ciclo estral..... | 18 |
| 4.3. Métodos para la sincronización de celos..... | 20 |
| 4.3.1 Tratamientos hormonales para inducción de la actividad ovárica..... | 23 |
| 5. Artículo: Evaluación de dos protocolos para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) bajo condiciones de trópico amazónico colombiano..... | 29 |
| 5.1. Resumen..... | 29 |
| 5.2. Abstract..... | 30 |
| 5.3. Introducción..... | 32 |
| 5.4. Materiales y métodos..... | 35 |
| 5.4.1. Selección de animales y manejo..... | 36 |
| 5.4.2. Inseminación artificial a tiempo fijo..... | 36 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 5.4.3. Análisis estadístico..... | 37 |
| 5.5. Resultados..... | 38 |
| 5.6. Discusión..... | 40 |
| 6. Conclusiones..... | 44 |
| 7. Recomendaciones..... | 45 |
| Referencias..... | 46 |
| Bibliografía..... | 54 |

Listado de figuras

Pág.

| | |
|---|----|
| Figura 1. Porcentajes de preñez de los protocolos de Inseminación Artificial a tiempo fijo con Benzoato y cipionato de estradiol..... | 38 |
|---|----|

Listado de tablas

Pág.

Tabla 1. Porcentajes de preñez de novillas y vacas tratadas con dos protocolos de IATF a base de benzoato y cipionato de estradiol.....39

Tabla 2. Porcentajes de preñez de acuerdo a la distribución de frecuencias de edad, condición corporal y número de partos.....40

Introducción

En el trópico colombiano, la producción ganadera representa el principal renglón de la economía en las diferentes regiones del territorio nacional; sin embargo, se ha encontrado que las explotaciones bovinas en su mayoría están basadas en modelos de ganadería de doble propósito que integran un manejo poco tecnificado, representado en ganaderías extensivas y con bajos índices en los parámetros zootécnicos y productivos.

El trópico húmedo caqueteño se caracteriza por altos índices de precipitación y altas temperaturas, lo cual favorece el crecimiento de forrajes y especies arbóreas nativas con altos valores proteicos y que en la actualidad son poco aprovechados por los ganaderos de la región. De igual forma, se encuentran sistemas de producción de leche y carne con la incorporación de biotipos raciales, especialmente cruces de animales pertenecientes a las especies *Bos Taurus* y *Bos Indicus* y que han sufrido un proceso de adaptación a la zona, pero que poseen bajo potencial genético; lo que impide un mejor desempeño en los índices productivos y reproductivos.

En especial la producción ganadera bovina en la zona de trópico húmedo se caracteriza por la presencia de factores como la poca o nula presencia de programas de selección y mejoramiento genético, mal manejo nutricional y sanitario y fallas en la detección de celos, los cuales inciden negativamente en el desempeño reproductivo de los animales. Como alternativas para superar estas faltas como por ejemplo las

deficiencias nutricionales se ha planteado los sistemas de pastoreo racional por franjas y a nivel reproductivo la incorporación de técnicas como la inseminación artificial y la regulación del ciclo estral mediante el uso de hormonas para sincronizar los celos con la biotecnología denominada como Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) (Alonso *et al.*, 2009), siendo una opción viable para obviar el proceso de detección del estro y por ende mejorar el manejo reproductivo de las hembras bovinas.

El productor ganadero del trópico húmedo caqueteño actualmente tiene como principal propósito mejorar la eficiencia reproductiva en las vacas doble propósito, utilizando como alternativa la IATF en busca de implementar métodos de sincronización de estros que sean fácilmente aplicables, sencillos, asequibles, efectivos y que se traduzcan en mayores tasas de preñez; ya que los drásticos cambios medioambientales de la zona hacen que la fisiología de las vacas se altere logrando confusiones de manejo hormonal y fallas en la efectividad de los protocolos hormonales.

1. Planteamiento del problema

En el trópico colombiano, la producción ganadera representa el principal renglón de la economía en las diferentes regiones del territorio nacional; sin embargo, se ha encontrado que las explotaciones bovinas en su mayoría están basadas en modelos de ganadería doble propósito que integran un manejo poco tecnificado representado en ganaderías extensivas; lo cual incide en los bajos índices de los parámetros zootécnicos y productivos. De otra parte, en la zona del trópico húmedo del Caquetá se presentan altas temperaturas y precipitaciones que permite el desarrollo de zonas boscosas con altos valores proteicos favorables a la ganadería. Sumado a lo anterior existen fallas organizacionales que aúnan los diversos factores que impiden un mejor desempeño reproductivo de los animales.

Con base en lo anterior, la utilización de programas para la regulación del ciclo estral y de técnicas como la inseminación artificial han sido utilizados para incrementar el desempeño reproductivo de los animales, por lo que el uso de hormonas representa una alternativa práctica y aplicable en la programación del estro en las hembras bovinas ubicadas en los sistemas ganaderos del trópico húmedo.

Por otro lado, los estudios sobre IATF que se han realizado bajo condiciones del trópico colombiano son pocos o corresponden a protocolos usados en distintas regiones de la geografía nacional o mundial, obteniéndose resultados negativos expresados en bajas tasas de preñez y en el aumento del número de días abiertos; lo

cual finalmente, se ve expresado en el incremento de parámetros como el intervalo entre partos (IEP) referido en periodos demasiado largos. Diversos factores mencionados anteriormente permiten que exista una deficiencia en el manejo tanto de técnicas como en la falta de conocimiento de la fisiología de la hembra bovina, para ser aplicado específicamente en los sistemas de producción ubicados en el trópico húmedo caqueteño.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Evaluar dos protocolos de sincronización de celos a base de benzoato y cipionato de estradiol en vacas doble propósito (Bos indicus y Bos taurus) en programas de Inseminación Artificial a Término Fijo (IATF) bajo condiciones de trópico amazónico colombiano.

2.2. Objetivo Específico

- Determinar el efecto de dos protocolos de sincronización de celos a base de benzoato y cipionato de estradiol sobre la eficiencia reproductiva de los animales de tipo doble propósito.

3. Justificación

Los sistemas de producción bovino ubicados en el trópico húmedo colombiano están basados en modelos de ganadería doble propósito que integran un manejo poco tecnificado y que presentan bajos índices en los parámetros productivos y reproductivos. Lo anterior, representado por la baja utilización de biotecnologías reproductivas debido a la falta de conocimiento del control hormonal del ciclo estral, el elevado costo de implementación de los protocolos de sincronización de celos y a la falta de programas de mejoramiento genético.

Por tal motivo, la utilización de estrategias reproductivas como la inseminación artificial a término fijo (IATF) como herramienta biotecnológica en dichos sistemas de producción podría solucionar deficiencias y permitir el mejoramiento de los índices productivos y reproductivos expresados principalmente en parámetros como el intervalo entre partos e índices de natalidad.

El desarrollo de programas reproductivos con base en la implementación de biotecnologías como la inseminación artificial a tiempo fijo permite la evaluación de protocolos de sincronización de celos en hembras bovinas de doble propósito bajo condiciones agroecológicas del trópico amazónico colombiano, basado en la utilización de compuestos hormonales como progesterona, benzoato y cipionato de estradiol, prostaglandinas y gonadotropinas, etc., con el fin de identificar un protocolo que nos permita obtener resultados eficientes y confiables para mejorar los parámetros

reproductivos y productivos de los sistemas de producción bovina existentes en la región de estudio y de esta forma obtener una mayor rentabilidad económica en las explotaciones ganaderas.

4. Revisión bibliográfica

4.1 Fisiología reproductiva de la hembra bovina

Fisiológicamente el cérvix bovino constituye una barrera anatómica también conocida inadecuadamente como reservorio primario no funcional, a través del cual los espermatozoides migran hasta el cuerpo del útero. Según Palma (2008), el intenso fluido poco antes de la ovulación es el responsable para que los espermatozoides encuentren el útero, porque el mucus cervical es de baja viscosidad durante el estro y de disposición paralela en dirección al útero.

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico. Cunningham (1997), reporta que el hipotálamo y la hipófisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproducción interrelacionando hipotálamo, hipófisis, ovario y hormonas como la luteinizante (LH), folículo estimulante (FSH) y esteroides ováricos para conformar la esencia de la maduración folicular, ovulación, implantación y mantenimiento de la gestación.

Lo anterior está claramente influenciado por factores hereditarios, nutricionales y ambientales que pueden modificar el ciclo en cualquier animal (Ascoli *et al.*, 1996); Cunningham (1997); Echeverría (2004); Echeverría (2005).

Actualmente, se considera que el ovocito es responsable de la organización folicular durante los procesos que conducen a la ovulación, porque instaura el desarrollo del folículo. Según Palma (2008), considera que el ovocito controla la proliferación de las células granulosas y su diferenciación posterior a células que producen proteínas y esteroides. Las células granulosas son indispensables para el crecimiento del ovocito, la diferenciación, el estado nuclear meiótico, la maduración citoplasmática y actividad genómica de transcripción (Van den Hurk et al., 2005). (Matzuk *et al.*, 2002), indicaron que al alcanzar un umbral del tamaño del ovocito suprime la habilidad de las células granulosas de promover el crecimiento del gameto. Por otro lado, Palma (2008), observó que el ovocito no solo determina el crecimiento del folículo sino también indirectamente su propio crecimiento.

4.2 Endocrinología

La regulación y el control neuroendocrino de la función sexual a través del sistema nervioso y endocrino representa una intensa relación entre hormonas y señales nerviosas, las cuales caracterizan el ciclo estral. Palma (2008), determinó que estas permiten regular la liberación de un ovocito acompañado de células foliculares que formarán la corona radiada con capacidad de producir un individuo sano y después de corto tiempo, reiniciar un nuevo ciclo.

Según lo manifiesta Olivera (2007), el folículo está compuesto por dos tipos de células: de la teca, productoras de androstenediona a partir de la progesterona y, las

células de la granulosa que reciben este metabolito, lo aromatizan y lo convierten en estradiol. Poco antes de la ovulación, durante el pico preovulatorio de la hormona luteinizante (LH), las células de la granulosa que recubren el folículo preovulatorio adquieren la capacidad de producir progesterona a partir de colesterol y pierden la capacidad de producir estrógenos debido a la inhibición de la producción de la enzima aromatasa. A este fenómeno de diferenciación celular se le conoce como luteinización.

Según Becaluba (2006), se inicia entonces el crecimiento del tejido lúteo con la formación del llamado cuerpo amarillo, responsable de la secreción de progesterona que ejerce un efecto negativo principalmente sobre la liberación de LH. Este cuerpo amarillo va a desaparecer por efecto de la hormona prostaglandina F_{2α}, la cuál va a ser secretada por el endometrio, teniendo un efecto luteolítico.

Olivera et al. (2007), manifiestan que luego de la ovulación se forma el cuerpo lúteo (CL) a partir de la hipertrofia de las células de la granulosa y de la teca que por su cambio morfológico comienzan a denominarse células luteales grandes (GCL) y células luteales pequeñas (PCL), respectivamente.

Se ha podido determinar que las hormonas que regulan la actividad reproductiva no se limitan solo al eje establecido por el hipotálamo e hipófisis sino a ovario y útero. Según estudios recientes reportados por Wiltbank *et al.*, (2003); Bo *et al.* (2006), demostraron la producción de las mismas hormonas, con significativas funciones

reproductivas en otras partes del organismo como la $\text{PGF2}\alpha$. Por otro lado, Shibaya *et al.*, (2006), reportan la producción de prolactina en el cuerpo lúteo.

Estudios reportados por Palma (2008), referencian que el cuerpo lúteo es una glándula endocrina transitoria, cuyo principal producto de secreción es la progesterona y participa en múltiples procesos como el reconocimiento, la adhesión e implantación del conceptus, el mantenimiento de la gestación en sus estadios tempranos y la regulación de la dinámica folicular.

Según Huanca (2001), “la producción de progesterona es estimulada principalmente por la actividad luteotrópica de la LH y en menor proporción por otras hormonas como la GnRH, la prolactina y la catecolamina.”

La secreción de progesterona por el cuerpo lúteo suprime la acción de la LH y como consecuencia, hace que el folículo dominante cese en sus funciones metabólicas y que sufra regresión; sin embargo, cuando ocurre dicha regresión permite un incremento de la frecuencia de pulsos de LH y unido a altas concentraciones de estradiol facilita la ovulación.

De acuerdo a Ginther *et al.* (1996), las hormonas hipofisarias folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), son las responsables de la emergencia de las ondas foliculares y la selección de un folículo dominante. Adams *et al.* (1992), determinaron que las elevaciones de la concentración plasmática de FSH son responsables de la

emergencia de una onda folicular, la que posteriormente es suprimida por productos de los folículos en crecimiento.

El folículo que primero adquiere receptores para LH llega a adquirir la condición de “folículo dominante” mientras que los restantes se convierten en “folículos subordinados” y van a sufrir atresia.

4.2.1 Ciclo estral

Huanca (2001), manifestó que mediante el uso de la ultrasonografía ha sido posible confirmar que los folículos de bovinos se desarrollan en ondas y que en cada ciclo estral se producen 2 ó 3 ondas foliculares, que consisten en que un grupo de folículos antrales inician un crecimiento hasta los 4 mm y a partir de allí se produce una selección de un folículo dominante, que continua con su crecimiento, mientras que los demás folículos se convierten en subordinados e inician un proceso de atresia.

Ginther et al. (1989), determinaron que la emergencia de la primera onda folicular, sea en ciclos de 2 ó 3 ondas, ocurre inmediatamente después de la ovulación, mientras que la segunda onda ocurre entre los días 9 ó 10 en ciclos de 2 ondas y en los días 8 ó 9 en los ciclos de 3 ondas, con una tercera onda emergiendo en los días 15 y 16. La ovulación abarca la maduración progresiva del folículo ovárico que culmina con el rompimiento de sus paredes y la liberación del óvulo maduro, la cual para el caso del bovino se presenta entre 25–30 horas después de la iniciación del estro. La

Torre (2001), plantea que el celo tiene una duración media de 18 horas y un rango de 4-24 horas; sin embargo, se han encontrado rangos de 2 a 26 horas en vacas y entre 2 y 18 horas en novillas (Plasse *et al.*, 1970).

Baca (1998); Gonzales *et al.* (1992); González *et al.*, observaron que en áreas tropicales, el estro tiene una duración menor que el promedio observado en zonas templadas, con mayor manifestación de celo entre la 6:00 p.m. y 6:00 a.m. De igual manera, Rodríguez y Hernández (1990), han indicado que el celo dura entre 9,6 y 18,9 horas en el ganado Cebú. De acuerdo a Gonzales *et al.* (1989), el celo es menos intenso y más corto en animales *Bos indicus*. De igual forma, se ha encontrado que en animales *Bos taurus* y ganado lechero europeo alojados en ambientes cálidos sufren un estrés de calor, lo que afecta el ciclo estral y la ovulación, expresado en una reducción de la intensidad y duración del celo y en casos extremos llegase a manifestar el anestro.

Según Jaume *et al.* (1981), expresó que el celo natural tiene una relativa mayor duración ($21,7 \pm 0,3$ horas) que el celo sincronizado ($19,8 \pm 0,7$ horas) con análogos de las prostaglandinas $F2\alpha$. De acuerdo a La Torre (2001), manifestó que el estro o celo se observa cada 21 días como promedio, con un rango de 18-24 días. La ovulación tiene lugar unas 30 horas después del comienzo del celo; por lo cual tiene lugar una vez concluido éste, el blastocito llega al útero alrededor del día 5 y la gestación dura entre 279-290 días.

En los sistemas doble propósito el ordeño con apoyo y amamantamiento del ternero contribuye marcadamente a retardar la aparición del primer celo postparto debido a la inhibición en la liberación de GnRH y LH por acción de los opioides endógenos, los cuales bloquean el eje hipotálamo-hipófisis-gónada, como lo manifestaron Wishnant *et al.* (1986) y Williams, (1990). Por otro lado, Rodríguez (2001), ha indicado que la involución uterina ocurre generalmente entre 25 y 50 días postparto, presentándose la primera ovulación entre 15 y 45 días luego del parto (celo silencioso), generalmente antes del primer celo post-parto.

González *et al.* (1999) han recomendado como norma práctica que las vacas no deben cubrirse antes de 50 días después del parto. Por otra parte, Salisbury (1978), ha señalado que por razones de producción, cuando se desean reducir los intervalos entre partos, lo mejor es servir las vacas en celo a partir de 40 días después del parto, aunque cabe esperar una tasa de concepción relativamente baja.

4.3 Métodos para la sincronización de celos

Según Patterson *et al.* (2000), la evolución de los métodos para el control del ciclo estral en la vaca puede ser ordenado en 5 fases distintas; la primera comprende todas las investigaciones con el sentido de prolongar la fase lútea a través de la administración de progesterona exógena. Con el tiempo, estos métodos pasaron a contar con una asociación de estrógenos y gonadotropinas siendo esta la segunda fase. La tercera fase está caracterizada por la utilización de prostaglandinas con el fin

de acortar la fase lútea. La cuarta fase sería aquella en la que fueron desarrollados los métodos con la asociación de progestágenos y prostaglandinas. La quinta fase surgió por estudio de las ondas foliculares que mostraron que el control del ciclo estral en la vaca requiere la manipulación no solo de la fase lútea sino también del crecimiento folicular.

Basado en las diferentes revisiones bibliográficas se puede concluir que en el ganado bovino, el ciclo estral se puede manipular de dos formas:

- Empleando prostaglandinas (en animales con actividad ovárica) para provocar la regresión precoz del cuerpo lúteo. La Torre (2001), manifiesta que como las prostaglandinas actúan sobre un cuerpo lúteo maduro, es esencial que los animales estén cíclicos.
- Mediante el empleo de progestágenos (tanto en animales cíclicos como acíclicos) que actúan como un cuerpo lúteo artificial. Patterson *et al.* (2000).

De acuerdo a Becaluba (2006), actualmente existen dos grupos de preparaciones hormonales disponibles en el mercado que pueden ser utilizadas para sincronizar celos en los bovinos:

1. Progestágenos que tienen como efecto principal un bloqueo hipotálamo-hipofisario simulando una fase lútea.

2. Prostaglandinas y sus análogos que actúan como agente luteolítico sobre el cuerpo lúteo.

Según Gutiérrez (2008), el uso de hormonas no sólo requiere de una adecuada comprensión de la fisiología y endocrinología reproductiva de la vaca; esta debe ir acompañado del manejo de aspectos básicos de farmacodinamia y farmacocinética hormonal; además del conocimiento de aspectos simples, pero que pueden ser la clave en el éxito o el fracaso del uso de una determinada hormona; como el conocer qué principio activo es, cuál es la vía de administración más indicada, dosis, conservación y manejo, etc. Estas consideraciones permitirán el uso racional y apropiado de las hormonas.

De acuerdo a Randel (1986), reportó que existen características en los *Bos indicus* que difieren de los *Bos taurus* (y que han generado propuestas de tratamientos diferenciales para intentar obtener resultados similares a los que se obtienen en el *Bos taurus*). Según Baruselli *et al.*, (2008), recientemente se han propuesto modificar los protocolos para IATF que habitualmente se utilizan en hembras *Bos taurus*, con el objeto de mejorar la tasa la preñez a la IATF, en la sub especie *indicus*.

4.3.1 Tratamientos hormonales para inducción de la actividad ovárica

La Torre (2001), determinó que se puede regular farmacológicamente el ciclo estral para inducir o controlar el momento del celo y la ovulación. Según Quintana, G. *et al.*, (2004), establecieron que la sincronización del estro implica la manipulación del ciclo estral o inducción de celo, de manera tal de provocar que un gran número de un grupo de hembras, entren en celo en un tiempo predeterminado. De igual manera, como lo manifiesta Chenault *et al.*, (1975, 1976), el celo es una combinación de la pérdida de la función del cuerpo lúteo y crecimiento coordinado de un folículo productor de estrógenos que ovulará bajo la influencia de un ambiente hormonal adecuado. Díaz (2001), manifiesta que en vacas o en novillas, el factor más limitante para el éxito del programa de sincronización es el porcentaje de hembras cíclicas.

La terapia hormonal es una de las alternativas que ha sido utilizada para restablecer la ciclicidad ovárica posparto en vacas. Numerosos protocolos, incluyendo el uso de estrógenos, progesterona o progestágenos, prostaglandina F₂α (PGF₂α) y GnRH o sus combinaciones, han sido evaluados en muchos países (Ondiz, 2002); (Geary *et al.*, 1998); (Hernández *et al.*, 1995); (Mateus *et al.*, 2002).

Por otro lado, Bo *et al.* (2005), determinaron que los tratamientos más comúnmente usados para el restablecimiento de la ciclicidad ovárica posparto consisten en la aplicación de dispositivos intra vaginales con progesterona (P4) o implantes subcutáneos con Norgestomet durante 5 a 10 días. Bo & Cutaia (1998),

determinaron que los dispositivos de liberación de P4 y los implantes mantienen las concentraciones plasmáticas de P4 por el período en que permanecen en el animal.

Según manifestaron Savio, (1993); Stock y Fortune (1993), como las concentraciones de P4 alcanzan niveles sub luteales durante el tratamiento, hay un incremento en la frecuencia de pulsos de LH que conducen al crecimiento folicular, el cual previene la atresia del folículo dominante. Este mecanismo posibilita el crecimiento y maduración del folículo dominante capaz de ovular, igual que en animales cíclicos. La P4 liberada por los dispositivos impide la formación de un CL de vida corta. Bo *et al.*, (2005), establecieron que de esta manera, la ovulación precedida por el tratamiento con P4 conduce a la actividad normal del CL y posibilita el comportamiento y mantenimiento de la preñez.

Huanca (2001), indicó que la necesidad de reducir las deficiencias en la detección de celo ha llevado a diseñar protocolos de inseminación a tiempo fijo y aun cuando puede existir variabilidad de resultados. Es claro que se puede contar con una alternativa para contribuir a disminuir las deficiencias reproductivas. Según López *et al.*, (2003), estas deficiencias se miden mediante indicadores que se basan en constantes fisiológicas como la duración de la preñez, el tiempo de ovulación, el comienzo de la actividad sexual y el intervalo entre celos, casi todos sujetos a variaciones por causas infecciosas, nutricionales y de manejo, atribuibles al hombre o al medio ambiente.

De acuerdo a Huanca (2001), verificó que en nuestras condiciones, si bien los costos de administración de protocolos de IATF pueden parecer elevados, las deficiencias en la detección de celos son un problema importante, lo cual puede afectar la productividad de las explotaciones bovinas. Sin embargo, hay que señalar que una de las grandes deficiencias de los programas de sincronización de celos, es la inadecuada atención al manejo de los animales. En unos estudios, reportados por Palma (2008), manifestó que los protocolos de sincronización son complementarios a un buen manejo pero no lo remplazan, ya que debe considerarse el estado nutricional de los animales al momento del servicio y un periodo de descanso postparto mayor a los 50 días. Los protocolos de IATF combinan diferentes hormonas que controlan la duración del celo y la dinámica folicular y se basan en el uso del dispositivo intra vaginal impregnado de progesterona (P4), con benzoato o cipionato de estradiol y prostaglandina.

Larson *et al.*, (1992), reportan que “un protocolo debe incluir aspectos deseables como: (i) alta tasa de respuesta al tratamiento cuando este se inicia en cualquier fase del ciclo estral, (ii) alta sincronía del momento del estro y de la ovulación, (iii) fertilidad normal y retorno normal al celo con elevada fertilidad en los servicios siguientes.”

Diversos estudios han corroborado que el porcentaje de ovulaciones y por ende, la fertilidad en un hato están directamente afectadas por la presentación de signo de celo y en menor grado por el tratamiento hormonal utilizado o los tiempos fijos de IA aplicados (Martínez *et al.*, 2001); (Zarco *et al.*, 2001).

La formulación para el uso de los protocolos en el presente trabajo fueron basados en que durante los últimos años se han utilizado cada vez más tratamientos con progesterona y estradiol en programas de sincronización de celo en ganado bovino de carne y leche (Baruselli, 2004; Bo, 2002; Bo, 2007; Cavalieri, 2006; Macmillan, 1993; Macmillan, 1996; Martínez, 2002). En donde el uso de progesterona consisten en proporcionar una fase lútea artificial, la P4 suprime el estro, favorece y mejora la expresión del celo después de su uso (Vailes, 1992; García-Ispuerto, 2010) y favorece la posterior ovulación (Galvao *et al.*, 2010).

Los protocolos basados en el uso de P4 y al hecho de que las vacas muy productoras tienen un alto aclaramiento hepático de hormonas esteroides (Sansritavong, 2002; Wiltbank, 2006), parecen ser más efectivos que los protocolos basados en GnRH, el éxito de los protocolos con P4 se ha comprobado tanto en animales ciclando normalmente como en aquellos que no estaban ciclando, y en vacas y novillas caso contrario se da en los protocolos basados en GnRH.

Los tratamientos consisten en la inserción de un dispositivo de liberación de progesterona y en la administración de estradiol el Día 0 (para sincronizar la emergencia de la onda folicular y evitar el desarrollo de folículos persistentes), PGF al momento de la remoción del dispositivo los Días 7 u 8 (para asegurar la luteólisis) y la subsiguiente aplicación de una dosis menor de estradiol 24 h más tarde o GnRH/LH 48 a 54 h más tarde para sincronizar la ovulación. Los productores de leche de todo el

mundo utilizaron estos protocolos y obtuvieron tasas entre 35 y 55 %. Las tasas de preñez estuvieron principalmente influenciadas por el score de condición corporal, los días en lactancia de los animales sincronizados y la producción de leche de las vacas.

En otro estudio Bo et al., 2001, dicen que “existen actualmente en el mercado dispositivos eficientes que liberan P4 y que son mantenidos en la vagina por un período de 7 u 8 días). El tratamiento comúnmente que se utilizaba consistía en administrar 2 mg de benzoato de estradiol (EB) por vía intramuscular (im) junto con la inserción del dispositivo en lo que nosotros denominamos el Día 0 del tratamiento; en el Día 7 u 8, se extrae el implante se aplica PGF im y 24 h después se administra 1 mg de EB im. Se realiza IATF entre las 52 y 56h de la remoción del dispositivo (Cutaia, 2001). La función fundamental de la aplicación de estrógenos en el inicio del tratamiento es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad (Bo et al., 2002; Martínez, 2000). Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los 4 días (Moreno et al., 2001) se asegura de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo (Bo et al., 1995; Bo et al., 2002).

Al iniciar el tratamiento la combinación del estradiol con la progesterona, al tercer o cuarto día produce la emergencia de una nueva onda folicular; y al retiro del dispositivo de progesterona, el estradiol incita la descarga de LH lo que logra ovulaciones sincronizadas de las hembras bovinas tratadas. (Bo et al. (1994); Bo et al.

(1995); Cutaia et al. (2003); Galvao et al. (2004); Kesler et al. (1996); Lemon (1975); Macmillan et al. (1993)

Según Manes (2007), Si no se aplicase estradiol al inicio de un tratamiento con progesterona, se obtendría una baja sincronización de las ondas foliculares con una baja tasa de fertilidad, de acuerdo a Bigelow *et al.* (1998); Sirois *et al.* (1990), reportaron que por un lado muchos folículos persistirían en el tiempo con ovocitos que retoman su meiosis antes de la ovulación con su consecuente baja fertilidad) y por el otro, la sincronización del celo dependería más del día en el ciclo estral en que la fuente de progesterona fue aplicada (regresión de la primera onda folicular, día 11) que de un mecanismo fiable para realizar una IATF Madero *et al.* (2007).

La administración de estradiol al inicio y al final de un tratamiento para inducción de la ovulación acompañada con progesterona es de gran importancia en un programa de IATF para lograr buenas tasas de fertilidad. Cesaroni *et al.* (2007).

Por lo tanto, un programa de IATF puede aumentar el nivel de sincronización del estro y la ovulación en una explotación, incluyendo vacas cíclicas y no cíclicas (Yániz 2004, Macmillan, 2010)

5. Artículo: evaluación de dos protocolos para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) bajo condiciones de trópico amazónico colombiano

5.1 Resumen

Se evaluaron dos protocolos para IATF en vacas doble propósito bajo condiciones del trópico amazónico colombiano empleando como variables protocolarias benzoato de estradiol y cipionato de estradiol. Se seleccionaron 40 vacas doble propósito de biotipo cebú comercial, de edades entre 3 y 6 años, con condición corporal entre 3.5 y 4 dentro de una escala de 1 a 5 y entre 1 y 4 partos, ubicadas en la explotación pecuaria el Porvenir del municipio El Doncello departamento de Caquetá.

Se definieron 2 tratamientos así: Tratamiento 1 (T1): Benzoato de estradiol (BE) (n=20): el día 0 se insertó un dispositivo intra vaginal de progesterona (P_4) y se aplicó 2 ml de BE; el día 7 se retiró el dispositivo y se aplicó 2 ml de Cloprostenol sódico; el día 8 se aplicó 1 ml de BE. Tratamiento 2 (T2): Cipionato de estradiol (CP) (n=20): el día 0 se insertó un dispositivo intra vaginal de progesterona (P_4) y se aplicó 2 ml de BE, el día 7 se retiró el dispositivo y se aplicó 2 ml de Cloprostenol, más 1 cc de CP, el día 8 se aplicó 2,5 ml de eCG, 48 - 50 horas después de retirar los dispositivos se realizó la IA. Se diagnosticó la preñez mediante ecografía transrectal a los 45 días después de la IATF.

No se observó diferencia significativa en las tasas de preñez de acuerdo al tipo de sal de estradiol administrada al finalizar un tratamiento para inducir la ovulación con un dispositivo intra vaginal con progesterona.

Palabras claves: Inseminación, artificial, estradiol, protocolos.

5.2 Abstract: Evaluation Of Two Protocols For “FTAI” (Fixed Time Artificial Insemination) Under Colombian tropical Amazonian Conditions

The aim of this study was to evaluate two protocols for fixed time artificial insemination - *FTAI* -, in dual purpose cows under Colombian tropical conditions using as protocol variables estradiol benzoate and estradiol cypionate. 40 dual purpose cows of commercial zebu biotype were selected, from 3 to 6 years old, with body conditions between 3.5 and 4 on a scale of 1 to 5 and between 1 to 4 births; located at Porvenir livestock farm in the town of El Doncello, Caquetá state.

Two treatments were defined as follows: T1, estradiol benzoate (sincrodiol), (n = 20); on day zero (0) the DIB was inserted and 2 ml of sincrodiol were applied; on day eight (8), 2 ml of Cloprostenol (sincrocio) were applied; on day nine (9), 1 ml of sincrodiol was applied, 30 hours after the latter was applied, the FTAI occurred. T2, estradiol cypionate (sincrocip) (n = 20) on day zero (0) DIB was inserted and applied 2 ml of sincrodiol; day eight (8) was applied 2 ml of Cloprostenol (sincrocio) plus 1 cc of estradiol cypionate, the day nine (9) was applied 2.5 ml of EGC (novormón), 30 hours

after application of the latter, the FTAI occurred. Pregnancy was diagnosed by transrectal ultra sonography 45 days after FTAI.

In conclusion, there was no significant difference in pregnancy rates according to the type of salt estradiol administered at the end of treatment for ovulation induction with intravaginal progesterone device.

Key words: Insemination, artificial, estradiol, protocols.

5.3 Introducción

Las biotecnologías reproductivas en la especie bovina han tenido un gran avance durante las últimas décadas con la utilización de técnicas reproductivas económicas y de fácil adquisición para mejorar la eficiencia de los parámetros productivos y reproductivos de los hatos ganaderos. Los programas reproductivos en las ganaderías de doble propósito tienen como objeto el mejoramiento de los índices reproductivos a valores deseables descritos en un intervalo parto concepción (IPC) (< a 90 días) y un intervalo entre partos (≤ 13 meses) (Munro, 1987; Reagan, 1993; Soto, 1998).

Las causas que impiden alcanzar estos parámetros reproductivos están relacionadas principalmente con el retardo en el reinicio cíclico de la actividad ovárica post parto (anestro posparto) y a fallas en la detección del celo (Gutiérrez & Tenhagen, 2005; Galina & Arthur, 1990; La Torre, (2001). Según Vishwanath, R. (2003) ha considerado esta causa como la principal responsable del incremento de los días abiertos tanto en programas de Inseminación artificial (IA) como cuando se realiza la intervención en la dinámica folicular, ya que no permite un adecuado control sobre el intervalo entre el tratamiento de sincronización y la ovulación (Fortune *et al.*, 1991; Kastelic, 1990; Thatcher, 1996).

Según Bo, (2006), la dinámica en las ondas foliculares puede afectar la sincronía del celo después de un tratamiento con prostaglandina y la respuesta súper ovulatoria

después de una con gonadotropina. De igual forma, los progestágenos controlan la fase luteal del ciclo estral, pero la sincronía del celo y la ovulación después de la remoción depende del control del desarrollo folicular. Se ha demostrado que los estrógenos administrados cuando existen elevados niveles de progesterona inducen la regresión folicular y la emergencia de una onda folicular sincrónica, mientras que la administración en bajos niveles induce liberación de hormona luteinizante (LH) y la ovulación.

Con base en lo anterior, se han desarrollado estrategias basadas en la aplicación de compuestos hormonales para la sincronización de celos en programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) para controlar el momento del celo y por tanto, el momento de la ovulación (Larson & Ball., 1992). La caracterización de la dinámica folicular del bovino mediante ultrasonografía ha generado bases para la manipulación farmacológica del ciclo estral y así lograr la sincronización de la ovulación en un tiempo predecible e inseminar a tiempo predeterminado (Alonso *et al.*, 2007).

Los protocolos de IATF combinan diferentes hormonas que controlan la duración del celo y la dinámica folicular. En ganaderías doble propósito se basan en el uso del dispositivo intravaginal impregnado de progesterona (P4), con benzoato o cipionato de estradiol y prostaglandina. De igual forma, se han utilizado cada vez más tratamientos con progesterona y estradiol en programas de sincronización de celo en ganado bovino de carne y leche (Baruselli, 2004; Bo, 2002-2003; Bo, 2007; Cavalieri, 2006; Macmillan, 1993; Macmillan, 1996; Martínez, 2002).

El uso de progesterona consiste en proporcionar una fase lútea artificial ya que suprime el estro, favorece y mejora la expresión del celo después de su uso (Vailes, 1992; García-Ispuerto, 2010) y favorece la posterior ovulación (Galvao & Santos, 2010). La función fundamental de la aplicación de estrógenos en el inicio del tratamiento es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad (Bo *et al.*, 2002; Martínez, 2000). Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular, a los 4 días se asegura de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo (Bo *et al.*, 1995; Bo *et al.*, 2002; Moreno *et al.*, 2001).

Al iniciar el tratamiento, la combinación del estradiol con la progesterona, al tercer o cuarto día produce la emergencia de una nueva onda folicular; y al retiro del dispositivo de progesterona, el estradiol incita la descarga de LH lo que logra ovulaciones sincronizadas de las hembras bovinas tratadas (Bo *et al.*, 1995; Bo *et al.*, 1994; Cutaia *et al.*, 2003; Galvao *et al.*, 2004; Kesler *et al.*, 1996; Lemon 1975; Macmillan *et al.*, 1993).

Gordon *et al.* (2000), plantean que durante la fase folicular, el estradiol es un factor mitógeno muy importante para la multiplicación celular de la granulosa, células que van a dar origen a las células grandes del CL y que además producen el 80 % de la progesterona, sin ser su producción dependiente de la LH (Fields *et al.*, 1996; Gordon *et al.*, 2000). Luego de la ovulación, las células chicas del CL que tienen su

origen en las células de la teca interna multiplican su número por 5 a través de la estimulación de la LH, a su vez segregada por el feed back positivo del estradiol (Fields *et al.*, 1996; Gordon *et al.*, 2000). La administración de estradiol al inicio y al final de un tratamiento para inducción de la ovulación acompañada con progesterona es de gran importancia en un programa de IATF para lograr buenas tasas de fertilidad (Cesaroni *et al.*, 2007). Por lo tanto, un programa de IATF puede aumentar el nivel de sincronización del estro y la ovulación en una explotación, incluyendo vacas cíclicas y no cíclicas (Yániz, 2004; Macmillan, 2010).

Por tal motivo, el presente estudio tuvo como objeto evaluar dos protocolos de sincronización de celos a base de benzoato de estradiol y cipionato de estradiol en vacas cruzadas de tipo doble propósito en programas de inseminación artificial a tiempo fijo bajo condiciones del trópico amazónico colombiano.

5.4 Materiales Y Métodos

El presente estudio fue desarrollado en la explotación pecuaria el Porvenir, ubicada en el municipio de El Doncello departamento de Caquetá (Colombia), la cual se encuentra certificada libre de brucelosis y tuberculosis bovina. La región se caracteriza por una precipitación media anual de 3300 mm durante todo el año, con una temperatura promedio de 24°C, una altura de 450 msnm, y 80% de humedad relativa (HR), presentando un clima de bosque húmedo tropical (BHT).

5.4.1 Selección de animales y manejo

Se utilizaron 40 hembras bovinas cebú comercial (cruce *Bos indicus* x *Bos Taurus*) de tipo doble propósito, las cuales fueron seleccionadas teniendo en cuenta las siguientes características: un rango de edad entre 3 y 6 años, condición corporal entre 3,5 y 4 (dentro de una escala de 1 a 5), número de partos (entre 1 a 4). Las vacas fueron valoradas reproductivamente mediante un chequeo ginecológico antes del inicio del tratamiento (día 0), seleccionando vacas cíclicas por la presencia de cuerpo lúteo funcional y tamaño de folículos (diámetro ≥ 8 mm) utilizando un ecógrafo (Mindray DP - 2200) con un transductor de 5 MHz. De igual forma, las vacas fueron seleccionadas teniendo en cuenta las condiciones sanitarias basado en vacunaciones contra brucelosis, aftosa y leptospirosis.

Las vacas fueron mantenidas bajo un plan nutricional basado en pastoreo (*Brachiaria decumbens*) y suplementado con ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum hybridum*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

5.4.2 Inseminación artificial a tiempo fijo

Las vacas fueron distribuidas aleatoriamente en dos grupos para ser evaluadas de acuerdo a los siguientes protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo:

Tratamiento 1 (T1): Benzoato de estradiol (BE) (Sincrodiol®) (n=20): el día 0 se insertó un dispositivo intravaginal de progesterona (P₄) (Sincrogest®) y se aplicó 2 ml de Sincrodiol®; el día 7 se retiró el dispositivo y se aplicó 2 ml de Cloprostenol sódico (Sincrocio®); el día 8 se aplicó 1 ml de Sincrodiol®.

Tratamiento 2 (T2): Cipionato de estradiol (CP) (Sincrocp®) (n=20): el día 0 se insertó un dispositivo intravaginal de progesterona (P₄) (Sincrogest®) y se aplicó 2 ml de Sincrodiol®, el día 7 se retiró el dispositivo y se aplicó 2 ml de Cloprostenol sódico (Sincrocio®) más 1 cc de Sincrocp®, el día 8 se aplicó 2,5 ml de eGC (Novormón®).

Las vacas fueron inseminadas a las 48 – 50 horas de retirado el dispositivo empleando pajillas de semen (0,5 ml) de un toro de calidad comprobada (Reward®). La determinación de la preñez fue realizada a los 45 días post inseminación mediante palpación rectal y confirmación ecográfica.

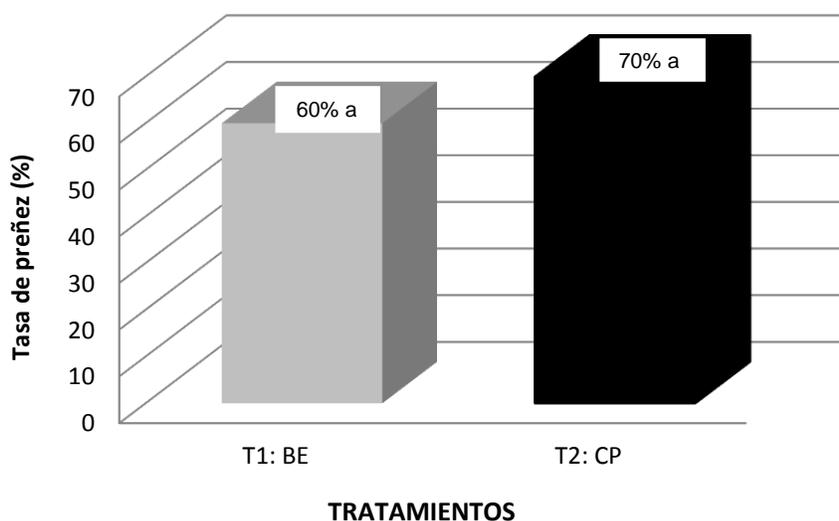
5.4.3 Análisis estadístico

Se evaluó el efecto de los protocolos de IATF (BE y CP) sobre los porcentajes de preñez a la IATF. Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS (*Statistical Analysis System, versión 9,1*), con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0,05$) y se realizó una prueba de medias múltiples de Tukey. Finalmente, se determinó la distribución frecuencial de variables como edad, condición corporal y número de partos sobre la tasa de preñez de los tratamientos.

5.5 Resultados

No se observó un efecto significativo de los tratamientos ($P>0,05$) sobre el porcentaje de preñez (Grafica 1). Aunque el grupo de animales a los que se les administró el cipionato de estradiol se preñaron en mayor proporción (70 %).

Figura 1. Porcentajes de preñez de los protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo con benzoato y cipionato de estradiol.



*Valores con superíndices similares no difieren ($P>0,05963$).

No se observó un efecto significativo de cada uno de los tratamientos de acuerdo al número de partos (primípara y múltipara) de las vacas que fueron sometidas a los diferentes tratamientos ($P>0,05$; Tabla 1). Sin embargo, el grupo de vacas múltiparas presentaron mayores porcentajes de preñez en los dos tratamientos.

Tabla 1. Porcentajes de preñez de novillas y vacas tratadas con dos protocolos de IATF a base de benzoato y cipionato de estradiol.

| | Porcentajes de preñez | |
|------------------|-----------------------|---------------------|
| | Tratamiento 1 BE | Tratamiento 2 CP |
| | % (n) | % (n) |
| Vacas primíparas | 38 a (3/8) | 67 a (4/6) |
| Vacas múltiparas | 75 a (9/12) | 71 a (10/14) |

*a Valores en la misma columna con letra similar no difieren estadísticamente entre sí ($P \geq 0.05$).

La tabla 2 muestra los porcentajes de preñez de acuerdo a la distribución de frecuencias de los animales en variables como: edad, condición corporal y número de partos. Cabe mencionar que debido al poco número de animales para cada una de las variables, los datos se presentan de forma descriptiva.

Se encontró que los porcentajes de preñez respecto a la edad de las vacas tratadas presentan una variabilidad en sus valores. En cuanto a la condición corporal se observó que los animales con un score de 3 presentaron mejores porcentajes de preñez para los dos tratamientos y su respuesta se vio disminuida a medida que aumenta el grado de condición corporal. Finalmente, como se describió anteriormente el grupo de animales con múltiples partos presentan mayor proporción de vacas con preñez, pero este valor disminuye de forma gradual al aumentar el número de partos.

Tabla 2. Porcentajes de preñez de acuerdo a la distribución de frecuencias de edad, condición corporal y número de partos

| | T1 | | T2 | |
|---------------------------|-----|------|-----|------|
| | % | (n) | n | (%) |
| Edad | | | | |
| 3 | 0 | 0/3 | 0 | 0/1 |
| 4 | 63 | 5/8 | 88 | 7/8 |
| 5 | 50 | 1/2 | 50 | 3/6 |
| 6 | 86 | 6/7 | 80 | 4/5 |
| Condición corporal | | | | |
| 3 | 100 | 1/1 | 100 | 1/1 |
| 3,5 | 64 | 9/14 | 80 | 8/10 |
| 4 | 40 | 2/5 | 56 | 5/9 |
| Número de partos | | | | |
| 1 | 38 | 3/8 | 67 | 4/6 |
| 2 | 86 | 6/7 | 78 | 7/9 |
| 3 | 67 | 2/3 | 60 | 3/5 |
| 4 | 50 | 1/2 | | |

5.6 Discusión

Los sistemas de producción bovino de doble propósito ubicados en el trópico húmedo colombiano se ven influenciados por factores de manejo, nutricionales y reproductivos entre ellos el pastoreo intensivo, baja calidad de los forrajes y el amamantamiento durante el ordeño; lo cual, puede afectar el balance energético incidiendo de forma negativa en la reproducción y por ende en sus parámetros productivos. La influencia de los climas tropicales incide directamente en la aciclicidad posparto, lo que hace factible que los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo logren un control hormonal del ciclo y mejoren estos indicadores (Sá Filho, 2010; Bo et

al., 1995; Bo *et al.*, 1994; Cutaia *et al.*, 2003; Galvao *et al.*, 2004; Kesler *et al.*, 1996; Lemon, 1975; Macmillan *et al.*, 1993).

Por tal motivo, la eficacia de los protocolos con base en progesterona y estrógenos para la sincronización del reclutamiento de una nueva onda folicular y proporcionar satisfactorias, donde las tasas de ovulación están alrededor del 90% y las de preñez cercanas al 50% tanto en vacas cíclicas como anéstricas, se ven influenciadas por la condición ovárica al momento de iniciar el protocolo, ya que las variaciones al inicio de la nueva onda afecta los folículos observándose diferencias en tamaño, madurez y capacidad esteroidogénica (Galina *et al.*, 2008; Bridges, 2010). Farmacológicamente, los estrógenos estimulan la foliculogénesis y son esenciales para desencadenar el pico preovulatorio de LH.

En este estudio se usaron los protocolos basados en la sincronización de la emergencia de una onda folicular con progesterona más estradiol y los porcentajes de preñez obtenidos para BE fueron de 57 y 69,3 % para el CPE. Estos valores se encuentran dentro del valor promedio descritos por otros autores (Cesaroni *et al.*, 2000; Colazo *et al.*, 2004; Macmillan y Fielden, 1970; Macmillan y Peterson, 1973; Ross, 2004).

Es de anotar que los ésteres de estradiol utilizados en el estudio presentan una distinta farmacocinética. El CE está formado por esterificación del estradiol por ácido propiónico ciclopentano, lo que resulta en una baja solubilidad en agua y por

consiguiendo una liberación más lenta desde el sitio de administración y una actividad biológica prolongada comparada con el BE. Esta hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico ha sido desarrollada para optimizar los resultados de los tratamientos con progestágenos en bovinos (Buttler *et al.*, 2011). Según Soria, (2013), la diferencia radica en la duración del compuesto en el organismo, ya que el BE dura un máximo de 36 horas mientras que el CPE entre 7-8 días. Por otro lado, la concentración del CPE es mayor en plasma sanguíneo debido al tamaño de la molécula y su lenta metabolización hepática con respecto al BE (Manes *et al.*, 2007; Ross, 2000; Cavalieri *et al.*, 2002; Cutaia *et al.*, 2001; Cutaia *et al.*, 2005b). Por otro lado, el pico de anticipación de LH, es otra de las diferencias en la farmacocinética de los ésteres de estradiol, ya que son los responsables de la mayor liberación de LH y la duración de los picos de LH de los animales tratados con BE.

Comparando las tasas de preñez a nivel general observados en este trabajo se lograron resultados que coinciden con los índices de preñez superiores al promedio (51,3%), como lo manifiestan Bo *et al.* (2003) en animales *Bos indicus*. Sin embargo, Chesta *et al.* (2009) obtuvo resultados inferiores en novillas cruzadas con *Bos indicus* obteniendo porcentajes de preñez de 55,5 y 57,4 % de preñez cuando utilizaron 0,5 y 1 mg de CPE al retiro del dispositivo, respectivamente. En otro estudio, Jordán *et al.* (2008), reportaron porcentajes de preñez de 56 % con CE y 46 % para BE. Por otro lado, Ross *et al.* (2004), encontraron que los valores para el BE pueden variar entre el 45 y 47,5 %, valores inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

En cuanto a los porcentajes de preñez obtenidos en nuestro estudio según la categoría del parto, las vacas primíparas tratadas con CPE obtuvieron tasas superiores de preñez frente a las de BE, sin diferencias significativas; lo cual concuerda con lo reportado por Gutiérrez (2006), quien no encontró un efecto significativo del número de partos con valores de 80,9 % para las primíparas y de 76% para las multíparas. Por otro lado, Butler *et al.*, (1989) comparó la tasa de preñez y las vacas primíparas obtuvieron un menor valor, lo cual concuerda con lo obtenido en nuestro estudio. Sin embargo, Torquati *et al.*, (2011) encontraron diferencias significativas con valores de 48,2 % para BE y de 53 % para CPE. Según Gutiérrez *et al.* (2006), afirma que las hembras primíparas en ganaderías doble propósito presentan mayores IEP y por consiguiente su eficiencia reproductiva es menor, por lo tanto su respuesta a los tratamientos son más bajos. En cuanto a los porcentajes de preñez según el efecto de la edad de la vaca, según Chimondeguy (2010), observó un efecto significativo ($P < 0,05$) (> 4 años: 32,0 % vs ≤ 4 años: 51,9 %), concluyendo que el rango de edad de la vaca afecta el porcentaje de preñez. Bó *et al.* (2003) y Cutaia *et al.* (2003), recomiendan que la condición corporal de las hembras bovinas sometidas a un programa de IATF presenten un valor entre 2,5 a 3 para lograr resultados satisfactorios. Debido al bajo número de animales muestreados en nuestro estudio no se puede analizar el efecto de las variables. Por tal motivo, es necesario adelantar estudios con *Bos Indicus* bajo condiciones de trópico colombiano para entender el proceso fisiológico y reproductivo y lograr mejorar los índices productivos y reproductivos mediante la implementación de protocolos de IATF eficientes.

6. Conclusiones

Los tratamientos de sincronización estudiados demostraron que controlan la fase folicular y luteal del ciclo estral eliminando la necesidad de detectar el celo en los programas de IA. El uso de los tratamientos con benzoato y cipionato de estradiol aplicado al retirar un dispositivo con progesterona pueden obtener resultados favorables en índices de preñez en vacas doble propósito bajo condiciones del trópico colombiano. Sin embargo, es necesario tener en cuenta la condición corporal de los animales, ya que puede ser un factor determinante en el éxito de los protocolos.

Protocolos de IATF que utilizan dispositivos con P4 y sales de estradiol (benzoato y cipionato) en animales *Bos indicus* (cebú comercial) bajo condiciones de trópico permiten mejorar el desempeño reproductivo, gracias a su efecto sobre la frecuencia de pulsaciones de LH, crecimiento folicular y ovulación.

Los protocolos de IATF evaluados en el presente trabajo permiten disponer de una herramienta biotecnológica reproductiva de manera exitosa teniendo en cuenta factores como la alimentación, ciertas prácticas de manejo (amamantamiento temporal, caracterización de la condición corporal y planes sanitarios (vacunaciones reproductivas) específicos para la zona además de tener en cuenta variables como la ciclicidad de los animales, edad y número de partos, que nos permita mejorar los parámetros zootécnicos que tienen gran impacto en los sistemas de producción ganadera doble propósito en el trópico colombiano.

7. Recomendaciones

Es necesario evaluar otros protocolos de sincronización a la IATF bajo condiciones del trópico colombiano con el fin de mejorar los indicadores reproductivos. De igual forma, se requiere evaluar el efecto de variables como categoría del parto (primíparas y multíparas), edad y condición corporal.

Para mejorar la eficiencia reproductiva de las explotaciones ganaderas y obtener mejores rendimientos es necesario implementar prácticas de manejo eficaces como una nutrición balanceada y programa sanitario completo con el fin de incorporar biotecnologías reproductivas acordes a los sistemas de producción.

Referencias

- [1] ALONSO A. L., C.S. GALINA, M. MAQUIVAR, J.J. ROMERO, I. MOLINA Y P. CARVAJAL. 2009. Evaluación de la fertilidad de hembras bos indicus, de acuerdo a la intensidad del celo, manejadas en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en condiciones de trópico. FCV-LUZ / Vol. XIX, N° 6, 639 – 644.
- [2] PALMA, G. A. 2008. Biotecnología de la reproducción. Argentina, Pugliese y Siena, segunda edición.
- [3] ASCOLI, M & SEGALOFF, DL. 1996 Hormonas *adenohipofisarias* y sus factores liberadores hipotalámicos”. 9a Edición. Editorial Panamericana.
- [4] CUNNINGHAM, JG. Fisiología veterinaria. Segunda Edición. Edición Interamericana McGraw-Hill. 1997.
- [5] ECHEVERRÍA, J. Endocrinología reproductiva: Prostaglandina F2 en vacas. Revisión bibliográfica - Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 01, Enero/2006, veterinaria.org® - Comunidad Virtual Veterinaria.org® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
- [6] ECHEVERRÍA, J. Endocrinología Reproductiva: Oxitocina. Revisión bibliográfica Boletín técnico elaborado para Laboratorio Chem Stolz S.R.L. 2004a
- [7] ECHEVERRÍA, J. Endocrinología Reproductiva: Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). Revisión bibliográfica. Boletín técnico elaborado para Laboratorio Biogénesis S.A. 2004b.
- [8] ECHEVERRÍA, J. Aspectos farmacológicos en el control del ciclo estral de la perra. Revisión bibliográfica. REDVET. 2005^a.
- [9] ECHEVERRÍA, J. Endocrinología Reproductiva: Benzoato de estradiol. Revisión bibliográfica. Boletín técnico elaborado para Laboratorio Biogénesis S.A. 2005b.
- [10] VAN DEN HURK R, ZHAO J. Formation of mammalian oocytes and their growth, differentiation and maturation within ovarian follicles. Theriogenology 63:1717-1751. 2005.
- [11] MATZUK, M.M., BURNS, K.H., VIVEIROS, M.M., AND EPPIG, J.J. Intercellular communication in the mammal an ovary: oocytes carry the conversation. Science 296: 2178-2180 (2002)

[12] OLIVERA, A, Martha; TARAZONA M, Ariel; RUIZ C, Tatiana e. GIRALDO E, Carlos. Vías implicadas en la luteólisis bovina. *Rev Colom CiencPecua* [online]. 2007, vol.20, n.3 [citado 2013-02-22], pp. 387-393.

[13] OLIVERA A, Martha; TARAZONA M, Ariel; RUIZ C, Tatiana and GIRALDO E, Carlos. Vías implicadas en la luteólisis bovina. *Rev Colom CiencPecua* [online]. 2007, pp. 387-393. ISSN 0120-0690.

[14] WILTBANK, M.C. How information of hormonal regulation of the ovary has improved understanding of times breeding programs. Proceeding of the Annual Meeting of the Society for theriogenologypp 83 - 97.1997.

[15] WILTBANK MC, OTTOBRE JS. Regulation of intra luteal production of prostaglandins. *ReprodBiolEndocrinol*, 1:91. 2003.

[16] WILTBANK, M; LOPEZ, H; SANGSRITAVONG, S; GUMEN, A: Cambios en la fisiología reproductiva de vacas lactantes lecheras con metabolismo elevado por esteroides, *Theriogenology* 2006, 65: 17-29

[17] BO, G.A., CACCIA, M., TRÍBULO, H., ADAMS, G.P., PIERSON, R.A., MAPLETOFT, R.J. 1994. Synchronous ovulation in heifers treated with E-17 β and CIDR-B vaginal devices. *Proc Can SocietyAnimSci*, Regina, SK, 1994, 284 abstr.

[18] BO, G.A., COLAZO, M.G.; MARTÍNEZ, M.F.; KASTELIC J.P. Y MAPLETOFT, R.J. Sincronización de la emergencia de la onda folicular y la ovulación en animales tratados con progestágenos y diferentes esteres de estradiol *biotecnología da reprodução em bovinos (2o simposio internacional de reprodução animal aplicada).2006.*

[19] SHIBAYA M, MURAKAMI S, TATSUKAWA Y, SKARZYNSKI DJ, ACOSTA TJ, OKUDA K. Bovine corpus luteumisanextrapituitarysite of prolactin production. *Mol ReprodDev*. 2006 Apr; 73(4):512-9.

[20] HUANCA L, Wilfredo. Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras. *Rev. investig. vet. Perú*. [online]. jul./dic. 2001, vol.12, no.2 [citado 13 Febrero 2013], p.161-163.

[22] GINTHER, O.J.; J.P. KASTELIC; L. KNOPF. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Anim. Reprod. Sci*. 20: 187-200. 1989.

[23] ADAMS, G.P.; R.L. MATTERI; J.P. KASTELIC; J.CH. KO; O GINTHER. Association between surges of follicle stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J. Reprod. Fert*. 94: 177. 1992.

[24] LA TORRE, Walter. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Rev. investig. vet. Perú*. [online]. jul./dic. 2001, vol.12, no.2 [citado 12 Febrero

2013], p.179-184. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200022&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1609-9117.

[25] PLASSE, D., WARNICK, A.C. AND KOGER, M. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV Length of estrous cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. *J. Anim. Sci.* 30:63.1970.

[26] BACA, Fuentes, J.R. Comportamiento reproductivo de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* bajo programas de inseminación artificial a estro sincronizado y natural en condiciones del trópico seco de Costa Rica. *Vet. Mex.* 29: 67. 1998.

[28] V. GONZÁLES HENAO, G. Y. Relación de la variación del peso vivo y de la condición corporal con la dinámica folicular posparto en vacas Cebú primerizas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 61(1): 4394-4399. 2008.

[29] GONZÁLEZ-STAGNARO, C., Goicochea, J. y Ramírez, L. Integración de la determinación de progesterona en programas de diagnóstico y control de la reproducción en vacas mestizas. En *Ganadería mestiza de doble propósito*. C. González-Stagnaro y E.Soto Belloso (ed). Ed. Astro Data Maracaibo. pp. 205 – 231. 1992.

[29] RODRÍGUEZ, Hernández T. *Momento óptimo de inseminación artificial en celo natural y sincronizado en bovinos. En: Reproduccion Bovina. GIRARZ. 2001. Cap XVII.*

[30] RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, T. Y HERNÁNDEZ, C. Efecto del momento de I.A. y temperatura rectal sobre la fertilidad en vacas. En VI Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal. pp. 06 1990.

[31] JAUME, C.M., LEAL, J.A., PÉREZ, Z., BRUSCHI, J.M., DE CARVALHO, M.R. DE, VILLAS NOVAS, J.C. AND MEGALE, F. Duration of oestrus and time of ovulation in cross breed Friesian x Cebú heifers with or without synchronization of oestrus In 9 International Congress on Animal Reproduction and A.I. Madrid Vol. 37. 1981.

[32] WILLIAMS, GL. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *J AnimSci* 68:831-852. 1990.

[33] GONZÁLEZ, R.; SOTO, E.; PORTILLO, G.; RAMÍREZ, L. Uso de los dispositivos intravaginales CIDR para el tratamiento del anestro en vacas mestizas doble propósito. *Rev. Cient. F.C.V. L.U.Z.* VIII (1):84-86. 1998.

[34]SALISBURY, G.W., VANDEMARK, N.L. Y LODGE, J.R... *Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bovinos. Ed. Acribia. Madrid. 831 p.1978.*

[35] PATTERSON, DJ, SL WOOD, FN KOJIMA, AND MF SMITH. Current and emerging methods to synchronize estrus with melengestrol acetate. In:

49^aAnnualBeefCattle Short CourseProceedings “Biotechnologies of Reproductivebiology”. Pp. 45-66.Univesity of Florida, Gainesville. 2000.

[36] GUTIÉRREZ, J.C. PALOMARES-NAVEDA, R. SANDOVAL, J.; SÁNCHEZ, A.; PORTILLO, G. Y SOTO, E. Uso del protocolo ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito using of ovsynchprotocol in anoestrus control in dual purposecrossbredcows, Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XV, N° 1, 7-13, 2005.

[37] RANDEL, R.D. Estudios endocrinológicos sobre la fisiología reproductiva de la hembra cebú. . CADIA Año 2 N° 3 pp: 8-17. 1986.

[38] BARUSELLI, PS, SALES, JNS, CREPALDI, GA, SÁ FILHO, MF, CARVALHO, JBP AND BO, G.A. Fixed-time artificial insemination in cycling and noncycling *Bos indicus* beef heifers. 2008. Proceedings of the 16 th International Congress on Animal Production. 13-17 July 2008 Budapest Hungary: Workshop abstracts WS02. 2008.

[39] CHENAULT, J. R., THATCHER, W. W, KALRA, P. S., ABRAMS, R. M. AND WILCOX, C. J. Transitory changes in plasma progestins, estradiol, and luteinizing hormone approaching ovulation in the bovine. *J. Dairy Sci.* 58:709. 1975.

[40] DIAZ, Zambrano T. protocolo para la sincronización del celo y la ovulación en bovinos. En: Reproduccion *Bovina*. GIRARZ. 2001. Cap XIX.

[41] DE ONDIZ, A.; PEREA, F.; CRUZ, R.; PORTILLO, G.; SOTO, E. Evaluación ultrasonográfica del crecimiento del folículo ovulatorio en vacas anéstricas mestizas cebú post-tratamiento con Norgestomet y eCG. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 10 (1): 20-23. 2002.

[42] GEARY, T.W.; WHITTIER, J.C.; DOWNING, E. R.; LEFEVER, D.G.; SILCOX, R.W.; HOLLAND, M.D.; NETT, T.M.;NISWENDER, G.D. Pregnancy rates of postpartum beef cows that were synchronized using Syncro-Mate-B® or the Ovsynch protocol. *J. Anim. Sci.* 76: 1523-1527. 1998

[43] PURSLEY, J.R.; MEE, M.O.; WILTBANK, M.C. Sinchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 and GnRH. *Theriogenol*, 44: 915-923. 1995

[44] MATEUS, L.; DA COSTA, L.L.; BERNARDO, F.; SILVA, J.R. Influence of puerperal uterine infection on uterine involution and postpartum ovarian activity in dairy cows. *ReprodDomAnim.* 37(1):31-35. 2002.

[45] SAVIO, J.D., TATCHER, W.W., BADINGA, L., DE LA SOTA, R.L., WOLFENSON, D. 1993.Regulation of dominat follicle turn over during the oestrouscycle in cows. *J. Reprod.Fertil.* 97, 197-203

- [46] STOCK, A.E., FORTUNE, J.E. 1993. Ovarian follicular dominance in cattle: relationship between prolonged growth and the ovulatory follicle and endocrine parameters. *Endocrinology* 132, 1108-1114.
- [47] LÓPEZ, O.; LAMELA, L. & SÁNCHEZ, TANIA. Diagnóstico de la eficiencia reproductiva de los rebaños lecheros y factores que la afectan. *Pastos y Forrajes*. 26:1. 2003
- [48] MUNRO, P.K. Factors affecting oestrus response and calves rates following 7- day intravaginal progesterone treatment of cattle. *Austr. Vet. J.* 64 (6):192-194. 1987.
- [49] REAGAN BROKS. Transferencia de Embriones. Aplicaciones para un programa exitoso. Texas ARM. University Collage Station, Texas, EE.UU. 1993.
- [50] SOTO, E.; GONZÁLEZ, R.; PORTILLO, G.; RAMÍREZ, L. Uso de los dispositivos intravaginales CIDR para el tratamiento del anestro en vacas mestizas doble propósito. *Rev. Cient. F.C.V. L.U.Z.* VIII (1):84-86. 1998
- [51] GALINA, C.S.; ARTHUR, G.H. Review on Cattle Reproduction in the Tropics. Part 4. Oestrous Cycles. *Anim. Breed. Abst.* 58:697-707. 1990.
- [52] VISHWANATH, R. Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenol.* 59:571-584. 2003.
- [53] FORTUNE, J.E., J. SIROIS, AM. TURZILLO, M. LAVOIR. 1991. Follicle selection in domestic ruminants, *J. Reprod. Fertil. Supl.* 43:187-198.
- [54] KASTELIC, J.P, L. KNOFF, O.J. GINTHER. Effect of day of prostaglandin F2alpha treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers, *Anim. Reprod. Sci.* 23:169-180. 1990.
- [55] THATCHER, W.W., E, J.P. SCHMITT, R.L. DE LA SOTA, J. BURKE, C. RISCO, CR. STAPLES, M. DROST. 1996. Sincronización de estros en rodeos lecheros. En: GA. BO y M. CACCIA (eds.): II Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina, pp. 109-130.
- [56] ALONSO VILLA, Néstor et al. Evaluation de Cuatro Protocolos de Sincronización Para inseminación a Tiempo Fijo en Vacas Bos indicus Lactantes Evaluación de cuatro protocolos de sincronización para fija -. Inseminación Artificial Tiempo en Bos indicus vacas *Rev. Cient. (Maracaibo)* [Online]. 2007, vol.17, n.5 [citado 10/17/2012], pg. 501-507.
- [57] MARTÍNEZ, MF; KASTELIC, JP; ADAMS, GP; JANZEN, E; MCCARTNEY, D; MAPLETOFT, RJ. Estrus synchronization and fertility in beef cattle given a CIDR and estradiol or GnRH. *Can. Vet. J.* 41, 786-790. 2000.

- [58] MARTINEZ, M.E, KASTELIC JE ADAMS GP, MAPLETOFT RJ. The use of a progesterone-releasing device (CIDR) or melengestrol acetate with GnRH, LH or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *J Anim Sci* 80, 1746-1751, 2002.
- [59] BO, G.A.; CUTAIA, L.; TRÍBULO, R. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos de carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Segunda Parte. *Rev. Taurus*. 15: 17-32. 2002b.
- [60] LARSON, L. L. AND BALL, P. J. H. Regulation of estrous cycles in dairy cattle. *Theriogenology* 38:255. 1992.
- [61] ZARCO, L.; HERNÁNDEZ, J. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción de vaquillas Holstein. *Vet. Méx.* 27:279-283. 1996.
- [62] MACMILLAN, K.L., FIELDEN, E.D. The effect of mid cycle insemination on subsequent conception rates of cattle. *NZ, Vet J* 18: 229-30. 1970.
- [63] MACMILLAN, K.L., PETERSON, A.J. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR B) for oestrus synchronization, increasing pregnancy rates and treatment of post partum anoestrus. *AnimReprodSci* 33: 1-25. 1993.
- [64] GALVAO KN. SANTOS JEP. factors affecting synchronization and conception rate after the ovsynch protocol in lactating Holstein cows. *reprod dom anim* 2010; 45: 439-446.
- [65] YÁNIZ J, LÓPEZ-GATIUS F, BECH-SABAT G, GARCÍA-ISPIERTO I, SERRANO B, SANTOLARIA P. relationships between milk production, ovarian function and fertility in high-producing dairy herds in north-eastern Spain. *reprod domest anim* 2008; 43 (suppl. 4) : 38-43
- [66] MACMILLAN, K.L., BURKE, C.R. Effects of oestrus cycle control on reproductive efficiency. *Anim Reprod Sci* 42, 307-320, 1996
- [67] SÁ FILHO OG, MENEGHETTI M, PERES RFG, LAMB GC, VASCONCELOS JLM. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: strategies and factors affecting fertility. *Theriogenology* 2009
- [68] BRIDGES GA, MUSSARD ML, BURKE CR, DAY ML. Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. *Anim Reprod Sci* 2010; 117:208-215
- [69] CESARONI, G., BUTLER, H., MC DERMOTT, E. Y CANO, A. Preñez de vaquillonas inseminadas a tiempo fijo después de un tratamiento con CIDR asociado

con GnRH o con benzoato de estradiol aplicado 0 o 24 hspos tratamiento. *Taurus* 6: 20-25. 2000.

[70] COLAZO MG, KASTELIC JP, MAPLETOFT RJ. Estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-B-based, fixed-time AI programs in beef heifers. *Theriogenology* 2003; 60: 855-865.

[71] MACMILLAN KL. recent advances in the synchronization of estrus and ovulation in dairy cows. *J reprod dev* 2010;56 suppl: s42-47

[72] JOLLY, P.D., S. MCDUGALL, L.A. FITZPATRICK, K. MACMILLAN, K. ENTWISTLE. Physiological-effects of undernutrition on postpartum anestrus in cows. *J. Reprod. Fertil.* 49 (Suppl.): 477-492. 1995.

[73] ROSS, PJ., ALLER, J.E, CALLEJAS, S.S., BUTLER, H., ALBERIO, R.H. Estradiol benzoategiven 0 or 24 h aftertheend of a progestagentreatment in postpartumsuckledbeefcows. *Theriogenology* 62: 265-273. 2004.

[74] PERALTA TORRES, J. A.; AKE LOPEZ, R.; CENTURION CASTRO, F.; MAGAÑA MONFORTE, J. (2010). Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta al estro y tasa de gestación de protocolos de sincronización con CIDR en novillas y vacas bos indicus. Disponible en URL: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3746906>. (Fecha de consulta: 10/01/2012).

[75] COLAZO MG, KASTELIC JP, MARTÍNEZ MF, WHITTAKER PR, WILDE R, AMBROSE JD, CORBETT R, MAPLETOFT RJ. Fertility following fixed-time AI in CIDR-treated beef heifers given GnRH or estradiol cypionate and fed diets supplemented with flax seed or sunflower seed. *Theriogenology* 2004; 61: 1115- 1124

[76] BUTLER, H.M.; CALLEJAS, S.S.; DORAY, J.M.; SASSO, O.; TORQUATI, O Y ALBERIO, R.H. 1989. Desarrollo de un tratamiento hormonal con progesterona intravaginal para controlar celo y ovulación en bovinos de cría. VI. Efecto del número de pariciones en la respuesta al tratamiento. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 9 Sup 1 pp: 89.

[77] TORQUATI, S.; CABODEVILA, Y CALLEJAS, S. Efecto de la administración de dos sales de estradiol al retirar un dispositivo intravaginal con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la iatf en vacas con cría.2011. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar/información.../192-dos_sales.pdf

[78] CHIMONDEGUY, P.; MIHURA, H.; CALLEJAS. S. Relación entre la edad de la vaca y el Porcentaje de preñez en inseminación Artificial a tiempo fijo. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNCPBA. 2010.

Bibliografía

ALVAREZ, Coral Juan. 1993. *Metodología de la investigación Documental*. México, EDAMEX. 1994.

AMIRAT-BRIAND L, BENCHARIF D, VERA-MUÑOZ O, S PINEAU, THORIN C, DESTRUMELLE S, DESHERCES S, M ANTON, JOUAN M, SHMITT E, TAINURIER D. In vivo fertilidad de semen de toro después de la crío conservación de una (lipoproteína de baja densidad), LDL extensor: resultados preliminares de las inseminaciones artificiales. *Anim SCI Reprod*. 2010

ARANGUREN-MÉNDEZ, J. A., C. GONZÁLEZ, W. ISEA Y J. GOICOCHEA. *Revista Científica, F.C.V.-L.U.Z. VI: 3*.1996.

ARTHUR, G.H., NOAKES D.E.; PEARSON, H.; PARKINSON, T.J. *Veterinary Reproduction and Obstetrics*. Seventh Edition Saunders.1996.

BASTIDAS, P., J. TROCONIZ, O. VERDE, O. SILVA. 1984. Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in Brahman cows. *Theriogenology* 21: 289-294.

BECALUBA, FACUNDO. Métodos de sincronización de celos en bovinos, *Arc. Med. Vet.* [Online] www.produccion_animal.com.ar. 2006. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf. [Acceso: junio 05, 2012].

BIGELOW, KL; FORTUNE, JE. 1998. Characteristics of prolonged dominant versus control follicles: follicle cell numbers, ste. roidogenic capabilities and messenger ribonucleic acid for steroidogenic enzymes. *Biology of reptoduction* 58, 12441- 1249.

BO, G.A.; BARUSELLI, P.S.; MARTINEZ, M.F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim. Reprod SCI*. 78: 307-326. 2003.

BO, G.A.; ADAMS, G.P; CACCIA, M.; MARTÍNEZ, M; PIERSON, R.A.; MAPLETOFT, R.J. 1995. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol. *Animal Rep.Sci.*. 39: 193-204.

BO, G.A; ADAMS, G.P; PIERSON, R.A; TRIBULO, H.E.; CACCIA, M. AND MAPLETOFT, R.J. 1994. Follicular wave dynamics after estradiol 17(3 treatment of heifers with or without a progestogen implant. *Theriogenology* 41: 1555-1569.

BO, G.A.; CUTAIA, L. Estrategias para incrementar la preñez en vacas en anestro. En: *Manual de Ganadería Doble Propósito*. 2005. Cap.: 12.}

BO, G.A., COLAZO, M.G.; MARTÍNEZ, M.F.; KASTELIC J.P. Y MAPLETOFT, R.J. Sincronización de la emergencia de la onda folicular y la ovulación en animales tratados con progestágenos y diferentes esteres de estradiol *biotecnología da reproduçãoem bovinos (2o simposio internacional de reprodução animal aplicada). 2006.*

BOYD, H. Oestruscycle inayshire cows before and after insemination. *Vet. Rec.* 92:427 – 428.1973.

BUTLER H.M.1; BUTLER A.1; ETCHEVERRY E.1 Y CESARONI, G.C.1. 2011. efecto de la dosis de cipionato de estradiol al finalizar un tratamiento con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vaquillonas. *Rev. Taurus, Bs. As., 13(52):40-45.* 1.-Veterinarios Asociados a Sincrovac SH, Juncal 2092, 3ºP, Buenos Aires, Argentina.

CALLEJAS, S.; ALVAREZ CASTILLO, S.; ZARZASO, M. Y CLEDOU, G. Uso de un dispositivo intra vaginal con progesterona en vacas de cría con servicio natural. Resúmenes 7mo Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. p. 236. 2007.

CAVALIERI, J.; COLEMAN, C.; RODRIGUES, H.; MACMILLAN, K.L. AND FITZPATRICK, L.A. 2002. The effect of timing of administration of estradiol benzoate and characteristics of estrus, timing of ovulation and fertility in *Bos indicus* heifers synchroni zed with a progesterone releasing intravaginal insert. *Aust. Vet J.* 80: 217-223.

CAVALIERI, J., L. FITZPATRICK. 1995. Estrus detection techniques and insemination strategies in *Bos-indicus* heifers synchronized with norgestomet-estradiol. *Aust. Vet. J.* 72: 177-182.

CAVALIERI, J., HEPWORTH, G., FITZPATRICK, L.A., SHEPARD, R.W., MACMILLAN, K.L. Manipulation and control of the estrous cycle in pasture-based dairy cows. *Theriogenology* 65, 45-64, 2006.

CESARONI, G., BUTLER, H. M. Y DURAND, M. J. Evaluación del uso de dos ésteres de estradiol sobre la tasa de fertilidad a la iatf en vacas secas, tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona * 2007. *Taurus*, 9(36):12-18. Sincrovac, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

CHESTA, P.; BRANDAN, A.; CUESTAS, G.; QUIÑONES, G.; LOZANO, P.; TRÍBULO, P. Evaluación de diferentes dosis de cipionato de estradiol sobre la tasa de preñez en inseminación artificial a tiempo fijo en vaquillonas de 15 meses de edad. VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal 2009. IRAC. Córdoba. (En CD: Simposio 2009/Sincronización de celos e inseminación en bovinos/13).

CORREA A. Y URIBE L.F. La Condición Corporal Como Herramienta Para Pronosticar el Potencial Reproductivo en Hembras Bovinas de Carne Body Condition Score as

Tool to Predict the Reproductive Potential of Beef Cow Re .Fac.Nal.Agr.Medellín 63(2): 5607-5619. 2010

COMITÉ DEPARTAMENTAL DE GANADEROS DEL CAQUETA, indicadores de productividad en la ganadería bovina del departamento del Caquetá. 2012.

COLOMBO, M.; DEVILLAFANE, P.; CLEDOU, G. Y BARTOLOMÉ, J. Administración de un dispositivo intra vaginal de progesterona en vacas en anestro durante el servicio natural para adelantar la concepción. Resúmenes 7mo Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. p. 299. 2007.

COX, J.F. et al. Sincronización de estros con GnRH y Prostaglandina F2 α en vacas HolsteinFriesian en confinamiento. *Arch. med. vet.* [online]. 1999, vol.31, n.1 [citado 2012-10-17], pp. 19-25. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php>

CRUZ, R., E. SOTO, J. A. ARANGUREN Y D. GONZÁLEZ. Revista Argentina de Producción Animal.15 (3/4). 1995.

CUTAIA, L., BALLA, E., BO, G.A. Efecto del momento de la administración de benzoato o cipionato de estradiol para inducir la ovulación en vaquillonas tratadas con DIB e inseminadas a tiempo fijo. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina, 2005; 394 abstr.

CUTAIA, L., CHESTA, P, MORENO, D., BO, G.A. 2003. Efecto del momento de aplicación de benzoato de estradiol sobre la sin cronía, el tiempo de ovulación y los porcentajes de preñez en vacas tratadas con dispositivos DIB y PGF2a. . Quinto Simposio Internacional de Reproducción Animal, 27 al 29 de junio, Huerta Grande, Córdoba, Argentina, p. 386.

CUTAIA, L; MORENO, D; VILLATA, M.L; BO,G.A. Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administrated at device removal our 24 hours later. *Theriogenology*. 2001.

DE JARNETTE, J. Impacto del toro, de la calidad seminal y del técnico inseminador sobre las tasas de concepción en rodeos lecheros. En: Memorias Segundas Jornadas Taurus de Reproducción Bovina. Buenos Aires, Argentina, 2004, 54-73

DIAS CC, WECHSLER FS, DAY ML, VASCONCELOS JLM. Progesterone concentrations, exogenous equine chorionic gonadotropin, and timing of prostaglandin F2 α treatment affect fertility in postpuberal Nelore heifers. *Theriogenology* 2009; 72:378-385.

DORAY, J.M., G.C.S. SCHIERSMANN, O. TORQUATI. Effects of progesterone-estradiol treatment on reproductive performance on postpartum primiparous and multiparous beef cows. En: *Proceedings XXIV World Veterinary Congress*. São Paulo, Brazil, Abstr. 209. 1991.

DORAY, J.M. et al. *Arch. med. vet.* [online]. 1997, vol.29, n.1 [citado 2012-10-17], pp. 63-68 . Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X1997000100007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0301-732X. doi: 10.4067/S0301-732X1997000100007

DROST, M.; W.W. THATCHER. Application of gonadotrophin releasing hormone as a therapeutic agent in animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 28:11-19. 1992.

FERNÁNDEZ ABELLA, D., VILLEGAS N. 2002. Efectos de la administración de eCG o benzoate de estradiol asociados a PFG2a sobre la fertilidad de vacas hereford de baja condición corporal destetadas precozmente *Agrociencia*, Vol. VI No 2, pag. 33-36. 2002.

FERNANDES, P.; TEXEIRA, A.B.; CROCCI, A.J.; BARROS, C.M. Timed artificial insemination in beef cattle using GnRH agonist, PGF2alfa and Estradiol Benzoate. *Theriogenol.* 55: 1521-1532. 2001.

FIELDS, M.J. AND FIELDS PA. 1996. Morphological characteristics of the bovine corpus luteum during the estrous cycle and pregnancy. *Theriogenology* 45: 1295-1325

FIGUEIRA PEGORER M, ERENO RL, SATRAPA RA, PINHEIRO VG, TRINCA LA, BARROS CM. Neither plasma progesterone concentrations nor exogenous eCG affects rates of ovulation or pregnancy in fixed-time artificial insemination (FTAI) protocols for puberal Nellore heifers. *Theriogenology* 2011; 75:17-23.

GALINA, C.S. ORIHUELA, A. BUBIO, I. Behavioural trends affecting oestrus detection in zebu cattle. *Anim. Repr. Sci.* V. 42, p. 465-470, 1996.

GALINA, C.S. ORIHUELA, A. BUBIO, I. Behavioural trends affecting oestrus detection in zebu cattle. *Anim. Repr. Sci.* V. 42, p. 465-470, 1996.

GALVÃO, K.N., SANTOS, J.E., JUCHEM, S.O., CERRI, R.L., COSCIONI, A.C., VILLASEÑOR, M. 2004. Effect of addition of a progesterone intravaginal insert to a timed insemination protocol using estradiol cypionate on ovulation rate, pregnancy rate, and late embryonic loss in lactating dairy cows. *J Anim Sci* 82: 3508-17.

GONZÁLEZ-STAGNARO, C., Soto, E., Goicochea, J., González, R., Soto, G. Identificación de los factores causales y control del anestro, principal problema reproductivo en la ganadería doble propósito. Banco Consolidado. Caracas. 90 pp. 1989.

GONZÁLEZ, C., E. SOTO, R. GONZÁLEZ Y G. SOTO. XI Jornadas Agronómicas. Seminario Avances en la Ganadería de Doble Propósito, 44 pp. 1984.

GONZÁLEZ, C. IV Jornadas de Producción Animal A.I.D.A. ITEA, Vol. Extra 11, 1:23. 1991.

GORDON, D., NISWANDER, J., JUENGEL, L., SILVA, E.J., ROLLYSON, M.K. AND MCINSTUSH, E.W 2000. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiological Reviews*, vol 80. January pp. 1-29

GRECELLÉ, R.A., J.O.J. Barcellos, J.B. Neto, E. Da Costa e E. Prates. 2006. Taxa de prenhez de vacas Nelore x Hereford em ambiente subtropical sob restrição alimentar. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35(4): 1423-1430.

GUTIERREZ, ANEZ Juan Carlos. Hormonas de la reproducción. En: Desarrollo de la ganadería doble propósito. GIRARZ. 2008. Cap XLII.

GUTIERREZ ANEZ, Juan Carlos et al. Efecto de los días postparto, predominio racial, número de partos y época del año sobre la respuesta reproductiva de vacas mestizas en anestro tratadas con un progestágeno intravaginal más ecg y pgf2a. *Rev. Cient. (Maracaibo)* [online]. 2006, vol.16, n.5 [citado 2013-03-10], pp. 544-555. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592006000500013&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-2259.

GUTIERREZ, ANEZ. J.C. Hormonas de la reproducción. En: Desarrollo de la ganadería doble propósito. GIRARZ. 2008. Cap XLII.

HERNÁNDEZ, C., JOEL. Hormona no mata neurona: comentarios para un mejor uso de los productos hormonales en el manejo de la reproducción bovina. Departamento de Reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México [online]] Disponible: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/reproduccion/personal/articulos/joel/Rumiantes241104.doc>. [Acceso: febrero, 20, 2013]

HERNÁNDEZ, H.; SOTO, E.; VILLAMEDIANA, P.; CRUZ, R.; ARANGUREN, J.; CASTEJÓN, O. Evaluación de tratamientos del anestro postparto en vacas mestizas, factores que lo afectan. *Rev. Cient. FCV- LUZ*. V (1):47-53. 1995.

HERNANDEZ, SAMPIERI ROBERTO, *Metodología de la investigación*, México, Mc Graw Hill. 1991.

JOCHLE, W., D. KUZMANOV AND J. VUJOSEVIC. *Theriogenology*. 18:2. 1982.

JORDÁN, R. BRACHO, V. MAZZEO, R. ALLENDE, R. Y MONTI, J. S/F. efecto de la aplicación de dos sales de estradiol al momento de retirar el dispositivo intravaginal dib, utilizando dos concentraciones espermáticas diferentes a la iatf evaluadas con el analizador automático computarizado de espermiosperm visión. [documento en línea].

En http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/82-sal_estradiol_y_iatf.pdf.html. [Consulta: enero: 28, 2008]

KESLER, D.J. AND FAVERO, R..J. 1996. Estrus synchronization in beef females with norgestomet and estradiol valerate. Part 2: factors limiting and enhancing efficacy. *Agri-Practice* 17:12.

KLINDWORTH, HP. Hoedemaker, M. Burfeindt, D. and Heikenbrinker, J. Synchronization of ovulation (OVSYNCH) in highproducing dairy cattle herds. I. fertility parameters body conditions score and plasma progesterone contractions (article in German) *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr* 108:11-19 (2001)

LEMON, M. 1975. The effect of oestrogens alone or in association with progesterone on the formation and regression of the corpus luteum in the cyclic cow *Ann Biol Anim Biochem Biophys* 55: 23-33.

LUCY, M. C., J. S. STEVENSON AND E. P. CALL. *J. Dairy Sci.* 69:2186-2194. 1986.

MACMILLAN, K.L., PETERSON, A.J. 1993. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR B) for oestrus synchronization, increasing pregnancy rates and treatment of post partum anoestrus. *Anim Reprod Sci* 33: 1-25.

MADERO S, DE DOMINICI O, CANTALLOPS F, CATALANO R, CALLEJAS S. 2007. Re sincronización de celos en vaquillonas Angus: uso de 0,5 mg de benzoato de estradiol en el momento de colocar un dispositivo intra vaginal con progesterona. *Anales VII Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba (Argentina)*, p. 223.

MADERO, S.; DE DOMINIS, O.; CANTALLOPS, E; USLENGHI, G.; CALLEJAS, S. 2007. Efecto de dos dosis de cipionato de estradiol administradas al finalizar un tratamiento con dispositivos intra vaginales con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF. *VII Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina*, 226 Abst.

MANES, J. 2007. Efecto de la duración de un tratamiento con progestágenos y el momento de la aplicación de benzoato de estradiol sobre la dinámica folicular de vacas cíclicas y en anestro posparto. Tesis MSc Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Unidad Integrada Balcarce Argentina.

MARTÍNEZ, JC; GUTIÉRREZ, JF; ROSILLO, P; LUCERO, FA; GUTIÉRREZ, E. Uso de dispositivos intra vaginales de liberación de progesterona + eCG-PMSG en un protocolo de sincronización de vacas lecheras Use of intra vaginal progesterone releasing devises + eCG-PMSG in a protocol for synchronization of dairy cows. 2007.

MARTINEZ, M.F.; KASTELIC, J.P.; ADAMS, G.P.; MAPLETOFT, R.J. The use of GnRH or estradiol to facilitate fixed-time insemination in an MGA-based synchronization regimen in beef cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 67:221-229. 2001.

MENEGHETTI M, SÁ FILHO OG, PERES RFG, LAMB GC, VASCONCELOS JLM. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: basis for development of protocols. *Theriogenology* 2009; 72:179-189

MIZUTA, K. 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 Nelorex Angus (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*). 2003. 98f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MORAES, J.C.F., C.M. Jaume and C.J.H. Souza. 2007. Body condition score to predict the postpartum fertility of crossbred beef cows. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42(5):741-746.

MORENO D., CUTAIA L., VILLATA M., ORTISI F., BO G., 2001. Follicle wave emergence in beef cows treated with progesterone releasing devices, estradiol benzoate and progesterone. *Theriogenology* 55, 408.

NAMAKFOROOSH, MOHAMMAD NAGHI, *Metodología de la investigación*. México, Limusa, 1ª edición. 1990.

PINHEIRO, O.L., BARROS, C.M., FIGUERTESO, R.A., VALLE, E.R., ENCARNACAO, R.O., PADOVANI, C.R., Estrous behavior and the estrous to ovulation interval in Nellore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2 α or norgestomet and estradiol valerate. *theriogenology*, v.49, p. 667- 681, 1998.

PINHEIRO VG, SOUZA AF, PEGORER MF, SATRAPA RA, ERENO RL, TRINCA LA ET AL. Effects of temporary calf removal and eCG on pregnancy rates to timed-insemination in progesterone-treated postpartum Nellore cows. *Theriogenology* 2009; 71:519-524.

PRADO, T.M.; WETTEMANN, R.P.; SPICER, L.J.; VIZCARRA, J.A.; MORGAN, G.L. Influence of exogenous gonadotropin-releasing hormone on ovarian function in beef cows after short- and long-term nutritionally induced anovulation. *J of Anim Sci.* 80: 3268-3276. 2002.

QUINTANS, G., STRAUMANN, J. M., AYALA, W. AND VAZQUEZ, A. I. Effect of winterman age on the onset of puberty in beef heifers under grazing conditions. 15th International Congress on Animal Reproduction. Abstracts 22. 2004.

ROSS, J.P. 2002. Sincronización del celo y de la ovulación en vacas con cría al pie mediante el uso de acetato de medroxi progesterona y benzoato de estradiol. Tesis MSc Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Unidad Integrada Balcarce Argentina. 84 p

SÁ FILHO MF, TORRES-JÚNIOR JRS, PENTEADO L, GIMENES LU, FERREIRA RM, AYRES H, ET AL. Equine chorionic gonadotropin improves the efficacy of a progestin-based fixed-time artificial insemination protocol in Nelore (*Bos indicus*) heifers. Anim Reprod Sci 2010

SANGSRITAVONG S, COMBS DK, SARTORI R, ARMENTANO LE, WILTBANK MC. (2002), high feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estra-diol-17 beta in dairy cattle. j dairy SCI 2002;85: 2831-2842

TENHAGEN, B.A.; KUCHENBUCH, S.; HEUWIESER, W. Timing of Ovulation and Fertility with GnRH and Prostaglandin F2_. Reprod Dom. Anim. 40: 62-67. 2005.

SIROIS, J; FORTUNE, E., 1990. Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone: A model for studying ovarian follicular dominance. Endocrinology, vol 127, N22.

SORIA P, M. E. Efecto del benzoato de estradiol en la morfometría del folículo y cuerpo lúteo en vacas holstein sincronizadas con D-Cloprostenol. 2013. Tesis de maestría en reproducción animal. Universidad de Cuenca- Ecuador. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/529>

SOSA-MARTINEZ, *Método Científico*, México, SITESA. 1991

SYNTEX S.A. 2005. Laboratorio Especialidades Veterinarias. Manejo Reproductivo en Bovinos de Carne (en línea) Consultado el 10 Noviembre 2008. Disponible en la World WideWeb: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/69-manejo_reproductivo_bovinos.pdf

USLENGHI, G.; CHAYER, R. Y CALLEJAS, S. Efectividad del cipionato de estradiol inyectado al final de un tratamiento con progesterona sobre la eficiencia reproductiva. Área de Reproducción, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2010. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/176-Efectividad-Uslenghi.pdf

VATER, A.; RODRÍGUEZ AGUILAR, S. Y CALLEJAS, S. Uso de un dispositivo intra vaginal con progesterona en vacas con servicio natural. Resúmenes 7mo Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. p. 238, 2007.

VERDE, OMAR. Mejoramiento genético de ganadería doble propósito en el trópico, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Apartado 4563. Maracay, Venezuela. VII congreso Asociación Venezolana de producción animal. Disponible: <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/viicongreso/ponencia5.pdf>. [Acceso: Junio 03, 2012].

VIEIRA, A., J.F.P. Lobato, R.A.A. Torres, I.M. Cezar e E.S. Correa. 2005. Fatores determinantes do desempenho reprodutivo de vacas nelore na Região dos Cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34 (6):2408-2416.

VIGNAU, J.; SCHANG, S.; CALLEJAS, S. Uso de la GnRH en vientres sin celo a la IATF tratadas con un dispositivo intra vaginal con progesterona y cipionato de estradiol. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Veterinarias UNCPBA, 2012.

WEBB, C. et al. Efecto de dos tipos de destete y la aplicación de un progestágeno sobre la fertilidad en vacas cebuinas (*Bos indicus*). *Arch. med. vet.* [Online]. 2004, vol.36, n.2 [citado 2012-10-17], pp. 147-154. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-

WETTEMANN, R. P., C. A. Lents, N. H. Ciccioli, F. J. White, y I. Rubio. 2003. Nutritional- and suckling-mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci.* 81(E. Suppl. 2):E48-E59.