

## Capítulo LXIV

### **Logros y desafíos de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en la Ganadería Doble Propósito**

**Eleazar Soto Beloso**  
**Juan Carlos Gutiérrez Áñez**

---

En la ganadería Doble Propósito (DP) tropical, la inseminación artificial (IA) continúa siendo una técnica de uso muy restringido entre los productores. A pesar que la cifra que se ha manejado en los últimos 50 años señala que no se ha logrado inseminar un 4-5% del rebaño nacional, la IA continúa siendo la biotecnología que ha generado el mayor progreso genético, tanto en la producción de leche como en la producción de carne en los países desarrollados (Thibier & Wagner, 2002). Esto aplica a la mayor parte de las razas europeas especializadas, pudiéndose mencionar a nivel tropical, los resultados exitosos logrados con el uso de la IA en animales *Bos indicus* que exhibe Brasil con la raza Gyr lechero.

Un desafío permanente en las fincas DP donde el sistema tradicional mantiene vacas que son ordeñadas con apoyo y amamantamiento del becerro, ha sido lograr el incremento de la baja eficiencia reproductiva, ocasionada por una elevada incidencia de anestro posparto. Esta falta de ciclicidad y ausencia de celos luego del parto, incrementa el intervalo al primer servicio y los días vacíos, provocando largos intervalos entre partos, lo que disminuye la productividad y la rentabilidad de la explotación ganadera. Son diversos los factores involucrados en la aparición del anestro, además del amamantamiento y la presencia del becerro, destacando la pobre alimentación y condición corporal, el estado sanitario del rebaño, el componente racial, el clima, la bioestimulación, el estrés y el manejo en general (González-Stagnaro *et al.*, 1984, González-Stagnaro, *et al.*, 1988).

Sumado al problema del anestro, los programas tradicionales de IA resultan altamente dependientes de la detección de celo. La deficiencia en la observación de los celos ha sido identificado como el principal responsable de los fracasos y abandono de los programas de IA en las ganaderías mestizas DP (González-Stagnaro, 2001, González-Stagnaro, *et al.*, 2002). Solo algo más de la mitad de las vacas que exhiben celo son realmente detectadas e inseminadas, lo que se ha atribuido principalmente a las fallas

humanas en la observación de los cambios característicos del comportamiento sexual, vinculados con el celo (Ramírez-Iglesia, 2008, Ramírez-Iglesia & Torres, 2011).

Por otra parte, se ha comprobado que alrededor del 60% de las vacas con un mayor componente racial *Bos indicus* exhiben el celo en horas nocturnas, siendo los mismos, de más corta duración, entre 8 y 10 horas (Pinheiro *et al.*, 1998); complicándose en ganadería DP al alto porcentaje (30%) de vacas que manifiestan celo en los potreros (Ramírez-Iglesia & Torres, 2011). Estas condiciones dificultan aún más la efectividad en la detección del celo a nivel de campo en las ganaderías DP, dado al alto componente cebú (*Bos indicus*) y alimentación casi exclusiva a pastoreo en estos sistemas.

Para darle solución a esta problemática y facilitar un uso masivo de la IA desde hace más de una década, se vienen investigando de forma activa, protocolos hormonales de control del celo y la ovulación que han logrado alcanzar niveles aceptables de fertilidad inseminando las vacas a tiempo fijo (IATF) (Gutiérrez-Añez, 2010).

El término IATF es la forma abreviada de la Inseminación Artificial realizada a Tiempo Fijo o en momentos predeterminados. La IATF es una biotecnología reproductiva de avanzada que utiliza una serie de protocolos que combinan varias hormonas, las cuales serán administradas a tiempos determinados, con el objetivo de sincronizar el desarrollo folicular en el ovario con una ovulación fértil en más del 85% de las hembras tratadas (Gutiérrez-Añez, 2010). El resultado es la IATF, también conocida como inseminación programada o sistemática realizada en grupos de animales en un tiempo previamente definido, sin la necesidad de detectar celo. Otras ventajas adicionales de la IATF es que permite obtener tasas de gestación, similares a las obtenidas con inseminaciones realizadas luego de detectar el celo natural; a la vez permite inseminar varios animales al mismo tiempo, mejorar los controles reproductivos y los programas de cruzamiento dirigido, haciendo más accesible la IA para los pequeños y medianos productores.

## IATF USANDO EL PROTOCOLO CLÁSICO OVSYNCH

El protocolo Ovsynch se basa en la aplicación de una dosis inicial de 100  $\mu$ g de GnRH el día 0, seguida de una dosis de 25mg de PGF2 $\alpha$  siete días más tarde. Dos días después (48h) se administra una segunda dosis de GnRH y luego se practica la IATF entre 16 y 24 horas (tiempo fijo) luego de la última aplicación de la GnRH (Figura 1).

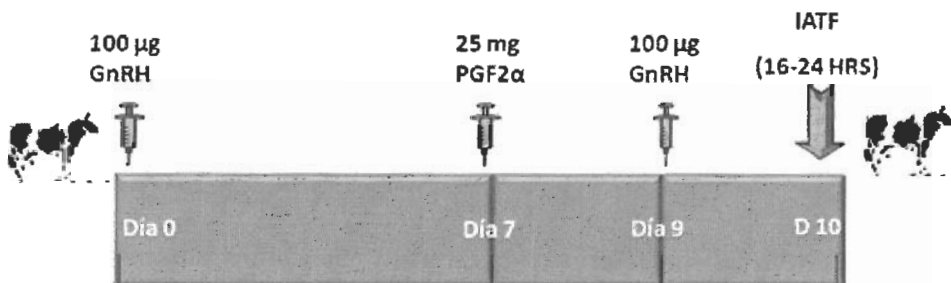


Figura 1. Protocolo clásico OVSYNCH (Tomado y adaptado de: Gutiérrez-Añez, 2010).

En nuestra experiencia local con vacas mestizas DP, este esquema hormonal ha dado como resultado una baja fertilidad en las vacas en estado de anestro, lo que no sucedió con las vacas cíclicas, donde la fertilidad se eleva de forma considerable. Sin embargo, conscientes de que nos enfrentamos con una población elevada de vacas acíclicas (anestro) en los primeros 120 días posparto, en la mayoría de nuestras explotaciones comerciales, este protocolo no resultaría efectivo para considerarlo como una herramienta útil en el tratamiento del anestro posparto bajo las difíciles condiciones señaladas (Cuadro 1). Por otra parte, el Médico Veterinario está capacitado para identificar las vacas cíclicas mediante el examen clínico genital consecutivo de las vacas, las que pudieran ser tratadas con una sola dosis de PGF2 $\alpha$  para inducir su celo e inseminar con estro detectado a un costo más bajo.

**Cuadro 1**

**Fertilidad de vacas mestizas lecheras con apoyo del becerro en anestro posparto, tratadas con el protocolo clásico OVSYNCH según los días vacíos**

Vacas tratadas	Días vacíos posparto	Vacas preñadas	Fertilidad (%)
186	90-150	44	23,6
192	151-240	59	30,7
378 (total)	90-240	103	27,2

Soto-Belloso (Datos preliminares no publicados).

## USO DE PROGESTÁGENOS Y ESTRADIOL

Los progestágenos conforman un grupo de productos hormonales que han sido mayormente utilizados para la sincronización del celo en los bovinos. En un inicio, desde hace más de cuatro décadas, la vía de administración de los progestágenos se había restringido a inyecciones intramusculares repetidas por varios días, pero en los últimos años, se han utilizado otras vías de administración como la oral (Acetato de Melenigestrol), implantes subcutáneos (Norgestomet) y dispositivos intravaginales de Progesterona o MAP (Medroxiacetato de Progesterona).

### Dispositivos intravaginales a base de P<sub>4</sub> más eCG y estradiol

Diversos dispositivos intravaginales impregnados con progesterona o progestágenos han sido diseñados en diferentes países del mundo, así tenemos el CIDR® (Inter Ag, Hamilton, Nueva Zelanda), PRID® (Sanofi, Francia), DIB® (Sintex, Argentina) y PregnaHeat-E® (Viatega, Venezuela). En la Figura 2 puede observarse el esquema de tratamiento y la dinámica folicular luego del tratamiento empleando distintos protocolos a base de progesterona y progestágenos combinados con estradiol y gonadotropina coriónica equina (eCG).

Todos los tratamientos se inician con la inyección de una sal de estrógeno, generalmente benzoato de estradiol (EB) con la finalidad de provocar atresia del folículo dominante e impedir que folículos persistentes ovulen e interfieran negativamente con la fertilidad (Bó *et al.*, 1994). Cuatro días después de la atresia se inicia una nueva onda de crecimiento folicular que asegura el surgimiento de un folículo nuevo y más viable al momento de retirar el dispositivo (Martínez *et al.*, 2005).

La inclusión en el protocolo de gonadotropina coriónica equina (eCG) el día 6, estimula el crecimiento y la maduración folicular, lo que puede favorecer el incremento de la tasa de ovulación, las concentraciones de progesterona y la preñez en animales *Bos indicus* en climas tropicales (Baruselli *et al.*, 2004). Finalmente, se procede a la administración de benzoato de estradiol 24h luego del retiro del dispositivo, el cual estimula el pico preovulatorio de la LH (Martínez *et al.*, 2002; Sales *et al.*, 2012) y la ovulación, en promedio unas 62 horas después de haber retirado el dispositivo (Gutiérrez-Áñez, 2010).

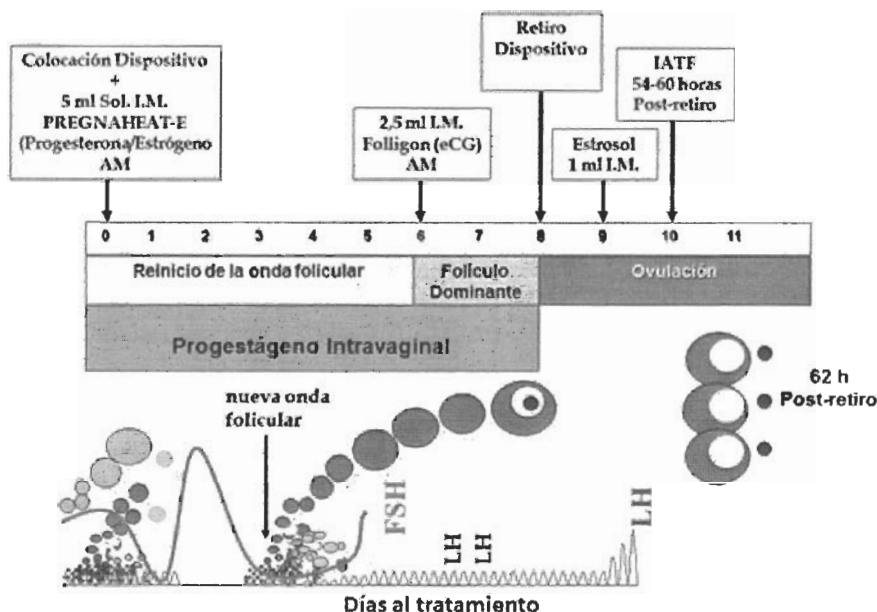


Figura 2. Protocolo de tratamiento y dinámica folicular de vacas sincronizadas con un progestágeno intravaginal e IATF. (Adaptado de Gutiérrez-Áñez, 2010).

En el Cuadro 2, se muestran los resultados obtenidos luego de un programa de IATF en vacas mestizas DP (Brahmán  $\times$  Holstein) en anestro, en condiciones de bosque seco y sub-húmedo tropical, utilizando las esponjas PREGNAHEAT-E con inseminación sistemática entre 54h y 60h posteriores al retiro de la esponja.

**Cuadro 2**  
**Tasa de fertilidad en vacas mestizas Doble Propósito en anestro tratadas con esponjas PREGNAHEAT-E**

Tratamiento	Nº Tratadas	Nº Preñadas	Tasa de Fertilidad (%)
PREGNAHEAT-E IATF 54-60h	1160	620	53,4

Soto-Belloso, (Datos preliminares no publicados).

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de una experiencia de preñez acumulada en una finca de ganado mestizo de 5/8 Br  $\times$  H tratadas con Pregnaheat-E e IATF.

## Cuadro 3

## Tasa de fertilidad acumulada en tres servicios consecutivos en vacas mestizas Doble Propósito en anestro tratadas con Pregnaheat-E e IATF

Tratamiento	Nº de servicio	Nº de vacas tratadas	Nº de Preñadas	Tasa de Fertilidad
Pregnaheat-E + IATF	1ero	870	469	53,9
Celo Natural	2do	405	161	39,7
Celo Natural	3ro	309	45	14,5
Preñez acumulada	1, 2 y 3	870	675	77,5

Soto-Belloso (Datos preliminares no publicados).

## Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en novillas

La incorporación de novillas nulíparas a los programas reproductivos en las ganaderías DP representa una actividad de vital importancia para el crecimiento del rebaño, tanto de forma cualitativa como cuantitativa, toda vez que estos animales constituyen el material genético de reemplazo en la finca. Desde el punto de vista reproductivo, las novillas prepúberes o acíclicas que han alcanzado el peso ideal para el servicio pueden presentar períodos prolongados de anestro pre servicio, ocasionando pérdidas importantes equiparables a las observadas en las vacas posparto.

Por otro lado, la técnica de la Inseminación Artificial (IA) en las novillas se ha visto limitada principalmente por los problemas de manejo, ya que se requiere de una detección de celo muy eficiente y de disponer de por lo menos dos horas diarias, con observaciones en la mañana y tarde, y en especial durante el pastoreo. Para superar esta limitación, se han venido aplicando en los últimos años, los denominados programas de Inseminación a Tiempo Fijo (IATF). Durante la actual década, estos programas han venido presentando importantes avances en las vacas, por lo cual su difusión se ha incrementado tanto en las ganaderías de leche y carne especializadas (Bó & Baruselli, 2014), como en las fincas de DP en ambientes tropicales (Soto-Belloso *et al.*, 2002, Gutiérrez-Añez *et al.*, 2009). Sin embargo, no se han desarrollado programas específicos para incrementar la fertilidad en novillas, desde que es posible esperar una mayor fertilidad en las novillas nulíparas que en las vacas con cría al pie (Cutaia *et al.*, 2006).

Al igual que en las vacas, los protocolos más exitosos han sido aquellos que utilizan dispositivos intravaginales (DIV) impregnados con progesterona, combinados con inyecciones de estradiol, más la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG), los cuales permiten la sincronización de las novillas y la obtención de niveles aceptables de preñez.

## Progestágenos, estradiol, eCG y prostaglandinas para la IATF en novillas mestizas

Los esquemas diseñados para controlar la inducción del ciclo y la ovulación han tenido mayores limitaciones en las novillas vírgenes que en las vacas. Sin embargo, recientes investigaciones locales y en el exterior han venido arrojando resultados promisorios cuando se combina el uso de los progestágenos con el estradiol y con las prostaglandinas.

Una serie de trabajos demostraron que el uso de media dosis de PGF $2\alpha$  el día “0” día de colocación del dispositivo intravaginal (DIV) o en los días 0 y 7 (día del retiro del DIV) es capaz de inducir una luteolisis que incrementa la fertilidad en novillas mestizas cebú (Cutaia *et al.*, 2006). La experiencia local utilizando novillas mestizas DP (cebú x razas lecheras) en rebaños de la Cuenca del lago de Maracaibo tratadas con un protocolo de 8 días (Figura 3), con esponjas intravaginales impregnadas con MAP (Pregnaheat-E) más la incorporación de dos medias dosis de prostaglandina F $2\alpha$  y eCG + EB ha sido satisfactoria (Cuadro 4).

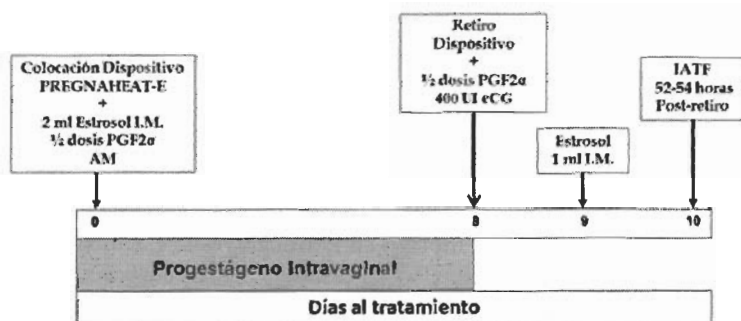


Figura 3. Protocolo de tratamiento e IATF en novillas sincronizadas con un progestágeno intravaginal (PREGNAHEAT-E).

#### Cuadro 4 Fertilidad en novillas vírgenes Doble Propósito utilizando esponjas Intravaginales (Pregnaheat-E) más PGF $2\alpha$ y eCG

Novillas Tratadas	Novillas Preñadas	Fertilidad (%)
828	482	58,2

Soto-Beloso (Datos preliminares no publicados).

Estos resultados de fertilidad en novillas DP nulíparas bajo diferentes condiciones agroecológicas demuestran que es posible utilizar con éxito el protocolo de IATF señalado. Las bajas tasas de fertilidad obtenidas con otros esquemas, sin la inclusión de PGF $2\alpha$  tanto el día 0 como el día 8 del tratamiento podrían atribuirse a una inhibición de la frecuencia y magnitud de los pulsos de LH ocasionada por los altos niveles de progesterona circulante, los cuales afectan el crecimiento del folículo dominante y la ovulación en animales con predominio *Bos indicus* (Carvalho *et al.*, 2008). Una observación adicional en las novillas cebuínas ha mostrado que existe una menor capacidad para metabolizar la progesterona, lo cual resulta en valores plasmáticos más altos que los encontrados en novillas *Bos taurus* después de la aplicación de un dispositivo con progesterona (Carvalho *et al.*, 2008).

Un desafío importante en los programas de IATF, principalmente en novillas, ha sido la disminución del número de encierros necesarios durante todo el protocolo hormonal de sincronización e IA. La necesidad de reducir el número de encierros está en función del manejo en este tipo de animales, que se dificulta con la carencia de instalaciones apropiadas y por el número de animales que se incorporan en cada lote.

Estudios realizados por nuestro equipo de trabajo (Valencia & Portas, datos no publicados), demostraron que es posible reducir el número de encierros sustituyendo al EB (el cual era usado 24 h después del retiro de las esponjas), por un éster de estrógeno de vida media larga, como el cipionato de estradiol (ECP) al momento del retiro del dispositivo, eliminando uno de los encierros y lo que es más importante, sin alterar el índice de fertilidad (Cuadro 5).

### Cuadro 5

#### Efecto del protocolo hormonal y del tipo de estrógeno (EB vs. ECP) sobre la fertilidad en novillas doble propósito sincronizadas con esponjas intravaginales impregnadas con Medroxiacetato de Progesterona (MAP) e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)

Protocolo hormonal	Fertilidad (%)	Nº	Probabilidad
Benzoato de estradiol (EB, 24 h*)	63,64 <sup>NS</sup>	63/99	P=0,29
Cipionato de estradiol (ECP, 0 h*)	56,12 <sup>NS</sup>	55/98	
Total	59,89	118/197	

\* Momento de colocación de la droga en horas después del retiro del dispositivo.

NS. No se detectaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ).

Valencia-Portas (Datos preliminares no publicados).

Como parte de este último estudio, se evaluó la influencia de diversos factores sobre la fertilidad o eficiencia del protocolo de las novillas sincronizadas. Se encontró que el diámetro uterino afectó la fertilidad ( $P < 0,006$ ), la cual incrementa cuando las novillas presenta un mayor diámetro uterino (TP: 50,94%  $\emptyset < 20$  mm vs TP: 70,33%  $\emptyset > 20$  mm). Otras variables, como estructuras ováricas presentes o el predominio racial no afectaron la fertilidad (Cuadro 6).

### Cuadro 6

#### Factores que afectan la fertilidad en novillas DP sincronizadas con un progestágeno intravaginal y diferentes tipos de E2

Categoría	Variable	Fertilidad %	Probab.	Odds ratio
Estatus ovárico	SE-Fol < 10 mm	60,3 <sup>a</sup>		0,91
	FOL 10-15mm	58,2 <sup>a</sup>	0,4	0,91
	FOL $\geq$ 15 mm	75 <sup>a</sup>		1
	SCL	56,06 <sup>a</sup>	0,11	0,6
	CL	67,69 <sup>a</sup>		1
Diámetro uterino	$\leq$ 2cm	50,94 <sup>a</sup>	0,006	1
	>2cm	70,33 <sup>b</sup>		2,28
Grupo Racial	½ BrH	66,67 <sup>a</sup>		1
	½ HBr	54,0 <sup>a</sup>	0,3	0,6
	5/8 BrH	62,4 <sup>a</sup>		0,83

Superíndices diferentes dentro de una misma categoría en una misma columna difieren significativamente ( $P < 0,01$ ). SE: Sin estructuras, FOL: Folículos, SCL: Sin Cuerpo Lúteo, CL: Cuerpo Lúteo, BrH: Brahman-Holstein, HBr: Holstein-Brahman.

Valencia-Portas (Datos preliminares no publicados).

## CONCLUSIONES

Un productor exitoso es aquel que utiliza todos los recursos de avanzada para programar y maximizar la eficiencia productiva y económica de su rebaño. Este trabajo confirma que la IATF representa una tecnología reproductiva con una gran potencial de éxito en vacas y novillas, bajo condiciones tropicales. La técnica elimina el requisito exigente de la detección del celo, permite inseminar grupos de animales al mismo tiempo, mejora los controles reproductivos y los programas de cruzamiento dirigido, a la vez que hace más accesible la IA para los pequeños y medianos productores. Todas estas ventajas van acompañadas de un porcentaje de gestaciones similar al obtenido con inseminaciones realizadas en relación con el celo natural.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baruselli PS, Reis EL, Marques MO, Nasser LF, Bó GA. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim Reprod Sci* 82-83: 479-486.
- Bo GA, Adams GP, Pierson RA, Tribulo HE, Caccia M, Mapletoft RJ. 1994. Follicular wave dynamics after estradiol 17 $\beta$  treatment of heifers with or without a progestogen implant. *Theriogenology* 41: 1555-1569.
- Bo GA, Cutaia L, Peres LC, Pincinato D, Marañón D, Baruselli PS. 2007. Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Soc Reprod Fertil (Suppl)* 64: 223-236.
- Bo GA, Baruselli PS. 2014. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Animal (Suppl 1)*: 144-150.
- Carvalho JB, Carvalho NA, Reis EL, Nichi M, Souza AH, Baruselli PS. 2008. Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology* 69 (2): 167-175.
- Cutaia LE. 2006. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo: análisis de costos e implementación. Instituto de Reproducción Animal de Córdoba. Universidad Católica de Córdoba. 86 pp.
- González-Stagnaro C. 2001. Parámetros, Cálculos e Índices Aplicados en la Evaluación de la Eficiencia Reproductiva. En: Reproducción Bovina. C González-Stagnaro (ed). Fundación GIRARZ, Maracaibo-Venezuela. Cap. XIV: 204-247.
- González-Stagnaro C, Goicochea J, Soto E, González R, Soto G. 1984. Reproducción en vacas doble propósito. XI<sup>o</sup> Jornadas Agronómicas, Universidad del Zulia, Maracaibo. 46 pp.
- González-Stagnaro C, Soto-Belloso E, Goicochea-Llaque J, González-Fernández R, Soto-Castillo G. 1988. Identificación de los factores causales y control del anestro, principal problema reproductivo en la ganadería de doble propósito. Edición, Premio Agropecuario Banco Consolidado. Caracas, Venezuela 99 pp.
- González-Stagnaro C, Madrid-Bury N, Goicochea-Llaque J. 2002. Sistemas de manejo y eficiencia en la detección de celos en rebaños doble propósito. *Revista Científica FCV-LUZ*, 12 (Supl. 2): 455.
- Gutiérrez-Áñez JC. 2010. Empleo de los programas de sincronización e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en el control del anestro postparto y como herramienta para el mejoramiento integral de los rebaños bovinos. En: Manejo reproductivo de la vaca

postparto. Cuaderno Científico GIRARZ 7. Portillo Martínez G (ed). Fundación Girarz. Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo- Venezuela pp. 139-151.

Gutiérrez JC, Palomares R, González R, Portillo G, Montero-Urdaneta M, Rubio-Guillén J, Hernández-Fonseca HJ, Soto-Belloso E. 2009. Shortening Anoestrous Interval. In: Crossbred Dual Purpose Cows Using Progestagen Intravaginal Sponges plus eCG and PGF2 $\alpha$ . *Reprod in Domestic Animal* 44 (1): 48-54.

Martinez M, Kastelic JP, Adams GP, Cook B, Olson WO, Mapletoft RJ. 2002. The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Theriogenology* 57: 1049-1059.

Martinez M, Kastelic JP, Bo GA, Caccia M, Mapletoft RJ. 2005. Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. *Anim Reprod Sci* 86: 37-52.

Pinheiro O, Barros C, Figueiredo R, do Valle E, Encarnação R, Padovani C. 1998. Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2 alpha or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology* 49 (3): 667-681.

Ramírez-Iglesia LN. 2008. Hacia el manejo fisiológico reproductivo de la vaca mestiza. En: *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*. C González-Stagnaro, E Soto-Belloso (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo. Cap XLV: 555-569.

Ramírez-Iglesia L, Torres L. 2011. Calificación del Comportamiento de la Vaca en Celo aplicada en Programas de Inseminación Artificial. En: *Innovación & Tecnología en la Ganadería Doble Propósito*. C González-Stagnaro, N Madrid-Bury, E Soto Belloso (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo LVII: 563-571.

Sales JN, Carvalho JB, Crepaldi GA, Cipriano RS, Jacomini JO, Maio JR, Souza JC, Nogueira GP, Baruselli PS. 2012. Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology* 78 (3): 510-516.

Soto-Belloso E, Portillo G, De Ondiz A, Rojas N, Soto G, Ramirez L, Perea F. 2002. Improvement of reproductive performance in crossbred zebu anestrous primiparouscows by treatment with norgestomet implants or 96 h calf removal. *Theriogenology* 57 (5): 1503-1510.

Thibier M, Wagner H. 2002. World statistics for artificial insemination in cattle. *Liv Prod Sci* 74: 203-212.