

## Capítulo LVII

### **Calificación del comportamiento de la vaca en celo aplicada en programas de inseminación artificial**

**Líldo Nelson Ramírez Iglesia**  
**Leandro Torres**

---

La ganadería bovina mestiza de doble propósito (DP) en Venezuela, cría animales mestizos producto de cruces alternos entre razas criollas y otras razas de origen europeo (*Bos taurus*) y asiático (*Bos indicus*). La reproducción del rebaño por la técnica de la inseminación artificial (IA), que sigue generalmente la regla AM/PM, como momento de inseminación, se practica ampliamente en numerosas fincas. El anestro postparto y a la deficiente detección de celos han sido señalados como factores de alto impacto en la difusión y crecimiento de la IA y en el mejoramiento del rebaño (González-Stagnaro, 1992; Soto-Belloso & Portillo, 1992; González-Stagnaro *et al.*, 2002); a los cuales, se les suma las bajas tasas de fertilidad y de preñez, como los principales factores que afectan la eficiencia reproductiva del ganado DP (González-Stagnaro *et al.*, 2003; Ramírez-Iglesia *et al.*, 2007a).

#### **LA CRISIS DE LA FERTILIDAD EN EL GANADO LECHERO**

Investigaciones y revisiones acerca de la disminución de la fertilidad en el ganado lechero de alta producción han sido ampliamente reportadas (Cutullic *et al.*, 2009; Roelofs *et al.*, 2010; Walsh *et al.*, 2011). Una de las causas que acumulan el mayor crédito de este fenómeno de impacto mundial es la intensa selección genética para la producción, que ha conducido a adaptaciones fisiológicas detrimentales sobre los aspectos reproductivos como la fertilidad al primer servicio, la conducta de monta y otros índices reproductivos (Lucy, 2001; Walsh *et al.*, 2011). Esta crisis de la fertilidad está caracterizada por un deprimido estatus fisiológico estral, producto de alteraciones del sistema endocrino reproductivo, que se evidencia con bajos niveles circulantes en sangre de la “hormona del celo” o estrógeno (estradiol 17-β), que afecta la conducta de la monta (Wiltbank *et al.*, 2002).

Este problema ha acarreado la implementación de protocolos hormonales para el control artificial del ciclo estral, incluso con abandono de la tradicional detección visual del celo. La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) es un protocolo para

la IA sin detección de celos, que se implementa para superar una disminución en el ganado lechero de la manifestación y observación de los signos conductuales de la monta durante la fase de celo del ciclo estral. La protocolos de IATF, aplicados al ganado lechero alimentado a pastoreo, muestran resultados de fertilidad del 28% al 48% (Bó *et al.*, 2009). Walsh *et al.* (2011) han ubicado a la expresión y detección del celo como la segunda causal de la crisis de la fertilidad del ganado lechero de alta producción. Estos autores sugieren el uso de nuevas herramientas para mejorar la detección del celo natural de la vaca y para inseminarlas en el momento más adecuado que optimice la oportunidad para la fertilidad.

### La crisis de la fertilidad en la Ganadería Doble Propósito tropical

En las regiones tropicales, al estrés calórico se le ha atribuido una gran responsabilidad como causal del anestro y los celos silenciosos de las vacas, efecto que actuando a través del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-conducta, disminuye la expresión de la conducta sexual de monta del ganado criado en esas zonas. Este impacto fisiológico ha sido atribuido a un escaso desarrollo de las paredes del folículo dominante, con insuficiente capacidad esteroidogénica y bajas concentraciones circulantes de la hormona estradiol 17- $\beta$ , la cual es responsable de la conducta sexual (De Rensis & Scaramuzzi, 2003). El efecto del estrés calórico ha sido reportado recientemente por Torres-Junior *et al.* (2008) en ganado tropical *Bos indicus* afectando el desarrollo foliular, la concentración hormonal y la competencia biológica del ovocito, expresándose además como un mayor período de aciclicidad inter-estral y una mayor frecuencia de ciclos estrales de corta duración.

La crisis de la fertilidad también ha sido reportada para el ganado doble propósito de climas templados (Cutullic *et al.*, 2009) y para el mestizo de doble propósito criado en regiones tropicales de la República Bolivariana de Venezuela (González-Stagnaro & Madrid-Bury, 2008). Ante esta situación, se viene recurriendo al uso de tratamientos hormonales, cuyos resultados no han sido superiores a los de la respuesta natural de la vaca mestiza (Hernández *et al.*, 1995). La aplicación de los protocolos hormonales en la ganadería DP debe supeditarse a la aplicación de planes de alimentación y salud adecuados y reservarlos para los problemas reproductivos (Soto-Belloso, 2001).

### La monta: signo principal de la vaca sujeta de inseminación

En la práctica del manejo reproductivo de la ganadería DP bajo la IA, se define como vaca en celo o sujeta a inseminación, a aquella que acepta quieta la monta de un toro recelador o de una de sus compañeras (Hurnik *et al.*, 1995) (Figura 1).

## EL ANESTRO POSPARTO

Anestro es un término ampliamente utilizado para indicar la ausencia de signos del estro o celo (Peter *et al.*, 2009). A pesar de una eficiente detección, como anestro posparto se identifica a esa disminución de la expresión o ausencia de celo que luego del parto se extiende hasta la aparición del primer celo, en vacas elegibles. Luego del parto, la vaca debe reacomodar su estado fisiológico, nutricional y endocrino, de manera que le permita mantener la producción láctea, reiniciar la actividad ovárica, ex-



**Figura 1. Aceptación de la monta por la vaca en celo. Signo primario de una vaca en celo o sujeta a inseminación.**

presar el primer celo posparto ovulatorio y reanudar la ciclicidad estral cada 21 días, aproximadamente. El anestro posparto se cuantifica mediante el intervalo en días comprendido entre el parto y el primer celo, sin considerar el denominado período de reposo voluntario, aunque en otras situaciones, se toma en cuenta un lapso de 45 ó 60 días posparto (González-Stagnaro *et al.*, 2002).

## LA DETECCIÓN DE LOS CELOS

En las fincas DP con IA, una eficiente detección de celos es vital para el éxito económico del criador y del sistema. Esta detección de celos depende de una adecuada interacción hombre-animal que le permita a la hembra expresar su conducta fisiológica natural y al hombre disponer de las actividades, manejo, lotificación y medios o técnicas para detectarla. Una buena observación visual de celos (OV) se caracteriza por identificar visualmente a la vaca en el preciso momento en que ella se encuentra en ese estado fisiológico; ello es posible hacerlo, reconociendo acertadamente el conjunto de conductas, signos y síntomas que la vaca manifiesta (Ramírez-Iglesia, 2008). No obstante, a pesar del enorme desarrollo de las últimas décadas en el conocimiento de la fisiología reproductiva de la vaca (Peter *et al.*, 2009) y la gran cantidad de técnicas desarrolladas para su identificación (Ramírez-Iglesia, 2008), la detección del celo sigue presentándose como un grave problema (Galina & Orihuela, 2007) y su incorrecta detección produce grandes pérdidas a las ganadería lecheras y DP (Senger, 1994; González-Stagnaro *et al.*, 2002).

En la ganaderías lecheras altamente especializadas, la lucha contra el problema de la detección de la vaca en celo ha llevado a proponer algunos requisitos ideales para su correcta identificación, entre ellos, la observación continua del rebaño durante las 24 horas, que permite una mayor precisión (95%) en la identificación de los signos conductuales relacionados con la ovulación (Senger, 1994).

Estos requerimientos ideales para una buena detección de celos han chocado con algunos factores señalados recientemente por Roelofs *et al.* (2010), tales como: 1) la manifestación de celo y las dobles inseminaciones en vacas preñadas se ha reportado hasta en 19% de las IA; 2) se observa 40% de inseminaciones fuera de la fase de es-

tro con niveles altos de progesterona; 3) la ineficiencia de los protocolos hormonales para la sincronización del celo e IATF; 4) la crisis de la fertilidad con sólo un 60% de vacas con aceptación de la monta, y 5) el incremento de la producción láctea con reducidos niveles de estrógenos responsables de la conducta estral de la vaca.

Finalmente, una buena detección de celos depende de la habilidad o experiencia para reconocerlo, la cual obedece directamente al conocimiento de la conducta estral de la vaca y del tiempo y dinero invertido en ello. En las fincas, el encargado de esas labores debe reconocer e interpretar los signos y síntomas del celo, las horas y frecuencia de observación en el día y mantener una organización de registros útiles y adecuados (Ramírez-Iglesia *et al.*, 2006; 2007a; 2007b; Ramírez-Iglesia, 2008; Roelofs *et al.*, 2010).

## **LA CONDUCTA SEXUAL DE LA VACA EN LAS GANADERÍAS DOBLE PROPÓSITO**

Bajo estímulos externos e internos, en la conducta sexual de la vaca es observable una secuencia encadenada de actos, ritos y cortejos que conducen a la aceptación del animal en celo a la monta por un macho o por una de sus compañeras del rebaño. Además de la conducta de tolerancia a la monta, la vaca mestiza manifiesta una serie de signos y síntomas estrales secundarios que conducen al apareamiento para la reproducción (Ramírez-Iglesia, 2008; Ramírez-Iglesia *et al.*, 2002; 2010), cuya frecuencia de presentación puede variar según el grupo racial predominante, el tipo de manejo, la ubicación de la finca, el nivel de producción láctea, la condición corporal, el clima, la hora y número diario de OV, el tamaño del rebaño y la habilidad del observador.

### **La detección del celo en la Ganadería Doble Propósito**

En los rebaños DP bajo IA, las vacas en ordeño son conducidas dos veces al día desde los potreros a los corrales de espera y desde allí a las salas de ordeño y viceversa. En estas instalaciones y construcciones se realiza rutinariamente la OV del celo por los ordeñadores u otro personal no especializado en esa labor, los cuales, suministran la información al inseminador. Para mejorar la eficiencia de detección, en algunos rebaños, las vacas son acompañadas por toros receladores, especialmente acondicionados para evitar la penetración y una preñez no deseada. La IA en estos rebaños se realiza bajo el apotegma: *“Solo las vacas que se observan se identifican en celo, solo las vacas en celo se inseminan y sólo las vacas que se inseminan pueden concebir”* (González-Stagnaro *et al.*, 2003).

Un perfil diario de la expresión del celo en fincas con dos ordeños manuales diarios y apoyo del becerro ha sido reportado por Ramírez-Iglesia *et al.* (2007b), según el cual, el 38% de los celos se detectaron en el horario de 05:00am a 10:00am y el 62% entre las 02.00pm y 06:00pm, reportándose solo en potreros hasta un 30% de vacas en celo (Ramírez-Iglesia *et al.*, 2007a). La detección de celos en potreros, normalmente no está incorporada en las rutinas de las fincas.

## **LA OBSERVACIÓN VISUAL COMO TÉCNICA CARACTERÍSTICA DE LAS GANADERÍAS DP**

La observación visual es la técnica más difundida en la ganadería DP, y entre los pocos estudios comparativos con otras técnicas, se la señala como la más eficiente (Jiménez-Pérez *et al.*, 2009). En reportes anteriores, esa eficiencia ha sido corroborada por Soto Belloso *et al.* (2000) mediante la determinación de los niveles de progesterona en leche descremada, señalando valores entre 83% y 95% de correcta detección. En otras regiones del mundo y en ganado lechero, la eficiencia de la detección de celos por la OV reporta una disminución del 40%, al pasar de un 90% para el año 1959, hasta menos del 50% en el año 2002 (Roelofs *et al.*, 2010). Esta disminución ha sido atribuida a lo ya señalado anteriormente como un efecto de la intensa selección genética sobre la conducta de monta y la duración e intensidad del celo (Cutullic *et al.*, 2009; Walsh *et al.*, 2011). Esta pérdida de la conducta de monta, ha conducido a la elaboración y propuestas de tablas de puntuación con ponderación de los distintos signos secundarios del estro (Van Eerdenburg *et al.*, 2002; Kerbrat y Disenhaus, 2004; Roelofs *et al.*, 2005), para calificar e identificar a la vaca en celo o sujeta de la inseminación “sin ser observada aceptando la monta”. La aplicación de esta tablas muestran porcentajes de detección entre 37% y 63% (Roelofs *et al.*, 2010).

Aún falta mucho por conocer acerca de la conducta sexual, el ciclo estral y otros aspectos fisiológicos de los bovinos mestizos tropicales (Galina & Orihuela, 2007), que den mayor soporte al manejo reproductivo fisiológico de la vaca mestiza (Ramírez-Iglesia, 2008). Por ello, se debe persistir en la investigación que afiance la OV de los signos y síntomas del celo, como base para identificar a la vaca sujeta a la inseminación.

## **TABLA DE CALIFICACIÓN PARA IDENTIFICAR LA VACA EN CELO**

Con base a las OV realizadas en ganado DP (Ramírez-Iglesia *et al.*, 2002; 2006; 2007a; 2010) realizadas para identificar la conducta sexual natural en la idea del manejo reproductivo fisiológico, se confeccionó una tabla de ponderación de las distintas conductas asociadas al celo (Figura 2). En la composición fotográfica, se presentan los signos y síntomas del celo a registrar por la OV y su puntuación en el ángulo superior derecho. En ella, se apunta que la sumatoria de 100 o más puntos en horario AM o PM califican e identifican a la vaca en celo o sujeta a la inseminación. Además de la OV en los corrales y sala de ordeño, se incorporan dos observaciones adicionales diarias en los potreros.

Se requiere la revisión de las hembras que manifiesten signos conductuales indicados en la Figura 2, para detectar y registrar los signos físicos como depilaciones o excoriaciones en la base de la cola y/o alrededor, el color de la mucosa de la vulva o la presencia y descarga de moco cervical. La aplicación de esta Tabla Ponderada de Puntos para calificar el comportamiento de la vaca en celo en una finca DP con ganado Gir y sus mestizas de la costa oriental del lago de Maracaibo indicó y permitió la inseminación de 41 animales que, aunque no fueron observadas aceptando la monta, acumularon suficiente cantidad de puntos ( $\geq 100$ ) como para considerarlas en celo y sujetas

 <p>1. Aceptación de la monta por toro recelador o vaca</p>	 <p>100</p>	 <p>60</p> <p>2. Aceptación monta desorientada</p>
 <p>3. Aceptación montón en grupa por toro o vaca</p>	 <p>50</p> <p>X</p>	 <p>30</p> <p>4. Depilaciones o excoberaciones base de cola</p>
 <p>5. Presencia o descarga de moco cervical</p> <p>30</p>	 <p>6. Mucosa vulva roja / rosada</p> <p>20 / 5</p>	 <p>10</p> <p>X</p> <p>7. Apoyar montón en grupa a otras vacas</p>
 <p>8. Micción frecuente tres X hora</p> <p>10</p>	 <p>9. Olfateo, lamido de vulva por otra vaca o toro</p> <p>10</p>	 <p>10</p> <p>10. Flehmen por toro o vaca</p>
 <p>11. Caminar en círculo con olfateo a otros</p> <p>10</p>	 <p>12. Topeteo cabeza con cabeza</p> <p>5</p>	 <p>5</p> <p>13. Intento o rechazo de monta</p>
 <p>14. Seguimiento por otras vacas</p> <p>5</p>	 <p>15. Caminar, caminar, agitada o nerviosa</p> <p>5</p>	 <p>5</p> <p>16. Aceptar o apoyar montón cabeza otras partes</p>

Figura 2. Tabla de ponderación de las distintas conductas asociadas al celo en vacas mestizas DP. En la composición fotográfica, se presentan los signos y síntomas del celo a registrar por la observación visual y su puntuación en el ángulo superior derecho. La sumatoria de 100 puntos o más AM o PM significa una Vaca en celo, sujeta de inseminación.

de la inseminación. De esas 41 vacas, 23 fueron diagnosticadas preñadas por examen transrectal al servicio indicado, lo cual representa un una fertilidad del 56,1% (Cuadro 1).

**Cuadro 1**

**Celo y fertilidad en un rebaño de vacas con predominio Gir de doble propósito inseminadas según tabla ponderada de puntos para signos y síntomas de celo**

Características de las vacas definidas en celo e inseminadas				Diagnóstico	
	N	%	Puntos	N	%
Registro de la monta por toro o vaca					
Vacas con monta detectada y registrada	69	63	≥100	36	52,2
Vacas sin monta detectada y registrada	41	37	≥100	23	56,1
Total	110	100	-	59	53,6

Estos resultados sugieren la posibilidad de utilizar en las ganaderías DP de las zonas cálidas tropicales, una técnica de la ponderación por puntos de los signos del celo, para detectar a la hembra en estro o sujeta a la inseminación artificial, que no expresa conducta de aceptación de la monta.

## CONCLUSIONES

La aplicación de una Tabla para calificar el comportamiento de la vaca en celo o sujeta de la inseminación por puntaje puede contribuir a mejorar la identificación de las vacas sujetas a la IA, reconocer aquellos signos que pueden estar más relacionados con la fertilidad y mejorar la eficiencia con la cual se reproducen estos rebaños criados en el trópico caliente.

Según el tamaño del rebaño bajo IA, la calificación del comportamiento requiere la asignación de personal exclusivamente destinado a la detección del celo, separado del responsable de la IA. Ambos deben formar un equipo para la reproducción animal.

## AGRADECIMIENTO

A los propietarios de la Finca Miraflores por el apoyo prestado para realizar la observación. Al Médico Veterinario Dr. Manuel Vidal por su colaboración.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bó GA, Cutaia LE, Souza AH, Baruselli ES. 2009. Actualización sobre protocolos de iatf en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. Sitio Argentino de Producción animal. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) Consultada el 03-11-2010.

Cutullic E, Delabya L, Causeurc D, Micheld G, Disenhaus C. 2009. Hierarchy of factors affecting behavioural signs used for oestrus detection of Holstein and Normande dairy cows in a seasonal calving system. *Anim Rep Sci* 113:22.

De Rensis F, Scaramuzzi RJ. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow. A review. *Theriogenology* 60: 1139.

Galina CS, Orihuela A. 2007. The detection of estrus in cattle raised under tropical conditions: What we know and what we need to know. *Hormones and Behavior* 52:32.

González-Stagnaro C. 1992. Fisiología reproductiva en vacas mestizas de doble propósito. En: *Ganadería Mestiza de Doble Propósito*. C González Stagnaro (ed.) 1ra. Ed. Ediciones Astro Data. 153-188pp.

González-Stagnaro C, Madrid-Bury N. 2008. Fertilidad al primer servicio en vacas mestizas 30 años después. *Revista Científica FCV-LUZ XVIII* (Supl. 1) F-10: 470. Consultada el 06-02-2010. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/26083/1/resumens.pdf>

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.

González-Stagnaro C, Madrid-Bury N, Goicochea LLaque J. 2003. Análisis de la tasa de preñez en vacas doble propósito. *Revista Científica, FCV-LUZ XIII* (6): 440.

Hernández FH, Soto-Belloso E, Villamediana MP, Cruz AR, Aranguren MA, Castejón O. 1995. Evaluación de tratamientos del anestro post-parto en vacas mestizas. Factores que lo afectan. *Revista Científica FCV-LUZ V* (1): 47..

Hurnik JF, Webster AB, Siegel PB. 1995. *Dictionary of farm animal behavior*. 2da. Ed. Iowa State University Press. 164pp.

Jiménez-Pérez FA, Urdaneta M, González R, Sandoval J, Parra A. 2009. Evaluación de Cuatro Métodos de Detección del Celos en Novillas de Doble Propósito. *Revista Científica FCV-LUZ XIX* (4): 366.

Kerbrat S, Disenhaus C. 2004. A proposition for an updated behavioural characterisation of the oestrus period in dairy cows *Applied Anim Behav Sci* 87: 223.

Lucy mc. 2001. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *J Dairy Sci* 84:1277.

Peter AT, Vos PLAM, Ambrose DJ. 2009. Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology* 71:1333.

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 5:555.

Ramírez-Iglesia LN, Viera FB, Martínez JA, Díaz de Ramírez A, Soto-Belloso E. 2002. Conducta sexual y signos del celo en ganadería mestiza de doble propósito. *Revista Científica FCV-LUZ* 12 (Supl. 2): 431.

Ramírez-Iglesia LN, Freddy B, Viera Rosales J, Martínez A, Díaz de Ramírez A, Morillo Luque JG, Román R, Soto-Belloso E. 2006. Grupos sexuales activos en vacas posparto de ganadería mestiza de doble propósito. *Zootecnia Trop* 24 (3):281.

Ramírez-Iglesia LN, Viera FB, Martínez JA, Díaz de Ramírez A, Román R, Soto-Belloso E. 2007a. Fertilidad y días vacíos en relación con factores asociados con el primer celo posparto en vacas mestizas de doble propósito. *Revista Científica FCV-LUZ XVII* (4):386.

Ramírez-Iglesia LN, Viera Rosales FB, Díaz de Ramírez A, Román R, Soto-Belloso E. 2007b. Hora y lugar de la detección visual del celo en vacas mestizas de doble propósito ordeñadas dos veces al día. *Mundo Pecuario*, III (2 y 3): 59. Consultada el 10-01-2011. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/21984/2/articulo4.pdf>

Ramírez-Iglesia ln, Torres L, Vidal M, Díaz de Ramírez A. 2010. Signos y síntomas de la conducta sexual de un rebaño de ganadería Gir. LX Conv Anual Asoc Venez Avance Ciencia (AsoVAC), 14-19 de noviembre. Ciudad Bolívar-Venezuela. Memorias CD pp67.

Roelofs JB, van Eerdenburg FJCM, Soedea NM, Kempa B. 2005. Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 63:1366.

Roelofs J, López-Gatius F, Hunter RHF, van Eerdenburg FJCR, Hanzen CH. 2010. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. Review. *Theriogenology* 74:327.

Senger PL. 1994. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *J Dairy Sci* 77: 2745

Soto-Belloso E. 2001. Mejora reproductiva mediante el control hormonal de la actividad ovárica post parto en vacas mestizas de doble propósito. En: *Reproducción Bovina*. C González-Stagnaro (ed). Fundación Girarz, Maracaibo-Venezuela. Cap. XX: 323-332.

Soto-Belloso E, Portillo G. 1992. Alteraciones de la reproducción en la hembra. En: *Ganadería Mestiza de Doble Propósito*. C González Stagnaro (ed.) Ira. Ed. Ediciones Astro Data SA. 189-203 pp.

Soto-Belloso E, Portillo Martínez G, De Ondiz Sánchez A, Rojas N, Soto Castillo G, Ramírez-Iglesia LN, Aranguren JA, Perea F. 2000. Evaluación del comportamiento reproductivo mediante el uso de la progesterona por radioinmunoanálisis en vacas mestizas Cebú bajo programas de inseminación artificial en Venezuela. *Revista Científica FCV-LUZ* 10 (5): 391.

Torres-Júnior de S JR, Pires M deFA, de Sá WF A, de M Ferreira A, Viana JHM, Camargo LSA, Ramos AA, Folhadella IM, Polisseni J, de Freitas C, Clemente CAA, de Sa' Filho MF, Paula-Lopes FF, Baruselli PS. 2008. Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology* 69: 155.

Van Eerdenburg, FJCM, Karthaus D, Taverne MAM, Merics I, Szenci O. 2002. The relationships between estrous behavioral score and time of ovulation in dairy cattle. *J Dairy Sci* 85:1150.

Walsh SW, Williams EJ, Evans ACO. 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim Reprod Sci* (En Prensa). doi:10.1016/j.anireprosci.2010.12.001. Consultada el 06-02-2011.

Wiltbank MC, Gtimen A, Sartori R. 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology* 57:21.