



Interciencia

ISSN: 0378-1844

interciencia@ivic.ve

Asociación Interciencia

Venezuela

Sepúlveda, Néstor; Rodero, Evangelina
Comportamiento sexual durante el estro en vacas lecheras
Interciencia, vol. 28, núm. 9, septiembre, 2003, pp. 500-503
Asociación Interciencia
Caracas, Venezuela

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33908402>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

COMPORTAMIENTO SEXUAL DURANTE EL ESTRO EN VACAS LECHERAS

NÉSTOR SEPÚLVEDA
y EVANGELINA RODERO

Las condiciones intensivas a las que son sometidos la mayoría de los rebaños bovinos de producción lechera conllevan el uso de técnicas reproductivas y de manejo que pueden incidir sobre los niveles de productividad de la explotación. Así, la mejora de los niveles de producción está derivando en un detrimento de las tasas reproductivas. En varios estudios que comparan los niveles de producción lechera y su efecto sobre la fertilidad del rebaño, se detecta una correlación negativa entre estos parámetros; es decir, a mayor producción, menor es la fertilidad (Inostroza y Sepúlveda, 1999; Buttler, 2000; Sepúlveda *et al.*, 2001).

Por otra parte, el uso de la inseminación artificial (IA) que se ha instaurado como rutina en estos sistemas ofrece menores tasas de concepción que la monta natural. La causa fundamental, según Appleyard y Cook (1976) es una inadecuada detección de los celos que lleva a que la IA no se realice en el momento adecuado. Una detección de celos poco eficiente disminuye la producción lechera total a lo largo de la vida productiva del animal y el número de terneros nacidos por vaca, aumenta el número de días abiertos y la tasa de reposición por problemas reproductivos (Sepúlveda, 2000).

En la mayoría de las explotaciones lecheras que utilizan la reproducción asistida se ve suprimida la presencia del toro, lo cual sin duda juega un papel estimulador de la función reproductiva mejorando las tasas de concepción (Rodríguez y Rivera, 1999), aunque algunos autores no lo consideran así (Shipka y Ellis, 1998).

A mediados de los años setenta la tasa de detección de celos de un rebaño lechero alcanzaba alrededor de un 70% (Appleyard y Cook, 1976), mientras que estudios recientes establecen una tasa real de detección de celos de alrededor de un 50% (Van Vliet y Van Eedenburg, 1996; Sepúlveda, 2000).

Un incremento en el número de sesiones de observación de celos de 2 a 5, podría incrementar la tasa de detección de celos de un 59 a un 91% (Esslemont *et al.*, 1985) y puesto que la eficacia de estas observaciones depende del conocimiento de los signos de celo (Sepúlveda y Rodero, 2002), se revisará cuáles son las conductas propias del celo en los bovinos lecheros bajo condiciones intensivas, los factores que tienen incidencia sobre estos comportamientos y qué métodos se han puesto en práctica para cuantificar y caracterizar el celo.

Signos del celo

Las hembras mamíferos pueden presentar tres niveles en la manifestación conductual del estro, niveles que son de especial importancia para lograr con éxito el apareamiento con un macho. Éstos son la atracción, la proceptividad y la receptividad (Fraser y Broom, 1990).

La atracción se mide en función del grado en que la hembra evoca respuestas sexuales al macho. La respuesta depende tanto de los olores que ella produce como de su proceptividad, es decir, la medida en la que manifieste comportamiento de invitación o solicitud, y la receptividad es la predisposición de la hembra a aceptar el cortejo y la cópula del macho.

Los signos de estro en el bovino pueden incluir las siguientes manifestaciones:

Incremento de la actividad. La vaca se observa inquieta, el pastoreo y la alimentación quedan muchas veces interrumpidos, el tiempo de rumia se reduce y la producción de leche disminuye. En vez de pastorear, la vaca aumenta sus desplazamientos, e intenta montar o solicita ser montada por otras vacas sin reparar en el rango social (Hafez *et al.*, 1969). Mediante el uso de podómetros se han constatado,

PALABRAS CLAVE / Bovino Lechero / Conducta Animal / Estro /

Recibido: 25/06/2003. Modificado: 05/08/2003. Aceptado: 11/08/2003

Néstor Sepúlveda. Médico Veterinario. M.Sc. en Reproducción Animal y Doctor en Veterinaria, Universidad de Córdoba, España. Profesor, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera, Chile. Dirección: Casilla 54-D, Temuco, Chile. e-mail: nestor@ufro.cl

Evangelina Rodero Serrano. Médico Veterinario. Doctora en Veterinaria, Universidad de Córdoba, España. Profesora, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España. e-mail: palrose@uco.es

cuantificado y relacionado los cambios producidos en la actividad cinética de las vacas en los periodos periestrales. Según Lehrer *et al.* (1992), un 70-80% de los celos pueden ser detectados por podómetros, ya que en condiciones intensivas una vaca en celo es 2,76 veces más activa que una que no lo está y hasta 4 veces más si tiene libertad de movimiento (Nebel *et al.*, 2000). Para Arney *et al.* (1994) la locomoción se incrementa entre las 80 y 16h antes del celo, aunque según Varner *et al.* (1994) el incremento de actividad se produce 4h antes de que se manifieste el celo, siendo el momento óptimo para la IA a las $11,8 \pm 1,7$ h de haberse detectado un incremento de actividad. Al igual que otros signos de celo, los movimientos aumentan en función del número de partos de la vaca y disminuyen con la lactación.

Mugido. La vaca en estro muge más de lo normal. También suele observarse que la cola queda levantada y aumenta el número de veces que orina, no observándose tal incremento en el número de defecaciones.

Tumefacción vulvar. Es posible observar tumefacción de la vulva y la producción de una mucosidad clara que puede quedar adherida a la cola o caer sobre el suelo.

Incremento de acicalamiento. Se incrementan las actividades de acicalamiento mutuo en forma de lamidos a otros animales. La vaca en celo suele olfatear cerca de la cola a otras vacas y empujarlas, pero también es receptora de esta actividad por parte de las otras vacas del rebaño, por lo que puede mostrar barro en sus costados y saliva sobre su espalda. Tras los olfateos puede manifestar el reflejo Flehmen o levantamiento del labio superior.

Monta. Típicamente, la vaca en estro intenta montar a otras. Al iniciar el estro las vacas se montan unas a otras, siendo difícil para el observador identificar cuál vaca del grupo se encuentra en estro. Pero cuando un animal en particular queda quieto al ser montado por otros, está en estro. Por ello, también se puede observar el pelo hirsuto en el flanco y base de la cola.

Estudios respecto al conocimiento de estos signos por parte de los ganaderos y encargados de la detección de celos en las explotaciones muestran un deficiente conocimiento de los signos de estros además que dedican poco tiempo a las tareas de detección (Sepúlveda y Rodero, 2002).

Comienzo del celo

Aunque no todos los autores coinciden, la mayoría de ellos apuntan a que el comienzo del celo se suele producir durante la noche o a primera hora de la mañana (Galina y Arthur, 1990; Van Vliet y Van Eerdenburg, 1996; Castellanos *et al.*, 1997). En novillas que no están sometidas a ordeño, el momento del día en el que se producen los picos de aparición en celo se sitúa entre la 7:00 y las 8:00, coincidiendo con el suministro de concentrado, pero en vacas en producción se producen a lo largo del día tres picos coincidentes con los periodos de ordeño.

La ovulación ocurre en promedio a las $27,6 \pm 5,4$ h después de iniciado el celo, no dándose diferencias entre ovulaciones espontáneas o inducidas por hormonas exógenas (PGF2a; Walker *et al.*, 1996). Estos autores estimaron un tiempo de 9,5h desde que se produce la primera monta hasta que éstas cesan, por lo que las mayores tasas de concepción se consiguen con IA realizadas 5 a 6h después del primer evento de celo. Igualmente, Swensson y Andersson (1980) encontraron mayores tasas de concepción (71%) cuando la IA se practica en el mismo día de la detección del celo en relación al segundo o tercer día. Coincidiendo con esto, Maatge *et al.* (1997) concretan este intervalo entre el primer signo de celo y la IA en 11,8h. Nebel *et al.* (1994) no encontraron diferencias en las tasas de concepción cuando la IA se practica a tiempo fijo en el primer día o mediante el protocolo mañana-tarde instaurado por Trimberger (1948). En la elección del protocolo también es necesario considerar que a partir de las 24h de la manifestación de celo, las tasas de fertilización mediante IA pueden aumentar, pero la calidad de los embriones, medida como % de embriones degenerados, se ve reducida (Saacke *et al.*, 2000).

Duración del celo

La interpretación de los datos referentes a la duración del celo es complicada, dado el efecto adicional de la época del año en su duración y porque el cese del celo es gradual (Orihuela, 2000).

En la bibliografía se encuentran diferentes formas de medir la duración del estro. Existe coincidencia entre los investigadores en que el signo más seguro de una vaca en estro se produce cuando ésta queda quieta al

ser montada. Por ello, King (1990) define el 'período de receptividad sexual' como el tiempo durante el cual la vaca permanece quieta al ser montada, estableciendo que la duración de la receptividad es igual a la duración del estro. Según Hurnik *et al.* (1975) no siempre es posible establecer comparaciones entre el número de montas y la duración del celo, ya que el número de vacas en estro, el tipo de superficie y el tamaño del grupo son factores difíciles de apreciar y su acción es determinante sobre la duración y la intensidad del comportamiento sexual en las vacas.

Van Vliet y Van Eedenburg (1996), registraron los principales signos de estro y dieron puntuación a cada uno de ellos, determinando el inicio del estro en función del momento en el que las vacas alcanzaban una puntuación concreta en base a los signos de estro acumulados en un período de 24h.

Dentro del ciclo estral, la duración del celo oscila entre 9 a 28h, dependiendo de la localización geográfica, de la raza y de la edad de la vaca.

Generalmente, el celo es más corto en el trópico y en las zonas subtropicales que en las templadas. En climas templados o moderados la duración del estro puede ser de 20 a 30% más duradero que en vacas de ambientes muy calurosos o fríos (Pennington *et al.*, 1985).

La duración del celo en el ganado cebú y sus cruces es menor que en las razas europeas, y en ambos tipos de bovino, independientemente de su localización, el celo de las novillas es más corto que el de las vacas adultas (Mukasa-Mugerwa, 1989; King, 1990). Paralelamente, la duración del celo se ve afectada por el número de partos, pudiendo ser 50% más corto en las vacas primíparas que en las multíparas (Walker *et al.*, 1996).

En vacas Holstein Friesian también se han observado diferencias en la longitud del estro, medida por el *periodo de receptividad sexual*, en función de si hay sólo una o más vacas en estro al mismo tiempo. En este sentido, King (1990) observó que la duración del estro cuando hay una vaca en celo fue sólo de 2,4h mientras que cuando se encontraban dos ó más vacas en celo, la duración de éste aumentaba a más de 14h. Este mismo efecto ya había sido descrito por otros autores como Hurnik *et al.* (1975) y Esslemont *et al.* (1980) y fué posteriormente corroborado por Van Vliet y Van Eedenburg (1996).

Tabla I
DURACIÓN MEDIA DEL ESTRO EN HEMBRAS
DE RAZAS LECHERAS

Raza	Duración (h)	Referencia
Holstein	21,3 ±2,1	Williams <i>et al.</i> , 1981
Holstein	15,7	Pennington <i>et al.</i> , 1986
Holstein	15,1 ±8,5	Van Vliet y Van Eedenburg, 1996
Frisón	14,9 ±4,7	Esslemont y Bryant, 1976
Holstein	12,2 ±4,4	Van Vliet y Van Eedenburg, 1996
Frisón novillas	10,2 ±1,2	Esslemont <i>et al.</i> , 1980
Holstein	10,1 ±2,4	Hurnik <i>et al.</i> , 1975
Holstein	8,8 ±5,5	Karg y Schallenger, 1981
Holstein	8,8 ±5,4	O'Farrell, 1982
Holstein	7,5 ±2,4	Hurnik <i>et al.</i> , 1975

Teniendo en mente todas estas consideraciones procede tomar con cautela la Tabla I, que resume la duración de los celos estimados por los diferentes autores en diferentes razas y condiciones de la explotación.

Intensidad del celo

Todos los celos no se expresan con igual claridad; su intensidad se suele medir subjetivamente en

visiblemente a las otras vacas. Estos criterios proporcionan una seguridad razonable de las diferencias existentes entre razas, edades e individuos (Hafez *et al.*, 1969).

El éxito de la IA puede ser mejorado cuando ésta se realiza en celos de intensidad fuerte en relación a los de intensidad débil, de tal manera que la tasa de no retorno a celo puede verse incrementada en un 12% (Swenson y Andersson, 1980).

Tabla II
INTENSIDAD DEL CELO EN FUNCIÓN DE LOS SIGNOS
DE COMPORTAMIENTO EN BOVINOS DURANTE EL ESTRO

Signos de estro	Intensidad del celo		
	Intenso	Intermedio	Débil
Inquietud	++++	+	-
Bramidos	+++	++	+
Lame a otros animales	++	++	+
Monta a otros animales	+++	++	+
Se deja montar	++++	+++	+++
Movimientos de la pelvis	++	++	+
Arqueo del lomo	++	++	+
Reduce su apetito	+	-	-

(++++) Comportamiento o signo muy pronunciado; (+++) Comportamiento o signo notorio; (++) Comportamiento o signo débil; (+) Comportamiento o signo apenas perceptible; (-) No se presenta el signo o comportamiento.
Fuente: Fraser y Broom, 1990.

función de lo "excitable" que se muestre la vaca o en función de cuántas veces monta y se deja montar, o solicita la monta. Ante la falta de medidas objetivas, sólo es posible diseñar intensidades tales como fuerte, medio o débil (Tabla II), dependiendo del grado de aceptación de la monta, de la congestión y turgidez de la vulva, de su apariencia y cantidad de mucosidad, así como por el comportamiento de montar

La medida más habitual para determinar la intensidad del celo es el número de veces que la vaca se deja montar por unidad de tiempo y la duración de cada una de las montas. Según esto, Dransfield *et al.* (1998) consideran celos de baja intensidad aquellos en los que el número de veces que la vaca permanece quieta ante la monta es menor de 1,5 veces en una hora. Estos mismos autores consideran

como signos de estros débiles o de baja intensidad aquellos que se manifiestan durante menos de 7h. En un celo normal se pueden dar por término medio 10,1 montas y la duración de éstas suele ser de aproximadamente 24,1s (Walker *et al.*, 1996). Smith *et al.* (1993) encontraron en novillas una duración media de las montas de 8,5±3,5 segundos.

La intensidad de los celos, al igual que su duración varía en función de múltiples factores (ambientales, raza, número de celo, presencia del observador, número de vacas, edad de las vacas, etc) por lo que es difícil confeccionar un patrón y establecer comparaciones con los resultados de otros autores (King, 1990).

Diferentes estudios revelan una gran variabilidad en el número de montas que se pueden dar en cada celo, variación que puede ser atribuida a múltiples factores, incluyendo el espacio disponible para caminar, la temperatura y el número de compañeras que se encuentran en celo en el mismo momento. Si sólo hay una vaca, la intensidad disminuye y cuando el número de vacas que están en celo aumenta de 1 a 2 o 3, el número de montas pasa de 11,2 a 36,6 y a 52,6 respectivamente. Por el contrario, si son muchas vacas se puede dar un comportamiento imitativo colectivo que enmascara los celos verdaderos. La máxima expresión se da cuando 3 o más vacas están en celo al mismo tiempo (Hurnik *et al.*, 1975).

Tanto en la duración como en la intensidad del celo se ha detectado como un factor influyente el tipo de piso, siendo menos acusado cuando los animales se encuentran confinados en corrales con piso de cemento que con piso de tierra. Este factor puede tener un efecto más marcado que el de la estación del año (Rodtian *et al.*, 1996).

Está claramente establecido que *Bos indicus* muestra una duración e intensidad del estro mucho mas débil que *Bos taurus* (King, 1990). En los derivados del *Bos taurus* se han encontrado variaciones entre razas en la intensidad de celo, pero también entre individuos de diferente color de capa. Sin embargo, la importancia relativa del color de la capa como factor genético *per sé* no está del todo clara. Esslemont y Bryant (1976), trabajando con vacas frisonas, estimaron un número total de montas o interacciones de celo entre vacas de 56 ±38,8. Encontraron también más actividad durante la noche y la mayor parte de las montas se produjeron al amparo de zonas sombreadas.

Los estudios genéticos al respecto denotan que hay grandes diferencias entre las intensidades de celo estimadas para las hijas del mismo toro y se constata también el efecto rebaño, año y época de parto. Para este carácter se ha estimado una heredabilidad del 21% y una repetibilidad del 26-29%, siendo ambas cifras muy bajas (Hafez *et al.*, 1969).

Conclusiones

El análisis de los estudios del comportamiento durante el estro en vacas lecheras permiten concluir que existe una gran variabilidad en los signos que aparecen durante este período, así como su intensidad y duración. Además, que los modernos sistemas de explotación muchas veces impiden el natural comportamiento durante este período. Estos factores hacen que la detección de los estros para aplicar la inseminación artificial sea cada vez más complicada y por lo tanto el ganadero tenga que invertir un mayor tiempo en la observación y control de sus vacas reproductoras.

REFERENCIAS

- Appleyard WT, Cook B (1976) The detection of oestrus in dairy cattle. *Vet. Rec.* 99: 253-256.
- Arney DR, Kitwood SE, Phillips CJC (1994) The increase in activity during oestrus in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 40: 211-218.
- Buttler WR (2000) Nutritional interaction with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 449-457.
- Castellanos F, Galina CS, Orihuela JA, Navarro-Fierro R, Mondragón R (1997) Estrous expression in dairy cows and heifers (*Bos taurus*) following repeated PGF_{2α} injection and choice of selecting a mounting partner. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 51: 29-37.
- Dransfield M, Nebel R, Pearson R, Warnick L (1998) Timing of insemination for dairy cows identified in oestrus by a radiotelemetric oestrus detection system. *J. Dairy Sci.* 81: 1874-1882.
- Esslemont RJ, Bryant MJ (1976) Oestrus behaviour in a herd of dairy cows. *Vet. Rec.* 99: 472-475.
- Esslemont RJ, Flencross G, Bryant JJ, Pope GS (1980) A quantitative study of preovulatory behaviour in cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 6: 1-17.
- Esslemont RJ, Bailie JH, Cooper MJ (1985) *Fertility management in dairy cattle*. Collins. Londres, Reino Unido. 84 pp.
- Fraser AF, Broom DM (1990) *Farm animal behaviour and welfare*. Bailliere Tindall. Londres, Reino Unido. 547 pp.
- Galina C, Arthur GH (1990) Review on cattle reproduction in tropics. Part 4. Oestrus cycles. *Animal Breeding Abstr.* 58: 687-707.
- Hafez ESE, Schein MW, Ewbank R (1969) The behaviour of cattle. En Hafez ESE (Ed.) *The behaviour of domestic animals*. Bailliere, Tindall and Cassell. Londres, Reino Unido. pp. 235-295.
- Hurnik JF, King G, Robertson HA (1975) Oestrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Appl. Anim. Ethol.* 2: 55-58.
- Inostroza MA, Sepúlveda NG (1999) Actividad reproductiva postparto en vacas lecheras frisonas. *Arch. Zootec.* 48: 429-432.
- Karg H, Schallenger E (1981) Effect of management of management factors on the reproductive performance of the postpartum dairy cows. En Harg H, Schallenger E (Eds.) *Factors Influencing Fertility in the Postpartum Cow* (Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science, Vol. 20). Martinus Nijhoff. Holanda. pp. 197-213.
- King GJ (1990) Sexual behaviour in cattle. En *Studies of reproductive efficiency of cattle using RIA techniques*. International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria. pp. 59-66.
- Lehrer AR, Lewis GS, Aizinbud E (1992) Oestrus detection in cattle: recent developments. *Anim. Reprod. Sci.* 28: 355-361.
- Maatje K, Loeffler S, Engel HB (1997) Optimal time of insemination in cows that show visual signs of oestrus by estimating onset of oestrus with pedometers. *J. Dairy Sci.* 80: 1098-1105.
- Mukasa-Mugerwa E (1989) *A review of reproductive performance of female Bos indicus (Zebu) cattle*. Monograph N°6. International Livestock Centre for Africa. ILCA. Addis Abeba, Etiopía. 134 pp.
- Nebel RL, Walker WL, McGilliard ML, Allen CH, Heckman GS (1994) Timing of insemination of dairy cows: fixed once daily versus morning and afternoon. *J. Dairy Sci.* 77: 3185-3191.
- Nebel RL, Dransfield MG, Jobst SM, Bame JH (2000) Automated electronic systems for the detection of oestrus and timing of AI in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 713-723.
- O'Farrell JK (1982) Effects of management factors on the reproductive performance of the dairy cows. En Harg H, Schallenger E (Eds.) *Factors Influencing Fertility in the Postpartum Cow* (Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science, Vol. 20). Martinus Nijhoff. Holanda. pp. 510-529.
- Orihuela A (2000) Some factors affecting the behavioural manifestations of oestrus in cattle: a review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70: 1-16.
- Pennington JA, Albright JL, Dieckman MA, Callahan CJ (1985) Sexual activity of Holstein cows: seasonal effect. *J. Dairy Sci.* 68: 3023-3030.
- Pennington JA, Albright JL, Callahan CJ (1986) Relationship of sexual activities in oestrus cows to different frequencies of observations and pedometer measurements. *J. Dairy Sci.* 69: 2925-2934.
- Rodríguez RO, Rivera MJ (1999) Fertility of beef cattle females with mating stimuli around insemination. *Anim. Reprod. Sci.* 54: 221-226.
- Rodrian P, King G, Subrod S, Pongpiachan P (1996) Oestrus behaviour of Holstein during cooler and hotter tropical seasons. *Anim. Reprod. Sci.* 45 (1-2): 47-58.
- Saacke RG, Dalton S, Nadir S, Nebel RL, Bame JH (2000) Relationship of seminal traits and insemination time to fertilization rate and embryo quality. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 663-677.
- Sepúlveda NG (2000) *Factores que afectan a la tasa reproductiva de rebaños lecheros que utilizan inseminación artificial en el sur de Chile*. Tesis. Universidad de Córdoba, España. 276 pp.
- Sepúlveda N, Rodero E (2002) Evaluación de la detección de celo en explotaciones lecheras. *Revista Científica de Veterinaria FCV-LUZ* 12: 169-174.
- Sepúlveda N, Hinojosa M, Peña P, Risopatrón J, Rodero E (2001) El inicio de la actividad ovárica en vacas lecheras primíparas y multiparas. *Arch. Zootec.* 50: 399-402.
- Smith MW, Jaeger JR, Corah LR, Stevenson JS, Zapp LM, Hites MJ, Lee KW (1993) Detection of estrus in beef heifers by visual observation and radiotelemetry. *J. Anim. Sci.* 71 (Suppl 1): 36.
- Shipka MP, Ellis LC (1998) No effects of bull exposure on expression of estrous behavior in high-producing dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 57: 1-8.
- Swensson T, Andersson U (1980) The influence of heat symptoms and the time of insemination of cattle on the early and late returns. *Nord. Vet. Med.* 32: 457-463.
- Trimberger GW (1948) Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. *NBR. Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 153: 1-26.
- Van Vliet JH, Van Eedenburg FJCM (1996) Sexual activities and oestrus detection in lactation Holstein cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 50: 57-69.
- Varner M, Maatje K, Nielen M, Rossing W (1994) Changes in dairy cow pedometer reading with different number of cows in oestrus. En *Proc. 3rd Int. Dairy Housing Conf. Am. Soc. Agric. Eng.* Orlando, MI, EEUU. pp. 434-442.
- Walker WL, Nebel RL, McGilliard ML (1996) Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 79: 1555-1561.
- Williams WF, Yver DR, Gross TS (1981) Comparison of estrous detection techniques in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 64: 1738-1741.