

## Factores de riesgo para los celos no detectados en fincas lecheras especializadas de Costa Rica

Karla Alvarado Rodríguez<sup>1</sup>, Juan José Romero Zúñiga<sup>2\*</sup> y Érika Valverde Altamirano<sup>3</sup>

- 1 Práctica privada, Costa Rica. E-mail: katriby@yahoo.com
- 2 Programa de Investigación en Medicina Poblacional, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.
- 3 Estudiante, Programa de Investigación en Medicina Poblacional, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica. E-mail: erikava@medvet.una.ac.cr

### ABSTRACT

Reproduction efficiency is a critical aspect in the achievement of a profitable herd; thus, heat detection is fundamental for the reproductive performance in dairy cattle. Correct estrus detection is affected by many factors, mainly the individual variability (intrinsic factors) and environmental factors (extrinsic). To determine the risk factors for unobserved heat (UH), a case and control study was carried out in 72 specialized dairy herds, using the records from July 1<sup>st</sup> 1994 to June 30<sup>th</sup> 2004. Cycling cows with heat registration after 70 days postpartum were considered as cases. Risk factors for UH were determined by logistic regression with random effects, where the "farm" variable conferred the herd effect. The logistic procedure consisted of a univariate analysis followed by a multivariate analysis. Calving during the dry season presented a higher risk for UH (OR= 1.1, IC95%: 1.0 - 1.2). On the other hand, Holsteins and high-production cows had a higher probability to present UH. Cows from ecological zones corresponding to low montane rainy-forest and tropical dry-forest showed a higher risk of UH. The number of lactations and the type of parturition was not associated with the event. This study is oriented toward the recognition of cows exposed to high risk of UH; trying to detect estrus in a period postpartum without a significant increase in the days open.

**Keywords:** *risk factors, unobserved heat, cows, Costa Rica.*

### RESUMEN

La reproducción eficiente es crucial para lograr la rentabilidad de un hato; así, la detección de celos es fundamental para el rendimiento reproductivo del hato lechero especializado. Son muchos los factores que influyen en la correcta detección de celos, principalmente la variabilidad individual (factores intrínsecos) y los factores ambientales (extrínsecos). Para determinar los factores de riesgo para los celos no detectados (CND), se realizó un estudio de casos y controles, utilizando los registros de 72 hatos lecheros especializados de Costa Rica, desde el 1 de julio de 1994 hasta el 30 de junio del 2004. Las vacas ciclando, con registro de celo hasta después de los 70 días posparto, fueron consideradas como casos. Los factores de riesgo para CND se determinaron mediante regresión logística con efectos aleatorios, donde la variable "finca" confirió el efecto del hato. El procedimiento logístico consistió de un análisis univariado, seguido de un análisis multivariado. Parir durante la época seca fue de mayor riesgo para el CND (OR= 1.1, IC95%: 1.0 - 1.2). Por otra parte, las vacas Holstein y las altas productoras tuvieron mayor probabilidad de presentar CND. Las vacas de las ecozonas correspondientes al bosque pluvial montano bajo y al bosque seco tropical tuvieron el mayor riesgo de CND. El número de lactancias y el tipo de parto no se asociaron con el evento. Los

---

Recibido: 08 de mayo del 2007

Aceptado: 26 de marzo del 2009

\* Autor para correspondencia: teléfono: (506) 2260-2155, fax: (506) 2260-2155, P.O. Box: 304-3000, Heredia, Costa Rica, e-mail: jromero@medvet.una.ac.cr

aportes de este estudio se orientan a reconocer vacas expuestas a alto riesgo de CND, tratando de detectar los celos en un tiempo posparto que no incremente significativamente los días abiertos.

**Palabras claves:** *factores de riesgo, celos no detectados, vacas, Costa Rica.*

### Abreviaturas

CND: Celo no detectado.

VAMPP: Veterinary Automated Management And Production Control Programme.

OR: Odds Ratio (Razón de posibilidades).

IC 95%: Intervalo de Confianza al 95%

## 1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia en la reproducción es un aspecto crítico para lograr que un hato sea rentable; así, en sistemas especializados de lechería, esta se alcanza cuando cada vaca del hato produce un ternero sano por año (Brand & Varner, 1996). Cuando se prolonga el período abierto más allá de los 90 días, se compromete la rentabilidad del sistema, pues disminuyen la producción diaria de leche y la obtención de reemplazos (Grunert & Berchtold, 1988; Senger, 1994; Van Eerdenburg *et al.*, 2002).

La detección de celos es, entonces, un factor limitante para el rendimiento reproductivo del hato lechero especializado. El período de receptividad tiene una duración promedio de 18 horas (Hafez, 1980; Seguin & Troedsson, 2002; Wattiaux, 2005) y posee una alta variabilidad individual, tanto en tiempo como en intensidad (Youngquist, 1997; La Torre, 2001), por lo que se debe prestar especial atención a los factores que inciden en la (no) detección del celo. Del Pino (2000) reporta que la deficiencia en la detección de celos,

es causante del 85-90% de la variación del período abierto.

Al ser la reproducción el producto de una serie de eventos fisiológicos afectados por factores intrínsecos (variabilidad individual) y extrínsecos (ambientales), son muchos los que influyen en la correcta detección de celos. Algunos de los factores intrínsecos son: la duración del ciclo, la presencia de los signos de celo durante un período muy breve y las variaciones individuales en el comportamiento sexual (La Torre, 2001). Asimismo, las vacas con problemas de patas o de conformación estructural son menos propensas a exhibir la actividad de monta (Lucey *et al.*, 1986).

Las condiciones de alta o baja densidad animal dificultan la interacción entre las hembras y reducen la oportunidad de expresar los signos primarios del celo (Youngquist, 1997). Además, cuando la temperatura ambiental supera los 30 °C, excediendo el rango de comodidad de las vacas, las montas se vuelven menos frecuentes. Del mismo modo, la conducta de celo es más evidente en vacas que se encuentran sobre

suelos naturales, que en aquellas sobre concreto (Youngquist, 1997; Marcinkowski, 2004).

Aparte de los anteriores, el factor humano es, quizás, el principal factor extrínseco que afecta la detección de celos, pues depende de la habilidad del encargado para detectarlos, y debido a su alta variabilidad entre las vacas, son difíciles de evaluar objetivamente (Grunert & Berchtold, 1988; Aspron, 2004; Marcinkowski, 2004).

En Costa Rica existen muy pocos reportes acerca de este problema. Así, Ortuño (1981) observó una incidencia de anestro por celo no detectado del 32%, atribuido principalmente al factor humano, por sus múltiples responsabilidades dentro del sistema. Por otra parte, De Graaf (1995) reportó fincas con menos del 50% de los celos detectados antes de los primeros 75 días posparto. Alvarado *et al.* (*Ciencias Veterinarias*, en prensa), en un estudio complementario a este, reportan que el 30.8% de las hembras tuvieron CND al menos una vez, con rangos anuales en los porcentajes de CND entre 27.4% y 32.8%, con un promedio de 29.9%. Las vacas Holstein y las altas productoras (>6,100 kg/305 días) presentaron la mayor frecuencia de CND (46.5% y 44.1%, respectivamente).

El objetivo de esta investigación es establecer algunos factores de riesgo para el CND en vacas de fincas lecheras especializadas de Costa Rica, por medio

de un estudio de caso-control, utilizando los registros históricos de la base nacional de datos VAMPP.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Población en estudio

Se realizó un estudio en 72 hatos lecheros especializados de Costa Rica. Se utilizaron los datos de todas las lactancias registradas desde el 1 de julio de 1994 hasta el 30 de junio del 2004 en el sistema de información VAMPP Bovino (Noordhuizen & Buurman, 1984).

### 2.2. Recolección de datos

Se utilizó la base de datos centralizada del programa VAMPP Bovino existente en el Centro Regional de Informática en Producción Animal Sostenible (CRIPAS) de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional (EMV-UNA). Esta base de datos se alimenta de la información generada en cada finca, donde todas las actividades son monitoreadas por los propietarios o los encargados, generando registros manuales que luego son transferidos al programa.

#### 2.2.1. Edición

De la base de datos original se eliminaron las novillas que no presentaron datos de celos, así como las vacas que fueron descartadas antes del registro de algún celo posparto.

Las variables independientes fueron: época del año (seca o lluviosa), raza, zona ecológica, número de lactancias, tipo de parto (normal, distócico, cesárea) y producción de leche; mientras que la variable dependiente fue el CND. Para esta investigación se consideraron como **casos** a las vacas determinadas ciclando por palpación rectal con registro de celo hasta después de los 70 días posparto y como **controles**, a las vacas diagnosticadas ciclando por palpación rectal, con celo detectado y reportado antes de 71 días posparto (Cuadro 1).

### 2.2.2. Procesamiento estadístico

Los factores de riesgo para CND se determinaron mediante regresión logística con efectos aleatorios, siendo la variable "finca" la que confiere el efecto del hato. Para esto se utilizó el paquete epidemiológico EGRET®. El procedimiento logístico consistió de un análisis univariado en el que se determinaron los OR (Odds Ratio) con sus respectivos intervalos de confianza, para cada variable individualmente. Las variables que presentaron un valor de  $p < 0.25$  ingresaron al análisis multivariado. Mediante el proceso de inclusión-exclusión de cada variable en el modelo multivariado, se evaluó la presencia de confusión y modificación de efecto; para esto, se compararon los coeficientes estimados en el nuevo modelo, con los coeficientes estimados y la razón de verosimilitud (Likelihood Ratio) del modelo precedente. Se estimó que una variable fue confusora cuando su coeficiente cambió

más de 0.1 (si este tuvo un valor entre  $-0.4$  y  $0.4$ ), o si al menos un coeficiente cambió más del 25% (cuando tuvo un valor  $< -0.4$  o  $> 0.4$ ). Finalmente, las variables que fueron excluidas en la primera fase se revisaron para determinar la existencia de colinearidad con las presentes en el modelo final, por medio del cálculo de correlaciones simples. Si la correlación fue superior o igual al 60% y el valor de  $p < 0.05$ , se estimó que ambas variables tuvieron similar dirección y magnitud en la asociación con el CND. Las variables confusoras se mantuvieron en el modelo final, y las modificadoras de efecto fueron analizadas desde la interacción.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Resultados generales

Se recolectó un total de 62,278 registros de las lactancias ocurridas en las 72 fincas utilizadas durante los 10 años del período de estudio. De estos se eliminaron 36,590, pues no contaban con los datos necesarios de celo o de producción de leche, quedando así 25,688 registros, con un rango de 15 a 5,465 lactancias por finca. La descripción de los casos, para cada una de las variables estudiadas, se presenta en el Cuadro 2.

### 3.2. Factores de riesgo para CND

#### 3.2.1. Análisis univariado

Los celos posteriores a los partos durante la época seca tuvieron un 10% más

riesgo de ser observados después de los 70 días posparto (OR= 1.1, IC95%: 1.0 - 1.2). Respecto a la raza, las vacas Holstein y las media raza (H4 x J4) fueron las más propensas al CND. En relación con las ecozonas, se encontraron riesgos mayores para las vacas de fincas ubicadas en el bosque pluvial montano bajo (OR= 3.4, IC95%: 2.9 - 3.9); el bosque seco tropical (OR= 1.5, IC95%: 1.0 - 2.3), el bosque húmedo premontano (OR= 1.4, IC95%: 1.3 - 1.6) y el bosque muy húmedo tropical (OR= 1.2, IC95%: 1.1 - 1.3).

Por otra parte, se observó que las vacas con cuatro o más lactancias, tuvieron mayor posibilidad de CND, aunque, al igual que para la época del año, la magnitud de la asociación resultó ser baja (OR= 1.1, IC95%: 1.0 - 1.3). La condición (tipo) del parto no presentó asociación estadística con el CND; contrario a la producción de leche, donde las vacas con producciones de leche mayores a los 6,100 kg/305 días tuvieron 2.2 veces (IC95%: 2.1 - 2.4) el riesgo de CND, comparado con el de las vacas cuyas producciones no superan los 4,100 kg/305 días. Los resultados completos del análisis univariado se presentan en el Cuadro 3.

### 3.2.2. Análisis multivariado

La época del año en que parió la vaca, la raza, la zona ecológica y el nivel de producción láctea, fueron los factores de riesgo para CND. Algunas variables mantuvieron la magnitud y la

dirección de las asociaciones con el CND, que se determinaron en el análisis univariado (Cuadro 3).

Parir durante la época seca fue de mayor riesgo para el CND (OR= 1.1, IC95%: 1.0 - 1.2) que en la época lluviosa. Por otra parte, las vacas Holstein tuvieron mayor probabilidad de presentar CND. Las altas productoras presentaron una tendencia hacia el riesgo con respecto a las de baja producción, aún cuando la magnitud de la asociación bajó, pues el OR pasó de 2.2 (IC95%: 2.1 - 2.4) a 1.2 (IC95%: 1.1 - 1.3). En el caso de las ecozonas, hubo cambios en las magnitudes de los OR para algunas de ellas; sin embargo, las de riesgo y las de tipo protectivo se mantuvieron, con excepción de las vacas ubicadas en las zonas de bosque húmedo premontano, bosque muy húmedo tropical y bosque húmedo tropical. Las primeras dos dejaron de tener asociación significativa, mientras que la tercera más bien presentó asociación significativa. Las variables número de lactancias y tipo de parto salieron del modelo, pues perdieron significancia estadística.

## 4. DISCUSIÓN

No existen en la literatura, de manera específica, documentos que determinen mediante estudios de corte epidemiológico, como el de caso-control realizado en esta investigación, los factores de riesgo para el CND. Sin embargo, varias investigaciones mencionan factores, establecidos por otras vías, que

pueden afectarlo. Estos factores son, entre otros, la duración del ciclo estral y las variaciones individuales en la conducta de celo (La Torre, 2001); los problemas de patas o de conformación estructural (Lucey *et al.*, 1986); la temperatura ambiental sobre los 30 °C y el tipo de piso de concreto (Youngquist, 1997; Marcinkowski, 2004). Por último, se menciona el factor humano como el que más afecta la detección de celos (Grunert & Berchtold, 1988; Aspron, 2004; Marcinkowski, 2004).

Es probable que la disminución del riesgo para el CND durante la época lluviosa, se deba a la influencia de la temperatura ambiental sobre la reproducción de la vaca, tal y como lo han reportado Youngquist (1997) y Marcinkowski (2004). Asimismo, según Thatcher & Collier (1986), el estrés provocado por las elevadas temperaturas de los meses más calurosos alteran el ciclo estral, disminuyendo así la duración del celo y la intensidad de sus síntomas, que en casos extremos podrían conducir al anestro. Además, el clima tiene influencia sobre la cantidad y calidad de las pasturas disponibles (Bavera, 2005), factor que podría afectar la fuente de minerales, energía y proteína necesarios para una correcta reproducción y manifestación de los celos en las vacas.

Lamentablemente no se tuvo acceso a los datos de temperatura y humedad relativa específicos para las fincas en estudio. Relacionado con el factor clima,

se observó que las vacas que habitan en fincas ubicadas en el bosque húmedo premontano y el bosque muy húmedo tropical, tienen más probabilidades de ocurrencia de CND.

Las vacas Holstein y las H4 x J4 presentaron más posibilidades de CND, comparadas con las Jersey y las de otras razas, probablemente como consecuencia de los altos niveles de producción de las primeras; efecto que fue reportado por Brand & Varner (1996). A este respecto, Westwood *et al.* (2002) reportan una asociación positiva entre el nivel de producción y la detección del celo; de modo que a mayor nivel de producción existe mayor probabilidad de observar el primer celo después de los 70 días, tal y como se comprobó en este estudio, donde las vacas con producciones mayores a los 4,100 kg de leche tuvieron más posibilidades de CND. Diversos estudios han documentado que vacas lactantes tienen niveles menores de hormonas esteroides que las no lactantes por un incremento en el metabolismo hepático (Parr *et al.*, 1993a; Parr *et al.*, 1993b; Rabiee *et al.*, 2001a; Rabiee *et al.*, 2001b). En ambos estadios de producción, después del consumo de alimento, el flujo sanguíneo al hígado y el metabolismo de la progesterona y los estrógenos se incrementan inmediatamente, efecto que se ve aumentado en vacas altas productoras (Sangritavong *et al.*, 2002). No se trata, entonces, de una disminución en la capacidad de producción de hormonas, sino de un

aumento en el metabolismo de ellas en las vacas lactantes, principalmente en las altas productoras.

El número de lactancias perdió significancia en la asociación con el CND, en el momento del análisis multivariado. Esto no es de extrañar, debido a que los OR del análisis univariado no presentaron valores superiores a 1.1. La literatura no reporta ninguna asociación entre el CND y el número de lactancias.

En el presente estudio, el tipo de parto no se asoció con el CND; sin embargo, Bavera (2005) reportó que existe asociación entre estas dos variables, ya que como consecuencia de los partos distócicos, de las intervenciones inadecuadas y de las manipulaciones incorrectas para desprender las membranas fetales, se producen traumas en la vaca que llevan a infecciones uterinas que, generalmente, se reflejan en una lenta involución uterina, descargas crónicas, demora en la reanudación de la actividad sexual y disminución del porcentaje de fertilidad, afectando, de esta manera, la detección temprana de los celos en las vacas.

Una limitante de este estudio es que se le concede confianza absoluta al diagnóstico por palpación rectal de los profesionales que atienden las fincas. Ha sido documentado en algunos estudios que la palpación rectal tiene cerca del 70% de concordancia con los niveles plasmáticos de progesterona, que es el criterio utilizado como prueba de oro para establecer el estatus de ciclicidad

de las vacas (Gutiérrez *et al.*, 1996). Asimismo, Ribadu *et al.* (1994) determinaron valores de sensibilidad, especificidad y valor predictivo positivo de 85.0%, 95.7% y 89.5%, respectivamente, mientras que Hanzen *et al.* (2000) encontraron valores cercanos a 80.0%, que indican una exactitud razonable para un método de diagnóstico subjetivo como es la palpación rectal. Todos los autores coinciden que la agudeza en el diagnóstico se incrementa cuando se conoce la historia reproductiva de la vaca, situación que es la que ocurre en las fincas utilizadas en este estudio, donde se tiene información relativa al posparto y a la observación o no de los celos. Asimismo, hacen mención de que el principal problema es la no detección de un cuerpo lúteo cuando este existe y no la condición contraria; así, es altamente probable que la proporción de celos no detectados haya sido sobrestimada en alguna proporción no calculada con precisión, aún en profesionales costarricenses.

## 5. CONCLUSIONES

El estudio de factores de riesgo para eventos que afectan a los animales de los sistemas de producción es especialmente importante si se trata de factores prevenibles, ya sean ambientales o de manejo. Si bien los factores identificados en el estudio no son del todo evitables, los aportes de este se orientan a reconocer vacas expuestas a alto riesgo de CND, tratando de detectar los celos en un tiempo posparto que no

incremento significativamente los días abiertos, derivando así, en sistemas productivos más eficientes y rentables.

Realizar futuros estudios donde se incluyan factores individuales tales como el peso del animal (como un estimador indirecto de la tasa metabólica), la condición corporal en un determinado punto del posparto, así como las claudicaciones, serían deseables para identificar otros factores que han sido ampliamente discutidos en la literatura. Para estos fines, se debe incentivar a los productores a registrar, de modo más regular y sistemático, este tipo de eventos en el sistema de registros que las fincas utilicen.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, K.; J.J. Romero & E. Valverde 2006. Caracterización de la detección de celos en fincas lecheras especializadas de Costa Rica. *Cienc. Vet.* 24 (2): 167-184.
- Aspron, M.A. 2004. Curso de actualización: Manejo reproductivo del ganado bovino [en línea]. Internacional Veterinary Information Service. USA. [http://www.ivis.org/continuing\\_educatio/short\\_courses/reproduction\\_bovine/aspron:es/ivis.pdf](http://www.ivis.org/continuing_educatio/short_courses/reproduction_bovine/aspron:es/ivis.pdf) (Consulta: 29 mar., 2005).
- Bavera, G.A. 2005. Factores que influyen al celo diario [en línea]. [http://www.vet-uy.com/articulos/artic\\_bov/067/bov067.htm](http://www.vet-uy.com/articulos/artic_bov/067/bov067.htm) (Consulta: 15 mar., 2006).
- Brand, A. & M. Varner. 1996. Monitoring reproductive performance, pp. 283-343. In A. Brand, J.P. Noordhuizen & Y.H. Schukken. *Herd health and production management in dairy practice*. Wageningen Pers.
- De Graaf, T. 1995. *Manual para el manejo de la salud y producción de hato*. 1a. ed. [s.e.]. Costa Rica. ISBN. 9977-12-171-0.
- Del Pino, R. 2000. Maximizando la concepción en vacas lecheras: Detección de celo [en línea]. Página de información ganadera de Ray del Pino. [http://www.geocities.com/raydelpino\\_2000/resumende-maximizarconcepcion.html](http://www.geocities.com/raydelpino_2000/resumende-maximizarconcepcion.html) (Consulta: 29 mar., 2005).
- EGRET®. 1999. Reference Manual: Digital Version.
- Grunert, E. & M. Berchtold (eds.). 1988. *Infertilidad en la vaca*. 1a ed. Editorial Hemisferio Sur. Argentina.
- Gutiérrez, A.C.; L. Zarco; C.S. Galina; I. Rubio, & H. Basurto. 1996. Predictive value of palpation per rectum for detection of the CL in Zebu cattle as evaluated by progesterone concentrations and ultrasonography. *Theriogenology*. 46: 471-479.

- Hafez, E.S.E. (ed.). 1980. *Reproduction in farm animals*. 4th. ed. Lea Febiger. Philadelphia.
- Hanzen, C.; M. Pieterse; O.Scenczi; & M. Drost. 2000. Relative accuracy of the identification of ovarian structures in the cow by ultrasonography and palpation per rectum. *Vet J.* 159: 161-170.
- Kappelle, M.; M. Castro; H. Acevedo; P. Cordero; L. González; E. Méndez & H. Monge. 2002. A rapid method in ecosystem mapping and monitoring as a tool for managing Costa Rican ecosystem health. In D.J. Rapport; W.L. Lasley; D.E. Rolston; N.O. Nielsen; C.O. Qualset & A.B. Damania (eds.). *Managing for Healthy Ecosystems*. Lewis Publisher. Boca Raton.
- La Torre, W. 2001. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros [en línea]. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 12:2. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a22v12n2.pdf> (Consulta: 29 mar. 2005).
- Lucey, S.; G.J. Rowlands & A.M. Russell. 1986. The association between lameness and fertility in dairy cows. *Vet. Rec.* 118: 628.
- Marcinkowski, D. 2004. Heat detection: problems, evaluation and solutions [en línea]. University of Maine Cooperative Extension. <http://www.umaine.edu/livestock/Publications/heatdet.htm> (Consulta: 29 mar., 2005).
- Noordhuizen, J.P.T.M. & J. Buurman. 1984. Veterinary automated management and production control programme for dairy farms (VAMPP). The application of MUMPS for data processing. *Veterinary Quarterly.* 6: 62-77.
- Parr, R.A.; I.F. Davis; M.A. Miles & T.J. Squires. 1993a. Feed-intake affects metabolic-clearance rate of progesterone in sheep. *Res. Vet. Sci.* 55: 306-310.
- Parr, R.A.; I.F. Davis; M.A. Miles & T.J. Squires. 1993b. Liver blood flow and metabolic clearance rate of progesterone in sheep. *Res. Vet. Sci.* 55: 311-316.
- Ortuño, A.M. 1981. Anestro por celo no observado en la vaca lechera. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional. Costa Rica.
- Rabiee, A.R.; K.L Macmillan & F. Schwarzenberger. 2001a. Excretion rate of progesterone in milk and faeces in lactating dairy cows with two levels of milk yield. *Reprod. Nutr. Dev.* 41: 309-319.
- Rabiee, A.R.; K.L. Macmillan & F. Schwarzenberger. 2001b. The effect of level of feed intake on progesterone clearance rate by measuring fecal progesterone metabolites in

- grazing dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 67: 205-214.
- Ribadu, A.J.; W.R. Ward & H. Dobson. 1994. Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration. *Vet. Rec.* 135: 452-457.
- Sangsrivavong, S.; D.K. Combs; R. Sartori, & M.C. Wiltbank. 2002. High feed intake increases blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 $\beta$  in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85: 2831-2842.
- Seguin, B. & M.H.T. Troedsson. 2002. Diseases of the reproductive system, pp. 1292-1299. In B.P. Smith. *Large animal internal medicine*. Mosby. Missouri.
- Senger, P.L. 1994. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *J. Dairy Sci.* 77: 2745-2753.
- Syrstad, O. 2006. Milk yield and lactation length in tropical cattle [en línea]. <http://www.fao.org/AG/againfo/resources/documents/WAR/war/U9550B/u9550b0s.htm> (Consulta: 20 jun., 2006).
- Tatcher, W.W. & R.J. Collier. 1986. Effects of climate on reproduction, pp. 301-309. In D.A. Morrow. *Current Therapy in Theriogenology*. Saunders. Philadelphia.
- Van Eerdenburg, F.J.; D. Karthaus; M.A. Taverne; I. Merics; & O. Szenci. 2002. The relationship between estrous behavioural score and time of ovulation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85: 1150-1156.
- Wattiaux, M.A. 2005. Detección de celo, servicio natural e inseminación artificial [en línea]. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison. <http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/09.es.pdf> (Consulta: 29 mar., 2005).
- Westwood, C.T.; I.J. Lean & J.K. Garvin. 2002. Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: A multivariate description. *J. Dairy Sci.* 85: 3225-3237.
- Youngquist, R.S. (ed.). 1997. *Current therapy in large animal theriogenology*. 1st. ed. Saunders. Philadelphia.

**Cuadro 1.** Descripción de las variables utilizadas para determinar los factores de riesgo para celo no detectado en fincas lecheras de Costa Rica.

Variable	Nivel de variable	Descripción
Celo no detectado	Casos	Vacas diagnosticadas ciclando por palpación rectal, con celo detectado y reportado hasta después de 70 días posparto.
	Controles	Vacas diagnosticadas ciclando por palpación rectal, con celo detectado y reportado antes de 71 días posparto.
Época del año <sup>1</sup>	Seca	Diciembre a abril.
	Lluviosa	Mayo a noviembre.
Ecozonas		Las descritas por Holdridge (Kappelle <i>et al.</i> , 2002)
Razas	H8	≥ 5/8 Holstein.
	J8	≥ 5/8 Jersey.
	H4 x J4	Media raza Holstein x Jersey.
	Otras	Todas las demás razas y cruces.
Nº de lactancias	Primípara	Lactancia en la que se encuentra en el momento del registro de los eventos reproductivos.
	2-3	
	4-6	
	> 6	
Tipo de parto	Normal	Parto normal y sin asistencia.
	Normal con retención de membranas fetales	Parto normal sin asistencia y con retención de membranas fetales.
	Distócico	Parto difícil con asistencia y sin cesárea.
	Distócico con retención de placenta	Parto difícil con asistencia, sin cesárea y con retención de placenta.
	Cesárea	Parto difícil con asistencia y con cesárea.
Prod. de leche	Variable continua	Producción corregida a 305 d. <sup>2</sup>

1 Se tomó como base la época en que ocurrió más del 60% del período comprendido entre el parto y los 70 días posparto.

2 Se usa este valor porque es aproximadamente la duración de una lactancia normal con un intervalo entre partos de 12 meses; además, reduce la variación causada por el intervalo entre partos (Syrstad, 2006).

**Cuadro 2.** Distribución de los casos –vacas con celo no detectado– dentro del estudio de los factores de riesgo, para este evento, en fincas lecheras de Costa Rica.

Variable	Nivel de variable	N	Casos	%
Época del año	Seca	10 986	3 500	31.8
	Lluviosa	14 701	4 411	30.0
Raza	Holstein	10 886	5 067	46.5
	Jersey	8 518	1 810	21.2
	H4 x J4	644	185	28.8
	Otras	5 639	849	15.0
Ecozonas	B. (bosque) húm. montano bajo	6 718	2 118	31.5
	B. húm. premontano	4 698	1 874	39.9
	B. seco tropical	95	39	41.0
	B. muy húm. montano	1 672	323	19.3
	B. muy húm. montano bajo	1 562	499	31.9
	B. muy húm. premontano	8 107	1 862	22.9
	B. muy húm. tropical	1 988	704	35.4
	B. pluvial montano bajo	783	476	60.8
Nº de lactancias	B. húm. tropical	64	16	25.0
	Primípara	6 676	2 005	30.0
	2-3 lactancias	10 231	3 105	30.3
	4-6 lactancias	7 223	2 291	31.7
> 6 lactancias	1 557	510	32.8	
Tipo de parto	Normal	24 875	7 658	30.8
	Distócico	800	247	30.9
	Cesárea	12	6	50.0
Prod. de leche	≤ 4 100 kg/305 días	5 382	1 294	24.0
	4 101-6 100 kg/305 días	13 431	3 770	28.1
	> 6 100 kg/305 días	6 874	2 847	41.4

**Cuadro 3.** Factores de riesgo para el celo no detectado en las vacas de fincas lecheras costarricenses: análisis univariado.

Variable	Nivel de variable	N	OR	IC 95%		P
				LI	LS	
Época del año	Lluviosa	14 701	-	-	-	
	Seca	10 986	1.1	1.0	1.2	0.001
Razas	Holstein	10 886	-			
	Jersey	8 518	0.3	0.3	0.3	<0.001
	H4 x J4	644	0.5	0.4	0.5	<0.001
	Otras	5 639	0.2	0.2	0.2	<0.001
Ecozonas	B. húm. montano bajo	6 718	-			
	B. húm. premontano	4 698	1.4	1.3	1.6	<0.001
	B. seco tropical	95	1.5	1.0	2.3	0.05
	B. muy húm. montano	1 672	0.5	0.4	0.6	<0.001
	B. muy húm. montano bajo	1 562	1.0	0.9	1.1	0.75
	B. muy húm. premontano	8 107	0.6	0.6	0.7	<0.001
	B. muy húm. tropical	1 988	1.2	1.1	1.3	0.001
	B. pluvial montano bajo	783	3.4	2.9	3.9	<0.001
B. húm. tropical	64	0.7	0.4	1.3	0.26	
Nº de lactancias	Primípara	6 676	-			
	2-3 lactancias	10 231	1.0	0.9	1.1	0.7
	4-6 lactancias	7 223	1.1	1.0	1.2	0.03
	> 6 lactancias	1 557	1.1	1.0	1.3	0.03
Tipo de parto	Normal	24 875	-			
	Distócico	800	1.0	0.9	1.2	0.96
	Cesárea	12	2.2	0.6	7.8	0.15
Prod. de leche Kg/305 días	≤ 4 100	5 382	-			
	4 101-6 100	13 431	1.2	1.1	1.3	<0.001
	> 6 100	6 874	2.2	2.1	2.4	<0.001

**Cuadro 4.** Factores de riesgo para el celo no detectado en las vacas de fincas lecheras de Costa Rica: análisis multivariado.

Variable	Nivel de variable	N	OR	IC 95%		P
				LI	LS	
Época del año	Lluviosa	14 701	-			
	Seca	10 986	1.1	1.0	1.2	0.001
Razas	Holstein	10 886	-			
	Jersey	8 518	0.3	0.3	0.4	<0.001
	H4 x J4	644	0.5	0.4	0.6	<0.001
	Otras	5 639	0.2	0.2	0.3	<0.001
Ecozonas	B. húm. montano bajo	6 718	-			
	B. húm. premontano	4 698	1.0	0.9	1.1	0.50
	B. seco tropical	95	1.8	1.2	2.8	0.007
	B. muy húm. montano	1 672	0.7	0.6	0.8	<0.001
	B. muy húm. montano bajo	1 562	1.0	0.9	1.1	0.87
	B. muy húm. premontano	8 107	0.7	0.7	0.8	<0.001
	B. muy húm. tropical	1 988	0.9	0.8	1.1	0.36
	B. pluvial montano bajo	783	2.0	1.7	2.3	<0.001
B. húm. tropical	64	0.4	0.2	0.8	0.007	
Prod. de leche Kg/305 días	< 4 100	5 382	-			
	4 101-6 100	13 431	1.1	1.0	1.2	0.02
	> 6 100	6 874	1.2	1.1	1.3	<0.001