

# DETECCIÓN DE CELOS: CÓMO CALCULAR SU INTENSIDAD Y EXACTITUD

Méd. Vet., M.Sc., Ph.D. R. L. De la Sota\*. 2000. Taurus, Bs. As., 2(7):19-27.

\*Inst. de Teriogenología, Fac. de Cs. Veterinarias-UNLP.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Inseminación Artificial](#)

## RESUMEN

La eficiencia reproductiva de los rodeos lecheros ha disminuido debido principalmente a un descenso en el porcentaje de detección de celo, parámetro determinado por la intensidad y por la exactitud de detección. La intensidad de detección de celo es el porcentaje de celos posibles que son observados durante un período de tiempo específico. Hay varios métodos que permiten calcularla: 1) el porcentaje de celos posibles que son detectados, 2) el método del intervalo entre celos, 3) el porcentaje de celos elegibles de inseminar que son detectados y 4) la proporción de vacas diagnosticadas preñadas en el diagnóstico de gestación. La exactitud de detección de celo es el porcentaje de celos observados que fueron celos reales. El examen de los intervalos inter-estros es útil para calcularlo. La evaluación de las concentraciones de P4 en leche al momento de la inseminación también puede ser utilizada. Actualmente existe una serie de ayudas que aumentan la eficiencia de detección de celo. Entre ellas: 1) pintura y detectores de presión de monta en la base de la cola, 2) detectores electrónicos de presión de monta en la base de la cola, 3) retajos y animales tratados con esteroides masculinos, 4) medición de la resistencia eléctrica de los fluidos del tracto reproductivo y 5) podómetros.

**Palabras clave:** eficiencia reproductiva, inseminación artificial, detección de calores, estro, días abiertos, intervalo parto parto

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva de los rodeos lecheros ha disminuido durante los últimos 10 años debido principalmente a un aumento de la producción individual de las vacas, a un incremento del número total de animales y a una intensificación de las medidas de manejo del rodeo. Esta disminución de la eficiencia se debió principalmente a un descenso en el porcentaje de detección de celo (disminución en la exactitud y en la intensidad de detección de celos) en dichos rodeos.

La eficiencia reproductiva de los rodeos lecheros es comúnmente medida mediante el intervalo entre partos (IEP), parámetro que afecta la producción diaria de leche (litros) de la vaca durante su vida productiva y el ingreso asociado por las ventas de leche de su producción, condicionando la rentabilidad del establecimiento. El IEP está determinado por el período de espera voluntario (PEV), por el porcentaje de detección de celo (PDC) y por el porcentaje de concepción (PC). Las vacas de un rodeo quedarán preñadas (porcentaje de preñez, PP) luego del PEV en función del PDC y del PC ( $PP = PDC \times PC$ ). El PP representa la proporción de vacas que quedan preñadas durante cada ciclo estral y determina el número de días con posterioridad al PEV necesarios para que las vacas queden preñadas. A medida que el PP aumenta, debido a que el PDC y el PC son mayores, el IEP disminuye.

Ferguson y Galligan han demostrado que el PP a la 1° inseminación (IA) explica el 79% de la variación en el IEP. Ellos concluyeron que la maximización del PDC y del PC a la 1° IA son los dos factores más importantes para disminuir dicho intervalo. Por lo tanto los productores lecheros deberían asignar una significativa cantidad de esfuerzos y recursos para mejorar el PDC y PC con el fin de alcanzar en sus rodeos la máxima eficiencia reproductiva posible.

## DETECCIÓN DE CELO Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA

El PDC está determinado por la intensidad (habilidad del operador para detectar el número esperado de vacas en celo diariamente) y por la exactitud (habilidad del operador de reconocer los signos clínicos del celo) de detección de celo (DC). El PC está determinado por el número de animales diagnosticados preñados sobre el número inseminado. Logrando un PDC del 90% y un PC del 50% se obtiene un PP del 45% durante un ciclo de inseminaciones de 21 días. Si se mantiene el PC constante y el PDC disminuye al 50% (se detecta 1 de cada 2 vacas en celo) el PP disminuirá al 25%. Esta situación es bastante común en tambos de mediana y alta producción en nuestro país (tabla 1).

Tabla 1. Impacto del porcentaje de detección de celo sobre el porcentaje de preñez de un rodeo lechero

% detección de celo	% concepción	% preñez
90	50	45
70	50	35
50	50	25

Heersche y Nebel han reportado un 38% de PDC en un estudio en 4.550 rodeos en EE.UU. y Van Vliet y Van Eerdenburg reportaron un 36% de PDC en 2 rodeos de Holanda.

La duración promedio del estro en la vaca es de 18 horas. Sin embargo, más recientemente, Xu y col., utilizando un método radiotelemétrico de detección de celos, estudiaron la duración del mismo, el número de montas y la duración de las montas en vacas en pastoreo en Nueva Zelanda durante las estaciones reproductivas de otoño y primavera. La duración promedio del celo fue de 9,7 vs. 7,3 horas, el número de montas fue de 36,8 vs. 19,9 y la duración de la monta fue de 2,6 vs. 2,3 segundos, en otoño y primavera respectivamente. Además, se observó que la duración promedio ( $\pm$  ES) del celo era de  $8,6 \pm 0,46$  horas, que el número de montas era de  $29,0 \pm 2,77$ , y la duración de la monta era de  $2,5 \pm 0,04$  segundos. En contraste con trabajos previos, los autores encontraron que el inicio del celo ocurrió durante el día, que no había mayor número de montas en la tarde; y argumentaron que probablemente las variaciones diarias en la actividad de monta se deban a interrupciones causadas por el manejo tales como la alimentación. En un trabajo similar realizado en EE.UU. utilizando el mismo sistema de detección de celos en animales estabulados o semiestabulados, Dransfield y col. determinaron que el número de montas promedio ( $\pm$  DS) durante el celo era de  $8,5 \pm 6,6$  y que la duración del celo era de  $7,1 \pm 5,4$  horas. En resumen, el acortamiento en la duración y manifestación del celo, las interrupciones en su expresión causadas por el manejo de los animales, el incremento del tamaño del rodeo y las modificaciones del medio ambiente dificultan la detección diaria de celo y como consecuencia disminuyen la eficiencia reproductiva del rodeo.

### CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE DETECCIÓN DE CELO

La intensidad de detección de celo se define como el porcentaje de celos posibles que son observados durante un período de tiempo específico. Varios métodos han sido desarrollados para expresar el porcentaje de vacas detectadas en celo con respecto al número de vacas asumido o calculado que debería estar en celo. Tanto el cálculo de la intensidad de detección de celo como la comparación entre diferentes métodos de cálculo presentan dificultades debido a que normalmente se utilizan distintos intervalos de tiempo y se incluyen o no a las vacas preñadas. Además generalmente se asume que:

1. todas las vacas están ciclando luego de determinado día posparto,
2. todos los celos detectados corresponden a ciclos estrales (no son falsos positivos),
3. todos los ciclos estrales son de aproximadamente 21 días.

Esto último es particularmente importante en aquellos rodeos donde se utilizan prostaglandinas para la inducción de la luteólisis y la ovulación en las vacas encontradas vacías al tacto. Heersche y Nebel realizaron una exhaustiva revisión sobre los distintos métodos disponibles para calcular la intensidad de detección de celo. Los cuatro métodos de cálculo más frecuentemente utilizados son los siguientes:

### PORCENTAJE DE CELOS POSIBLES QUE SON DETECTADOS

Este índice se calcula dividiendo el número total de servicios o celos observados y/o reportados de un grupo de vacas en servicio durante un período específico (mínimo 21 días) por el número total de días-vaca (días que la vaca estuvo efectiva dentro del grupo) en ese período dividido por 21.

$$\% \text{ celos posibles que son detectados} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de servicios o celos observados/ reportados}}{(\text{número total de días vaca}) / 21} \times 100$$

Ejemplo: si durante 24 días en que se detectó celo en un rodeo de 40 vacas, se detectaron 24 en celo,

$$\frac{24}{(40 \times 24) / 21} \times 100 = 52,5 \%$$

**Meta:** 70 %

**Ventajas:** es un método simple y directo para realizar el cálculo, y su cálculo se realiza para un período de tiempo específico.

**Desventajas:** asume que todos los animales están ciclando, que los ciclos son menores a 24 días, y en rodeos pequeños con un número limitado de observaciones el resultado puede carecer de valor.

### MÉTODO DEL INTERVALO ENTRE CELOS

La longitud normal del ciclo estral (21 días) es dividida por el promedio entre intervalos de los celos o servicios consecutivos para todas las vacas durante el período analizado.

$$\% \text{ ciclos estrales detectados} = \frac{21 \text{ días}}{\text{Promedio del intervalo entre celos y/o servicios}} \times 100$$

Ejemplo: si el promedio del intervalo entre celos y/o servicios fue de 32 días,

$$\frac{21}{32} \times 100 = 65,6 \%$$

**Meta:** más de un 60 % de los intervalos entre celos y/o servicios deben tener entre 18 y 24 días, el promedio del intervalo debe ser menor a 30, lo que representaría que el 70 % de los celos fueran detectados.

**Ventajas:** el intervalo promedio entre celos y servicios generalmente es calculado por la mayoría de los programas de control lechero o manejo reproductivo; es fácil de calcular, solamente las vacas que están ciclando y poseen al menos dos celos son incluidas en el cálculo; puede ser calculado para cualquier período en particular, y si hay suficiente cantidad de datos puede ser calculado para antes y después de un período de servicios definido.

**Desventajas:** asume que todos los ciclos estrales son de 21 días, el porcentaje puede ser afectado por ciclos normales mayores de 21 días, por infecciones uterinas o por muerte embrionario tardía (disminuido), o por el uso frecuente de prostaglandinas que acortan los intervalos (aumentado).

### PORCENTAJE DE CELOS ELEGIBLES DE INSEMINAR QUE SON DETECTADOS

Se define a un celo como elegible cuando una hembra puede ser inseminada y concebir luego del mismo. Normalmente existe un período de espera voluntario (PEV) de 45 a 70 días desde el parto al 1° servicio, durante el cual las vacas no son inseminadas a pesar de presentar celos. El número de celos elegibles para ser inseminados se calcula mediante el uso de dos ecuaciones (A y B):

$$\text{Promedio de días vacíos} - (\text{PEV} + 10) + 1$$

a) Número de celos elegibles =  $\frac{\text{Promedio de días vacíos} - (\text{PEV} + 10) + 1}{21}$

Ejemplo: si el PEV fue de 50 días, el promedio de días vacía del rodeo de 135 días, y 10 días es la mitad de la duración de un ciclo estral normal

$$\frac{135 - (50 + 10) + 1}{21} = 4,6$$

b) % de celos elegibles detectados =  $\frac{\text{N}^\circ \text{ de celos o servicios por vaca}}{\text{N}^\circ \text{ de celos elegibles (ecuación A)}} \times 100$

Ejemplo: si el número promedio de celos o servicios del rodeo fue de 2,2 y el número de celos elegibles fue de 4,6 (ecuación A)

$$\frac{2,2}{4,6} \times 100 = 48 \%$$

**Meta:** el 70% de los celos elegibles debe ser detectado.

**Ventajas:** este método puede ser utilizado en vacas preñadas o en todas las vacas, el promedio de días de vaca vacía y el número de celos o servicios por vacas son calculados por la mayoría de los programas de control lechero o manejo reproductivo.

**Desventajas:** asume que todas las vacas están ciclando al final del PEV, asume que todos los servicios se realizan en celos verdaderos (no hay falsos positivos), el uso frecuente de prostaglandinas incremento el número de celos (disminuye los intervalos inter-estros) a pesar de que el número de celos elegibles se calcula con intervalos de 21 días, y no incluye los datos de vacas refugadas.

## **PROPORCIÓN DE VACAS DIAGNOSTICADAS PREÑADAS EN EL DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN**

Este es un método indirecto pero simple para medir la intensidad de detección de celo cada vez que se realiza el diagnóstico de gestación en un grupo de vacas. Para el cálculo de este índice se asume que:

1. solamente las vacas inseminadas que no tuvieron retorno al celo son examinadas para diagnóstico de gestación y
2. las vacas vacías deberían haber tenido al menos un celo observado antes del diagnóstico de gestación.

Ello implica que las vacas diagnosticadas vacías no fueron observadas en celo. Cuando se realiza el diagnóstico de gestación entre los días 35 y 45 pos IA, una tasa de detección de celo aceptable resultaría en el 85% de las vacas preñadas del total de vacas sometidas a diagnóstico de gestación. El 15% restante de vacas diagnosticadas vacías deberían haber sido detectadas al menos una vez en celo durante el intervalo entre la inseminación y el diagnóstico de preñez. Este método también se lo denomina porcentaje de eficiencia de detección de retorno al celo. Se puede utilizar en aquellos rodeos que no poseen programas de control lechero o manejo reproductivo.

## **DETERMINACIÓN DE LA EXACTITUD DE LA DETECCIÓN DE CELO**

Se define por exactitud de detección de celo al porcentaje de celos observados que fueron celos reales. La falta de exactitud ocurre cuando las vacas son inseminadas cuando no están en celo. El examen de la frecuencia de distribución de los intervalos inter-estros (histograma) es útil para documentar fallas en la exactitud de detección de celo. Si las vacas son inseminadas fuera, antes o después del celo en la 1ª IA posparto, luego tendrán intervalos anormales de retorno al celo (29% y 20% respectivamente). A pesar de que a veces es difícil diferenciar en un rodeo problemas de intensidad y de exactitud, hay características específicas de errores de detección de celo:

1. más del 10% de intervalos inter-estros entre 3 y 17 días,
2. más del 10% de intervalos inter-estros entre 25 y 35 días,
3. más del 5% de las vacas inseminadas 2 veces en 3 días,
4. vacas diagnosticadas preñadas o paridas con un día de servicio anterior al registrado.

Además de evaluar la distribución de intervalos inter-estros, la evaluación semicuantitativa de las concentraciones de P4 en leche puede ser utilizada para determinar la exactitud de la detección de celo. Las vacas con concentraciones de P4 en leche superiores a 1 ng/ml en el momento de la inseminación son consideradas que no están en celo. Si hay más de un 5% de las vacas inseminadas con P4 en leche > 1 ng/ml, la tasa de error en la detección de celo es muy alta. Para que este resultado tenga significancia, se deberían tomar al menos muestras de leche de 10 a 15 vacas en el ordeño posterior a la IA. En un estudio realizado en el nordeste de EE.UU. por Reimers y col. se encontró que si bien solamente en promedio el 5,1% de las vacas inseminadas no estaban realmente en celo, esto podía variar entre el 0 y el 60% de acuerdo a cada rodeo estudiado. En dicho estudio se determinó que en más del 30% de los rodeos, la tasa de error superaba el 10 %.

## **CARACTERÍSTICAS DE RODEOS LECHEROS QUE POSEEN UNA BAJA EFICIENCIA DE CELO (SMITH, 1986).**

1. Muy pocos celos observados y/o registrados antes del primer servicio.
2. Intervalo parto-primer servicio prolongado. Este intervalo debería no ser superior al PEV + 18 días.
3. Intervalos entre celos excesivamente largos, particularmente múltiplos de un ciclo normal (ej. 42 días). El intervalo interestro promedio mayor a 30 días.
4. Más del 15 % de las vacas diagnosticadas vacías en cualquier diagnóstico de gestación entre los 35 y 45 días pos IA.
5. Al realizar el examen veterinario se confirma que las vacas ciclan pero los celos no son detectados normalmente.
6. Menos del 50 % de las vacas elegibles son observadas en celo.

## **METAS DE OTROS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS RELACIONADOS CON LA DETECCIÓN DE CELO**

1. Que el 85% de las vacas sean observadas en celo antes del día 60 posparto.
2. Que el intervalo promedio al 1º servicio posparto sea menor a 75 días.
3. Que la relación entre intervalos inter-estros de 19 a 24 días y de 38 a 46 días sea superior a 5:1.

### **MÉTODOS QUE AUMENTAN LA EFICIENCIA DE DETECCIÓN DE CELO**

Pintura y detectores de presión de monta en la base de la cola: los detectores de presión de monta (Bovine Beacon™, Romage) se aplican sobre la base de la cola de la vaca con un adhesivo y son activados por la presión ejercida por el animal que monta. En rodeos de mayor tamaño se ha extendido la utilización de pintura (Celotest, Celamark), crayones o tiza para realizar una marca sobre la base de la cola de los animales elegibles a entrar en celo. La monta repetida de los animales en celo borra paulatinamente dicha pintura lo cual es medido en una escala de 5 (intacta) a 0 (borrada completamente). Ambos métodos deben complementar la rutina de detección de celo visual durante 30 minutos dos veces al día, preferentemente luego del ordeño.

### **DETECTORES ELECTRÓNICOS DE PRESIÓN DE MONTA EN LA BASE DE LA COLA**

Los detectores electrónicos de presión en base de la cola (HeatWatch, DDx, USA) fueron desarrollados para monitorear en forma continua la frecuencia y duración de las montas que sufren los animales en celo. La exactitud de esta metodología de detección de celo es muy similar a la que se obtiene con detección visual (96 vs 94%, respectivamente). Sin embargo, la intensidad de detección de celo es superior a la de la detección visual (91 vs 54%, respectivamente).

### **RETAJOS Y ANIMALES TRATADOS CON ESTEROIDES MASCULINOS**

La utilización de retajos (toros vasectomizados o con pene desviado), novillos, vaquillonas o vacas androgenizadas mejora la intensidad de detección de celo cuando son utilizados en combinación con pintura en la base de la cola, detectores de presión en la base de la cola o marcadores chin-ball.

### **RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LOS FLUIDOS DEL TRACTO REPRODUCTIVO**

La resistencia eléctrica de los fluidos vaginales disminuye durante el proestro y el estro, y puede utilizarse si se mide en forma repetida hasta alcanzar un valor mínimo que coincide con el momento del estro. Esta metodología posee una intensidad que varía del 65 al 82% y una exactitud del 57 al 82%. En un estudio realizado en nuestro país en animales Holando Argentino, la intensidad y exactitud del método han sido de 71,8% y 35,4% y 52,4% y 36,7% en vaquillonas y vacas en lactancia, respectivamente.

### **PODÓMETROS**

En la actualidad, está bien documentado que los animales durante el celo son más activos y utilizan más tiempo caminando o manteniéndose parados que descansando. Varios modelos de podómetros (Afiact, Bossio; Heat Seeker-TX, AlfaLaval Agri) han sido desarrollados para medir dicha actividad. La intensidad y exactitud de los podómetros son extremadamente variables (60-100% y 22-100%, respectivamente).

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Barker, R., Risco, C., Donovani, G.A. 1994. Low palpation preanilcy, rate restiltiti- from low conception rate in a dairy herd with adequate estrus detection intensity. *Cojiipeid. Coiitiii. Educ. Pract. Vet.* 16:801-815.
2. Barr, H. 1985. Infltieiice of estrus detection oti days open in dair, lierds. *J. Dairy Sej.* 68:1585-1599.
3. Bratili, R.K. 1986. Analysis of reproductive records tisiitig I)HIA stimmaries and other inoiititors in lar-, e dairy herds. In Morrow DA (ed). *Curreiit Therapy ni Theriogetiology*, 2nd ed. pp414-418. WB Saunders. Co. Philadelphia.
4. Caiifield, R.W., Butler, W.R. 1989. Accuracy of predicting tlie LH stirge and optiitiiil itisemination tinie in lloistein hejfers tisiitii a va-itiial resistance probe. *Tlieriogenology.* 41:835-842.
5. Draaisfield, M.B.G., Nebel, R.L., Pearson, R.E., Warnick, L.D. 1998. Tiitling of Insemination for Dairy-Cows Ideiitified in Estrus by a Radiotelemetric Estrus Detection Systeili. *J Dair, Sej* 81:1874-1882.
6. FergLiñon, S.D., Galli-an, D.T. 1993. Reproductive programs ni dairy, lierds. *Proc Centr Vet Conf.* 161-178.
7. Fetrow, J., Stewart, S., Eicker, S. 1997. Reproductive health pro-ranis for dairy herds: analysis of records for assessment of reproductive performance. In Youngquist RS (ed). *Current Therapy, iti Large Animal Tlieriogenology.* pp. 441-451. WB Sauidders. Co. Pliiladelpllia.
8. Heersclie. G., Nebel, R.L. 1994. Measurin-, efficiency aiid accuracy of detectioil of estrus. *J. Dairy Sej.* 77:2761-2769.
9. Lelirer, A.R., Lewis, G.S. and Aizinbud, E. 1992, Oestrus detection in cattle: receiit developments. *Anim. Reprod. Sej* 28:355-361.

10. Liu, X., Spalir, S.L. 1993. Attoniated electroiic activity ilieasureiileilt for detectiooi of estrus in dairy cattle. 76:29062912.
11. Maatje. K.. Loeffier, S.H.. Engel, B. 1997. Predictitig optiilal tinie of iiseiination in cows that show visual si-,ns of estrus by estiiaatin- the onset of estrus by pedonleters. J. Dairy Sej. 80:1098-1105.
12. Marcantonio, S., Carou, N., Cappelletti, C., Russo, A. y Rtitter, B. 1996. Detección de celo por medio de la inediión de la resistencia eléctrica vaginal en vacas lecheras. Informe final de beca UBACYT.
13. O'Connor. M.L, Senger, P.L. 1997. Estrus detection, In Youngqtiist RS (ed), Clirrent tlierapy in large animal theri-ogenology7. pp, 276-285. WB Saunders. Co. Philadelpliia.
14. Reimers. T.J. Smith, R,D, Newman, S.K. 1985. Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in Northeastern United States. J. Dairy Sej. 68:963-969.
15. Senger, P,L. 1993. The estrous detection problem: new concepts, technologies and possibilities: Symposium: estrus, new devices and monitoring. Washington State University, Pullman.
16. Smith, R.D. 1986. Estrus detection. In Morrow DA (ed). Current Therapy in Theriogenology, 2nd ed. ppl53-158. VM Saunders. Co. Philadelphia.
17. Vanvliet, .1.H, Vaneerdenburg, F.J.C.M. 1996. Sexual activities and estrus detection in lactating holstein cows. Appl Anim Behav Sej 50:57-69.
18. Xu, Z.Z, McKnight, D.J., Vishwaiath, R., Pitt, C.J., Burton, L.J. 1998. Estrus detection using radiotelei-netry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. J Dairy Sej 81:2890-2896.

Volver a: [Inseminación Artificial](#)