

Volver a: [Inseminación artificial en cría y tambo](#)



Frecuentemente se refiere a la detección del estro (del celo) como el componente más claro y sin duda alguna, el mayor factor limitante al éxito de programas de I.A. en muchas granjas lecheras. Una incorrecta detección de celos se relaciona a pérdidas de ingreso debido a un mayor intervalo entre partos, pérdidas en la producción de leche, aumento en costos veterinarios, incremento de costos de desarrollo de vaquillas y reducido progreso genético.

Para alcanzar una excelente detección de celos, muchos son los factores que tienen que ser considerados. Primero, la vaca debe expresar cambios de comportamiento y de fisiología, segundo, estos cambios deben ser detectados para determinar si debe realizarse una inseminación y cuando ésta debe ser realizada. Está claro que una excelente tasa de detección de celos es de vital importancia. Algunos rodeos tienen una fertilidad excepcional mientras que otros tienen dificultades con su Tasa de Concepción, intervalo entre partos, Tasa de Preñez y otros parámetros que pueden ser causados por una ineficiente detección de celos. Numerosos factores, de manejo, del ambiente y relacionados a la vaca, juegan un papel en la expresión y detección de celos. Hay muchos aparatos disponibles en el mercado que ayudan en la detección de celos y cada productor debe decidir

cuál de ellos funciona mejor en su granja. El tiempo de la ovulación y la edad del óvulo al momento de la penetración del espermatozoide son críticos para la concepción, así que la meta del programa de la detección de celos no debe ser meramente de alcanzar una alta tasa de detección, sino de alcanzar una alta tasa de detección con una correspondiente alta tasa de concepción.

Cambios de comportamiento

La ocurrencia del estro es debido a influencias específicas de hormonas esteroideas del ovario sobre centros de comportamiento en el cerebro. En la medida que un folículo madura bajo el estímulo de las hormonas Folículo-Estimulante y Luteinizante (FSH y LH), durante los últimos tres días del ciclo estral, sintetiza y secreta cantidades crecientes de Estradiol. Eventualmente se alcanza un nivel crítico de

Estradiol lo cual inicia dos eventos – la respuesta en comportamiento conocido como estro, y un incremento en la secreción de hormonas pituitarias, principalmente LH. Es importante señalar que la madurez del folículo de Graaf que regula la cantidad de Estradiol que se sintetiza, regula su propio tiempo de ovulación y la concurrente maduración del Ovocito. Tradicionalmente, la vaca que se para y permite que otras la monten está en “celo estable”. Dejarse montar es el síntoma primario de celo. La Ovulación en la vaca lechera usualmente ocurre aproximadamente 24 a 32 horas después que la vaca se deja montar por primera vez. Después de la ovulación se dispone de un corto período de tiempo en que el óvulo pueda ser fertilizado (Figura 1). La fertilidad óptima del óvulo está proyectada a estar entre las 6 a 12 horas después de la ovulación. La viabilidad del espermatozoide

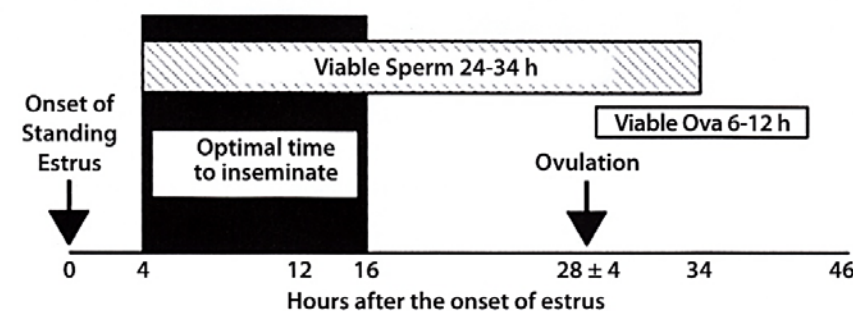
en el aparato reproductor femenino está estimada entre 24 a 30 horas.

El período promedio de "celo estable" es usualmente menos de 10 horas, tiempo en cual la vaca se deja montar aproximadamente una vez por hora. Los síntomas secundarios de celo pueden ser una indicación que la vaca pronto estará en celo estable, está actualmente en celo estable o ya pasó por celo estable. Puesto que estos síntomas varían en su nivel de duración e intensidad, es necesario tener una combinación de estos síntomas secundarios para aumentar la precisión de la decisión de inseminar. También puede ayudar a incrementar la cantidad de vacas que son inseminadas, pues se detectan celos a vacas que no son detectadas por otros medios.

Los síntomas secundarios de celo son causados por elevados niveles de Estrógeno el día que el animal está en celo. También son muy probablemente causados por eventos y actividades relacionados al celo. El síntoma primario de celo es una vaca que se deja montar por otra(s) sin



Figura 1. Biological events associated with timing of insemination



tratar de evitarlo. La razón del porqué los síntomas secundarios reciben este nombre es que pueden ser causados por eventos ajenos al celo y son secundarios a dejarse montar como el síntoma definitivo de celo. Por lo tanto, un solo síntoma secundario de celo no debe ser suficiente para tomar la decisión de inseminar; si una vaca no se ha visto dejándose montar y se sospecha que está en celo, será necesario tener una combinación de síntomas secundarios para confirmar que la vaca realmente está en celo. Abajo están algunos de los síntomas secundarios de celo más comúnmente reconocidos.

- **Peladuras:** Cuando una vaca se desmonta de otra, se desliza sobre la cola y anca. Por lo tanto pone considerable presión sobre los huesos del Anca y co-

lumna, y esta repetida acción abrasiva arranca pelos y puede producir peladuras rojas, inflamadas y/o sanguinolentas. El tamaño, la apariencia y la frescura de estas peladuras, junto al hecho que muy pocos otros eventos pueden causarlos, hacen que estas peladuras sean uno de los síntomas secundarios de celo más confiables. Además, se puede encontrar que las faldas de la vaca en cuestión están sucias con lodo o estiércol de las patas delanteras de otras vacas, y son otra indicación que han ocurrido eventos recientes de monta.

- **Moco:** Muchos inseminadores te dirán que el moco es el síntoma secundario de celo más querido. Inseminadores con experiencia ponen mucha confianza sobre este síntoma cuando están tomando la decisión de inseminar una vaca, y a

veces hasta aplican masaje sobre la Cervix y Vagina anterior para que se exprese una descarga de moco. Una vez expuesto al aire, el moco se seca rápidamente, así que encontrar moco seco sobre la cola, el Anca o las piernas es tan buen síntoma secundario como ver un flujo de moco claro y viscoso saliendo por la Vulva.

- **Apariencia Sudada:** Algunas vacas aparentan estar "sudadas" cuando están en celo. Esta apariencia de "mojada", aunque es fácilmente detectada es frecuentemente ignorada. Se cree que este síntoma es el origen del término popular "caliente" para describir una vaca en celo.

- **Vulva Inflamada:** Folículos en desarrollo producen la hormona Estrógeno la cual incrementa la circulación de sangre en el aparato reproductor. La Vulva aumenta de tamaño y toma una apariencia inflamada con coloración rojiza. Al abrir los Labios, la Vagina se observa de color rojo y altamente humedecida si la vaca está en celo. En contraste, si la vaca no está en celo, la Vagina tendrá una apariencia pálida y seca.

- **Apoyo de la Mandíbula:** Se cree que el apoyar la mandíbula es una prueba de las compañeras de rodeo para determinar si una vaca está receptiva a ser montada. Esta prueba se realiza apoyando la mandíbula primero sobre el lomo de la vaca. Durante esta prueba las compañeras banean y lamen por lo que siempre se debe buscar la presencia de saliva y lamidos.

- **Mugidos y Orina:** Hay una tendencia de orinar frecuentemente. La vaca empieza a levantar las orejas, se vuelve nerviosa e inquieta. Las vacas que están entrando en celo se vuelven más activas y pasan más tiempo caminando en vez de acostarse y rumiar. Tengan presente que durante el movimiento de las vacas, como hacia o desde la sala de ordeño, es un momento ideal para que una vaca se monte sobre otra, y por lo tanto es un buen momento para detectar actividad de monta. Algunas vacas pueden aparentar dejarse montar cuando en realidad es que no pudieron escaparse por estar fuertemente agrupadas. Se debe tener mucho cuidado para evitar falsos-positivos como éste.

- **Descarga Sanguinolenta:** Un hilo de sangre en el moco usualmente significa que esa vaca tuvo un alto pico de Estrógeno hace uno a tres días. Por lo tanto es recomendado apuntar ese celo con una fecha dos y tres días antes. Esto hecho solo indica que la vaca estuvo en celo, y no tiene ninguna relación con el tiempo

de la ovulación ni con la probabilidad que haya habido o no una concepción.

- **Formación de Grupos:** Las vacas en celo tienden a buscar compañeras dispuestas a participar en actividades relacionadas al celo. Estos grupos sexualmente activos son una clara indicación que al menos una vaca en uno de estos grupos está en celo.

Factores que influyen en la detección

Factores de la Vaca

- **Heredabilidad** – La heredabilidad de la expresión del celo es bien baja y varía entre vacas, aun para la misma vaca, y de un período de celo a otro. Solo por el hecho que una vaca esté muy activa el día de hoy, no significa que lo estará durante sus próximos celos en esta o en futuras lactancias. Pero, hay diferencias entre razas. En general, las vacas y vaquillas Jersey presentan celos de mayor actividad y duración que las Holstein.

- **Días en Leche** – Un celo silencioso (más correctamente, una ovulación silenciosa), es lo normal a la primera ovulación después del parto. La Progesterona producida por el Cuerpo Lúteo (CL), formado después de la ovulación, parece favorecer la expresión durante el siguiente ciclo.

- **Número de Lactancias** – Un reporte de España en 2006 reveló un 21 por ciento de reducción en la actividad de caminar durante el celo en cada nueva lactancia.

Un estudio del Reino Unido en 2009 reportó un significativo incremento en la actividad de caminar durante el celo para vaquillas versus primerizas, y una significativa reducción entre primera y subsecuentes lactancias, pero ninguna diferencia en la actividad de caminar durante el celo entre segunda y posteriores lactancias.

- **Producción de Leche** – No existe correlación entre la expresión del celo y la producción de leche; pero, la eliminación metabólica de hormonas esteroides relativas a la alta producción probablemente reduce la expresión del comportamiento del celo. En un estudio con 267 vacas lecheras en ordeño, las vacas con una producción mayor a 39.5 kg por día tuvieron niveles de Estrógeno menores y duraciones de celo más cortos que compañeras de rodeo que producían menos de 39.5 kg de leche por día.

- **Cojeras** – Las cojeras son clásicamente asociadas con una reducción en la intensidad del celo. Las vacas rengas pasaron más tiempo acostadas y menos tiempo de pie y caminando durante el celo. Un estudio reportó una reducción general de aproximadamente 37 por ciento en intensidad de celo para vacas rengas.

- **Tratamientos Hormonales** – La Progesterona incrementa la sensibilidad al Estrógeno y usualmente resulta en un incremento de la expresión del celo, específicamente montas, apoyos de man-

dibulas y olfateos (lo cual puede explicar el porqué después de quitar un CIDR®, es común tener una incrementada expresión de celo). En contraste, las hormonas liberadores de Gonadotropinas (GnRH) reducen o suprimen la expresión del celo porque causan la ovulación temprana del folículo en desarrollo antes que puedan producir los niveles pico de Estrógeno que promueven la expresión del celo.

Factores ambientales

- **Época del Año** – La mayoría de los estudios reportan una depresión en la expresión del celo durante temperaturas extremas, ya sea fría o caliente. La inhabilidad de tener un período de recuperación de las altas temperaturas durante el día también ha sido reportado como causa de un reducido comportamiento estral. Fuertes lluvias, fuertes vientos y alta humedad también reducen o suprimen el comportamiento del celo.

- **Nutrición** – La pérdida de reservas corporales (balance energético negativo) puede tener un efecto negativo sobre la expresión del celo. La presencia de micotoxinas, especialmente vomitoxina y zeralenona, reducen o suprimen la expresión del celo.

- **Infraestructura** – El tipo de piso afecta el comportamiento del celo. La duración del celo y número de montas fueron más largos (13.8 versus 9.4 horas) y mayores (7 versus 3.2 veces) sobre tierra que sobre

La heredabilidad de la expresión del celo es bien baja y varía entre vacas



superficies de concreto. El cubrir el piso de concreto ranurado con alfombras de hule perforado, mejoró la habilidad de las vacas para expresar su normal comportamiento estral.

• **Tamaño del Rodeo y Hacina-**
miento – El número de interacciones sociales entre vacas es mayor cuando el tamaño del rodeo es mayor. Pero, el hacina-
miento reducirá la expresión del celo, porque reduce el espacio disponible para que los grupos socialmente activos puedan interactuar. El nivel de la expresión del celo, y por lo tanto su posible detección, pueden ser dramáticamente favorecidos por el número de vacas en celo simultáneamente. Esta es la razón por la cual las inyecciones de PGF trabajan a favor de mejorar la detección, especialmente antes de la primera inseminación. Cada vaca adicional en celo simultáneo ha sido asociado con un seis por ciento de incremento en actividad de caminar.

Registros: Un buen sistema de registros es una de las herramientas más valiosas en cualquier programa de detección de celos, principalmente debido a que aumentará la precisión de las decisiones. Todos los celos deben registrarse aunque esa vaca no sea inseminada a ese celo. La gran pregunta es “¿cuando ocurrió la última inseminación?”. El tener un intervalo de 18 a 24 días facilita la decisión de inseminar. Las inseminaciones que ocurren con un intervalo entre celos de 4 a 16 días, usualmente resultan en una tasa de concepción menor al deseado y deben ser evitados, a no ser que los síntomas secundarios fuertemente indican que se debe inseminar. También, el saber si la inseminación última fue a un celo sincronizado versus un celo estable detectado, puede alterar la decisión. Estas vacas presentando celos a destiempo pueden ser palpadas buscando la presencia de moco, como el síntoma secundario que definitivamente confirmará la decisión de inseminar.

Tiempo de inseminar en relación al celo

Para los últimos 65 años, los científicos han investigado el tiempo óptimo al cual se debe inseminar las vacas en relación al estado del celo. Trimberger (1948) encontró que las tasas de concepción eran mayores cuando las vacas eran inseminadas

Tradicionalmente, la vaca que se para y permite que otras la monten está en “celo estable”.



en celo la tarde anterior. Esto indica que una sola inseminación durante la mañana para todas las vacas detectadas en celo la noche anterior o durante la misma mañana, debe rendir una tasa de concepción aceptable. También, vacas inseminadas una vez por día (entre 8 a.m. y 11 a.m.) tuvieron similar tasa de no-retorno que vacas inseminadas según la regla a.m. /p.m. Cuando se conoce el momento que la vaca se deja montar por primera vez (celo estable), las investigaciones sugieren que las vacas se deben inseminar más temprano que lo recomendado por la regla a.m. /p.m. Las tasas de concepción a la I. A. más altas ocurrieron entre 4 y 12 horas después del celo estable (Tabla 1). Vacas inseminadas 16 horas después del celo estable tuvieron una tasa de concep-

Tabla 1. Tasas de Concepción de vacas lecheras inseminadas a diferentes tiempos después del celo estable.

Intervalo entre Celo Estable e I.A. (horas) ¹	Número de Inseminaciones	Tasa de Concepción (%)
0 to 4	327	43.1
>4 to 8	735	50.9
>8 to 12	677	51.1
>12 to 16	459	46.2
>16 to 20	317	28.1
>20 to 24	139	31.7
>24 to 26	7	14.3

¹ Adaptado de Dransfield et al. 1998

entre 6 a 24 horas antes de la ovulación. Este trabajo condujo al establecimiento de la recomendación “a.m. /p.m.”. Esta guía sugiere que las vacas en celo durante horas de la mañana deben ser inseminadas durante horas de la tarde, y vacas en celo durante horas de la tarde deben ser inseminadas durante la mañana siguiente. Pero, estudios con grandes números de vacas indican que puede que no se alcance la máxima tasa de concepción con la recomendación a.m. /p.m.

Una prueba de campo con una muestra grande (44,707 vacas) no halló diferencia en la tasa de no-retorno a 150 y 180 días (lo cual indica preñez) entre vacas inseminadas ya sea en vacas inseminadas la misma mañana que estaban en celo, inseminadas entre medio día y 6 p.m. del día que estaban en celo, o vacas inseminadas a la mañana siguiente después de verlas

ción menor al de vacas inseminadas entre 4 y 12 después del celo estable.

Los efectos del intervalo a la I.A. sobre la Tasa de Concepción de vacas lecheras (4,126 inseminaciones) con alta actividad usando el sistema de actividad SelectDetect™, fueron consistentes con estudios similares basados en actividad de montas observadas (Figura 2). La duración media de alta actividad era de 10.5 ± 0.1 horas con un promedio de 10.0 horas. Entre primizas (Figura 2), la concepción óptima ocurrió a intervalos a la I.A. de 8 a 16 horas después del inicio de alta actividad, con una tendencia a menor tanto para intervalos menores como mayores. Para vacas de segunda lactancia y mayores, las tasas de concepción eran similares hasta las 16 horas después del inicio de la alta actividad. Se obtuvieron óptimas tasas de concepción a intervalos de I.A. próximos

a 12 horas después del celo detectado, con intervalos menores que parecen ser menos comprometedores que los intervalos largos.

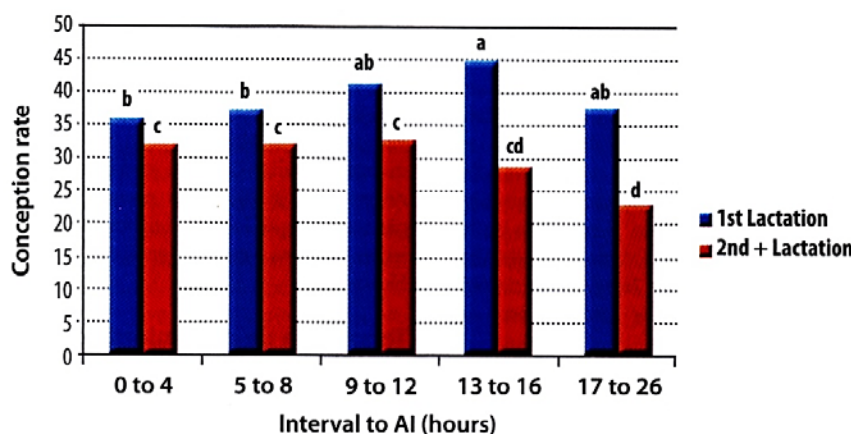
¿Cuándo se deben inseminar las vacas lecheras?

La recomendación tradicional a.m. /p.m. trabaja mejor con dos períodos de observación diaria pero puede que no rinda la mejor tasa de concepción debido al hecho que muchas vacas serán inseminadas mucho tiempo después del celo estable, haciendo que la probabilidad de una fertilización se pierda. El momento exacto del inicio del celo estable es generalmente desconocido. Por ejemplo, según el programa a.m. /p.m., una vaca que inicia celo estable a la 1 a.m. y detectada en celo a las 6 a.m. será inseminada aproximadamente 18 horas después del inicio del celo estable. El inseminar vacas en ese período de

RESUMEN

Tradicionalmente, la vaca que se queda parada y permite que otras la monten está en "celo estable". El dejarse montar es el principal síntoma de celo y determina el momento de la inseminación, puesto que la ovulación ocurre 25 a 30 horas después del inicio de la actividad de monta. Los síntomas secundarios de celo pueden indicar que la vaca pronto estará en celo estable, está en celo, o recién ha pasado por un período de celo. Puesto que el nivel de estos síntomas varía en su duración e intensidad, hace falta una combinación de ellas para aumentar la confianza en la decisión de inseminar. El tomar la decisión de inseminar frecuentemente requiere del uso de síntomas secundarios de celo. Hay una pequeña brecha de confianza, que solo se adquiere con la experiencia, cuando se usan síntomas secundarios para tomar la decisión de inseminar o no. De-

Figura 2. Tasas de Concepción para vacas detectadas por el sistema de actividad SelectDetect™ para varios intervalos después del inicio de alta actividad.



ab - Means within 1st lactation cows lacking common superscripts differ ($P < 0.05$).

cd - Means within 2nd and greater lactation cows lacking common superscripts differ ($P < 0.05$).

tiempo reducirá el número de vacas que se preñen (Tabla 1). Las vacas deben ser inseminadas dentro de 4 a 16 horas de haber detectado el celo, cuando el preciso momento del inicio del celo estable es conocido (Figuras 1 y 2). Si la detección del celo se realizara dos veces por día, la mayoría de las vacas deberían estar dentro de ese período de tiempo. Pero, el inseminar una sola vez por la mañana a las vacas detectadas en celo esa misma mañana o la tarde anterior, debe brindar tasas de concepción aceptables.

bido a variaciones biológicas en el tiempo de la ovulación con respecto al inicio del celo, al tiempo de transporte del esperma en el aparato reproductor femenino hasta el sitio de la fertilización, y a la vida de ambos gametos (esperma y óvulo), existe un amplio rango de tiempo ideal para la I.A. de aproximadamente 12 horas. El componente clave para determinar el momento ideal para la I.A. es tener frecuentes y precisos períodos de detección de celos para determinar el inicio del celo estable.

References

- Berglund B. 2008. Genetic improvement of dairy cow reproductive performance. *Reprod Domest Anim.* 43 Suppl 2:89-95.
- Blache, D., Batailler, M., and Fabre-Nys, C. 1994. Oestrogen receptors in the preoptico-hypothalamic continuum: immunohistochemical study of the distribution and cell density during estrus cycle in the ovariectomized ewe. *J. Neuroendocrinology.* 6:329-339.
- Brackett, B.G., Oh, Y.K., Evans, J.E., and Donawick, W.J. 1980. Fertilization and early development of cow ova. *Biol. Reprod.* 23:189-205.
- Butler, W.R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:449-457.
- Dransfield, M.G.B., Nebel, R.L., Pearson, R.E., and Warnick, L.D. 1998. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J. Dairy Sci.* 81:1874-1882.
- Foot, R.H. 1978. Time of AI and fertility in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 62:355-358.
- Hunter R.H.F. 2003. Physiology of the Graafian follicle and ovulation. Cambridge University Press: Cambridge.
- López-Gatius, F., Santolaria, P., Mundet, I., and Yáñez, J.L. 2005. Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology.* 63:1419-1429.
- Lopez, H., Sattler, L.D., and Wiltbank, M.C. 2004. Relationship between level of milk production and estrus behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 81:209-223.
- Lucy, M.C. 2003. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reprod. Suppl.* 61:415-427.
- Nebel, R. L., Walker, W.L., McGilliard, M.L. Allen, C.H., and Heckman, G.S. 1994. Timing of insemination of dairy cows: fixed time once daily versus morning and afternoon. *J. Dairy Sci.* 77: 3185-3191 begin_of_the_skype_highlighting GRATIS 3185-3191 end_of_the_skype_highlighting .
- Nebel, R.L., Dransfield, M.G., Jobst, S.M., and Bame, J.H. 2000. Automated electronic systems for the detection of estrus and timing of AI in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:713-723.
- Nebel, R. L., Dejarnette, J.M., and Hart, E. 2011. Effect of insemination timing on conception rates of dairy cows having high activity as identified by the Select Detect activity monitor. *J. Dairy Sci.* 94: E-Suppl.1.
- Platz, S., Ahrens, F., Bendel, J., Meyer, H.H.D., and Ehrard, M.H. 2008. What happens with cow behavior when replacing concrete slatted floor by rubber coating: a case study. *J. Dairy Sci.* 91: 999-1004 begin_of_the_skype_highlighting GRATIS 999-1004 end_of_the_skype_highlighting .
- Roelofs, J.B., van Eerdenburg, F.J.C.M., Soede, N.M., and Kemp, B. 2005. Various behavioral signs of estrus and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology.* 63:1366-1377. 

Autor: **Dr. Ray Nebel** vicepresidente de servicios técnicos de Select Sires Inc.

Volver a: [Inseminación artificial en cría y tambo](#)