

# PORCENTAJES DE PREÑEZ Y HORARIOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN VACAS CRIOLLAS X NORMANDO EN EL MUNICIPIO DE CIÉNEGA, BOYACÁ

## PREGNANCY RATES AND SCHEDULES OF ARTIFICIAL INSEMINATION IN CROSSBRED OF FEMALES NORMAN X CREOLE COWS IN CIÉNEGA MUNICIPALITY

CASTRO CRUZ, Jefferson Abdelo<sup>1</sup>

### RESUMEN

La inseminación artificial (IA) a celo detectado es una biotecnología económica y de fácil implementación, sin embargo, es una herramienta que aún hoy en día no está al alcance de pequeños productores bovinos. El objetivo de la presente investigación fue determinar los porcentajes de preñez en pequeñas fincas ganaderas en las cuales no se había implementado anteriormente IA; de igual manera, se analizaron los diferentes horarios de inseminación en relación con las tasas de preñez. La investigación se realizó en 22 fincas, del municipio de Ciénega Boyacá en total se inseminaron 34 vacas criollo x Normando. Las IA se realizaron a celo detectado siguiendo el protocolo a.m. - p.m. El porcentaje de preñez global obtenido fue de 63,6 % (n=21), en relación con los horarios de inseminación se encontró que el 67,6% (n=22) de las IA se realizaron en las horas de la tarde, con un porcentaje de preñez de 65,2 %, mientras que el 32,4 % (n=12) de las IA se efectuaron en la mañana con porcentaje de preñez de 63,6 %. En conclusión, la mayoría de las vacas (67,6 %), entran en calor en las horas de la noche y son observadas en estro en las primeras horas del día, sin embargo, no existen diferencias significativas en la distribución horaria del estro y los porcentajes de preñez cuando el proceso se realiza en la mañana o en la tarde. Así mismo, es necesario mejorar la detección de celos y continuar con este tipo de procesos biotecnológicos tendientes a mejorar la genética bovina.

<sup>1</sup> MVZ, Esp., M.Sc. en Ciencias Veterinarias  
Fundación Universitaria Juan de Castellanos  
jcastro@jdc.edu.co

Recibido: 16/09/2012

Aceptado: 09/10/2013

**Palabras clave:** bovinos doble propósito, pequeños productores, presentación estro.

## ABSTRACT

Artificial insemination (AI) to observed estrus is an economic biotechnology and easy to implement, however, is a tool that even today is not available to small farmers. The aim of this investigation was to determine pregnancy rates in small cattle farms in which they had not previously implemented AI, likewise, different insemination times were analyzed in relation to pregnancy rates. The research was conducted in 22 farms, the town of Ciénega Boyacá, in total 34 crossbred females Norman x Creole cows were inseminated. The AI was performed at detected estrus following the am - pm protocol. The overall, pregnancy rate obtained was 63.6 % (n = 21), in relation with the time of insemination was found that 67.6 % (n = 22) of AI were done in the afternoon, with a pregnancy rate of 65.2 %, while 32.4 % (n = 12) of AI were done in the morning with pregnancy rate of 63.6 %. In conclusion, most of the cows (67.6%) went into heat at night and were observed in heat, in the early hours of the day. However, no significant differences in the time distribution of estrus and pregnancy rates when the process is done in the morning or afternoon. Likewise, is necessary improve the heat detection and continue this type of biotechnological processes aimed at improving the bovine genetic.

**Key words:** *estrus detection, dual purpose cattle, small farmers.*

## INTRODUCCIÓN

La IA, es una técnica que permite el uso de toros élite con alto mérito genético y facilita la diseminación de alelos seleccionados, siendo una biotecnología de fácil y económica implementación (Vishwanath, 2003) que además previene la propagación de enfermedades reproductivas (Marini *et al.*, 2010); no obstante, aun con las ventajas que ofrece la IA su utilización a nivel mundial particularmente en los países en vía de desarrollo no alcanza el 2 % (Palma, 2008).

La detección del estro es uno de los factores que afecta la eficiencia de la reproducción, dicho proceso es fundamental para realizar al IA en el tiempo oportuno (Vishwanath, 2003) y es la clave de una IA eficiente (Marini *et al.*, 2010). Las manifestaciones de estro dependen de condiciones medioambientales, interacciones sociales, presencia de toro, el estatus nutricional, la edad y genética (Orihuela, 2000); para el caso

de *Bos Taurus*, la principal manifestación de estro es la inmovilidad a la monta conocido como celo verdadero, siendo este el momento indicado para la IA (Roelofs *et al.*, 2010; Phillips & Schofield, 1989).

El tiempo propicio para realizar la inseminación está determinado por el intervalo entre el inicio del estro y la ovulación, ya que el pico preovulatorio de LH ocurre en promedio 4,7 horas posteriores al inicio del estro y la ovulación a las 29,4 horas (Zarco & Hernández, 1996), en donde liberaciones de LH de baja amplitud y alta frecuencia incrementan la concentración plasmática de esta hormona, favoreciendo la maduración del oocito (Ball & Peters, 2003). El pico de LH estimula la ovulación por medio de una reacción inflamatoria que ocasiona la ruptura de la pared folicular y la luteinización de la células de la teca y la granulosa (Espey, 1980). Al analizar los ho-

rarios de presentación de estro se determinó que el 70 % de las hembras se observan en actividad de monta en las horas nocturnas (7:00 p.m. y 7:00 a.m.), un 40 % pueden ser detectadas montando unas a otras entre las 7:00 a.m. y 8:00 a.m. y menos de un 10 % exhibieron estro entre la 1:00 p.m. y 2:00 p.m. (Sreenan & Diskin, 1992;); así mismo, se evidenció que algunos animales mostraron leves signos de estro durante el día y son difíciles de observar (Bow., 2003). Las vacas de celos cortos pueden empezar el estro en las primeras horas de la noche y finalizar antes de la mañana del día siguiente sin que sean detectadas (Sreenan & Diskin, 1992).

En relación con el tiempo de duración del estro, se encontró que tiene una permanencia de 15 a 21 horas (Fatro, 2005; Hafez, 2002), no obstante, se presentan estros cortos menores de 12 horas (Sorensen, 1982) con promedios de 9,5 horas (Walker *et al.*, 1996). El periodo en el cual se registra actividad de monta es ampliamente variable con intervalos entre las 3 y 30 horas, en el que la inmovilidad a la monta es el principal referente para la IA con un promedio de duración de 18 horas, coincidente con el pico de LH (Macmillan & Watson, 1971); la ovulación ocurre 24 a 36 horas posteriores a dicho pico (Ball & Peters, 2004), siendo el momento óptimo para realizar la IA entre 4 y 17 horas posteriores de detectado el estro (Roelofs, 2008; Saacke *et al.*, 2000, Maatje *et al.*, 1997; Dransfield *et al.*, 1998).

El objetivo de la presente investigación fue determinar el porcentaje de preñez con IA a celo detectado en bovinos Criollos x Normando en ganaderías de pequeños productores, donde nunca antes se había implementado este tipo de biotecnología; de igual manera, analizar las diferencias en la distribución horaria de los celos y los porcentaje de preñez obtenidos cuando el proceso se realizó en las horas de la mañana y de la tarde.

## METODOLOGÍA

La investigación se realizó en 22 fincas de pequeños ganaderos durante el periodo de enero a mayo de 2013, en las veredas de Albañil, Plan y Reavita del municipio de Ciénega, departamento de Boyacá, con una altitud promedio de 2460 metros sobre el nivel del mar, una temperatura promedio de 16°C, humedad relativa del 72 % y precipitaciones anuales entre 1000 y 1500 mm, los periodos de lluvia son marcados, bimodales: el primero entre abril y junio y el segundo entre octubre y noviembre (IDEAM, 2013).

En relación con la población objeto de estudio, se inseminaron 34 vacas criollas por Normando entre 1 y 4 partos con pesos promedio de 450 kg. Las hembras seleccionadas contaban con un protocolo para el control de parásitos externos e internos y de vacunación contra fiebre aftosa, carbón sintomático, edema maligno y septicemia hemorrágica. Los animales fueron manejados con el sistema de pastoreo tradicional con estaca y con cerca eléctrica, se alimentaron en praderas compuestas principalmente por *Pennisetum clandestinum* y *Triforium pratense*, junto con sal mineralizada y suministro de agua ad libitum.

Las inseminaciones se realizaron a celo detectado, durante los meses de enero a mayo de 2013, la observación de calores se realizó entre las 6:00 a.m. y 8:00 a.m. y en las horas de la tarde entre las 2:00 p.m. y las 4:00 p.m. Las IA se efectuaron con pajillas de fertilidad probada de la raza Normando y Ayrshire. Las vacas detectadas en estro en las horas de la tarde fueron inseminadas en las horas de la mañana del día siguiente (5:30 a.m. - 8:30 a.m.) y las que fueron observadas en estro en las horas de la mañana se inseminaron en las horas de la tarde del mismo día (3:00 p.m. - 6:30 p.m.). El procedimiento técnico para ejecutar la inseminación empezó con la selección de la

pajilla del termo de almacenamiento y su transporte hasta la finca en un termo de medio litro dispuesto para tal fin. Una vez en la finca se procedió a efectuar la descongelación de la pajilla por un periodo de 20 a 45 segundos a una temperatura de 36 a 37 °C, una vez colocada la micropajilla en la pistola universal para IA (precalentada previamente), se realizó la IA poscervical mediante manipulación del tracto reproductivo por vía rectal. El diagnóstico de preñez fue realizado mediante palpación rectal entre 70 y 90 días posteriores al procedimiento.

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de los datos utilizando prueba estadística de Chi cuadrado. La tabulación de la base de datos fue procesada por medio del programa estadístico Winepiscopo.

## RESULTADOS

En el presente estudio se inseminaron a celo detectado 34 animales de los cuales 21 fueron diagnosticados como preñados, lo cual representa un porcentaje global de 63,6 % (Tabla 1).

**Tabla 1.** Número total de vacas criollas por Normando inseminadas y porcentaje de preñez.

N	Porcentaje preñadas (%)	Porcentaje vacías (%)
34	63,63 (22/34)	33,33 (12/34)

En relación con el horario de la IA, se observó que un mayor porcentaje 67,64 (23/34) se realizó en el periodo de la tarde.

**Tabla 2.** Prueba de Chi-cuadrado. Distribución de horarios de IA y porcentajes de preñez. Frecuencias Observadas.

	SÍ	Preñada		
		NO	Total	
Horario	a.m.	7	4	11
	p.m.	15	8	23
	Total	22	12	34

### Frecuencias Esperadas

	SÍ	Preñada		
		NO	Total	
Horario	a.m.	7.12	3.88	11
	p.m.	14.88	8.12	23
	Total	22	12	34

Al realizar la prueba de Chi- cuadrado, con 1 grado de libertad y un nivel de confianza de 95 % se encontró que no es válida ( $p= 0,008$ ), ya que el 25 % de los resultados son menores de 25, lo cual demuestra que en proporción no existe diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de preñez cuando la IA se efectúa en la mañana o en la tarde. Si bien, estadísticamente no existen diferencias en los horarios de inseminación, para la investigación es importante conocer la distribución horaria en la presentación del estro y, por ende, los tiempos propicios para la IA.

## DISCUSIÓN

Los porcentajes de preñez en programas de inseminación artificial a celo detectado difieren según el factor genético y el medio ambiente; registrando para la región de México el 45 % en vacas Charolaise, 25 % en criollas Chinampa (Espinoza *et al.*, 2010) y el 48,4 % en vacas Holstein en Chile (Melendez *et al.*, 2008). En Colombia, en Jersey, Pardo Suizo, Holstein y cruces con Bosindicus se observó un porcentaje global de 36,9 % (Rodríguez & González, 2011), mientras que en la presente investigación fue de 63,6 %, lo cual confirma la aplicabilidad de la técnica y la

efectividad en la detección de celos cuando la observación se efectúa entre las 6:00 a.m. y las 8:00 a.m. y las 2:00 p.m. y 4:00 p.m.

Los porcentajes de preñez observados (63,6 %), confirman la aplicabilidad de la técnica a.m.-p.m., observándose que se obtienen similares porcentajes de preñez cuando el proceso se realiza entre 6 y 18 horas pos detección del estro (Marini, 2010; Maatje *et al.*, 1997), este porcentaje disminuye (45,3 %) cuando la IA se realiza pasadas 30 horas de iniciado el estro (Martínez *et al.*, 2004). Es favorable realizar la IA durante 9 a 17 horas pos inicio del estro con porcentajes de preñez entre el 42 y 49 % (Marini & Galassi, 2011).

En relación con la frecuencia de presentación de celos, el 67,6 % se registró en las horas de la mañana, coincidente con lo reportado por Góngora & Hernández (2006), Velásquez & Zalazar (1996) y Aguirre *et al.*, (2006) en hembras cebuínas en los llanos orientales de Colombia. Para el caso de vacas de leche, De Silva *et al.*, (1981) observaron que el 51 % entran en celo en la mañana, además de presentar mayor número de montas (11,4 montas por hora) en relación con la tarde (7,6); y Van Vlied & Van Eerdenburg (1996) en vacas Holstein y cruces hallaron que el 54 % iniciaron estro entre las 12 p.m. y 6 a.m.; en tanto que Xu *et al.* (1998) en vacas Holstein y Jersey no observaron diferencias en la distribución horaria de los celos.

Existen variables que afectan los porcentajes de preñez como son fallas en el proceso de fertilización y muerte embrionaria temprana (Ayalon, 1978). Roelofs *et al.* (2005) determinaron que la realización temprana de la IA, entre 36 y 24 horas antes de la ovulación el porcentaje de fertilización es del 85 %, sin embargo, solo el 41 % de esos embriones son clasificados como buenos, mientras que cuando la IA se

realiza entre 24 y 12 horas antes de la ovulación, el porcentaje de fertilización es de 82 % y el porcentaje de embriones clasificados como buenos asciende a 68 %, concluyendo que la IA se debe realizar entre 4 y 14 horas posteriores a la observación de las primeras manifestaciones de estro. El intervalo entre el inicio del estro y la ovulación en promedio es de 27 horas, no obstante, el rango de tiempo oscila entre 16 y 42 horas (Walker *et al.*, 1996; Roelofs *et al.*, 2005).

De igual manera, se presentan alteraciones en la manifestación de estro, con periodos largos mayores a 24 horas en patologías como ovulación doble, quistosis folicular, ovulaciones retardadas y alimentación con flavonoides (Schroder, 1999), en el caso de vacas lecheras en posparto se presentan ovulaciones silentes (Roelofs *et al.*, 2010), las hembras de menor número de partos caminan más que las de mayor cantidad de partos, mientras que estas últimas permanecen inmóviles y son montadas en mayor número de veces que las de menos partos (Oriuela, 2000). Así mismo, enfermedades infecciosas como la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR) y la Diarrea Viral Bovina (DVB) alteran la fertilidad del hembra, generando repetición de celos, muerte embrionaria y alteran la calidad del oocito y la formación del cuerpo lúteo (BonDuran, 2007; Nandi *et al.*, 2009).

En ganadería de leche, en vacas en posparto se reporta que el 42 % de las ovulaciones se presentan sin manifestaciones de estro (Schopper *et al.*, 1993). La detección de estro es un factor esencial en el éxito de la IA, la falla en la detección de celo es el principal problema reproductivo de los hatos modernos (Sturman *et al.*, 2000), ya que entre el 21 y el 28 % de las inseminaciones se realizan cuando la hembra no se encuentra en estro (Appleyard & Cook, 1976).

El factor humano influye sobre fertilidad del hato, dado que la mayoría de las personas encargadas de la detección no se encuentran entrenadas y la obser-

vación de signos es escasa (Giraldo, 2007). En el presente estudio se observaron las vacas dos veces al día durante periodos de dos horas, siendo este tiempo adecuado para la detección de calores. Rivera (2009) determinó que con la observación del hato 2 veces durante las horas del día por 30 minutos se obtiene una tasa de detección de estro de 74 %, en vacas de alta producción lechera es necesario observar el hato 4 veces al día, así mismo, se presentan mayores manifestaciones después del ordeño y durante la suplementación alimenticia (Van Vliet & Van Eerdenburg, 1996), además que condiciones inadecuadas de manejo, como el pastoreo con lazo, limitan la interacción social (Hafez & Linday, 1965); que sumado a factores medioambientales, nutricionales, genéticos, edad y estado fisiológico (Orihuela, 2000) limitan la expresión de estro.

## CONCLUSIONES

El porcentaje de preñez encontrado (63,6 %), sugiere que es efectiva la detección de celos, los horarios de inseminación son correctos y las hembras inseminadas presentan parámetros de fertilidad adecuados.

La mayor cantidad de inseminaciones se realizaron durante el periodo de la tarde, determinándose que la mayoría de las vacas (67,6 %) inician el estro en las horas de la noche y son observadas en las horas de la mañana. Es efectiva la detección de calor cuando el proceso se realiza en las primeras horas de la mañana 6:00 y 8:00 a.m. y en las horas de la tarde 2:00 p.m. a 4:00 p.m., obteniéndose porcentajes de preñez satisfactorios. Sin embargo, es necesario mejorar la detección de calores en algunas fincas puesto que hay animales que manifiestan levemente signos de estro.

La inseminación artificial sigue siendo una herramienta viable, económica y eficiente en programas de mejoramiento genético de pequeños productores, no obstante, se hace necesario optimizar otros aspectos

que afectan la fertilidad como la nutrición y salud de hato.

## AGRADECIMIENTOS

Al programa Alianzas Productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y a la Asociación AGROEMCI, quienes aportaron animales, materiales y equipos y permitieron la publicación del presente artículo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, G., PARDO, C., GÓNGORA, A. 2006. Inicio del celo, tasa de gestación y relación del tiempo de inseminación con los niveles de progesterona en vacas Brahman. *Rev. MVZ Córdoba, Córdoba* 11: 1. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-2682006000100011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-2682006000100011&lng=en&nrm=iso). Accesado: 15/10/ 2013.
- APPLEYARD, W. & COOK, B. 1976. The detection of oestrus in dairy cattle *Veterinary Rec.* 99: 253-256.
- AYALON, N. 1978. Review of embryonic mortality in cattle. *Journal of Reproduction and Fertility* 54: 483-493.
- BALL, P. & PETERS, A. 2004. *Reproduction in cattle*. ED. Blackwell publishing. Oxford. 49 pp.
- BONDURANT, R. 2007. Selected diseases and conditions associated with bovine conceptus loss in the first trimester. *Theriogenology*. 68: 461-73.
- BO, G., BARUSELLI, P. & MARTINEZ, M. 2003. Pattern and manipulation of follicular development in Bosindicus cattle. *Animal Reproduction Science* 78: 307-326.

DE SILVA, A., ANDERSON, G., GWASDAUSKAS, F., MCGILLIARD, M. & LINEWEAVER, J. 1981. Interrelationships with oestrus behavior and conception in cattle. *Journal of Dairy Science* 64: 2409-2418.

ESPEY, L. 1980. *Biology of Reproduction* 22, 73-106.

ESPINOZA, J., ORTEGA, R., PALACIOS, A. & GUILLEN, A. 2010. Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo. *Arch. Med. Vet.* 42 (1): 25-32. Disponible en <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X201000100004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X201000100004&lng=es&nrm=iso)>. Accedido: 06/06/2013.

DRANSFIELD, R., NEBEL, E., PEARSON, L. & WARNICK. 1998. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *Journal of Dairy Science* 81: 1874-1882.

FATRO, M. 2005. Manual de reproducción en ganado bovino. ED. Servet. Zaragoza. 56 pp.

GIRALDO, J. 2007. Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. *Revista. Lasallista Investigación. Caldas.* 4:1. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794492007000100008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794492007000100008)&. Accedido: 19/08/2013.

GÓNGORA, A. & HERNÁNDEZ, A. 2006. Comportamiento sexual, duración del estro y del ciclo estral en novillas criollas San martineras y brahmán del piedemonte llanero colombiano. *Livestock Research for Rural Development* 18.

HAFEZ, B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. ED. McGraw-Hill. México D.F. 63 pp.

HAFEZ, E. & LINDSAY, D. 1965. Behavioral responses in farm animals and their relevance to research technique. A review *Animal. Breed. Abstr.* 33: 1.

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2013. Disponible en [http://institucional.ideam.gov.co/jsp/solicitud-de-informacion\\_993](http://institucional.ideam.gov.co/jsp/solicitud-de-informacion_993). Accedido: 19/09/2013.

MAATJE, K., LOEFFLER, S. & ENGEL, E. 1997. Predicting Optimal Time of Insemination in Cows that Show Visual Signs of Estrus by Estimating Onset of Estrus with Pedometers. *Journal of Dairy Science* 80: 1098-1105.

MACMILLAN, K. & WATSON, J. 1971. Short oestrous cycles in New Zealand dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 54: 1526-1529.

MARINI, P., GALASSI, & DIMASSO, R. 2010. Relación entre el lapso de detección del celo-inseminación y el porcentaje de preñez en vacas lecheras Celo-inseminación y porcentaje de preñez. In *Vet, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.* 12: 1. Disponible en <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-4982010000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-4982010000100009&lng=es&nrm=iso)>. Accedido: 13/06/2013.

MARINI, P. & GALASSI, I. 2011. Relación entre celo-inseminación con semen sexado y porcentaje de preñez en vaquillonas Holstein. *Revista veterinaria* 22 (1): 52-54.

MARTÍNEZ, F., KAABI, M., MARTÍNEZ-PASTOR, F., ÁLVAREZ, M., ANEL, E., BOIXO, J. & DE PAZ, L. 2004. Effect of the interval between estrus onset and artificial insemination on sex ratio and fertility in cattle: a field study *Original Research Article. Theriogenology* 62 (1): 1264 - 1270.

MELLENDEZ P., DUCHENS, M., PÉREZ, A., MORAGA, L. & ARCHBALD, L. 2008. Characterization of estrus detection, conception and pregnancy risk of Holstein cattle from the central area of Chile. *Theriogenology* 70: 631-637.

NANDI, S., KUMAR, M., MANOHAR, M. & CHAUHAN, R. 2009. Bovine herpes virus infections in cattle. *Animal Health Research Review* 10: 85-98.

ORIHUELA, A. 2000. Some factors affecting the behavioral manifestation of oestrus in cattle: a review. *Applied Animal Behavior Science* 70:1-16.

PALMA, G. 2008. Biotecnología de la reproducción. ED. *Repro Biotec*. 5-15.

PHILLIPS, C. & SCHOFIELD, S. 1989. The effect of supplementary light on the production and behavior of dairy cows. *Animal Production* 48: 293-303.

RIVERA, H. 2009. Tiempo para hacer la inseminación artificial en vacas lecheras. *Dairy Cattle Reproduction Conference*. Minneapolis.

RODRÍGUEZ, F. & GONZÁLEZ, D. 2011. Efecto de diferentes variables sobre los índices reproductivos en bovinos con inseminación artificial en una finca del municipio de (San Gil). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24: 3.

ROELOFS, J., LÓPEZ, F., HUNTER, R., VAN EERDENBURG, F. & HANZEN, C. 2010. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects: Review Article. *Theriogenology* 74: 327-344.

ROELOFS, J. 2008. Prediction of ovulation and optimal insemination interval. *Veterinary Quarterly*. 58-77.

ROELOFS, J., GRAAT, E., MULLAART, E., SOEDE, N., VOSKAMP-HARKEMA, W B., KEMP ROELOFS, J., VAN EERDENBURG, F., SOEDE, N. & KEMP, B. 2005. Pedometer readings for estrous detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 64: 1690-1703.

SAACKE, R., DALTON, C., NADIR, S., NEBEL, R. & BAME, J. 2000. Relationship of seminal traits and insemination time to fertilization rate and embryo quality. *Animal Reproduction Science* 60-61: 663-677.

SCHOPPER, D., SCHEMER, R., WEILER, U. & CLAUS, R. 1993. Effects of milk yield on the fertility of dairy cows during the postpartum period: evaluation of progesterone profiles. *Reproduction in Domestic Animals*. 28: 225-235.

SCHRODER, H. 1999. Fisiopatología reproductiva de la vaca. ED. *Librería medica Celsus*. Bogotá. 224-225.

SORENSEN, A. 1982. *Reproduction animal*. ED. McGraw-Hill. México. 258 pp.

SREENAN, J. & DISKIN, M. 1992. *Breeding the dairy herd*. Teagasc. Sandymount Ave, Ballsbridge, Dublin. Ireland. 112 pp.

STURMAN, H., OLTENACU, E. & FOOTE, R. 2000. Importance of insemination only cows in estrus. *Theriogenology* 53: 1657-1667.

VAN VLIET, J. & VAN EERDENBURG, F. 1996. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Applied Animal Behavior Science* 50: 57-69.



---

VELÁSQUEZ, J. & SALAZAR, C. 1996. Evaluación de la duración y la actividad sexual en el celo natural y en el celo inducido con PGF2 $\alpha$  en novillas Brahman. Universidad Nacional. Tesis. Colombia.

VISHWANATH, R. 2003. Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology* 15: 571-84.

WALKER, W., NEBEL, R. & MCGILLIARD. 1996. Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 79: 1555-1561.

XU, Z., MCKNIGHT, D., VISHWANATH, R., PITT, C. & BURTON, L. 1998. Estrus detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*. 81: 2890-2896.

ZARCO, L. & HERNÁNDEZ, J. 1996. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción de vaquillas Holstein. *Vet. Méx.* 27: 279.