

Pronóstico de las hembras a detectar en estro en sistemas bovinos lecheros

José Alberto Bertot Valdés*, Dayami Santisteban Pérez**, Roberto Vázquez Montes de Oca*, Rolando de Armas de la Rosa***, Magaly Garay Durba*, Rafael Avilés Balmaceda*, Carlos Loyola Oriyés* y Maydier Horrach Junco*

* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

** Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Camagüey, Cuba

*** Ministerio de la Agricultura, Camagüey, Cuba

jose.bertot@reduc.edu.cu

RESUMEN

Con el objetivo de obtener ecuaciones para el pronóstico de las hembras a detectar en estro en rebaños lecheros, fueron empleadas las relaciones de precedencia temporal obtenidas mediante análisis de correlación cruzada de las hembras recentinas, hembras vacías, incorporaciones a la reproducción y bajas de la reproducción, con las detectadas en estro a partir de los registros mensuales correspondientes a seis empresas pecuarias lecheras durante el período comprendido entre enero de 1989 y diciembre de 2005. Se obtuvieron las mayores correlaciones con las hembras recentinas, en los retardos dos y tres; con las hembras vacías se incrementaron a partir del retardo nueve, con el mayor valor en el dos; con las bajas entre los retardos siete y tres, con el mayor valor en el retardo seis y con las hembras incorporadas a la reproducción en los retardos uno y cero. Las correlaciones significativas obtenidas a diferentes retardos destacan, en orden de importancia para la detección de hembras en estro, a las recentinas, vacías, incorporaciones a la reproducción y bajas de la reproducción, en ese orden. Las asociaciones observadas fueron empleadas en ecuaciones para el pronóstico de la recogida de hembras en estro, que posibilitan adoptar, con la anticipación suficiente las medidas que permitan incrementar la eficiencia y precisión en la detección del estro con su influencia sobre la fertilidad. Estos resultados confirman la utilidad de la información acumulada en las empresas y la posibilidad de validarla.

Palabras clave: *estro, modelos, regresión, reproducción, retardos, validación cruzada*

Predictions for Estrual Female Detection in Dairy Farming Systems

ABSTRACT

Generating predictions to detect estrual females in dairy herds requires model equations. To this end, temporary precedent relations obtained by crossed-correlation analyses contrasting puerperal cows, non pregnant cows, cow-heifers, and off-production cows with estrual cows were used. Monthly data from six livestock dairy production centers comprising a time span from January 1998 to December 2005 were gathered. Estrual female correlations at different lag item scores were the following: concerning puerperal cows, correlations were the greatest with lag item scores of two and three; non pregnant cows showed increasing correlations from the item score of nine on, reaching the highest values with the item score of two; off-production cows exhibited correlations ranging between seven and three in the scale for lag item scores, with the highest value at item six, while correlations with cows-heifers showed lag item scores of one and zero. The significant correlations obtained at different lag item scores evidenced an order in detecting estrual cows, i.e., puerperal cows, non-pregnant cows, cow-heifers, and off-production cows. These associations generated prediction equations to detect estrual females and, thus, measures to increase efficiency and precision in detecting estrus and its effect on fertility can be taken in advance. These findings prove usefulness of data registered in livestock dairy production centers and their possibility to be validated.

Key Words: *estrus, models, regression, reproduction, lags, crossed-validation*

INTRODUCCIÓN

La detección de hembras en estro es un problema en los rebaños lecheros en condiciones tropicales, tanto en la eficiencia como en la precisión. Al respecto en Camagüey la baja eficiencia en la detección del estro en el período 1989-2005 representó la pérdida de 2 143 crías mensuales (Bertot *et al.*, 2008),

pues las hembras detectadas en estro con retardo de 10 meses, en relación con los nacimientos, fue la variable con mayor impacto directo en el sistema de organización y control de la reproducción en los sistemas lecheros (Bertot *et al.*, 2009a).

El establecimiento de correlación entre variables con retardo en el tiempo permite validar la información disponible y se ha empleado en pro-

nósticos de los nacimientos (Vázquez y Bertot, 2009), por lo que considerando la importancia de la detección de hembras en estro, el objetivo del trabajo fue obtener ecuaciones para el pronóstico de las hembras a detectar en estro en rebaños lecheros a partir de las relaciones de precedencia temporal con las categorías reproductivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recogieron los datos de los boletines de reproducción procedentes de los archivos de la subdelegación de ganadería de la delegación del Ministerio de la Agricultura en la provincia de Camagüey, correspondientes a seis empresas pecuarias lecheras, durante el período comprendido entre enero de 1989 y diciembre de 2005. Se utilizaron los registros mensuales del total de hembras detectadas en estro y las hembras en las distintas categorías reproductivas en análisis de correlación cruzada de series cronológicas; como resultado de este fueron creadas variables con retardo en relación con las hembras detectadas en estro, que se utilizaron en análisis de regresión por pasos sucesivos hasta encontrar el mejor ajuste para el pronóstico de las hembras a detectar en estro. Para todos los análisis se empleó el paquete estadístico SPSS versión 15.0.1 (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El establecimiento de correlación entre variables con retardo en el tiempo permite evaluar la fiabilidad de los datos reproductivos y comparar el retardo fisiológico esperado con el observado (Bertot, 2007). A partir de las relaciones de dependencia temporal entre las variables de organización y control de la reproducción en sistemas lecheros Bertot *et al.* (2009b) obtuvieron un modelo estructural que destacó al total de hembras detectadas en estro como la variable de mayor impacto para la obtención de los nacimientos.

Como puede apreciarse en la Tabla 1, fueron obtenidas correlaciones significativas a diferentes retardos para todas las categorías de hembras con las hembras detectadas en estro; debe destacarse que las hembras recentinas mostraron correlaciones significativas en retardos de hasta seis meses (relaciones no esperadas) aunque alcanzaron las mayores correlaciones en los retardos dos y tres (fisiológicos), lo que sugiere lenta recuperación de la condición corporal, pues el balance energético negativo constituye un factor de riesgo para la presentación de enfermedades metabólicas (Roche *et al.*, 2006) y es importante en la ciclicidad estral posparto (Robinson *et al.*, 2006).

Las correlaciones cruzadas entre las hembras detectadas en estro y las hembras vacías se incrementaron a partir del retardo nueve, con el mayor valor en el dos. Este resultado refleja que, independientemente del comportamiento estacional reportado para las hembras detectadas en estro (Bertot *et al.*, 2006 y Santiesteban *et al.*, 2007), existen diversas causas en las condiciones de Camagüey que afectan la presentación del estro: las fisiológicas y de manejo de acuerdo con los resultados de Figueroa *et al.* (2010) al emplear series desestacionalizadas; igualmente, Schefers *et al.* (2010) destacan la asociación entre los factores de manejo no estrictamente relacionados con la reproducción con el comportamiento reproductivo del rebaño.

Se ha reiterado por varios autores que las deficiencias nutricionales afectan la presentación del estro (Armstrong *et al.*, 2003; Webb *et al.*, 2004 y Robinson *et al.*, 2006), particularmente en vacas que dependen de forrajes para suplir sus requerimientos nutricionales y aparentemente interactúan con el genotipo y factores ambientales y de manejo (Montiel y Ahuja, 2005).

Tabla 1. Correlaciones significativas de las categorías a diferentes retardos con las hembras detectadas en estro

Categorías	Retardos												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recentinas	,644	,627	,638	,662	,684	,722	,777	,808	,818	,823	,822	,796	,764
Inseminadas	,729	,756	,746	,723	,683	,645	,623	,624	,638	,683	,745	,819	,892
Vacías	,535	,529	,526	,532	,555	,584	,614	,637	,658	,664	,662	,648	,630
No gestantes	,558	,634	,688	,741	,735	,698	,656	,593	,544	,526	,549	,600	,639
Incorporaciones	,685	,637	,562	,468	,402	,367	,360	,398	,463	,556	,671	,758	,766
Bajas	,383	,391	,431	,470	,508	,554	,595	,598	,598	,548	,468	,391	,346

Las bajas presentaron las mayores correlaciones con las hembras detectadas en estro, entre los retardos siete y tres, con el mayor valor en el seis que refleja la necesidad del mantenimiento de la masa de hembras en la reproducción de manera estable para garantizar los niveles de animales detectados en estro. En las condiciones de las empresas donde se realizó el estudio, es característico la elevada tasa de hembras con anestro posparto prolongado relacionada con alta infestación parasitaria, problemas alimentarios, desórdenes metabólicos y el estado físico-productivo de las fincas (Bertot *et al.*, 2005) y deficiencias en el control del estro (Betancourt *et al.*, 2005 y Loyola, 2005).

Todos los modelos obtenidos alcanzaron elevados coeficientes de determinación y mínimos errores de estimación. Este resultado confirma que con el empleo de variables con retardos es posible organizar y controlar la reproducción en los sistemas vacunos lecheros de manera más precisa (Bertot, 2007) y validar la información disponible (Bertot *et al.*, 2009a), lo que se ha reportado previamente en pronósticos de los nacimientos (Tabla 2) (Vázquez y Bertot, 2009).

CONCLUSIONES

La existencia de correlaciones significativas a diferentes retardos con las categorías reproductivas, permitió la obtención de modelos para el

pronóstico de las hembras a detectar en estro, lo que confirma la utilidad de la información acumulada en las empresas y la posibilidad de validarla y emplearla para mejorar la precisión en la adopción de decisiones.

REFERENCIAS

- ARMSTRONG, D. G.; GONG, J. G. y WEBB, R. (2003). Interactions Between Nutrition and Ovarian Activity in Cattle: Physiological, Cellular and Molecular Mechanisms. *Reprod. Suppl.*, 61, 403-414.
- BERTOT, J. A.; VÁZQUEZ, R.; AVILÉS, R.; DE ARMAS, R.; GARAY, M.; LOYOLA, C. y HONRACH, M. (2006). Análisis del comportamiento estacional y tendencia de las categorías reproductivas y los nacimientos en empresas pecuarias lecheras, *Rev.prod.anim.*, 18 (2),149-154.
- BERTOT, J. A.; VÁZQUEZ, R.; AVILÉS, R.; DE ARMAS, R.; GARAY, M.; LOYOLA, C. y HONRACH, M. (2009b). Relaciones de dependencia temporal entre las variables de organización y control de la reproducción en sistemas lecheros. *Rev. Prod. Anim*, 21 (1), 89-93.
- BERTOT, J. A. (2007). *Modelo estructural para mejorar la organización y el control de la reproducción de sistemas vacunos lecheros*. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
- BERTOT, J. A.; DE LA ROSA, A.; ÁLVAREZ, J. L.; AVILÉS, R.; GUEVARA, R.; RAMÍREZ, J. A.;

Tabla 2. Pronóstico de las hembras a detectar en estro.

Modelo	Variables predictoras	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	R ² (corregida)
		B	Error típ.	Beta			
1	Recentinas (3)	,977	,013	,975	73,232	,000	,950
2	Recentinas (3)	,547	,071	,546	7,681	,000	,956
	Recentinas (5)	,432	,071	,435	6,125	,000	
3	Vacías (4)	,373	,007	,951	51,654	,000	,904
4	Vacías (4)	,264	,017	,674	15,568	,000	,918
	Vacías (5)	,669	,096	,302	6,979	,000	
5	Vacías (4)	,241	,019	,614	12,953	,000	,920
	Vacías (5)	,508	,110	,229	4,623	,000	
	No gestantes (2)	,309	,107	,139	2,895	,004	
6	Vacías (4)	,207	,016	,528	12,934	,000	,934
	No gestantes (7)	1,004	,090	,457	11,185	,000	
7	Recentinas (3)	,975	,013	,974	72,430	,000	,949
8	Recentinas (3)	,784	,042	,784	18,688	,000	,953
	No gestantes (7)	,441	,092	,201	4,785	,000	
9	Recentinas (3)	,633	,052	,633	12,162	,000	,956
	No gestantes (7)	,507	,090	,231	5,625	,000	
	Incorporadas (3)	,792	,171	,136	4,622	,000	

Regresión lineal a través del origen

- GUEVARA, G.; LOYOLA, C.; GÁLVEZ, M.; CURBELO, L. y PEDRAZA, R. (2005). Evaluación de las causas de anestro en rebaños bovinos lecheros. *Rev. Prod. Anim.*, 17 (1), 83-90.
- BERTOT, J. A.; SANTIESTEBAN, DAYAMI; VÁZQUEZ, R.; LOYOLA, C.; GARAY, MAGALY; DE ARMAS, R.; AVILÉS, R. y HERRACH, M. (2008). Estimación de estros potencialmente perdidos rebaños bovinos lecheros en empresas pecuarias de la provincia de Camagüey. *Rev. Prod. Anim.*, 20 (2), 150-152.
- BERTOT, J. A.; VÁZQUEZ, R.; AVILÉS, R.; DE ARMAS, R.; GARAY, M.; ALVAREZ, J. L.; AVILÉS, R.; LOYOLA, C. y HERRACH, M. (2009a). Modelo estructural para mejorar la organización y el control de la reproducción de sistemas vacunos lecheros. *Rev. Prod. Anim.*, 21 (2), 157-162.
- BETANCOURT, J. A.; BERTOT, J. A.; VÁZQUEZ, R.; ACOSTA, A. y AVILÉS, R. (2005). Evaluación de la fertilidad posparto en rebaños bovinos lecheros de la provincia de Camagüey. *Rev. Prod. Anim.*, 17 (1), 61-66.
- FIGUEROA, J. L.; BERTOT, J. A. y VÁZQUEZ, R. (2010). Evaluación de la recogida de hembras en estro en la empresa pecuaria Triángulo 4 de la provincia de Camagüey. *Rev. Prod. Anim.*, 22 (2), páginas
- LOYOLA, C. (2005). *Evaluación de la calidad de la detección del estro en rebaños bovinos lecheros en condiciones de Camagüey*. Memoria Conferencia Internacional: Las Ciencias Técnicas y Agropecuarias para un desarrollo sostenible, Universidad de Camagüey, Cuba.
- MONTIEL, F. y AHUJA, C. (2005). Body condition and suckling as factors influencing the duration of post-partum anestrus in cattle: a review. *Anim Reprod. Sci.*, 85, 1-26.
- ROBINSON, J. J.; ASHWORTH, C. J.; ROOKE, J. A.; MITCHELL, L. M. y MCEVOY, T. G. (2006). Nutrition and Fertility in Ruminant Livestock, *Animal Feed Science and Technology*, 126, 259-276.
- ROCHE, J. R.; LEE, J. M. y BERRY, D. P. (2006). Climatic Factors and Secondary Sex Ratio in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 89, 3221-3227.
- SANTIESTEBAN, D.; BERTOT, J. A.; VÁZQUEZ, R.; LOYOLA, C.; GARAY, M.; DE ARMAS, R.; AVILÉS, R. y HERRACH, M. (2007). Tendencia y estacionalidad de la presentación de estros en vacas lecheras. *Rev. Prod. Anim.*, 19 (1), 73-77.
- SCHEFERS, J. M.; WEIGEL, K. A.; RAWSON, C. L.; ZWALD, N. R. y COOK, N. B. (2010). Management Practices Associated with Conception Rate and Service Rate of Lactating Holstein Cows in Large, Commercial Dairy Herds. *J Dairy Sci*, 93 (4), 1459-1467.
- SPSS inc. (2006). SPSS 15.0 para Windows Versión 15.0.1.
- VÁZQUEZ, M. R. y BERTOT, J. V. (2009). Modelos para pronosticar los nacimientos en sistemas vacunos lecheros en Cuba. *Rev. prod. anim.*, 21 (2), 151-155, 2009.
- WEBB, R., GARNSWORTHY, P. C.; GONG, J. G. y ARMSTRONG, D. G. D. (2004). Control of Follicular Growth: Local Interactions and Nutritional Influences. *J. Anim. Sci.*, 82 (E. Suppl.), E63-E74.

Recibido: 14/6/10

Aceptado: 18/8/10