

Utilización de patrones de estacionalidad e impactos de variables con retardo en el tiempo para la planificación de los nacimientos en sistemas vacunos lecheros

J. A Bertot*, R. Vázquez*, R. de Armas**, M. Garay*, R. Avilés*, C. Loyola* y M. Horrach*

*Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

**Ministerio de la Agricultura, Camagüey, Cuba

jose.bertot@reduc.edu.cu

RESUMEN

Con el objetivo de demostrar la posibilidad de utilizar los patrones de comportamiento estacional de las variables con retardos en el tiempo para planificar la mejor época del año para concentrar los partos, se recolectaron todos los boletines mensuales de reproducción correspondientes a las empresas de la cuenca lechera Camagüey-Jimaguayú con las variables año (1982 a 2005), mes (enero a diciembre), hembras inseminadas pendientes a diagnóstico de gestación, hembras recentinas, hembras vacías, incorporaciones a la reproducción, desechos de la reproducción, hembras detectadas en el primer estro, hembras detectadas en total de estros, hembras gestantes en el diagnóstico, hembras no gestantes en el diagnóstico y total de nacimientos. Se realizó el proceso descomposición estacional y el cruce bivariado de las combinaciones entre todas las series en estudio mediante la función de correlación cruzada de series cronológicas utilizando retardos de hasta 24 meses. Fueron determinadas las relaciones de interdependencia de las variables con retardos, mediante la técnica SEM (modelación de ecuaciones estructurales). El modelo estructural obtenido, partiendo de un enfoque global utilizando los patrones de comportamiento estacional y las relaciones de dependencia en el tiempo, permitió la planificación de la época de los nacimientos mediante la optimización en los escalones precedentes de la variable con mayor impacto en el sistema (RECTOT 10).

Palabras clave: estacionalidad, ganado lechero, reproducción, retardos, SEM

Using Seasonality Patterns and Time-Lagged Variables Impact for Birth Planning in Dairy Farming System

ABSTRACT

The current study demonstrates the possibility of using seasonal performance patterns derived from time-lagged variables to devise a plan dealing with seasonal calving herds. To this end, data were collected from every monthly bulletin on reproduction from livestock centers in Camagüey-Jimaguayú dairy basin using the following variables: year (1982-2005), month (January-December), inseminated heifers without undergoing a pregnancy diagnosis process, puerperal heifers, non-pregnant heifers, incorporations to reproduction, culled heifers, heifers at first estrus, heifers at total estrus, heifers diagnosed as pregnant, heifers diagnosed as non-pregnant, and total of births. The seasonal detached procedure and bivariate crossing of combinations among all the assessed series were performed by crossed correlations of chronological series with lags scored up to 24 months. Lagged variables interdependence relations were determined by the SEM technique (structural equation models). An initial global approach including seasonal performance and time dependent relations was the starting point to find out the structural model to be implemented. This model was useful in planning seasonal births aided by RECTOT 10 software that optimized the highest impact variable.

Key Words: seasonality, dairy cattle, reproduction, lags, SEM

INTRODUCCIÓN

En Cuba se ha reportado respuestas favorables en épocas de parto para las hembras lecheras. Évora *et al.* (2001); Agüero *et al.* (2005); García López *et al.* (2005); Guevara *et al.* (2007) observaron respuestas favorables en rendimiento lácteo y en la natalidad siguiente a las pariciones, en rebaños donde se indujo el parto para los patrones favorables a inicios de la lluvia, aumentando el

efecto nutricional en términos de materia seca disponible por vaca y aporte de nutrientes aprovechables.

En Camagüey el hallazgo de diferentes patrones de comportamiento estacional para todas las variables que se utilizan en la organización y el control de la reproducción en los sistemas vacunos lecheros, que refleja las interrelaciones entre ellas (Bertot *et al.*, 2007), y la confirmación de forma

parcial del orden de precedencia establecido en la práctica para el control de la reproducción ofrecen la posibilidad de emplear esas relaciones para los pronósticos considerando como el final del proceso a los nacimientos (Bertot., 2007).

El objetivo del trabajo fue demostrar la posibilidad de utilizar los patrones de comportamiento estacional de las variables con retardos en el tiempo para planificar la mejor época del año y así concentrar los partos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron todos los boletines mensuales de reproducción de los archivos de la subdelegación de ganadería del Ministerio de la Agricultura en la provincia de Camagüey, correspondientes a las empresas de la cuenca lechera Camagüey-Jimaguayú para conformar una base de datos con las variables: año (desde 1982 hasta 2005), mes (enero a diciembre), hembras inseminadas pendientes a diagnóstico de gestación (PENDIEN), total de hembras recentinas (RECENT), total de hembras vacías (VACITOT), incorporaciones a la reproducción (INCOR), desechos de la reproducción (BAJAS), total de hembras detectadas en el primer estro (RECPRI), total de hembras detectadas en estro (RECTOT), total de hembras que resultaron gestantes en el diagnóstico (GESTDIA), total de hembras no gestantes en el diagnóstico (VACDIAG) y total de nacimientos (NACIM).

Se realizó la descomposición estacional considerando que para todas las variables se observaron fluctuaciones estacionales regulares, por lo que se utilizó el modelo aditivo. Se realizó el cruce bivariado de las combinaciones entre todas las series en estudio mediante la función de correlación cruzada de series cronológicas utilizando retardos de hasta 24 meses.

A partir de los resultados de los correlogramas, para determinar las relaciones de interdependencia de las variables con retardos, se empleó la técnica SEM (modelación de ecuaciones estructurales), considerando todas las relaciones para aislar el impacto directo de cada variable. Se confeccionó un diagrama teórico en el que cada trayectoria representa la correlación cruzada bivariada, la relación entre la posible causa y el posible efecto. Se tomaron en cuenta sólo las relaciones plausibles desde el punto de vista biológico.

Se evaluó el ajuste de cada modelo considerando los valores de Chi-cuadrado, errores estándar,

valores de *t*, residuales estandarizados y los índices de modificación. Se eliminó y adicionó parámetros para mejorar la parquedad y el ajuste, respectivamente, hasta obtener un modelo con parámetros interpretables y con utilidad práctica.

Basado en el patrón de comportamiento estacional observado y en el impacto directo de cada variable con retardo en el tiempo, sobre los nacimientos, se elaboró la propuesta de concentración de la recogida de hembras en estro y los nacimientos.

Los análisis exploratorios univariados, de escala y series cronológicas fueron desarrollados con el paquete SPSS versión 12.0 (2003), la preparación de los datos, matrices y análisis exploratorios multivariados con el programa PRELIS 2.30 (Jöreskog y Sörbom, 1999) y el análisis estructural mediante el programa LISREL versión 8.30 (Jöreskog y Sörbom, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron observados tres patrones típicos de comportamiento estacional: las hembras recentinas, las bajas y los nacimientos se concentraron en meses correspondientes al primer semestre, las hembras en la reproducción, inseminadas, incorporaciones, detectadas en estro y gestantes en el diagnóstico, se concentraron en el segundo semestre y las gestantes totales (enero-marzo y noviembre-diciembre), vacías totales (abril-agosto) y las vacías al diagnóstico (enero-febrero y octubre-diciembre) no se concentraron en patrón semestral, por el contrario las gestaciones totales y las vacías al diagnóstico se concentraron en meses correspondientes al inicio y final del año mientras que las vacías totales lo hicieron entre abril y septiembre.

Fueron obtenidas correlaciones significativas para todas las variables con los nacimientos en retardos de seis, nueve y doce, con valores de 0,689 (VADIAG - 6), 0,88 (GESTDIAG - 6), 0,847 (RECPRI - 9), 0,857 (RECTOT - 9), 0,723 (PEND - 9), 0,679 (INCO - 9), 0,614 (VACTOT - 12), 0,767 (RECEN - 12).

Se confirmó la validez de las relaciones con las variables retardadas a seis meses (gestantes y vacías al diagnóstico) y nueve meses (recogidas en primer y total, estros e inseminadas) con relación a los nacimientos, se destacaron los impactos de RECTOT 10 que es una relación no evidente en el sistema y los esperados de RECPRI 9 y

RECTOT 9 (Tabla 1), que confirman la importancia de la detección del estro en el comportamiento reproductivo en un programa de IA (Diskin y Sreenan, 2000). Las hembras inseminadas (PENDIE 9) tuvieron bajo impacto en los nacimientos, lo que pudiera reflejar baja eficiencia en la IA y pérdidas de gestaciones, pues frecuentemente después del servicio las hembras no retornan al estro dentro de los 24 días siguientes. Esta situación ha sido reportada como un problema en rebaños comerciales de Australia (Nation y Mcmillan, 2001) y en Camagüey (Betancourt *et al.*, 2005).

Las hembras recentinas (RECENT 12) tuvieron un impacto bajo sobre los nacimientos, lo que refleja la irregularidad del proceso reproductivo en las condiciones del estudio que se manifiesta en una progresiva prolongación del IPP, desde 448 días (Vázquez *et al.*, 1985) hasta 667 (de la Torre *et al.*, 2006), que explica que en esa categoría reproductiva se mantuviera durante los últimos 24 años entre 9 y 11 % del total de hembras (Bertot *et al.*, 2006).

En la Tabla 2 se ilustra la planificación, utilizando la variable de mayor impacto en el modelo estructural. Los resultados también pueden sugerir que la eficiencia y seguridad en la detección del estro mediante observación visual no ha alcanzado los niveles adecuados en las condiciones de Camagüey, pues Loyola *et al.* (2005) detectaron serios problemas en este sentido, particularmente relacionados con la capacitación del personal encargado de la detección y en el empleo adecuado de los medios auxiliares, debe considerarse la acción de otros factores como el amamantamiento (Galina *et al.*, 2001; Montiel y Ahuja, 2005) y los nutricionales, sobre todo por la existencia de patrones de comportamiento estacional como han informado Loyola *et al.* (2010) y Soto *et al.* (2010) en las condiciones de Camagüey, lo cual explica la importancia del plano nutricional y el nivel de abastecimiento de forrajes/vaca/día.

CONCLUSIONES

El empleo de los patrones de comportamiento estacional de las variables con retardos en el tiempo, permitió la planificación de la época de los nacimientos mediante la optimización en los escalones precedentes de las hembras detectadas en estro diez meses antes, que fue la variable con mayor impacto en el sistema.

Tabla 1. Ecuación estructural para los nacimientos ($R^2 = 0,90$)*

Coficiente estructural	Variable independiente	Error de estimación	t
0,28	RECPRI (9)	0,08	3,38
0,20	RECTOT (9)	0,12	1,72
-	PENDIE (9)	0,05	-3,78
0,20	VACDIA (6)	0,04	-5,39
-	GESTDI (6)	0,05	7,70
0,23	RECENT (12)	0,04	4,92
0,43	RECPRI (10)	0,08	-1,70
0,20	RECTOT (10)	0,10	3,91
-	Varianza del error	0,008	11,55

Entre paréntesis el retardo en meses en relación con la variable dependiente

Tabla 2. Ejemplo de planificación de la época de parición utilizando la variable con mayor impacto

Variable	Patrón de concentración	
	Observado	Deseado
Nacimientos	marzo-junio	junio-septiembre
RECTOT(10)	julio-noviembre	septiembre-diciembre

REFERENCIAS

- AGÜERO, L. A.; GUEVARA, R.; GUEVARA, G y CURBELO, L. (2005). Efecto del momento del parto dentro de la época de máximo crecimiento del pastizal sobre la eficiencia de la producción de leche. *Revista ACPA*, 3, 14-15.
- BERTOT, J. A. (2007). *Modelo estructural para mejorar la organización y el control de la reproducción de sistemas vacunos lecheros*. Tesis doctoral en Ciencias Veterinarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba.
- BERTOT, J. A.; VÁZQUEZ, R.; AVILÉS, R.; DE ARMAS, R.; GARAY, M.; LOYOLA, C. *et al.* (2006). Comportamiento reproductivo en empresas pecuarias lecheras de la provincia de Camagüey. Resultados preliminares. Datos no publicados.
- BERTOT, J. A.; VÁZQUEZ, R.; LOYOLA, C.; AVILÉS, R.; DE ARMAS, R.; GARAY, M. *et al.* (2007). Análisis del comportamiento estacional de las categorías reproductivas y los nacimientos durante dos períodos

- en empresas pecuarias lecheras. *Revista de Producción Animal*, 19 (Número Especial).
- BETANCOURT, J. A.; BERTOT, J. A.; VÁZQUEZ, R.; ACOSTA, A y AVILÉS, R. (2005). Evaluación de la fertilidad postparto en rebaños bovinos lecheros de la provincia de Camagüey. *Revista de Producción Animal*, 17 (1), 61-66.
- De LA TORRE, R.; BERTOT, J. A.; COLLANTES, M y VÁZQUEZ, R. (2006). Análisis integral de la relación reproducción-producción-economía en rebaños bovinos lecheros en las condiciones de Camagüey., Cuba. Estimación de las pérdidas económicas. *Revista de Producción Animal*, 18, (1), 83-88.
- DISKIN, M. G y SREENAN, J. M. (2000). Expression and Detection of Oestrus in Cattle. *Reproduction Nutrition Development*, (40), 481-491.
- ÉVORA, J. C.; GUERRA, D y GONZÁLEZ, D. (2002). Programación de los partos y la eficiencia en la producción de leche. *Revista ACPA*, (4), 44-45.
- GALINA, C. S.; RUBIO, I.; BASURTO, H y ORIHUELA, A. (2001). Consequences of Different Suckling Systems for Reproductive Activity and Productivity of Cattle in Tropical Conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, (72), 255-262.
- GARCÍA LÓPEZ, R.; BETANCOURT, J.; GUEVARA, R.; FAJARDO, H.; EVORA, J. C. (2005). *Época de parto, un asunto de interés para ganadería de leche y carne en el trópico*. III Congreso Internacional Sobre Mejoramiento Animal, 7 al 11 de noviembre, Ciudad de La Habana, Cuba.
- GUEVARA, R.; GUEVARA, G; CURBELO, C; DEL RISCO, SONIA; SOTO, S.; SENRA, A. et al. (2007). Posibilidades de la producción estacional de leche en Cuba en forma sostenible. *Revista de Producción Animal*, 19, (Número Especial), 19-27.
- JÖRESKOG, K y SÖRBOM, D. (1999). LISREL 8.30. User's Reference Guide: Lincolnwood, IL Scientific Software Internacional.
- LOYOLA, C.; BERTOT, J. A. y VÁZQUEZ, R. (2005). *Evaluación de la calidad de la detección del celo en rebaños bovinos lecheros en condiciones de Camagüey*. Memorias del evento Las Ciencias Técnicas y Agropecuarias por un Desarrollo Sostenible, Camagüey, Cuba.
- LOYOLA, C.; GUEVARA, R.; GUEVARA, G.; CURBELO, L. M. y SOTO, S. (2010). Simulación de la intensificación de la parición al inicio del período lluvioso, con mejora de la base forrajera, en la eficiencia bioeconómica. *Revista de Producción Animal*, 22, (1), XX.
- MONTIEL, F. y AHUJA, C. (2005). Body Condition and Suckling as Factors Influencing The Duration of Postpartum Anestrus in Cattle. A Review. *Animal Reproduction Science*, (85), 1-26.
- NATION, D. y MCMILLAN, J. (2001). *The Phantom Cow Syndrome. A Study of Cows That are not Observed in Oestrus Within 24 Days of An Unsuccessful Mating*. Final Report, the University of Melbourne, dairy Herd Improvement Fund and NHIA.
- SOTO, S.; GUEVARA, R.; SENRA, A.; GUEVARA, G.; OTERO, AIMY y CURBELO, L. M. (2010). Influencia de la distribución de parición anual y el aprovechamiento del pasto en los resultados alcanzados en vaquerías de la cuenca de Jimaguayú, Camagüey. I: Indicadores productivos y reproductivos. *Revista de Producción Animal*, 22, (1), XX.
- VÁZQUEZ, R.; CONDE, G y DE LOS REYES, A. (1985). Estudio del comportamiento reproductivo de las novillas F1 (H x C) en condiciones de producción comercial en la provincia de Camagüey. *Revista de Producción Animal*, 2, (1), 71-80.

Recibido: 28 -6-2010

Aceptado: 30-8-2010