

## Presencia de interacción genotipo-ambiente en el intervalo entre partos de bovinos lecheros en condiciones de producción de la región Camagüey-Jimaguayú

Iván Peña García, Rodolfo F. Corvisón Morales y Florangel Vidal Fernández

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

ivan.pena@reduc.edu.cu

### RESUMEN

Se demostró la interacción genotipo-ambiente en el intervalo entre partos de bovinos lecheros en condiciones de producción de la región Camagüey-Jimaguayú. Se analizó la información de treinta vaquerías en el período de 1996 a 2010, distribuidas en seis UBPC (Bidot, Ignacio Agramonte, Ernesto Lucas, La Unión, 3 de Octubre y la Paz) de las empresas Triángulo I, III, V en los municipios Jimaguayú y Camagüey, pertenecientes a la provincia de Camagüey, Cuba. Se utilizaron los sementales Cebú lechero y Siboney de Cuba. Como rasgo reproductivo se valoró el intervalo entre partos (IPP); como factores fijos se contemplaron los efectos genético (combinación entre la raza o cruce de la hembra y el genotipo del semental), ambiental (vaquería) y su interacción. Se concluye demostrando la presencia de la interacción genotipo-ambiente en las combinaciones raza-semental-raza de la vaca, en diferentes ambientes, al cambiar el orden de mérito.

**Palabras clave:** combinaciones raza semental-raza de la vaca, ganado lechero, reproducción, intervalo entre partos, interacción genotipo-ambiente

### INTRODUCCIÓN

El ambiente tiene considerable efecto sobre la expresión visible de muchos caracteres, un carácter medido en diferentes ambientes puede ser considerado como características diferentes pero genéticamente correlacionadas (Falconer, 1952).

Según Suárez, Pérez y González (2001) dentro de las características genéticas controlables se encuentran los caracteres cualitativos y cuantitativos, siendo estos últimos controlados por múltiples parejas de genes, presentan variación continua y son afectados por el ambiente.

El potencial genético de los animales se expresa en la medida que las condiciones ambientales lo permitan. El ambiente no modifica de forma directa la constitución genética del individuo, pero sí determina la extensión con que se expresa. Sin embargo, cuando se considera una serie de ambientes, se detecta además de los efectos genéticos y ambientales, un efecto adicional causado por su interacción (Cruz y Regazzi, 1994).

López (2002) es del criterio que la acción conjunta de los factores genéticos y no genéticos, así como su interacción influye directamente sobre el comportamiento productivo y reproductivo del ganado de leche y carne.

Varios estudios han reportado interacciones genotipo-ambiente, para los rasgos de la producción de leche en el ganado lechero, donde se valoró el

medio ambiente en el nivel de producción promedio del hato (Calus *et al.*, 2002; Kolmodin *et al.*, 2002).

Las pérdidas económicas por el limitado conocimiento regional de la interacción genotipo-ambiente sobre el comportamiento fenotípico del intervalo entre partos en la combinación semental-vaca de la región Camagüey-Jimaguayú, resulta un problema a solucionar.

El objetivo del trabajo es exponer las evidencias que muestran la presencia de interacción genotipo-ambiente en el intervalo entre partos (IPP) de bovinos lecheros en condiciones de producción de la región Camagüey-Jimaguayú.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La muestra incluyó 7 259 registros productivos de vacas de los siguientes grupos raciales Siboney de Cuba (2 710), Siboney comercial (299), Holstein Mestiza (547), Cebú Lechero (971), 5/8 Holstein 3/8 Cebú (1 010) y Cebú Lechero comercial (1 722). Distribuidos en seis UBPC (Bidot, Ignacio Agramonte, Ernesto Lucas, La Unión, 3 de Octubre y la Paz) de las empresas Triángulo I, III, V en los municipios Jimaguayú y Camagüey, pertenecientes a la provincia de Camagüey, Cuba, cuyo objetivo fundamental es la producción de leche para el consumo.

El clima es de llanuras, principalmente interiores, con humedecimiento estacional, alta evapora-

Presencia de interacción genotipo-ambiente en el intervalo entre partos de bovinos lecheros en condiciones de producción de la región Camagüey-Jimaguayú

ción y elevada temperatura del aire. La temperatura mínima promedio en las zonas es 22,70° C y la máxima promedio es de 28,90° C. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 1 200-1 400 mm, con el 70 al 86 % en los meses de mayo a octubre. La topografía es llana, con valores entre 100 y 200 metros sobre el nivel del mar de altitud. (Atlas de la provincia Camagüey, 1990).

Los suelos existentes en las áreas, pertenecen a las categorías agroproductivas I, II, III, IV según el Atlas de la provincia de Camagüey (1990). Se clasifican en pardos típicos, sin carbonatos, grisáceos, rojizo y rojo parduzco fersialítico. La información fue obtenida de los registros oficiales de las Empresas y UBPC correspondientes al período 1996-2010.

El abasto de agua de los animales se garantiza a través de molinos de vientos, con tanques circulares y bebederos a su alrededor, así como el cauce del río y micropresas. El clima se comporta con dos períodos bien definidos: consistente lluvioso que se dividió en lluvia (1) del 1<sup>ro</sup> de junio al 31 de octubre y seca (2) desde 1<sup>ro</sup> de noviembre al 31 de mayo, según la metodología del MINAGRI (2000).

Para el procesamiento estadístico se utilizó el Modelo Lineal General Univariante del paquete SPSS (versión 15.1); como factores fijos se contemplaron: efecto genético la combinación entre la raza o cruce de la hembra y el genotipo del semental (tratamiento) y el efecto ambiental la vaquería. Se incluyó la interacción entre el factor genético y el ambiental.

Modelo matemático

$$Y_{ijkLm} = \mu + T_j + R_k + (RT)_{jk} + e_{ijklm}$$

Donde:

$Y_{ijkLm}$ : representa el IPP del m-ésimo individuo, con una j-ésima combinación raza del semental y la vaca, en una k-ésima vaquería; con una jk-ésima interacción vaquería-combinación de la raza del semental y la vaca

$\mu$ : constante general

$T_j$ : efecto fijo de la j-ésima combinación de la raza del semental y la vaca ( $j= 1, 2, \dots, 12$ )

$R_k$ : efecto fijo de la k-ésima vaquería. ( $k= 1, 2, \dots, 30$ )

$(RT)_{jk}$ : Efecto fijo de la jk-ésima interacción vaquería-combinación de la raza del semental y la vaca

$e_{ijklm}$ : efecto del error aleatorio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la media para el intervalo entre partos (IPP) en los ambientes analizados.

Este resultado se corresponde con otros estudios de rebaños en la provincia de Camagüey por diferentes autores (Avilés *et al.*, 1999; Bertot *et al.*, 2000; Avilés *et al.*, 2002; Castellanos, 2003) que obtuvieron 514 días para IPP.

La prolongación del IPP es uno de los elementos característicos del comportamiento reproductivo de los rebaños lecheros en la provincia de Camagüey (Avilés *et al.*, 2002).

El alargamiento de este indicador puede estar dado por la mala alimentación, inadecuada higiene e insuficiente atención en el posparto (Calveras y Morales, 2000).

En ausencia de mediciones directas de la fertilidad, el IPP puede ser considerado como un indicador de la fertilidad de la vaca por su elevada correlación con varias medidas directas de la productividad (Campos *et al.*, 1994; Grosshans *et al.*, 1997; Pryce *et al.*, 1997; Pryce *et al.*, 1998). El IPP es uno de los parámetros más comúnmente valorado para determinar la eficiencia reproductiva de un rebaño (Blanco, 2000).

El alargamiento del IPP provoca la disminución de los crecimientos de reemplazo, la mejora genética del rebaño y la posibilidad de la venta de los animales y aumenta los gastos de semen y servicios veterinarios (de la Torre *et al.*, 2006). Es importante aclarar que los valores reportados para este indicador por nuestro estudio y de otros investigadores en la provincia distan del rango óptimo a alcanzar según Brito (1999), Brito *et al.* (2001); Suárez, Zubizarreta y Pérez (2009) de 365 a 395 días para tener una verdadera eficiencia y rentabilidad en la producción lechera.

Entre los factores no genéticos que afectan el intervalo entre partos se encuentran: el rebaño, año, y mes del parto (Menéndez, 1994; Valle *et al.*, 2003).

En la Tabla 2 se muestra el análisis de varianza para demostrar la interacción entre los períodos analizados y la raza de la vaca.

López (2002) plantea que la acción conjunta de los factores ambientales y genéticos, así como su interacción, influyen directamente sobre el comportamiento reproductivo. Las hembras y machos de la raza Cebú y sus cruces, no se encuentran ex-

cluidos de esta acción a pesar de tener gran adaptabilidad a las condiciones del trópico.

En la Tabla 3 se demuestra el cambio del orden de mérito por vaquería para dos combinaciones raza-semental-raza de la vaca. Estos resultados se corresponden con los observados por Suárez *et al.* (2003), mostrándose diferencias significativas en los valores reproductivos.

Existen evidencias que muestran la sensibilidad de los rasgos reproductivos frente a la presencia de interacción genotipo-ambiente. (Danell, 1982; Hill *et al.*, 1983; Lofgren *et al.*, 1985; De Veer y Van Vleck, 1987; Boldman y Freeman 1988; Carabaño *et al.*, 1990; Dodenhoff y Swalve, 1998; Jara y Barría, 2000).

La interacción genotipo-ambiente es una de las complicaciones que se puede presentar en la selección, pues puede ser que los mejores genotipos (razas, hijos de un determinado semental) en un ambiente no lo sean en otro; esto puede reducir el progreso en la selección (Eskridge, 1990).

Desarrollar una estrategia efectiva requiere entender verdaderamente la interacción genotipo-ambiente (Hammack, 2009), donde cualquier programa de mejora genética debe evaluar y seleccionar a los candidatos a padres de la próxima generación en las mismas condiciones (manejo y alimentación) donde se explotarán sus progenies (Naves y Menéndez, 2005).

Ørskov, (2007) plantea que para seleccionar las razas o cruces más apropiados en determinado ambiente, se debe escoger la que mejor comportamiento reproductivo presente.

## CONCLUSIONES

Se demostró la presencia de la interacción genotipo-ambiente en el intervalo entre partos en las combinaciones raza semental-raza de la vaca, en diferentes ambientes, al cambiar el orden de mérito.

## RECOMENDACIÓN

Si existe interacción genotipo-ambiente significativa, se deben seleccionar los genotipos o razas como padres de la siguiente generación en los ambientes que serán explotados posteriormente.

## REFERENCIAS

ACADEMIA (1990). *Atlas de Camagüey* (pp. 2-35). Camagüey, Cuba: Ed. Academia.  
 AVILÉS, R.; BERTOT, J.; MARTÍNEZ, CORINA; HERNÁNDEZ, R.; MARTÍNEZ, L. y LOYOLA, C.

(1999). La raza Brown Swiss como alternativa viable para incrementar la producción de leche y carne bajo condiciones de sostenibilidad en Camagüey. *Rev. prod. anim.*, 11, 99-102.

AVILÉS, R.; BERTOT, J.; LOYOLA, C. y TREJO, E. (2002). Evaluación de indicadores relacionados con la duración de la vida reproductiva útil de la hembra en rebaños bovinos lecheros. *Rev. prod. anim.*, 14 (2), 71-74.

BERTOT, J.; VÁZQUEZ, A.; AVILÉS, R. y VÁZQUEZ, R. (2000). Relación entre los cambios de la condición corporal y la fertilidad posparto en vacas mestizas Holstein x Cebú. *Rev. Prod. Anim.*, 12, 103-206.

BLANCO, G. (2000). *Soluciones de problemas reproductivos en la vaca*. La Habana, Cuba: Editorial de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional Agraria.

BOLDMAN, K. y FREEMAN, A. (1988). Estimates of Genetic and Environmental Variances of First and Later Lactation at Different Production Levels. *J Dairy Sci.*, 71 (2), 81-82.

BRITO, R. (1999). *Fisiología de la Reproducción Animal con elementos de Biotecnología*. La Habana, Cuba: Ed. Ciencia y Técnica.

BRITO, R.; BLANCO, G.S.; CALDERÓN, R.; PREVAL, B. Y CAMPOS, E. (2001). *Patología de la Reproducción Animal* (pp. 43-82). La Habana, Cuba: Ed. Félix Varela.

CALUS, M.; GROEN, F. y DE JONG, G. (2002). Genotype 3 Environment Interaction for Protein Yield in Dutch Dairy Cattle as Quantified by Different Models. *J. Dairy Sci.*, 85, 3115-3123.

CALVERAS, J. y MORALES, J. (2000). Lecciones prácticas de inseminación artificial y reproducción. *Revista ACPA*, (3), 31-38.

CAMPOS, M.; WILCOX, C.; BECERIL, C. y DIZ, A. (1994). Genetic Parameters for Yield and Reproductive Traits in Holstein and Jersey Cattle in Florida. *J. Dairy Sci.*, 77, 867-873.

CARABAÑO, M., WADE, K. y VAN VLECK, L. (1990). Genotype by Environmental Interactions for Milk and Fat Production Across Regions of the United States. *J Dairy Sci.*, 73, 173-180.

CASTELLANOS, D. (2003). *Análisis del comportamiento del intervalo Inter-estral y la eficiencia de la detección del celo en rebaños bovinos lecheros*. Informe Científico Técnico en Salud y Explotación Bovina, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba.

CRUZ, C. y REGAZZI, J. (1994). *Modelos biométricos aplicados al mejoramiento genético*. Viçosa: Universidad Federal de Viçosa.

DANELL, B. (1982). Studies on Lactation Yield and Individual Testday Yields of Swedish Dairy Cows. II. Estimates of Genetic and Phenotypic Parameters. *Acta Agric Scand.*, 32, 83-91.

Presencia de interacción genotipo-ambiente en el intervalo entre partos de bovinos lecheros en condiciones de producción de la región Camagüey-Jimaguayú

- 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. *Rev. Prod. Anim.*, 18 (1), 83-88.
- DE VEER, J. y VAN VLECK, L. (1987). Genetic Parameters for First Lactation Milk Yields at Three Levels of Herd Production. *J. Dairy Sci.*, 70, 1434-1441.
- DODENHOFF, J. Y SWALVE, H. (1998). Heterogeneity of Variances Across Regions of Northern Germany and Adjustment in Genetic Evaluation. *Livest Prod Sci.*, 53, 225-236.
- ESKRIDGE, K. (1990). Selection of Stable Cultivars Using a Safety-First Rule. *Crop Science*, 30, 369-374.
- FALCONER, D. S. (1952). The Problem of Environment and Selection. *Am. Nat.*, 86, 293-298.
- GROSSHANS, T.; XU, Z.; BURTON, L.; JOHNSON, D. y MACMILLAN, K. (1997). Performance and Genetic Parameters of Fertility in Seasonal Dairy Cows in New Zealand. *Livest. Prod. Sci.*, 51, 41-51.
- HAMMACK, S. (2009). Texas Adapted Genetics Strategies for Beef Cattle II: Genetic-Environmental Interaction. *Agri Life Extensión*, 187 (01/09), Texas A & M System. Extraído el 23 de marzo de 2011 desde <http://animalscience.tamu.edu/images/pdf/genetics/geneticsE187.pdf>.
- HILL, W.; EDWARDS, M.; AHMED, M. y THOMPSON, R. (1983). Heritability of Milk Yield and Composition at Different Levels and Variability of Production. *Anim Prod.*, 36, 59-68.
- JARA, A. y BARRÍA, N. (2000, marzo). *Interacción genético ambiental para características de producción y puntaje de células somáticas en vacas lecheras*. XVI Reunión de producción Animal y III Congreso Uruguayo de Producción Animal. Montevideo Uruguay.
- KOLMODIN, R.; STRANDBERG, P.; MADSEN, J. y JORJANI, H. (2002). Genotype by Environment Interaction in Nordic Dairy Cattle Studied using Reaction Norms. *Acta Agric. Scand. Sect. A Anim. Sci.*, 52, 11-24.
- Korol, A. B.; Ronin, E.; LOFGREN, D.; VINSON, W.; PEARSON, R. y POWELL, R. (1985). Heritability of Milk Yield at Different Herd Means and Variances for Production. *J Dairy Sci.*, 68, 2737-2739.
- LÓPEZ, D. (2002). *Razas bovinas africanas, nueva herramienta genética para aumentar la producción de carne en el trópico y subtrópico*. Extraído el 23 de marzo de 2011 desde <http://www.ugo.es/organiza/servicios/publica/articular/razas.html>.
- MENÉNDEZ, A. (1994). *Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento reproductivo de la raza Holstein en Cuba*. Trabajo de Doctorado en Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey.
- MINAGRI (2000). *Metodología del balance forrajero para lograr la autosuficiencia alimentaria en las unidades ganaderas*. La Habana, Cuba: Ministerio de la Agricultura.
- NAVES, M. y MENÉNDEZ, A. (2005). Interacción genotipo ambiente en ganado Creole. *Archivos de Zootecnia*, 54 (206-207), 377-384. Extraído el 23 de marzo de 2011 desde [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/ph/p/img/web/22\\_20\\_08\\_InteraccionNaves.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/ph/p/img/web/22_20_08_InteraccionNaves.pdf).
- PRYCE, J.; VEERKAMP, R.; THOMPSON, R.; HILL, W. y SIMM, G. (1997). Genetic Aspects of Common Health Disorders and Measures of Fertility in Holstein Friesian Dairy Cattle. *Anim. Sci.*, 65, 353-360.
- PRYCE, J.; ESSELMONT, R. J.; THOMPSON, R.; VEERKAMP, R. F.; KOSSAIBATI, M. y SIMM, G. (1998). Estimation of Genetic Parameters using Health, Fertility and Production Data from A Management Recording System for Dairy Cattle. *Anim. Sci.*, 66, 577-584.
- SPSS. (2006). *Manual del Usuario de SPSS versión 15*.
- SUÁREZ, M.; FERNÁNDEZ, L.; PÉREZ, T.; QUINCOSA, J.; ÁLVAREZ, A.; PÉREZ, E.; EVORA, J.; MENÉNDEZ, A.; GONZÁLEZ, M. y MARRERO, A. (2003). *Siboney de Cuba. Nuevo genotipo lechero para producción de leche y carne. Informe final de proyecto*. La Habana, Cuba: Universidad Agraria de La Habana.
- SUÁREZ, M.; PÉREZ, T. y GONZÁLEZ, M. T. (2001). *Fundamentos de la Mejora Animal* (Tomo I). ISBN 959-258-147-9.
- SUÁREZ, M.; ZUBIZARRETA, I. y PÉREZ, T. (2009). *Interacción genotipo ambiente en ganado bovino Siboney de Cuba*. Extraído el 23 de marzo de 2011 desde <http://www.lrrd.org/lrrd21/9/cont2109.htm>.
- VALLE, A.; LOBO, R.; DUARTE, F. y WILCOX, C. (2003). *Estudio fenotípico y genético de características reproductivas y productivas en la raza Pitanqueiras*. Extraído el 23 de marzo de 2011 desde <http://www.griap.gov.ve/bdigital/zt0212/texto/fenotipico.htm>.

**Tabla 1. Media, error estándar; desviación estándar y coeficiente de variación para el intervalo entre partos**

Variables res- puestas	Media		Desv. Típ.(±)	CV (%)
	Estadístico	Error típico		
Intervalo entre partos (días)	513	1,36	103,507	20,14

**Tabla 2. Variable dependiente: Intervalo entre partos**

Fuente	Suma de cuadrados tipo IV	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo	1989047651,184(a)	220	9041125,687	535,698	,000
Vaquería	2310234,968(b)	51	45298,725	2,684	,000
Trat	1150655,779(b)	11	104605,071	6,198	,000
Vaquería x trat	8701356,386	157	55422,652	3,284	,000
Error	118799231,817	7039	16877,288		
Total	2107846883,000	7259			

a: R cuadrado = ,944 (R cuadrado corregida = ,942)

**Tabla 3. Cambio del orden de merito por vaquería para dos combinación raza semental raza de la vaca**

	Vaquerías	Media	Orden de mérito
Sem. Cebú lechero - V. Siboney de Cuba	15	524,589	8
	113	602,909	20
Sem. Siboney de Cuba - V. Siboney de Cuba	15	546,184	14
	113	542,800	11