

Rev. prod. anim., 20 (2): 137-143, 2008

Efectos de la combinación semental-vaca sobre el comportamiento fenotípico de rasgos reproductivos de la hembra en la región Camagüey-Jimaguayú

Iván Peña García*, Rodolfo F. Corvisón Morales*, Ángel E. Ceró Rizo* y Florangel Vidal Fernández*

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

ivan.pena@reduc.edu.cu

RESUMEN

Se analizaron, dentro de la política de cruzamiento bovino de Cuba, los resultados del comportamiento fenotípico de la combinación semental-vaca en los rasgos reproductivos de la hembra en la región Camagüey-Jimaguayú, Cuba. Se utilizó la información del Centro de Control Pecuario de Camagüey, en el período de 1990 a 2004 con un total de 6 997 registros de hembras, en las que se emplearon sementales Cebú Lechero y Siboney de Cuba. Se estudiaron los rasgos reproductivos: duración de la gestación, período de servicio, intervalo parto-parto y servicio por gestación. Los efectos estudiados fueron: año, época, sexo de la cría, efecto de la carga, número de partos, la unidad básica de producción cooperativa, y combinación entre la raza o cruce de la hembra y el genotipo del semental. Los factores que afectaron la expresión fenotípica de los rasgos reproductivos fueron: el efecto de la combinación raza del semental x cruce de la vaca y la combinación unidad básica de producción cooperativa-época. Concluyen los autores que las mejores razas o cruces fueron: semental Cebú Lechero con vacas Siboney comercial y semental Siboney de Cuba con vacas $\frac{5}{8}$ Holstein- $\frac{3}{8}$ Cebú. Se redujo en 150 días el intervalo parto-parto con la mejor combinación.

Palabras clave: *combinación semental-vaca, comportamiento reproductivo, rasgos reproductivos*

Sire-Cow Crossbreeding Effects on the Phenotypical Performance of Female Reproductive Traits in Camagüey-Jimaguayú Region

ABSTRACT

Results of the phenotypical performance of female reproductive traits after sire-and-cow crossbreedings were studied as part of the bovine crossbreeding policy in Cuba. To this purpose, 6 997 registers from interbreedings between cows and Dairy Zebu or Cuban Siboney sires through 1990 up to 2004 were assessed at the Livestock Management Center in Camagüey. Reproductive traits such as pregnancy period, service period, calving interval, and services per pregnancy were analyzed. Crossbreeding effects studied were year, season, calf sex, grazing capacity, calving number, kind of Basic Unit of Cooperative Production (UBPC), and interbreeding between cow breed or cross and sire genotype. Findings indicated that the crossbreeding effects (sire breed x cow breed or cross) and the UBPC-season relationship were the factors affecting reproductive traits phenotypical performance. The authors concluded that two crossbreedings, i.e., Dairy Zebu sire with Commercial Siboney females and Cuban Siboney sire with $\frac{5}{8}$ Holstein x $\frac{3}{8}$ Zebu females, produced the best breeds or crossbreeds. Besides, the best crossbreeding allowed a 150-day decrease in calving interval.

Key Words: *sire-cow crossbreeding, reproductive performance, reproductive traits*

INTRODUCCIÓN

Cuba conserva una base genética significativa de ganado Cebú adaptado a las circunstancias del trópico. Partiendo de los cruzamientos entre Cebú y Holstein, se ocasiona un vigor híbrido que se manifiesta en una mayor producción (Corvisón y Peña, 2007).

Menéndez (2003) indica que el mejoramiento genético es decisivo e inseparable del proceso productivo, y de ello depende la eficiencia económica, puesto que se obtienen animales más productivos y resistentes al medio. El desarrollo de un programa de mejora genética requiere de

una estrategia y procedimiento analítico de trabajo, donde es necesario definir los objetivos, los criterios de selección y vías para la mejora genética.

Valorando lo planteado y conociendo las diferencias raciales respecto a la fertilidad, tanto en el toro como en la vaca, para elevar el porcentaje de nacimientos en los rebaños lecheros, se hace necesario conocer el comportamiento fenotípico desde el punto de vista racial de los rasgos reproductivos.

Para hacer la mejor selección en determinado ambiente se ha propuesto como objetivo analizar,

dentro de la política de cruzamiento bovino del país, los resultados del comportamiento fenotípico de la combinación semental-vaca en rasgos reproductivos de la hembra en la región Camagüey-Jimaguayú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos, correspondientes al período 1990-2004, fueron obtenidos del Departamento de Control Técnico del Centro de Control Pecuario de Camagüey.

Fueron evaluados los registros de 6 997 hembras de los genotipos Siboney de Cuba (2 629); Siboney comercial (310); Holstein mestiza (512); Cebú Lechero (954); $\frac{5}{8}$ Holstein- $\frac{3}{8}$ Cebú (933) y de Cebú Lechero comercial (1 659), que fueron inseminadas con semen de Siboney de Cuba (5 171) y Cebú Lechero (1 826).

El estudio contempló cuatro variables evaluadas sobre la misma unidad experimental: intervalo parto parto (IPP), período de servicio (PS), duración de la gestación (DG), servicios por gestación (SG)) y siete o más factores en estudio (variables que respondían a las hipótesis formuladas en la investigación).

El trabajo se realizó en las unidades básicas de producción cooperativa (UBPC) Bidot e Ignacio Agramonte (Empresa Triángulo I, municipio Jimaguayú); Ernesto Lucas y La Unión (Empresa Triángulo III, municipio Camagüey) y 3 de Octubre y La Paz (Triángulo V y los municipios Jimaguayú y Camagüey), todas con ordeño manual dos veces al día con destete entre 6 y 9 meses, y cuyo objetivo fundamental es la producción de leche para el consumo.

El clima es de llanuras, principalmente interiores, con humedecimiento estacional, alta evaporación y elevada temperatura del aire. Se comporta con dos períodos bien definidos: consistente lluvioso, que se dividió en lluvia (1) del 1^{ro}. de junio al 31 de octubre y seca (2) desde el 1^{ro}. de noviembre al 31 de mayo, según la metodología del Ministerio de la Agricultura (2000).

En todas las UBPC se realizaron los servicios de inseminación artificial con sementales Siboney de Cuba y Cebú Lechero, excepto en la Ernesto Lucas donde sólo se empleó Siboney de Cuba.

El procesamiento estadístico se efectuó a través del procedimiento Modelo Lineal. Los efectos estudiados fueron: UBPC, número de partos, combinación entre la raza o cruce de la hembra y el

genotipo del semental, año, época del año, sexo de la cría y efecto de la carga. Se realizó la Prueba Duncan para las comparaciones múltiples con un nivel de significación de 5 %.

El modelo empleado fue el siguiente:

Modelo del análisis de varianza

$$\text{Modelo I: } Y_{ijklmnop} = \mu + A_i + R_j + E_k + (R^*E)_{jk}S_l + N_m + T_n + C_o + e_{ijklmnop}$$

Donde: $Y_{ijklmnop}$: Variable dependiente IPP, PS, DG; SG. Es el o-ésimo individuo el cual tiene IPP, PS, DG; SG en un i-ésimo año, perteneciente a un j-ésimo rebaño; en una k-ésima época, con un l-ésimo sexo con un m-ésimo número de parto y una n-ésima combinación de la raza del semental y la vaca con una o-ésima carga.

μ : Constante general

A_i : Efecto fijo del i-ésimo año (1...14)

R_j : Efecto fijo de la j-ésima UBPC (1...6)

E_k : Efecto fijo de la k-ésima época (1, 2)

$(R^*E)_{jk}$: Efecto fijo de la interacción entre la j-ésima UBPC y la k-ésima época

S_l : Efecto fijo del l-ésimo sexo (1, 2)

N_m : Efecto fijo del m-ésimo número de parto de la hembra (1...9)

T_n : Efecto fijo de la n-ésima combinación de la raza del semental y la vaca (1...12)

C_o : Efecto fijo de la o-ésima carga (,50...1,26)

$e_{ijklmnop}$: Efecto del error aleatorio

Como la interacción entre la UBPC y la época fue significativa se procedió a codificar las combinaciones entre la UBPC y la época (RE), (1...12).

$$\text{El modelo II: } Y_{ijkn} = \mu + (RE)_i + T_j + C_k + e_{ijkn}$$

Donde: Y_{ijkn} : Variable dependiente IPP, PS, DG; SG. Es el n-ésimo individuo con un IPP, PS, DG; SG con una i-ésima combinación de la UBPC con la época, con una j-ésima combinación de la raza del semental y la vaca; con una k-ésima carga.

μ : Constante general

$(RE)_i$: Efecto fijo de la i-ésima combinación de la UBPC con la época (1...12)

T_j : Efecto fijo de la j-ésima combinación de la raza del semental y la vaca (1...12)

C_k : Efecto fijo de la k-ésima carga (,50...1,26)

e_{ijkn} : Efecto del error aleatorio

Se utilizó el análisis de cluster para clasificar ambientalmente las UBPC y para las variables IPP, PS, DG y SG y a estas se les aplicó análisis por componentes principales con el objetivo de esclarecer las prioridades del sistema. Los análisis

estadísticos fueron realizados con el paquete SPSS versión 11.5. Se adicionó el balance alimentario de estas UBPC a través del CALRAC (2006) sin tener presente la leche consumida por los terneros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según Wattiaux (1996) muchos de los índices utilizados para medir la reproducción se encuentran relacionados entre sí. No obstante, se pueden agrupar en cuatro áreas y su conexión ilustrada por la ecuación de la reproducción: porcentaje de preñez = fertilidad de la vaca (%) x fertilidad del toro (semen) x eficiencia de detección de celo x eficiencia de inseminación. Por lo tanto el problema del manejo reproductivo del hato puede llegar a tener consecuencias severas en el porcentaje de preñez.

En el estudio se trabajó la ecuación de la reproducción mediante los indicadores que aparecen en la Tabla 1. El número de servicios por gestación (1,54 inseminaciones) y la duración de la gestación (286,93 días) se mantuvieron en los parámetros permisibles para estos indicadores de acuerdo con los resultados alcanzados por Holy (1987), Brito (1992), Plaizier y King (1996) y Álvarez (1999).

Los valores obtenidos para IPP (513,99 días) y PS (208,79 días) están por encima de los rangos de 365 a 395 días para IPP y 90 días para PS, recomendados por Brito *et al.* (2001) para la especie bovina. Este resultado se corresponde con otros estudios realizados en rebaños de la provincia de Camagüey por diferentes autores (Avilés *et al.*, 1999; Bertot *et al.*, 2000; Avilés *et al.*, 2002; Castellanos, 2003) que obtuvieron valores de 249,85 días y 514,74 días para PS e IPP, respectivamente.

Entre los factores no genéticos que consideran la mayoría de los trabajos consultados (Valle *et al.*, 2003) que afectan el intervalo entre partos, se hace referencia principalmente al rebaño, año y mes del parto, producto de las variaciones climáticas en las prácticas de manejo y alimentación que se operan a través de los años.

Las medias para el IPP de 513,99 días y 208,66 días para PS, distan del comportamiento reproductivo óptimo. La prolongación del intervalo entre partos (IPP) es uno de los elementos característicos del comportamiento reproductivo de los rebaños lecheros en la provincia de Camagüey (Avilés *et al.*, 2002). Estos resultados están explicados, en gran medida, por las variaciones ambientales a las que son sometidos los animales en condiciones de explotación comercial, que ocasionan desproporción entre la expresión fenotípica y su potencial genético.

Muchos autores, al discutir sobre los problemas reproductivos, solamente hacen referencias a las deficiencias alimentarias, manejo reproductivo y enfermedades. Aranguren *et al.* (1997) afirman que en el trópico, el uso de animales cruzados *Bos taurus-Bos indicus*, ha sido ventajoso, sin embargo, al obtener el animal deseado, el problema siguiente es lograr mantener el equilibrio del porcentaje de genes *Bos indicus* con europeos, donde solamente mediante los cruces *intersee*, será posible asegurar el mantenimiento de esas proporciones de generación en generación.

De los cruces recomendados, el $5/8$ *Bos taurus*- $3/8$ *Bos indicus*, es uno de los más estudiados dentro de los sistemas de producción de leche y carne, para buscar un incremento por aditividad y complementariedad entre razas, siendo este genotipo promisorio para estos sistemas de producción.

Los resultados del análisis de varianza para las diferentes fuentes de variación empleados en el modelo matemático II, se presentan en la Tabla 2. Se observa que el tratamiento y la combinación de la UBPC con la época, fueron significativos ($P < 0,05$) para los rasgos reproductivos estudiados. El hecho de que la carga no fuera significativa para ningún parámetro reproductivo, pudo deberse a que el rango de la carga está dentro de los niveles bajos entre 0,50 y 1,26, lo cual es poco variable y no afecta de forma significativa la condición corporal del animal según Bertot (comunicación per-

Tabla 1. Media, error estándar, desviación estándar y coeficiente de variación para los rasgos reproductivos

Variabes respuestas	\bar{X}	Error típico	Desv. Típ.	CV (%)
Intervalo entre partos (días)	513,99	1,36	103,507	20,14
Período de servicio (días)	208,79	1,06	75,925	36,36
Duración de la gestación (días)	286,93	,13	10,827	3,77
Servicios por gestación	1,54	,01	,634	41,17

Efectos de la combinación semental-vaca sobre el comportamiento fenotípico de rasgos reproductivos de la hembra en la región Camagüey-Jimaguayú

Tabla 2. Análisis de varianza para las diferentes fuentes de variación

Fuente	Variable respuestas			
	IPP	PS	DG	SG
Tratamiento	S	S	S	S
Combinación (RE)	S	S	S	S
Carga por vaca	NS	NS	NS	NS
Tratamiento * combinación (rebaño época)	NS	NS	NS	NS
Tratamiento * carga por vaca	NS	NS	NS	NS
(Rebaño época) * carga por vaca	NS	NS	NS	NS
R ² corregido	,982	,924	,999	,895

IPP: intervalo parto parto, PS: período de servicio, DG: duración de la gestación y SG: servicio por gestación

S: Indica significación ($P < 0,05$).

Tabla 3. Comportamiento del intervalo entre partos según combinación raza del semental-raza de la vaca. Prueba de las comparaciones múltiples de Duncan para intervalo parto parto

Semental- vaca	Subconjunto						
	1	2	3	4	5	6	7
Cebú Lechero-vaca Siboney	420,88						
Siboney de Cuba-vaca		438,10					
⁵ / ₈ Holstein- ³ / ₈ Cebú							
Siboney de Cuba- vaca Siboney comercial			453,19				
Cebú Lechero-vaca ⁵ / ₈ Holstein- ³ / ₈ Cebú			457,77				
Siboney de Cuba-vaca Siboney de Cuba			464,89				
Cebú Lechero-vaca Siboney de Cuba				483,40			
Cebú Lechero-vaca Cebú Lechero comercial				488,82	488,82		
Siboney de Cuba-vaca Cebú Lechero comercial					499,82		
Siboney de Cuba-vaca Holstein mestiza						544,31	
Siboney de Cuba-vaca Cebú Lechero						546,30	
Cebú Lechero-vaca Holstein mestiza						557,75	557,75
Cebú Lechero-vaca Cebú Lechero							570,73
Significación	1,00	1,00	,108	,430	,109	,064	,059

sonal, 2008),¹ que es en definitiva efecto directo sobre los parámetros reproductivos.

Se destacan los altos coeficientes de determinación con los efectos estudiados, y demuestran que los rasgos reproductivos evaluados quedan explicados por los efectos del modelo.

Las combinaciones del semental de raza pura con la hembra híbrida o cruzada, mostraron los mejores resultados para los rasgos reproductivos (Tablas 3, 4, y 5): en los ambientes de la región Camagüey-Jimaguayú, el empleo de los sementales Cebú Lechero y Siboney de Cuba como padres de razas puras, en combinación con la vaca híbrida o cruzada, evidencian un comportamiento que responde a que los indicadores reproductivos son de muy baja heredabilidad, y no es posible su mejora mediante el empleo de la selección, por esto es más factible mejorar su respuesta a través de

los métodos de apareamiento, específicamente el cruzamiento, para evitar las pérdidas por la recombinación génica, maximizándose el efecto de heterosis. Estos resultados concuerdan con Corvisón y Peña (2007).

Kinghorn y Van der Werf (2000) expresan que el efecto negativo de las recombinaciones génicas ha sido el que más ha influido en la producción de leche en el trópico.

Menéndez (2003) afirma que al cruzar proporciones de vacunos *Bos taurus* con *Bos indicus* buscando nuevas razas intermedias (⁵/₈-³/₈; ³/₄-¹/₄), se aprecia un descenso genotípico debido a la pérdida por recombinación génica y efectos epistáticos.

El efecto del estrés calórico tiene menor importancia en el ganado *Bos indicus* que en el *Bos taurus* porque estas dos subespecies han desarrollado una evolución separada por varios cientos de miles de años. Dentro de las adaptaciones genéticas que ha desarrollado el ganado Cebú durante su evolución, está la adquisición de genes que lo

¹ Dr. C. José A. Bertot Valdés, profesor e investigador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Camagüey, Cuba.

Tabla 4. Comportamiento del período de servicio según combinación raza del semental-raza de la vaca. Prueba de las comparaciones múltiples de Duncan para período de servicio

Semental-vaca	Subconjunto							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Cebú Lechero-vaca	131,26							
Siboney comercial								
Siboney de Cuba-vaca $\frac{5}{8}$ Holstein- $\frac{3}{8}$ Cebú		155,29						
Siboney de Cuba-vaca Siboney comercial		163,78	163,78					
Cebú Lechero-vaca $\frac{5}{8}$ Holstein- $\frac{3}{8}$ Cebú			174,48	174,48				
Siboney de Cuba-vaca Siboney de Cuba				180,36				
Cebú Lechero-vaca Siboney de Cuba					197,90			
Cebú Lechero-vaca Cebú Lechero comercial					202,84	202,84		
Siboney de Cuba-vaca Cebú Lechero comercial						212,99		
Siboney de Cuba-vaca Holstein mestiza							258,27	
Cebú Lechero-vaca Holstein mestiza							264,51	
Siboney de Cuba-vaca Cebú Lechero							268,16	
Cebú Lechero-vaca Cebú Lechero								282,09
Significación	1,00	,183	,094	,356	,439	,111	,144	1,000

Tabla 5. Comportamiento de los servicios por gestación según combinación raza del semental-raza de la vaca. Prueba de las comparaciones múltiples de Duncan para servicios por gestación

Semental-raza	Subconjunto			
	1	2	3	4
Cebú lechero-vaca Siboney comercial	1,15			
Siboney de Cuba-vaca Siboney comercial	1,25	1,25		
Siboney de Cuba-vaca Siboney de Cuba		1,36		
Siboney de Cuba-vaca $\frac{5}{8}$ Holstein- $\frac{3}{8}$ Cebú		1,36		
Siboney de Cuba-vaca Cebú Lechero comercial			1,52	
Cebú Lechero-vaca Siboney de Cuba			1,56	
Cebú Lechero-vaca Cebú Lechero comercial			1,56	
Cebú Lechero-vaca $\frac{5}{8}$ Holstein- $\frac{3}{8}$ Cebú			1,62	
Siboney de Cuba-vaca Holstein mestiza				1,92
Cebú Lechero-vaca Holstein mestiza				1,93
Siboney de Cuba-vaca Cebú Lechero				2,00
Cebú Lechero-vaca Cebú Lechero				2,00
Significación	,120	,065	,116	,247

hace termotolerante, o sea, puede regular mejor la temperatura corporal y su respuesta al estrés calórico es superior (Hansen, 2004).

Planas *et al.* (2004) apuntaron al cruce intermedio entre razas especializadas europeas y razas nativas de países tropicales (Criollo o Cebú); esta tesis en Camagüey arrojó los mejores resultados desde el punto de vista económico-sostenible; actualmente están en los cruces: F-1, $\frac{3}{4}$ Cebú- $\frac{1}{4}$ Holstein, Cebú Lechero Cubano, $\frac{5}{8}$ Cebú- $\frac{3}{8}$ Holstein, $\frac{5}{8}$ Holstein- $\frac{3}{8}$ Cebú, Siboney de Cuba, $\frac{3}{4}$ Holstein- $\frac{1}{4}$ Cebú y Mambí de Cuba.

Corvisón y Peña (2007) consideran que se deben buscar alternativas que permitan resolver la contradicción entre el genotipo y el ambiente, situación que puede resolverse con el mejoramiento de las condiciones ambientales al cambiar el potencial genético y la búsqueda de potenciales genéticos acordes con las posibilidades ambientales, pero lo más apropiado es la combinación de ambas opciones con potenciales intermedios, de acuerdo con estos autores.

Corvisón (2004) enfatiza que al elevar el potencial genético de determinado animal, obligatoriamente se tiene que incrementar el nivel de entrada de nutrientes (cantidad) y su calidad, para que se logre expresar el nuevo potencial genético en su fenotipo. Este mismo autor puntualiza que el análisis de prioridad del uso del flujo y niveles de entrada de nutrientes muestra que la actividad de reproducción (celo-fecundación) está en el nivel 6, es decir, deben quedar cubiertos cinco niveles anteriores, con sus correspondientes sub-niveles, que incluyen crecimiento óseo, muscular y producción de leche, para poder ejercer la actividad reproductiva sin movilizar reservas corporales. Esto es para una raza o cruce determinado; si se pasa a otra raza de mayor potencial genético, es como si se ampliaran todos los niveles y subniveles o viceversa, lo que es alcanzable, en alto grado, con las unidades autosuficientes.

Para seleccionar las razas o cruces más apropiados en determinado ambiente, se debe escoger la que mejor comportamiento reproductivo presente (Ørskov, comunicación personal, 2007).²

² Egil Robert Ørskov, director de la International Fed Resources Unit del Instituto Macaulay en Aberdeen, Escocia, UK.

CONCLUSIONES

Los factores que más afectaron la expresión fenotípica en los rasgos reproductivos que se estudiaron fueron la combinación raza del semental x vaca y la combinación UBPC-época.

Las mejores combinaciones semental-vaca desde el punto de vista racial para las condiciones del sistema estudiado en la región Camagüey-Jimaguayú fueron:

- a) Semental Cebú Lechero con vacas Siboney comercial.
- b) Semental Siboney de Cuba con vacas $\frac{5}{8}$ Holstein- $\frac{3}{8}$ Cebú.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, J.: Sistema integral de atención a la reproducción, los conflictos entre reproducción y producción, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, La Habana, Cuba, 1999.
- ARANGUREN, J.; N. MADRID, C. GONZÁLEZ y W. ISEA: "Evaluación comparativa postpuberal de toretes mestizos $\frac{5}{8}$ *Bos taurus*. Comportamiento reproductivo", *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 5 (1): 347-349, 1997.
- AVILÉS, R.; J. BERTOT, Corina MARTÍNEZ, R. HERNÁNDEZ, L. MARTÍNEZ y C. LOYOLA: "La raza Brown Swiss como alternativa viable para incrementar la producción de leche y carne bajo condiciones de sostenibilidad en Camagüey", *Rev. prod. anim.*, Universidad de Camagüey, Cuba, 11: 99-102, 1999.
- AVILÉS, R.; J. BERTOT, C. LOYOLA y E. TREJO: "Evaluación de indicadores relacionados con la duración de la vida reproductiva útil de la hembra en rebaños bovinos lecheros", *Rev. prod. anim.*, Universidad de Camagüey, Cuba, 14 (2):71-74, 2002.
- BERTOT, J.; A. VÁZQUEZ, R. AVILÉS y R. VÁZQUEZ: "Relación entre los cambios de la condición corporal y la fertilidad posparto en vacas mestizas Holstein x Cebú", *Rev. prod. anim.*, Universidad de Camagüey, Cuba, 12: 103-206, 2000.
- BRITO, R.: *Control de la reproducción e infecciones puerperales*, Ed. Científico Técnica, La Habana, Cuba, 1992.
- BRITO, R.: *Fisiología de la reproducción animal con elementos de biotecnología*, p. 54, Ed. Científico Técnica, La Habana, Cuba, 1999.
- BRITO, R.; G. S. BLANCO, R. CALDERÓN, B. PREVAL y E. CAMPOS: *Patología de la reproducción animal*, pp. 43-82, Ed. Félix Varela, La Habana, Cuba, 2001.
- CALRAC.: *Cálculo de raciones para rumiantes*, CD. ICASOFT, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2002.

- CASTELLANOS, DALGIS: Análisis del comportamiento del intervalo interestral 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, Camagüey, Cuba, 2003.
- CORVISÓN, R.: Elementos para lograr eficiencia en la producción de leche y carne bovina, CD Centro de Información Universidad de Camagüey (Monografía), Camagüey, Cuba, 2004.
- CORVISÓN, R. e I. PEÑA: Sistema de cruzamiento para minimizar la pérdida por recombinación génica, maximizando el efecto de heterosis como una vía del mejoramiento genético, CD curso-taller internacional producción sostenible de ovino-caprino: una opción para el trópico, Red XIXD "Red iberoamericana para el Mejoramiento Productivo de Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos", 6-11 de enero de 2007, Universidad de Camagüey, Cuba, 2007.
- HANSEN, P.: "Physiological and Cellular Adaptations of Zebu Cattle to Thermal Stress", *Anim. Reprod. Sci.*, 82-83: 349-360, 2004.
- HOLY, L.: Biología de la reproducción bovina, Ed. Revolucionaria, La Habana, 1987.
- KINGHORN, B. y J. VAN DER WERF: Identifying and Incorporating Genetic Markers Nd Mjor Genes in Animal Breeding Programs, Curso desarrollado en Belo Horizonte, p. 157, Brasil, 2000.
- MENÉNDEZ, A.: Papel del genotipo animal en un sistema de producción de naturaleza sustentable, Taller Internacional de Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, pp. 55-66, La Habana, Cuba, 2003.
- MINAGRI: Metodología del balance forrajero para lograr la autosuficiencia alimentaria en las unidades ganaderas, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2000.
- PLAIZIER, J. y G. KING: Measuring Reproductive Performance in Dairy Cattle, Development of Feed Supplementation Strategies for Improve Ruminant Productivity on Small-Holder Farms in Latin America through the Use of Immunoassay Techniques, FAO, IAEA, 1996.
- PLANAS, T.; C. RICO, M. RIBAS, T. PÉREZ, H. CASTRO, M. Pérez, D. LÓPEZ y RAQUEL PONCE: *La genética en manos del criador. La genética animal*, cap. 1, pp. 11-20, ACPA, 2004.
- SPSS. Versión 11.5. Manual del usuario, 2004.
- VALLE, A.; R. LOBO, F. DUARTE y C. WILCOX: Estudio fenotípico y genético de características reproductivas y productivas en la raza Pitanqueiras, 2003, disponible en www.griap.gov.ve/bdigital/zt0212/texto/fenotipico.htm. (Consulta: 25 de mayo de 2005).
- WATTIAUX, A.: Guía técnica lechera electrónica. Reproducción y selección genética, Universidad de Wisconsin, Madison, USA, 1996.

Recibido: 16/3/2008

Aceptado: 11/5/2008