

Capítulo XVII

Cruzamientos en la producción de leche en el trópico

Ricardo Contreras
Ramón Zambrano-Sepúlveda

Selección y cruzamientos constituyen las únicas herramientas de mejoramiento genético de rebaños, en torno a las cuales han surgido un conjunto de estrategias con el propósito de hacerlas más efectivas y eficientes. Ambas no son excluyentes y más bien pueden complementarse en situaciones en que ninguna de las dos pueda alcanzar en tiempo prudencial, los objetivos deseados. Si bien es cierto que ambas tienen como unidad de trabajo rebaños particulares, su efecto se potencia cuando tienen como campo de acción una población grande. Son notorios los logros alcanzados por programas de ámbito nacional, como el DHI en rebaños lecheros y el BIF en rebaños de carne, ambos en USA.

En menor escala pueden reseñarse los programas de mejoramiento genético del rebaño Carora en Venezuela y del programa de mejoramiento genético de la raza Senepol en Colombia. Cuál de estas estrategias debe utilizarse o cuánto énfasis se debe poner en cada una de ellas es cuestión de oportunidad. Lo cierto es que la necesidad de incrementar los niveles de producción para satisfacer la demanda de la población, obliga al establecimiento de planes de mejoramiento que impliquen la generación de animales mejores, bien sea mediante selección, cruzamientos o ambas. La sustitución de razas, eliminación de rebaños y poblaciones o la importación desmedida de ganado y productos lácteos y cárnicos son estrategias utilizadas ampliamente por los políticos que necesitan de resultados en el corto plazo; pero que no son sostenibles. Muchas y repetitivas experiencias se han tenido en el pasado, ninguna de ellas exitosa.

El documento presente tiene como propósito generar una discusión acerca del uso de los cruzamientos en bovinos como alternativa para el mejoramiento de la producción lechera en el país, basado en el análisis de algunos trabajos que fundamentan la utilización de este tipo de alternativa en el incremento de la producción de leche, complementando con resultados de estudios de campo de diversos autores en regiones tropicales. Debe señalarse que el trópico constituye no sólo una zona geográfica con ciertas características agroclimáticas, sino que también conlleva un menor desarrollo en lo socio-económico y cultural, con respecto al alcanzado en otras zonas ecológicas.

LA SITUACIÓN DE LA GANADERÍA SEGÚN EL GOBIERNO

En reunión nacional promovida por el MPPAT realizada en agosto de 2013 se plantea a grandes rasgos la política para el sector lácteo, que entre otras cosas, establece satisfacer en un 100% la demanda de leche con incrementos constantes en la producción nacional hasta alcanzar un 75% de la demanda.

Una descripción de la situación de la ganadería nacional expuesta en esa reunión se resume en la Figura 1. No hay nada de especial que resaltar de la información presentada. El mismo cuadro de composición del rebaño nacional fue presentado por la Comisión Nacional de la Carne, es decir, en términos generales podríamos decir que no tenemos ninguna ganadería especializada y que en su conjunto, el rebaño nacional en sus últimos cinco años ha producido en promedio 70% de la demanda de leche y 67% de la demanda de carne del país, por lo que es posible inferir que se está cerca de suprimir las importaciones, que se realizarían hasta alcanzar la meta propuesta de un 75% de la producción nacional. Sin embargo, llamó la atención las preocupaciones de los asistentes, que toman en cuenta factores diferentes a la calidad o potencial productivo de los animales, situación preocupante por cuanto presentada en un evento oficial da indicio sobre políticas de desarrollo ganadero que aparentemente se vienen cumpliendo. Existen por lo tanto razones para pensar en la necesidad de estrategias para incrementar la producción de leche y de carne, por cuanto se espera un crecimiento sostenido de la población. Ante ellos el dilema, ¿selección, cruzamientos o ambas?

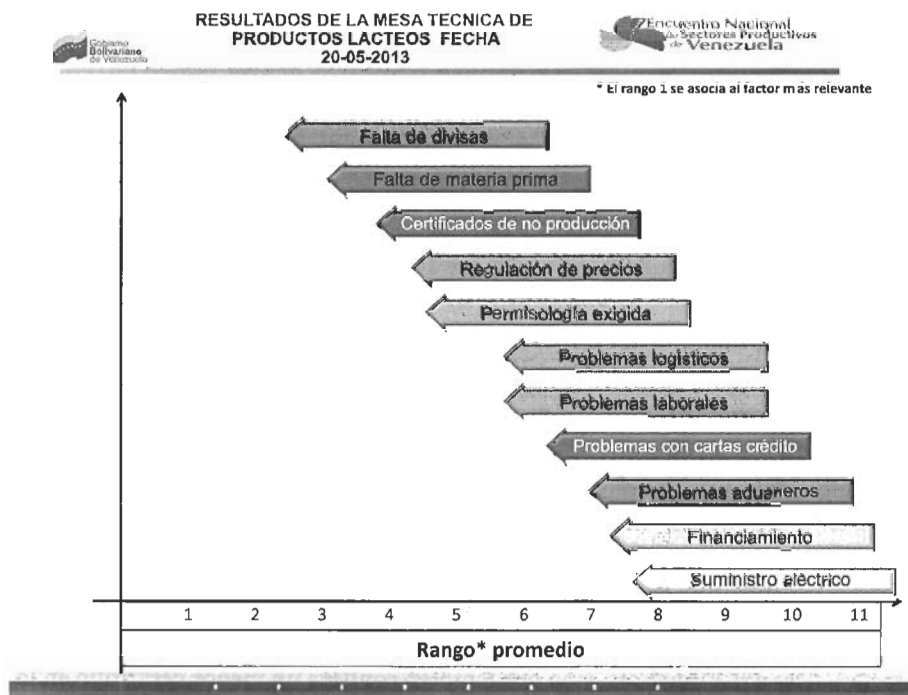


Figura 1. Resultados de la mesa técnica de productos lácteos. Fuente: MPPAT. Gobierno Bolivariano de Venezuela. Encuentro Nacional de Sectores Productivos de Venezuela. 2013.

CRUZAMIENTOS

Dejando de lado por un momento, las consideraciones de oportunidad, debe tenerse presente que mientras la mejora lograda mediante selección y apareamiento dentro de razas se acumulan a través de las generaciones, las obtenidas mediante cruzamiento son inmediatas pero no acumulativas. Sin embargo, los sistemas de cruzamiento permiten flexibilidad para adaptarse a condiciones cambiantes de producción y mercadeo.

Atencio (2005), establece una definición general que indica que el cruzamiento no es más que una estrategia de apareamiento entre individuos no emparentados, cuyo vínculo genético es mucho más distante que el promedio de la población de la cual ellos provienen. Este término es utilizado para referirse al apareamiento entre individuos de diferentes especies o razas y así poder distinguirlo del simple apareamiento entre individuos no emparentados de la misma raza. El efectuar cruzamientos entre individuos no emparentados o de distintas razas o de diferentes especies, permite obtener un sinnúmero de posibilidades, a las que podemos recurrir para aparear nuestros animales nativos.

Desde un punto de vista moderno se puede definir el mejoramiento animal como la manipulación de las diferencias biológicas entre animales y entre razas para maximizar la rentabilidad de la explotación y en el contexto de esta definición es importante considerar otras decisiones a tomar en la explotación como: ¿Criar o comprar animales? ¿Cría pura o cruzamiento? ¿Qué se considera mejoramiento? ¿Qué sistema de registros usar? ¿Qué descartar? ¿Qué seleccionar? ¿Qué aparear? Muchas de las cuales no son tomadas en cuenta o se dan por resueltas.

Los cruzamientos constituyen una herramienta de mejoramiento genético que tiene como propósito fundamental introducir genes o genotipos a una población para adaptarla a determinadas necesidades. Harvey (1976) estableció los siguientes sistemas de apareamientos disponibles para el criador de bovinos: apareamientos al azar, apareamientos basados en apariencia fenotípica (positivos o negativos) y apareamientos basados en relaciones de parentesco: consanguíneos (en línea y exogámicos) y cruzamientos. Mucho antes, Mendel había enunciado este concepto aunque aplicado a vegetales. Más específicamente, Swan & Kinghorn (1992) establecen como sistemas básicos de cruzamientos: los específicos, rotacionales y la formación de compuestos o razas sintéticas, siendo también de utilidad en la expansión de razas exóticas, las retrocruzas para la introducción de material genético en razas existentes.

Cienfuegos & Martínez (2012) indican que los sistemas de cruzamiento son herramientas para combinar recursos genéticos, recursos forrajeros y de manejo de los diferentes sistemas de producción. Es un error común pensar que los cruzamientos son la única forma de incrementar la producción por animal, ya que el objetivo del cruzamiento debe ser el de usar eficientemente el conjunto de recursos genéticos, ambientales y de infraestructura disponibles para cumplir con las metas de eficiencia y rentabilidad en las condiciones específicas de cada productor.

Aunque sin duda alguna, la producción de leche es el carácter de mayor impacto en la economía de la explotación, es necesario incluir en las evaluaciones, otros caracteres vinculados a la adaptación y caracteres de gran importancia en la economía de

las explotaciones. Diferentes evaluaciones sugieren que los cruces entre dos razas (F_1) tienen una producción mayor que los animales nativos y que animales con $\frac{5}{8}$ de herencia europea tienden a tener una producción mayor que los primeros cruces, siempre que el semental a utilizar en el cruce $\frac{3}{4}$ $\frac{1}{4}$ sea un toro de raza europea.

Los animales con genotipo $\frac{3}{4}$ aunque de mayor producción lechera que los cruces con menor proporción de herencia europea, tienen un comportamiento en condiciones tropicales que deja mucho que desear en cuanto a su adaptación. Cruces de segunda generación entre F_1 , teóricamente tendrían un comportamiento 20% inferior a los padres de primera generación, sin embargo, en condiciones tropicales su comportamiento ha llegado a promediar entre 20 a 60% inferior a los primeros cruces (McDowell, 1984). Syrstad (1989) ubica esta reducción en la producción de 24%. Al parecer la evidencia acumulada sugiere que una producción lechera económicamente exitosa en áreas tropicales sería con animales cercanos al 50% de herencia europea.

La producción de leche a nivel del trópico, tiene como limitante principal la imposibilidad de mantener los grados de mestizaje ideales en un rebaño determinado, cuando se utiliza la monta natural como principal tipo de servicio. El uso de reproductores mestizos ha demostrado tener una respuesta negativa o no satisfactoria en sus descendientes, debido a la pérdida continua de la heterosis (Madalena, 2002).

Existen variantes y opciones de esquemas de cruzamiento para los sistemas de producción de leche en los trópicos, que utilizan estrategias de rotación para obtener diferentes grados de heterosis que permiten atender los distintos objetivos de selección. Todas las opciones requieren de una adecuada planificación, de registro generacional y de evaluación continua para lograr que esta herramienta sea usada de forma efectiva (Cienfuegos & Martínez, 2012).

El cruzamiento, como cualquier otra forma de exogamia, puede conllevar a disminuir la potencialidad genética de un determinado animal, reduciendo la eficiencia de la selección entre los descendientes F_1 y mejorando el mérito fisiológico o productivo individual, debido a la dominancia general de los genes favorables para el tamaño, vigor, fertilidad, adaptación, etc. (Valle, 1997).

Otros autores indican que los animales cruzados pueden no ser superiores a las líneas paternas puras para cualquiera de los caracteres independientes, pero serán más rentables cuando son tomados en forma conjunta todos los caracteres que permiten evaluar la productividad a lo largo de la vida (Kahi *et al.*, 1998). El predominio de los genotipos depende de las condiciones ambientales, así como de los criterios de evaluación económica. Un genotipo que es el mejor bajo ciertas condiciones, no necesariamente es el mejor en otras, razón por la cual se deben considerar las limitaciones existentes en los diferentes ambientes (Caraviello, 2004).

ALGUNAS EXPERIENCIAS SOBRE CRUZAMIENTOS

El éxito de un sistema de cruzamiento se basa en la magnitud del vigor híbrido y de la productividad de las razas puras que originan la progenie híbrida. La elección de las razas base para el desarrollo de un programa de cruzamientos y la determinación del porcentaje de heterosis (diferencia de la progenie híbrida respecto a los progenito-

res puros) son factores relevantes para que un programa de mejoramiento animal basado en cruzamientos sea exitoso (Magofke & González, 2008).

Contreras (1993) al considerar la vida productiva como la habilidad genética de la vaca para permanecer en el rebaño por más tiempo (Krejčová *et al.*, 2008; Szabó & Dákay, 2009; Zambrano *et al.*, 2012), señaló un promedio de 27,6 meses en una población en la cual se registraron cerca de 72.000 lactancias bajo el programa ROPL en Venezuela. Este programa consideraba animales de grupos Holstein puro (H1), con más de 50% de herencia Holstein (H2) y con menos de 50% de herencia Holstein (H3) en fincas lecheras, o con herencia predominante Holstein (MH) o Cebú (MZ) distribuidas en explotaciones doble propósito; estos animales tuvieron una desviación en meses de vida productiva de -8,72; -1,48; 8,81; -2,53 y 0,0 respectivamente, lo que muestra una superioridad de los animales de menor herencia europea. Las desviaciones en meses al primer parto (promedio de 37,85), fueron de -0,36; -0,11; -2,11; 0,97 y 0,0 correspondientemente para los mismos grupos raciales (Cuadro 1).

Cuadro 1.
Medias no ajustadas de duración de lactancia y producción de leche en diferentes rebaños mestizos doble propósito

Grupo	Duración de lactancia (días)	Producción de leche (kg)
H1	Holstein puro	
1	349,5 ± 120,9 (2708)	4692,6 ± 1992,9 (2820)
2	313,8 ± 107,9 (2299)	4581,7 ± 2057,4 (2418)
>3	314,9 ± 124,9 (2978)	4238,2 ± 2171,1 (3132)
H2	Más del 50% Holstein	
1	313,1 ± 108,7 (3125)	3102,4 ± 1541,5 (3266)
2	290,8 ± 98,4 (3476)	2999,8 ± 1529,0 (3623)
>3	284,5 ± 95,8 (8444)	2739,9 ± 1423,1 (8861)
H3	Menos del 50% Holstein	
1	322,2 ± 114,8 (1075)	2778,6 ± 1460,5 (1108)
2	295,5 ± 110,5 (1271)	2824,8 ± 1480,8 (1315)
>3	290,3 ± 104,1 (4702)	2725,8 ± 1424,7 (4871)
MH	Mestizo con predominio Holstein	
1	317,8 ± 108,4 (3270)	274, ± 1227 (3505)
2	300,9 ± 97,2 (4408)	2315,2 ± 1087,8 (4657)
>3	296,3 ± 93,6 (16062)	2210,2 ± 992,3 (16936)
MZ	Mestizo con predominio Zebú	
1	300,2 ± 103,0 (1041)	1821,1 ± 841,4 (1108)
2	286,6 ± 90,3 (2200)	1899 ± 811,7 (2304)
>3	285,9 ± 86,2 (11231)	1957 ± 783,3 (11846)

Entre paréntesis número de observaciones. Lactancias 1, 2 y >3.
 Fuente: Contreras (1993).

Resultados similares se obtuvieron cuando la variable estudiada fue vida productiva en número de partos, para un promedio de 4,7 partos para el total de la población. Las desviaciones para cada uno de los grupos raciales fueron -0,03; -0,30; 0,03; 0,8 y 0,0 respectivamente.

Cuando el análisis se hizo tomando en consideración la época en que ocurre el parto y no el año de nacimiento del animal como en los casos anteriores, se observó un incremento en la importancia del efecto grupo racial en la vida productiva, mas no en las diferencias en cuanto a la desviación con respecto al número promedio de partos, lo que indica una mayor importancia de los factores ambientales más cercanos a la época en que se inicia la vida productiva que aquellos que ocurren más cercanos al nacimiento del animal. Se hace necesario señalar que en los rebaños lecheros con un 42% de los registros, generalmente utilizaban sistemas de apareamiento orientados a capitalizar al máximo la herencia europea, mientras que los rebaños doble propósito utilizaban generalmente sistemas de cruzamiento alterno que se estabilizan en un 66% de una de las razas y 33% de la otra. Estos valores confirman lo encontrado en otros estudios que señalan la menor adaptación de los animales con mayor herencia europea.

Un resultado que llama la atención de este estudio se refiere a la distribución de los últimos registros según el grupo racial y el número de partos, que se presenta en el Cuadro 2. Se observa una tendencia clara de una mayor permanencia en el rebaño, a medida que disminuye la proporción de herencia Holstein de las vacas. Solo 50% de las vacas Holstein sobrevivieron hasta la tercera lactancia en comparación con el 59 y 72% de las vacas cruzadas con grados de herencia mayores y menores al 50% en los rebaños lecheros.

Algo similar pero con diferencias menores se observa en las fincas doble propósito, con 71% para las mestizas Holstein vs. 77% para las mestizas Cebú. Una prueba de Chi-cuadrado realizada a las frecuencias esperadas y observadas señala que existe una dependencia o relación entre las proporciones de registros para cada parto y el grupo racial de los mismos.

Los valores en cuanto a producción lechera en las explotaciones muestra una superioridad creciente en la medida que aumenta la herencia Holstein. En los rebaños doble propósito, en los que nunca se alcanzaron los resultados de las fincas lecheras, los mestizos Holstein resultaron superiores a los mestizos cebuinos, tal como se señala en el Cuadro 2. Al observar los resultados para cada uno de los números de parto, es notorio el mayor efecto de la paridad (edad) en los grupos de mayor herencia Holstein. Tanto en las explotaciones lecheras como en las de doble propósito se observa el efecto benéfico del cruzamiento.

Un estudio detallado en relación a la sobrevivencia de razas lecheras y sus cruces con Cebú en los trópicos (Vaccaro, 1990), señala que los animales europeos puros parecen no ofrecer una opción viable en la producción lechera en áreas bajas de países tropicales, debido a tasas de sobrevivencia bajas que los hace incapaces de generar sus reemplazos. El promedio de partos fue de 2,6 para animales importados y de 3,1 para animales locales o cruzados. Los problemas reproductivos estuvieron entre las causas de primer orden en la remoción de los animales del rebaño.

Cuadro 2
Distribución de últimos registros según grupo racial y número de partos
en diferentes rebaños doble propósito

Grupo Racial	Número de Partos					
	1 ^{ro}		2 ^{do}		3 ^{ro}	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
H1	462	24,6	466	24,8	950	50,6
H2	617	18,8	712	21,7	1953	59,5
H3	220	11,4	318	16,5	1386	72,0
MH	853	14,2	889	14,8	4260	71,0
MZ	265	7,4	550	15,3	2784	77,3

Sin duda que los resultados experimentales más detallados son los presentados por Madalena (1993). Mediante estrategias de cruzamientos diferentes y un esquema de fincas cooperadoras se evaluó los grupos siguientes de herencia Holstein $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ (F1), $\frac{5}{8}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$ y $> 31/32$ durante toda su vida útil, para características adaptativas, productivas y de eficiencia nutritiva y económica (Cuadro 3). Se observó que en cuanto a pubertad bien sea expresada en edad o peso, los animales del cruce específico F1 presentan resultados más favorables, correspondiendo los más desfavorables a los animales con más de $31/32$ de herencia Holstein. En cuando a edad al primer parto, nuevamente el cruce específico obtiene los resultados más favorables en situaciones de manejo alto, presentándose una variabilidad no explicable en este parámetro para los demás grupos raciales.

En referencia a la permanencia de las vacas en el rebaño por el tiempo que duró el experimento, en las fincas con nivel alto de manejo, las vacas con mayor valor adaptativo fueron las de los genotipos con mayor herencia Holstein, $\frac{3}{4}$ y $> \frac{31}{32}$, sin embargo, los animales del cruce específico tuvieron un mejor desempeño adaptativo entre el grupo de animales de menor herencia Holstein. Situación diferente se presentó en los rebaños de bajo nivel de manejo en los cuales las vacas del genotipo de un 50% de herencia Holstein tuvieron un desempeño muy sobresaliente sobre el resto de los demás genotipos, especialmente los de mayor herencia Holstein.

Cuadro 3
Evaluación reproductiva y productiva de diferentes grupos de herencia europea

Fracción de HF	Pubertad		Edad (d) al primer parto		Duración de lactancia (d)		Producción de leche (kg)		Permanencia (%)	
	Edad	Peso	NMA	NMB	NMA	NMB	NMA	NMB	NMA	NMB
$\frac{1}{4}$	770	309	238	384	211	268	1396	1180	19,0	61,6
$\frac{1}{2}$ F ₁	725	334	110	190	305	375	2953	2636	76,2	86,4
$\frac{5}{8}$	799	316	184	445	191	283	1401	1427	28,6	48,3
$\frac{3}{4}$	788	311	185	300	329	367	2981	2251	81,3	65,5
$\frac{7}{8}$	777	303	181	410	295	304	2821	1672	62,5	55,6
$> \frac{31}{32}$	803	298	273	345	265	258	3147	1226	80,0	37,9

NMA: Nivel de Manejo Alto. NMB: Nivel de Manejo Bajo.
 Fuente: Adaptado de Madalena (1993).

Cuando la evaluación se hace con base en los parámetros productivos, en las explotaciones con niveles de manejo alto, los genotipos de mayor herencia Holstein muestran su superioridad, incluyendo en este grupo a las vacas F₁, las cuales se destacan sobre las vacas de los demás grupos en las explotaciones de niveles de manejo bajos.

CONCLUSIONES

Razas puras europeas no necesariamente pueden ofrecer una opción viable para producción de leche en países tropicales, en especial, en las tierras bajas debido a sus menores tasas de sobrevivencia. Esta consideración debe ser tomada en cuenta por los responsables de la toma de decisiones para la mejora de la producción, así como por los encargados nacionales e internacionales de la planificación y financiamiento de proyectos de desarrollo ganadero en el trópico.

Las vacas F₁ presentan superioridad sobre otros cruzamientos en la mayoría de características productivas y de adaptación, sin embargo en determinadas condiciones no muestran diferencias con las Holstein puras y sus cruces $\frac{3}{4}$ y $\frac{7}{8}$ con Brahman y Gyr, lo que indica que los genes *Bos indicus* no constituyen un obstáculo para la producción de leche, mientras el manejo sea mejorado sustancialmente. El desempeño de animales F₂ o de otras generaciones de híbridos *inter se* es extremadamente bajo debido a la pérdida de heterosis.

El mérito genético de los animales no constituye la única alternativa para provocar mejoras en la producción lechera. Es necesario evidenciar a los productores las bondades del cruzamiento sobre la utilización de animales altamente acebuados, lo que además limita la oportunidad para el progreso genético debido a la aparente menor rotación de las vacas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atencio A. 2005. Sistemas de cruzamiento para la producción de ganado tropical. En: Manual de Ganadería Doble Propósito. C González-Stagnaro, E Soto-Belloso (eds). Ediciones Astro Data SA. Maracaibo-Venezuela. II (7): 111-118.
- Caraviello D. 2004. Cruzamientos en el ganado lechero. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin. Novedades lácteas. Reproducción y Genética. 610: 1-6.
- Cienfuegos E, Martínez J. 2012. Cruces para producir leche en el trópico y subtrópico. Rev Eidos 5. Issn: 1390-499X. 87-96.
- Contreras R. 1993. Animales Holstein puros y cruzados para la producción de leche en Venezuela. Vida Productiva. Jornadas Técnicas de Ganadería del Suroeste Andino. 8-14.
- Harvey WR. 1976. Genetic improvement o cattle populations. Anaos o Simposio sobre melhoramento genético de bovinos. Fundacao Cargill. Jaboticabal. Brazil. 3-8.
- Kahi AK, Kosgey IS, Cardoso VL, van Arendonk VA. 1998. Influence of production circumstances and economic evaluation criteria on economic comparison of breeds and breed crosses. J Dairy Sci 81: 2271-2279.
- Krejčová H, Pøiby J, Ěermák V. 2008. Estimate of breeding value for longevity in dairy cattle. J Agrobiolgy 25: 9-11.
- Madalena F. 1993. La utilización sostenible de hembras F₁ en la producción del ganado lechero tropical. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal (111). Roma, Italia. 25-31.

- Madalena F. 2002. Cruces entre razas bovinas para producción económica de leche. III Curso Internacional de Ganadería Doble Propósito. Memorias XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Maracaibo, Venezuela. 1-17.
- Magofke JC, González V. 2008. Destino de los vientres F1 en un sistema de producción de leche a pastoreo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Producción Animal. Circular de Extensión Técnico Ganadera 34: 1-23.
- McDowell R. 1984. Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health, and fitness. *J Dairy Sci* 68: 2418-2435.
- MPPAT. 2013. Resultados de la mesa técnica de productos lácteos. Encuentro Nacional de Sectores Productivos de Venezuela.
- Swan A, Kinghorn B. 1992. Design of crosbreeding programs. *Animal Breeding: the modern approach*. University of New England, Armindale, Australia. 3-5.
- Syrstad O. 1989. Dairy cattle breeding in the tropics: performance of secondary crossbred populations. *Livest Prod Sci*. 23: 97-106.
- Szabó F, Dákay I. 2009. Estimation of some productive and reproductive effects on longevity of beef cows using survival analysis. *Livest Sci*. 122: 271-275.
- Vaccaro L. 1990. Survival of European dairy breeds and their crosses with zebu in the tropics. *Anim Breed Abst* 58 (6): 475-494.
- Valle A. 1997. Cruzamiento de bovinos lecheros. *Revista técnica Fonaiap Divulga* 57: 12-16.
- Zambrano R, Chirinos Z, Bracho B, Yáñez L, Vito J, Moreno A. 2012. Vida productiva en un rebaño bovino doble propósito en Venezuela. I. Modelo de Cox. *Rev Cient UNET*. 24 (2): 98-104.