

Perspectivas de la investigación pecuaria en el mundo tropical: El caso de la respuesta en leche en ambientes difíciles

Robert W. Blake

Cornell University, Ithaca, NY EE. UU.

Traducción al español:
Vicente E. Vega Murillo
INIFAP
con **R. W. Blake**

De antemano quisiera agradecer a los organizadores del evento por haberme invitado a participar en este prestigioso evento. Este año también tuve otro honor paralelo al servir en la capacidad de evaluador externo de los Centros Nacionales Pecuarios del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). A raíz de esa experiencia y muchas más en el mundo tropical—inclusive varias colaboraciones fructíferas con científicos de México y otros países tropicales—quisiera empezar esta presentación con un preámbulo orientado a los sistemas de producción pecuaria y el desarrollo agropecuario tropical.

Preámbulo

La cadena agroalimentaria involucra componentes sociales, de mercados, y comercialización de productos tanto primarios como los de valor agregado. Esta dinámica requiere una cadena de investigación interdisciplinaria que apoye al bienestar social a través de las tomas de decisiones en múltiples niveles, desde los proveedores de productos agropecuarios hasta los consumidores y líderes en la sociedad. Los tres eslabones primordiales que se integran para formar esta cadena servicial son las investigaciones básicas, aplicadas y

adaptativas. En este esquema de paralelo respaldo a la cadena agroalimentaria, la investigación adaptativa—cuyo laboratorio, o área de acción, se encuentra en los campos experimentales y en los ranchos de productores—comprende un eslabón crucial para los usuarios del conocimiento científico que afecta la productividad, la rentabilidad y el crecimiento del sector rural. Este componente está enfocado a evaluar e implementar tecnologías recomendables, parte de un proceso de adaptación, aceptación o rechazo, y la eventual difusión de las opciones seleccionadas. Dicho proceso dinámico—que consiste en mucho más que una simple y pasiva *transferencia*—también involucra la cuantificación de costos, beneficios y riesgos de la utilización de las tecnologías alternativas.

El proceso de transición en la investigación agropecuaria en México (facilitado por la nueva Ley de Ciencia y Tecnología) empezó en forma apropiada con un sondeo de expertos con mucha experiencia y conocimientos. Sin embargo, esta estimación preliminar de las demandas para jerarquizar prioridades y convocar el programa de investigación requerida no puede ser más que un punto de entrada subjetivo. Sin posibles sesgos (ej., nivel económico

o acceso a insumos y mercados de los productores involucrados en esta actividad), este método provisional implica un rango de confiabilidad amplio en su apreciación. Por esta razón es una alta prioridad cuantificar las demandas (ej., evaluaciones bio-económicas) con miras a los potenciales de productividad y economía en las regiones, los análisis de sus limitantes, los tamaños de mercados tanto nacionales como internacionales (crecimiento demográfico), accesos y barreras a los mercados, expectativas de crecimiento en los mercados, y los multiplicadores económicos como la generación de trabajos (empleo) y el crecimiento agroindustrial.

Un análisis económico también debería ser un elemento o componente integral de un programa estratégico de investigación. El INIFAP informa que las principales limitaciones que afectan a la productividad y rentabilidad del sector pecuario, en orden de importancia, son la comercialización, la organización de los productores, el financiamiento, y la disponibilidad de tecnologías adecuadas. Cabe reconocer que este conjunto de factores constituye una fuente de interacción—es decir desigualdades—en la factibilidad y rentabilidad de tecnologías alternativas en el sector agropecuario. Las tecnologías óptimas cambian con modificaciones en el entorno debido a las demás limitaciones (ej., en tiempo). También varían con el acceso a insumos y mercados y el poder económico de los productores (ej., en espacio). Como resultado, todos los productores no obtienen el mismo provecho de la misma tecnología (o conocimiento científico) ni en espacio, ni en tiempo (ej., el mismo productor). Estas consideraciones también constituyen parte de mi perspectiva e interpretaciones multidisciplinarias en esta presentación sobre investigación prioritaria en ganado bovino productor de leche en ambientes difíciles.

Introducción

Los sistemas de producción bovina en los trópicos se encuentran más severamente restringidos que aquellos de las regiones templadas. Los factores que contribuyen a esto incluyen la disponibilidad y costo de los insumos, los mercados de productos y mano de obra, parásitos y enfermedades, las características de los recursos naturales y el clima. Como consecuencia, los ambientes tropicales son difíciles y constituyen un reto para el manejo de la producción animal. La productividad por animal en muchas condiciones tropicales está menos correlacionada con la rentabilidad total del hato que en los países más afluentes en regiones templadas (McDowell, 1985; Nicholson et al., 1995; Vaccaro, 1990; Vaccaro et al., 2003). Similarmente, los operadores de los hatos tienen diferentes necesidades de información y es a menudo apropiado para ellos realizar diferentes elecciones de manejo que sus contrapartes en regiones templadas.

El propósito de esta presentación es doble. El primer objetivo es el de resumir brevemente el comportamiento de la producción de leche en los trópicos sin la tediosa repetición de los detalles que citan los reportes. El segundo objetivo es el de identificar necesidades para un mejor ajuste de las contribuciones genéticas de las razas europeas a sistemas de producción en los trópicos. Las referencias para ilustrar los sistemas y el comportamiento animal en ambientes difíciles son de diversas regiones geográficas. Existe un énfasis implícito en estudios de Latinoamérica tropical y subtropical, incluyendo algo de mi propio trabajo, donde las características de producción y del mercado (por

ejemplo, recursos alimenticios y tierras relativamente abundantes) generalmente favorecen a los sistemas de producción de leche o de doble propósito (leche y carne). Los productores en estas regiones han utilizado especialmente germoplasma de razas europeas para la producción de leche (principalmente Holstein-Friesian y Suizo Pardo) para cruzamiento con razas cebuínas en sistemas de producción de doble propósito y como razas puras en sistemas especializados para la producción de leche.

Definición de ambientes difíciles

Para una comprensión clara se debe definir como los ambientes difíciles difieren de aquellos con menores restricciones. Esta no es una tarea sencilla. Un enfoque ha sido utilizar una distinción arbitraria por país, región geográfica o ecoregión. Este método poco ayuda a la comprensión debido a las bases de recursos, ambientes físicos y a los escenarios económicos en los países tropicales que difieren marcadamente de los afluentes en las regiones templadas. Un factor de convergencia, incluyendo las dimensiones económicas y del mercado, afecta las posibilidades de producción y el manejo de la toma de decisiones. Las limitaciones técnicas claves que gobiernan el logro de los objetivos por productores latinoamericanos incluyen la propiedad de los recursos alimenticios disponibles y las restricciones nutricionales. (Nicholson et al., 1995). Oportunidades claves para mejorar la productividad y los beneficios incluyen un mejor manejo nutricional, la disminución de los costos de los insumos, el mejoramiento de la fertilidad con reducción de los intervalos entre partos y tasas de supervivencia promedio más grandes, los cuales

son componentes del manejo genético.

Los métodos endógenos frecuentemente utilizados para diferenciar la oportunidad productiva incluyen la producción promedio de leche por vaca y su varianza fenotípica (la magnitud de las diferencias entre vacas en un hato). Una gran desventaja de estos criterios es que los resultados de producción (por ejemplo, la respuesta de producción promedio de vacas en diferentes hatos) son utilizados para autodefinir condiciones ambientales no específicas propiciando las diferencias de comportamiento. A pesar que los resultados de las decisiones de los productores podrían indicar que un ambiente es más desafiante, podrían sugerir poco acerca de las dimensiones que son más limitantes y como enfrentarlas. Los ambientes contrastantes deben ser distinguidos más objetivamente. La valoración de las oportunidades en un hato altas, bajas o difíciles, deben estar basadas en una estructura lógica de relaciones causales con la respuesta animal (y sobre una comprensión de por qué y cómo los productores toman sus propias decisiones). Esta estructura incluye la utilización diferencial de insumos y prácticas (por ejemplo, la capacidad de manejo y el conocimiento).

Como en las regiones tropicales, los ambientes de baja oportunidad en los hatos de las áreas templadas también resultan de dietas inadecuadas por baja disponibilidad y pobre calidad del forraje, insuficiente reserva de tejidos corporales para soportar las primeras etapas de la lactancia e inadecuado manejo sanitario. Raffrenato et al. (2003) evaluó diferentes respuestas de producción de leche en hatos con ambientes contrastantes en el

mediterráneo sureste de Sicilia (Italia) con ganado Friesian y Suizo Pardo. Se hipotetizó que las restricciones de forraje y de manejo en algunos hatos fueron las responsables de la falta de picos de lactación sin un normal y detectable ascenso a una producción máxima de leche por día, lo cual limita la producción total. Debido a que el pico de la producción diaria de leche es una entrada biológica en respuesta al manejo para la producción total de la lactación, un método para distinguir los ambientes en los hatos en este estudio fue la incidencia de falta de picos de lactación. La insuficiente aportación nutricional y de salud y la interrupción de la orquestación fisiológica en el periodo posparto temprano son mecanismos potenciales para la falta de un ascenso detectable en la producción diaria de leche. Otro método de causalidad fue el de agrupar los hatos con oportunidad alta o baja de acuerdo con la frecuencia de uso de insumos y prácticas (por ejemplo, adecuación de la dieta, salud de la ubre y otros factores que afecten la producción de leche). Así, por estas definiciones los hatos con ambientes difíciles (de baja oportunidad) fueron aquellos con los menores insumos para el comportamiento de la producción de leche. Menos insumos y recursos son la razón fundamental para la baja productividad del ganado en condiciones tropicales menos favorables.

Sistemas de producción de leche especializados (altos insumos) con razas puras

Las propiedades de la tierra y la ecología de las plantas en las regiones tropicales resulta en diferentes calidades de los forrajes y diferentes oportunidades para el manejo nutricional que en las regiones templadas. La menor

energía de la dieta (probablemente el nutriente más limitante en la mayoría de los sistemas tropicales) es obtenido a partir de forrajes adaptados a estos ambientes, lo cual necesariamente implica menor productividad de los animales en las regiones tropicales (Nicholson et al., 1995). Como resultado, el potencial genético para la producción de leche de la mayoría de las razas locales en estos ambientes, y otros en donde los residuos de las cosechas (ej., paja) sean el alimento principal, es inferior al de aquellas razas bajo selección para mantener la infraestructura de la producción lechera en países templados.

Producción de leche

Estudios de la respuesta en producción de leche de vacas Holstein-Friesian en hatos de Latinoamérica (LA) confirman un promedio menor de producción por vaca de cerca de un 25% (6900 a 7500 kg/lactancia), comparado con los hatos de Estados Unidos, también revelan un patrón decreciente en la expresión genética de más favorable a menos favorable en ambientes en LA (Cienfuegos et al., 1999; Costa et al., 2000). La compresión en la diferencia entre los valores genéticos de los sementales resulta en una respuesta menor en las hijas (progreso genético) en los ambientes de menor oportunidad en LA, tanto como el 50% al 75% de un hato promedio en los Estados Unidos. Raffrenato et al. (2003) estimó sacrificios similares en la respuesta de producción de leche de las hijas y en conteo de células somáticas en hatos en ambientes de baja oportunidad comparados con los hatos más privilegiados de Friesian y Suizo Pardo en Sicilia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Respuestas esperadas de las hijas en producción de leche, grasa, proteína y conteo de células somáticas en hatos con ambientes de baja oportunidad en Sicilia, como una proporción de la respuesta en los ambientes de alta oportunidad,

definidas por la desviación estándar para producción de leche dentro de hato-año (DEHA), incidencia de la falta de picos de lactación y uso diferencial de insumos que incrementan la producción (de Raffrenato et al., 2003).

Criterio ambiental	Leche	Grasa	Proteína	Conteo
Holstein Friesian				
DEHA <1330 kg	0.41	0.46	0.36	0.93
Falta de picos de lactación	0.81	0.52	0.95	0.92
Uso infrecuente de insumos	0.81	0.81	0.67	0.66
Suizo Pardo				
DEHA <950 kg	0.75	0.53	0.43	0.68
Falta de picos de lactación	0.80	0.85	0.79	0.84
Uso infrecuente de insumos	0.67	0.86	0.82	0.61

Otras razas, incluyendo sintéticas, son utilizadas para la producción de leche. Ejemplos de esto son la raza Carora de Venezuela, la cual está basada en genes de Suizo Pardo y ganado criollo y la raza Lucerna de Colombia, la cual está constituida de razas Holstein, Shorthorn y criollo. La producción promedio de leche de estas razas es cerca de 2500 kg/lactancia. Debido a que el progreso genético se encuentra obstaculizado por el tamaño pequeño de la población, Morales et al. (1989) sugirió explotar las vías genéticas de las madres y los sementales para un mayor potencial de ganancia. Sin embargo Carvalheira et al. (1998) mostraron que una ganancia genética substancial en producción de leche es de hecho posible en pequeñas poblaciones manejadas en ambientes con recursos limitados utilizando un modelo animal que de forma auto regresiva, toma en cuenta de los efectos ambientales a corto y largo

plazo. La ganancia genética en ambientes tropicales es probable que sea pequeña, si es perceptible, sin ajustes para estos efectos.

Características no productivas

Vaccaro (1990) concluyó tras una extensa revisión que las razas puras europeas son probablemente un equivalente inapropiado con las dimensiones físicas y económicas de los ambientes tropicales, especialmente en las áreas bajas, debido a que las tasas de supervivencia son menores a las de sus cruces. La tasa de supervivencia promedio para cruces intermedias europeo x cebú fue 36% mayor que la de razas lecheras europeas a través de las regiones tropicales. Ageeb y Hayes (2000) también encontraron baja eficiencia reproductiva en un hato de Holstein-Friesian en Sudan, donde el 25% de

las vacas no fueron capaces de parir anualmente.

De esta forma, el comportamiento en características adaptativas como la fertilidad o supervivencia, probablemente es relativamente más importante en ambientes con nutrientes limitados que en aquellos donde los nutrientes son abundantes. A pesar que el germoplasma de origen europeo tiene mayor potencial para la producción de leche, la adaptación es relativamente inferior en los ambientes tropicales debido al costo e insuficiencia de los suplementos alimenticios, los retos de las enfermedades y parásitos y los estrechos márgenes entre el costo de los insumos y los precios de los productos.

Consideraciones económicas

Los retornos económicos netos promedios, a partir de la utilización de germoplasma (semen) de Holstein importado para mejorar la producción de leche, se encontraron substancialmente inferiores en muchas situaciones en hatos en LA que en los Estados Unidos (Holmann et al., 1990). Consecuentemente, para aprovechar oportunidades rentables y restringir el riesgo, el germoplasma importado debe ser utilizado prudentemente en situaciones de tasas de concepción adecuadas (por ejemplo, ciertos grupos de hembras por edad), y oportunidades ambientales para una alta respuesta en la producción de leche de las hijas. Los retornos económicos netos fueron especialmente sensitivos a la respuesta en leche de las hijas.

Sistemas de doble propósito con cruzamientos

En muchos escenarios tropicales, donde los insumos son insuficientes para sostener los sistemas de producción de leche con razas puras, el ganado cruzado (y los genes necesarios para producirlos) juegan un papel importante. El cruzamiento es manejado genéticamente para combinar el mayor potencial de producción de leche y madurez temprana de las razas europeas con la adaptabilidad a las limitadas condiciones de nutrición y salud del ganado cebú y de las razas locales.

Producción de leche y características no productivas

La selección de sementales europeos basada en el comportamiento de sus hijas puras es efectiva en mejorar las producciones de leche de la progenie cruzada (Ruvuna y McDaniel, 1983; Vaccaro et al., 2003). Los efectos aditivos de raza y la heterozigosidad son los principales componentes genéticos que favorecen el comportamiento lechero, la edad al primer parto y el intervalo entre partos de las cruces con cebú a través de un rango de condiciones tropicales (Blake y Reinoso, 2001; Kebede, 1992; Martinez et al., 1988). Otros efectos genéticos no aditivos (epistasia) podrían también afectar el comportamiento de los animales cruzados (Demeke et al., 2003), y no deben de ser ignorados. Entre las cruces F_1 europeo x cebú, Syrstad (1985) concluye, de la misma forma que Teodoro y Madalena (2003), que las cruces de Friesian y Jersey producen más leche y grasa a través de muchos entornos de producción. La herencia de las razas Friesian y Suizo Pardo se consideró valiosa cuando la producción de carne es

importante. Los cruzamientos intermedios de cerca del 50% de herencia europea generalmente se comportan mejor en características de producción y adaptativas (Blake y Reinoso, 2001; Kebede, 1992; Martinez et al., 1988; McDowell, 1985; Teodoro y Madalena, 2003; Vaccaro, 1990)

Vaccaro et al. (2003) cautelosamente concluye, basada también en un estudio complementario (Pacheco et al., 2003), que está “probablemente justificado” el utilizar sementales Holstein con valores genéticos altos para la producción de leche para producir hijas F₁. Sin embargo, basado en las diferencias en edad al primer parto, intervalo entre partos y las tasas de supervivencia de los becerros y vacas de sementales Holstein agrupados por valores genéticos altos y bajos para producción de leche, ella indica que sería justificable incluir “el crecimiento y fertilidad de la hijas en los programas de evaluación de sementales para los sistemas tropicales de doble propósito”, sugiriendo también que sean investigadas las diferencias genéticas en la tasa de supervivencia. El objetivo del programa debe ser seleccionar sementales europeos para realizar cruzamientos basándose en los valores genéticos para producción de leche de los países de origen “con una evaluación de toros preseleccionados localmente para otras características aparte de la producción de leche”. Debido a la importancia económica y a la escasa información acerca de características esenciales de adaptabilidad, Teodoro y Madalena (2003) también sugieren la necesidad de evaluar otras características aparte de la producción de leche que afectan la productividad total de por vida. Estas

características incluyen reproducción, resistencia a parásitos, madurez sexual y comportamiento en crecimiento.

Consideraciones económicas

Productores y profesionales que trabajan con sistemas de producción de leche y doble propósito en Venezuela indican que la producción de leche e intervalo entre partos son las características más importantes económicamente. Basado en sus predicciones de comportamiento probable en características múltiples, los cruces intermedios (50% a 75% de genes europeos) son probablemente los grupos genéticos más rentables (Holmann et al., 1990). En un estudio complementario, la estrategia de manejo más rentable para los hatos de doble propósito utilizando cruces intermedios fue la utilización de toros por monta natural con ganancias genéticas en leche (Holmann et al., 1991).

A pesar del potencial biológico y de la factibilidad técnica, sería poco económico invertir en insumos para incrementar la productividad. A las razones de costos y precios que prevalecen en la región del oeste del Amazonas en Brasil, Rueda et al. (2003) encontró ser menos rentable el suplementar animales con granos para incrementar la producción de leche por vaca o la tasa de crecimiento de novillos, comparado con las dietas solo con forraje. Los retornos económicos netos mejoran con una mayor densidad de animales para la producción de carne, pero no para leche. Así, en este escenario la producción de carne es la oportunidad clara de intensificación para incrementar los beneficios. Este resultado ilustra la importancia

económica de la tasa reproductiva (fertilidad) en los hatos de doble propósito. También hizo énfasis en el potencial y gran importancia de la productividad de la tierra (a través de una mayor carga animal), versus el comportamiento animal individual, para mejorar la rentabilidad de los sistemas ganaderos.

McDowell (1985) también puntualizó este asunto, y pidió mayor atención a características importantes para la viabilidad y permanencia en el hato de los sistemas de producción tropical. El concluyó, “los logros dependerán del exitoso aumento de la productividad animal de baja a media más que esforzarse en proveer todo el potencial genético para una alta productividad...para este fin la mejora del ganado local con un 25 a 50% de razas mejoradoras es el enfoque más práctico ... no es probable que los mercados para la carne y leche en los trópicos liberen tierras de buena a excelente calidad para la producción de alimentos. La producción de leche estará basada principalmente en el pastoreo de tierras en descanso, residuos de cosechas, subproductos derivados y algunos forrajes. Estos alimentos deberán mantener 1000 a 2000 kg de leche (por animal) pero no 4000 kg o más.”

Información para mejorar el manejo de los sistemas agropecuarios tropicales

Esta presentación identifica las necesidades de nutrición y de información genética para sistemas más productivos y rentables para la ganadería bovina. La inversión es necesaria para generar la información requerida, un recurso clave pero escaso, para atender las prioridades de las limitaciones genéticas y optimizar los sistemas. Se necesitan de aplicaciones analíticas apropiadas

(por ejemplo el modelo animal con una estructura auto regresiva; Carvalheira et al., 1998) para valorar características dependientes del tiempo, tales como el crecimiento, resistencia a los parásitos e indicadores de enfermedades, así como la producción de leche. Las evaluaciones genéticas también deben incluir los efectos genéticos aditivos y no aditivos sobre la fertilidad y tasas de supervivencia, interacciones con la producción de leche y la rentabilidad de por vida.

Referencias

- Ageeb, A. G., and J. F. Hayes. 2000. Reproductive responses of Holstein-Friesian cattle to the climatic conditions of central Sudan. *Tropical Animal Health and Production* 32:233-243.
- Blake, R. W., and A. Reinoso. 2001. Genetic effects for growth, milk and reproduction in Zebu-European crossbred cows in Ethiopia. Multimedia Library, learning aid #9, Livestock in Tropical Farming Systems: A course and resource materials CD-ROM. Cornell University, Ithaca, NY (<http://www.ansci.cornell.edu/courses/as400/main.html>).
- Blake, R. W. 1992. Genetic decisions with current economic indexes. Pages 26-35 in Large Dairy Herd Management. American Dairy Science Association, Champaign, IL USA.
- Carvalheira, J. G. V., R. W. Blake, E. J. Pollak, R. L. Quaas, and C. V. Duran-Castro. 1998. Application of an autoregressive process to estimate genetic parameters and breeding values for daily milk yield in a tropical herd of Lucerna cattle and in United States Holstein

- herds. *Journal of Dairy Science* 81:2738-2751.
- Cienfuegos-Rivas, E. G., P. A. Oltenacu, R. W. Blake, S. J. Schwager, H. Castillo-Juarez, and F. J. Ruiz. 1999. Interaction between milk yield of Holstein cows in Mexico and the United States. *Journal of Dairy Science* 82:2218-2223.
- Costa, C. N., R. W. Blake, E. J. Pollak, P. A. Oltenacu, R. L. Quaas, and S. R. Searle. 2000. Genetic analysis of Holstein cattle populations in Brazil and the United States. *Journal of Dairy Science* 83:2963-2974.
- Demeke, S., F. W. C. Neser, and S. J. Schoeman. 2003. Early growth performance of *Bos taurus* × *Bos indicus* cattle crosses in Ethiopia: Evaluation of different crossbreeding models. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 120:39-50.
- Holmann, F., R. W. Blake, R. A. Milligan, P. A. Oltenacu, R. Barker, and M. V. Hahn. 1991. Comparative economic returns from artificial insemination and natural service in straightbred and crossbred Holstein herds in Venezuela. *Journal of Dairy Science* 74:665-677.
- Holmann, F., R. W. Blake, R. A. Milligan, R. Barker, P. A. Oltenacu, and M. V. Hahn. 1990. Economic returns from United States artificial insemination sires in Holstein herds in Colombia, Mexico, and Venezuela. *Journal of Dairy Science* 73:2179-2189.
- Holmann, F., R. W. Blake, R. A. Milligan, P. A. Oltenacu, R. Barker, M. V. Hahn, and T. R. Rounsaville. 1990. Net margins from different fractions of Holstein genes in Venezuelan herds based on performance estimates by producers and advisors. *Journal of Dairy Science* 73:2952-2964.
- Kebede, B. 1992. Estimation of Additive and Nonadditive Genetic Effects for Growth, Milk Yield and Reproduction Traits of Crossbred (*Bos taurus* × *Bos indicus*) Cattle in Wet and Dry Environments. Ph. D. dissertation. Cornell University, Ithaca, NY 14853. 235 pp.
- Martinez, M. L., A. J. Lee, and C. Y. Lin. 1988. Age and Zebu-Holstein additive and heterotic effects on lactation performance and reproduction in Brazil. *Journal of Dairy Science* 71:800-808.
- McDowell, R. E. 1985. Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health, and fitness. *Journal of Dairy Science* 68:2418-2435.
- Morales, F., R. W. Blake, T. L. Stanton, and M. V. Hahn. 1989. Effects of age, parity, season of calving, and sire on milk yield of Carora cows in Venezuela. *Journal of Dairy Science* 72:2161-2169.
- Nicholson, C. F., R. W. Blake, and D. R. Lee. 1995. Livestock, deforestation, and policy making: Intensification of cattle production systems in Central America revisited. *Journal of Dairy Science* 78:719-734.
- Pacheco, J. R., L. Vaccaro, H. Mejias, A. Perez, J. Lopez, and D. Dorta. 2003. Relation between Holstein bulls' proofs for milk in USA and the survival and body weights up to 18 months of their F1 zebu progeny in Venezuela. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 120:162-170.
- Raffrenato, E., R. W. Blake, P. A. Oltenacu, J. Carnevali, and G. Licitra. 2003. Genotype by environment interaction for yield and somatic cell score with alternative environmental definitions. *Journal of Dairy Science* 86:2470-2479.
- Rueda, B. L., R. W. Blake, C. F. Nicholson, D. G. Fox, L. O. Tedeschi, A. N. Pell, E. C. M.

- Fernandes, J. F. Valentim, and J. C. Carneiro. 2003. Production and economic potentials of cattle in pasture-based systems of the western Amazon region of Brazil. *Journal of Animal Science* 81:2923-2937.
- Ruvuna, F., and B. T. McDaniel. 1983. Relationships of predicted differences of dairy bulls and the performance of their crossbred progeny. *Journal of Animal Science* 57:1133-1137.
- Syrstad, O. 1985. Relative merits of various *Bos taurus* dairy breeds for cross-breeding with *Bos indicus* cattle. *Livestock Production Science* 13:351-357.
- Teodoro, R. L., and F. E. Madalena. 2003. Dairy production and reproduction by crosses of Holstein, Jersey or Brown Swiss sires with Holstein-Friesian/Gir dams. *Tropical Animal Health and Production* 35:105-115.
- Vaccaro, L. P. 1990. Survival of European dairy breeds and their crosses with zebus in the tropics. *Animal Breeding Abstracts* 58:475-494.
- Vaccaro, L., J. Lopez, R. Vaccaro, O. Verde, H. Mejias, D. Dorta, and A. Perez. 2003. Relation between Holstein bulls' proofs for milk in USA and the milk yield, age at first calving, calving interval and survival to third calving of their F1 zebu progeny in Venezuela. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 120:171-180.