

Genética y Mejoramiento

Título **AVANCES EN LAS APLICACIONES
DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO
DE BOVINOS EN BRASIL¹**

Autor **Fernando Enrique Madalena**
Universidade Federal de Minas Gerais
fermadal@dedalus.lcc.ufmg.br

Español

INTRODUCCIÓN

Importantes aplicaciones prácticas del mejoramiento de bovinos de carne y de leche han ocurrido en Brasil en las tres últimas décadas, incorporadas en programas comerciales de genética de esas especies. En este artículo se abordan brevemente aspectos técnicos y operacionales de algunos de estos programas, que pueden ser de interés también en otros países tropicales. Se describen aspectos de evaluación genética, selección, cruces y desarrollo de nuevas razas en bovinos de leche y de carne, y se hace finalmente una breve discusión general de estos programas y su posible relevancia para países tropicales. El énfasis es en la aplicación práctica más que en aspectos científicos. Tampoco se pretende, en absoluto, hacer una descripción completa de todo lo que se hace en genética de bovinos en Brasil, ni que los programas considerados sean los más relevantes, sino que fueron escogidos porque tienen características que considero de interés general y también por haber estado vinculado de alguna forma con algunos de ellos.

Cruces de Ganado lechero – F₁ de *Bos taurus* x *Bos indicus*

La producción comercial de novillas F₁ de *Bos taurus* (principalmente Holstein) x *Bos indicus* (principalmente Gir y Guzerá) viene adquiriendo proporciones crecientes en algunas regiones de la parte tropical de Brasil, especialmente en el Estado de Minas Gerais, que con unos 5 millones de vacas ordeñadas es el principal productor de leche, responsable por aproximadamente 29% de la producción total del País, de unas 21 millones de tt/año. Hasta hace poco este aumento del comercio de F₁ era espontáneo, sin intervención de agencias gubernamentales, aunque algunos resultados de investigación contribuyeron bastante a la opción por este cruce.

En virtud de la gran importancia económica de la producción de leche, y debido a la falta de consenso, tanto en Brasil como en el exterior, sobre el desempeño de diferentes tipos de ganado y cruces, el Centro Nacional de Investigación en Ganado Lechero, hoy EMBRAPA-Gado de Leite, condujo, con apoyo de un proyecto de FAO/PNUD que me cupo dirigir, un experimento relativamente grande, iniciado en 1977, titulado "Estrategias de cruces entre razas lecheras en la Región Sudeste". Esta Región, que comprende los Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro y Espírito Santo, produce un 43% de la leche del País, con vacas predominantemente (del orden de 90%) híbridas de *Bos taurus* x *B. indicus*. El experimento involucró 527 hembras de seis cruces Holstein-Friesian (HF) x Guzerá, con fracciones de "sangre" desde ¼ a $\geq 31/32$ HF, evaluadas hasta los 12 años de edad para producción de leche y otras características, en 67 fincas cooperadoras, con el objetivo de comparar el desempeño zootécnico y económico de diferentes alternativas de cruces. Los resultados han sido ampliamente divulgados y parte de ellos se presenta en publicación adscrita a este Congreso (Madalena, 2002).

¹ Trabajo invitado para el XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal, Asociación Venezolana de producción Animal (AVPA), 22 - 26 de octubre de 2002.

Genética y Mejoramiento

Las principales conclusiones de éste y otros trabajos fueron que la heterosis es de gran magnitud en la mayoría de las características de importancia económica, justificándose así una estrategia de cruces, entre los cuales tuvo gran superioridad el F_1 , mientras que los cruces *inter se* de híbridos presentaban altas pérdidas (posiblemente por recombinación) y los cruces rotacionales generaban lucro muy inferior que el cruce F_1 (menos de 60%), en fincas comunes en régimen de dos ordeños diarios. En niveles de manejo mas alto la absorción con Holstein-Friesian tenia desempeño mejor, en relación al de la F_1 , habiéndose establecido groseramente un límite de 10 kg de leche por día de intervalo de partos, en el que se anulaban las diferencias entre los cruces F_1 , $3/4$, $7/8$, etc., hasta Holstein-Friesian "puro por cruce".

Los resultados de este trabajo, publicado en 1990, contribuyeron a difundir la práctica, que ya era aplicada por algunos pocos productores, de reemplazar el hato lechero continuamente con novillas F_1 , existiendo hoy día un mercado específico para estos animales, que reciben altos precios (2 a 2,5 veces el precio, por kg, de novillo terminado). En Brasil el precio de la leche al productor ha venido disminuyendo continuamente en los últimos años y en consecuencia los sistemas de producción sofisticados, con ganado Holstein y altos insumos, vienen desapareciendo en la región tropical, quedando cada vez mas clara la mayor eficiencia de los sistemas basados en pastos, con ganado híbrido, y en este escenario, las hembras F_1 se han valorizado y ya comienzan a llamar la atención de las agencias de fomento. La Secretaria de Agricultura del Estado de Minas Gerais, por ejemplo, ha promovido que los bancos de fomento financien la compra de hembras F_1 (financiación antes restringida a animales de razas puras) y la EPAMIG (Empresa Agropecuaria de Pesquisa de Minas Gerais) tomó la resolución de basar toda su investigación en ganado lechero en sistemas de producción de F_1 . Considerando que Minas Gerais es el principal Estado productor de leche de Brasil, puede verse la importancia de ésta política.

El sistema de producción de novillas F_1 que predomina actualmente es lo que se conoce en los libros de texto como "cruce estratificado", donde haciendas que tienen hatos con predominancia de "sangre" Gir, Guzerá o Indubrasil, en regiones de tierras mas baratas, inseminan con Holstein, vendiendo las hembras y manteniendo los mautes para recria o engorde. Las principales limitaciones para la expansión de la producción de novillas F_1 residen en la necesidad de inseminación (los toros Holstein no trabajan bien en las tierras calientes) y en el número relativamente bajo de vientres de aquellas razas, aunque ya existen empresarios inseminando Nelore, la raza predominante, de carne, con semen de toros Gir y Guzerá probados para leche, para ir formando la base cebú para producir F_1 posteriormente. Existen también productores de leche Holstein que están inseminando con aquellas razas de cebú. Desde luego Brasil cuenta con una amplia población de Holstein en la región sub-tropical, pero no me consta que ya se esté usando para producción de F_1 , como se hace en otros lugares, como, por ejemplo, el planalto de Bogotá o Nueva Zelandia.

En mi opinión personal, debido a las grandes ventajas comparativas, a nivel mundial, del trópico para la producción de leche, y a la gran superioridad del cruce F_1 , la demanda por este ganado continuará a expandirse. Muchas de las alternativas de cómo hacerlo deben aún ser investigadas, incluyendo cuales razas, cruces recíprocos y el papel de la biotecnología de la reproducción, pero esto no detiene a los productores, que van implementando soluciones de la manera que pueden, muchas veces atropellando la investigación pública cuando ésta no se agiliza.

Genética y Mejoramiento

Primeras pruebas de progenie - El “Mestizo Lechero Brasileiro (MLB)”

El primer programa de pruebas de progenie de toros lecheros en Brasil fue instituido dentro de un proyecto de investigación y desarrollo titulado “Desarrollo del Mestizo Lechero Brasileiro (MLB)”, coordinado por el Centro Nacional de Investigación en Ganado Lechero con apoyo del proyecto FAO/PNUD. Reconociendo la importancia del ganado cruzado de *Bos taurus* x *Bos indicus*, este proyecto tenia el objetivo de “desarrollar una población de ganado lechero adaptada a la producción de leche en los sistemas predominantes en las regiones tropicales de Brasil”, para lo cual era indispensable la selección de reproductores mestizos a través de pruebas de progenie, que era la forma más efectiva de evaluación genética disponible en aquel momento (1977). El objetivo inmediato del proyecto era el de obtener estimaciones de parámetros, como heredabilidades y correlaciones genéticas y fenotípicas entre características de producción de leche, reproductivas, de adaptación y de crecimiento, que permitiesen la elaboración de planes de mejora optimizados, ya que en la literatura mundial no se encontraba información al respecto.

Como existían varias Instituciones y criadores privados conduciendo proyectos de desarrollo de ganado lechero mestizo (híbrido), se propuso la unificación de todos los esfuerzos en un proyecto único, que tuviese masa crítica para implementar las pruebas de progenie, para lo cual era necesario escoger los toretes a ser probados solamente por su valor genético para leche, independientemente de su raza, pelaje u otra característica exterior. Así, se logró incorporar un conjunto de hatos de cruces de Holstein rojo, Holstein negro, Pardo Suizo, Jersey x Gir y Guzerá, en diversas combinaciones, incluyendo también otras razas y animales con genealogía desconocida. Este concepto, hoy día conocido con el elegante nombre de *compuesto multi-racial*, fue bastante combatido por algunos sectores, con adjetivos como “ensalada” o “tatú x cobra”. La idea del compuesto multi-racial había sido aplicada en Noruega por el genetista Harald Skjervold, que en los años 60 convenció a los criadores de aquel país a juntar nada menos que nueve razas lecheras de poca expresión en una única. Como los genes no tienen raza, la idea de reunir los más útiles en una población sometida a selección tiene fundamento lógico y es ampliamente aceptada actualmente, especialmente en ganado de carne en los EEUU. En Brasil existen también varios compuestos comerciales de ganado de carne e incluso en ganado lechero, aunque hay casos en que se hace pero no se dice (cruces de varias razas se registran como siendo de otras).

En el proyecto MLB, como se quería, por definición, mantener el ganado híbrido, se colocó una restricción arbitraria, de que los toretes a ser probados tuviesen entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{7}{8}$ de genes de *B. taurus*, y sus madres entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$. En una etapa inicial, fueron reclutados 14 hatos mestizos, totalizando 6092 lactancias de 2300 vacas (producción promedio de 2549 kg de leche por lactancia), las que fueron evaluadas, inicialmente a través de su propia producción de leche, seleccionándose las 40 mejores anualmente, como madres potenciales de los becerros a ser sometidos a la prueba de progenie, dimensionada, por razones operacionales, en 10 toretes por año. Estos eran producidos utilizando en las vacas elite semen de dos clases: a) de los mejores reproductores mestizos disponibles o, b) semen importado, de reproductores de las razas Holstein y Pardo Suizo, de alto valor genético para leche. La estructura genética de la población podría definirse como un núcleo difuso abierto, donde continuamente eran incorporados nuevos hatos, nuevas vacas elite y semen de nuevos reproductores.

Los becerros eran transferidos (por préstamo, en el caso de los que no pertenecían a EMBRAPA) para cría y colecta de semen a una finca experimental, hoy EMBRAPA-Pecuária Sudeste, en São Carlos, SP, donde se montó un laboratorio de producción de semen con equipos donados por la FAO, y se contó con asesoramiento técnico del conocido consultor francés Raymond Jondet. El semen, congelado en pajuelas, era distribuido a fincas cooperadoras, donde las hijas eran sometidas a control lechero mensual, por parte de técnicos de EMBRAPA, durante su primer lactancia.

Genética y Mejoramiento

Los datos eran procesados en los computadores de EMBRAPA, donde se estimaban los valores genéticos, con las necesarias correcciones para edad, grupo genético ("grado de sangre" *Bos taurus*) y año-estación del parto. En 1980 se contó con la asistencia de un consultor holandés Jan Dommerholt, que desarrolló software específico para evaluación genética, y en 1995 se introdujo la metodología del *modelo animal-BLUP* para este fin.

La corrección por "grado de sangre" de la madre, en el caso de progenies de toros en prueba, se justifica por el hecho de que los hatos lecheros mestizos en Brasil tienen una composición genética muy variada, en términos de las fracciones de *Bos taurus* y *Bos indicus*, de manera que el efecto de la fracción de *Bos taurus* se considera como un efecto fijo sobre la producción de las hijas del reproductor, independiente del valor genético.

Con la asesoría de los investigadores australianos K.B.W. Utech y R.W. Hewetson fue adaptado un protocolo utilizado en aquél país para la evaluación de la resistencia a las garrapatas de los toretes antes de entrar en colecta de semen, a través de infestaciones artificiales con cantidades conocidas de larvas. También se realizaron conteos de garrapatas en las hijas, bajo infestación natural.

El semen producido en este proyecto tuvo gran aceptación comercial, a pesar de que su venta era dificultada por el Ministerio de Agricultura, con la alegación de que los reproductores no tenían genealogía conocida (a pesar de tener su progenie probada). Algunos toros fueron explotados en conjunto con Centrales de semen comerciales e incluso algún semen fue "importado informalmente" por un país vecino. Irónicamente, cuando el proyecto comenzaba a operar sin sobresaltos, las autoridades cambiaron y fue cancelado, por presión de intereses comerciales contrapuestos. En ese momento se había demostrado que era posible reclutar varios miles de vacas mestizas con control lechero y que los gastos operacionales del proyecto (no incluyendo los salarios de los investigadores) podían costearse con las ventas de semen. Fueron probados en este proyecto un total de 121 toros mestizos.

Entre los resultados obtenidos se destacan los siguientes:

Producción de semen congelado. Se verificó una extrema dificultad de producción de semen congelado por parte de los toros mestizos, debiendo descartarse una alta proporción de ellos por baja producción o nula (72/200 o 36%).

Grado de sangre de los toros. Como esperado, por tratarse de reproductores seleccionados, no fueron detectadas diferencias en la producción de leche de las progenies de toros con 5, 6 o 7/8 de sangre *Bos taurus*, justificando la faja variable arbitraria adoptada para esta fracción.

Origen de los padres de los toros. Tampoco se encontraron diferencias en la producción de las progenies cuyos padres fueron obtenidos de semen importado o de semen de los mejores mestizos locales.

Corrección por la duración de la lactancia. De acuerdo con trabajos teóricos (Madalena, 1988), se verificó que la heredabilidad de la producción de leche caía de $h^2=0,23$, cuando no se corregía ni se descartaban lactancias cortas, para $h^2=0,14$ cuando se descartaban las lactancias de duración menor de 120 días, y para $h^2=0,06$ cuando además de ese descarte las producciones eran corregidas por la duración.

Heredabilidades de la producción de leche, grasa y proteína. Las heredabilidades de la producción de leche, grasa y proteína se estimaron en 0,23, 0,29 e 0,21, respectivamente, y las correlaciones genéticas entre estas características variaron de 0,91 a 0,96. Así, se comprobó que la afirmación de que no es posible hacer progreso por selección en ganado lechero mestizo, que se había colocado en discusión en algunos círculos internacionales, carece de fundamento científico, ya que estos parámetros son similares a los comunicados en la literatura para otras razas y climas.

Genética y Mejoramiento

Resistencia a las garrapatas. La heredabilidad de la resistencia a las garrapatas fue estimada en $h^2 = 0,49$, mostrando que esta característica puede tener alta respuesta a la selección. Las correlaciones genéticas del número de garrapatas por animal con la producción de leche, grasa o proteína fueron muy bajas (+0,06, +0,07 y -0,14, respectivamente), indicando que la selección por producción no interfiere en la resistencia y *viceversa*, lo que facilita la selección simultánea por ambas características. No conozco otros resultados al respecto en la literatura.

Correlación genética con el peso corporal. Estudio en curso.

Además de las contribuciones científicas sobre selección de ganado mestizo, que podrán ser aplicadas en las nuevas razas, como Girolando y Guzerando, el Projeto contribuyó con germoplasma altamente seleccionado, que está a disposición de la iniciativa privada a través de semen disponible. Habiendo sido la primera prueba de progenie de reproductores lecheros en Brasil, otras contribuciones, tal vez las de mayor importancia, fueron la demostración de que estas pruebas eran perfectamente posibles en nuestro medio y la existencia de mercado para semen de toros probados, así como el desarrollo de los equipos técnicos experimentados en la conducción práctica de las pruebas, todo lo cual ayudó a implementar y fue utilizado posteriormente en las pruebas de progenie en las razas Gir, Guzerá y Girolando.

Pruebas de Progenie en Gir lechero

Un Proyecto con el título "Programa Nacional de Mejoramiento del Cebú para Leche" fue elaborado en 1977 por la EMBRAPA-Gado de Leite con apoyo de FAO/PNUD, comenzando por una prueba de progenie a ser implementada en la raza Gir, como forma de obtener informaciones para la investigación en mejoramiento e de integrar la misma con los criadores comerciales. A pesar del interés de los criadores individualmente, el programa no pudo ser implementado por falta de un marco institucional adecuado, que solo existió después de la creación de la Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro (ABCGIL), entidad que retomó la iniciativa, tornándola viable, siendo entonces iniciado el programa en 1985. La raza Gir tiene un registro genealógico único, pero dentro de ella se creó la ABCGIL, que da prioridad a la selección por producción de leche.

El Programa tiene el objetivo de "*promover el mejoramiento genético de la raza Gir por medio de la identificación y selección de toros genéticamente superiores para la producción de leche y grasa, así como para características de conformación y manejo*" (Verneque et al., 2002). La ejecución le corresponde a EMBRAPA, pero los costos son de cargo de los criadores, con excepción de los salarios de los investigadores y algunos fondos esporádicos de agencias de fomento de la investigación. Esta es una combinación muy efectiva, porque reúne la capacidad técnica de los investigadores con la capacidad operacional del sector privado, evitando así la torpeza inherente a la administración pública.

El programa consiste en una prueba de progenie convencional, en que los toretes a ser probados, provenientes de hatos Gir registrados, son escogidos en base (aunque no exclusivamente) a su valor genético para producción de leche y transferidos para centrales comerciales para colecta de semen congelado, el cual es distribuido a fincas colaboradoras para producir las progenies, cuyo desempeño es posteriormente registrado. Las fincas colaboradoras reciben el semen gratuitamente, con el compromiso de mantener las hijas hasta el fin de su primer lactancia y permitir el control lechero y zootécnico. Así, hay dos tipos de hatos involucrados: los de Gir puro registrado y los comerciales, de vacas mestizas *B. taurus/B. indicus* para producción de leche. Toda la información tanto de parientas puras como mestizas, es utilizada en la evaluación genética, con las correcciones pertinentes para el "grado de sangre" *B. taurus*. Debe tenerse presente que como la mayor producción de leche en el Brasil tropical proviene de vacas mestizas, ese es en verdad el hatos a ser mejorado, el mayor cliente potencial de la mejora genética en el cebú puro.

Genética y Mejoramiento

Las siguientes características son evaluadas: producción de leche, grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, conteo de células somáticas (determinadas en el Laboratorio de EMBRAPA), varias medidas corporales, temperamento y facilidad de ordeño manual, estas dos últimas medidas por escores subjetivos adjudicados por los ordeñadores en cada finca.

Para la evaluación genética se consideran sólo primeras lactancias de vacas de 20 a 66 meses de edad (en las características de exterior también las segundas). La producción hasta 305 días de lactancia se ajusta para los efectos de hatos-año del parto, fracción de *B. taurus* y edad al parto, junto con los efectos de la vaca, padre y madre, con una matriz de parentesco completa (modelo animal-BLUP). La evaluación genética es publicada una vez al año.

Es importante destacar que en la raza Gir, como en otras, existe un control lechero oficial, con un banco de datos de más de 9.000 lactancias, que son enviadas a EMBRAPA, responsable por mantenerlos, en el llamado Archivo Zootécnico Nacional. Sin embargo, como este control lechero se realiza para fines de certificación comercial, muchos criadores controlan la producción de las mejores vacas solamente, lo que torna estos datos inútiles para la evaluación genética confiable. Si un toro se evalúa con todas sus hijas y otro sólo con las mejores, las diferencias medidas entre ellos no serán reales. En el programa de prueba de prole, en cambio, se controlan *todas* las vacas de primera cría.

Según Verneque et al. (2002), hasta mayo de 2002 fueron incluidos en la prueba 167 toretes, representando las diversas líneas genéticas dentro de la raza. En los primeros 10 años del programa, un total de 86 toros ya fueron evaluados, con 2843 proleas (aproximadamente $\frac{3}{4}$ de ellas eran mestizas) y 7841 compañeras de hatos (promedios de 33 y 87 por toro, respectivamente). El sumario se muestra en la Figura 1 (foto cortada en los 12 mejores para leche). Otros 81 toros tendrán sus pruebas publicadas hasta 2008. El interés por probar toros ha aumentado. Inicialmente había que pedir a los criadores que incluyesen toros en la prueba (cada uno paga los gastos de producción de semen de su toro y la distribución a las fincas cooperadoras), pero ahora que el emprendimiento probó ser muy exitoso comercialmente se disputan las plazas, limitadas por el número de vientres disponibles para inseminar con toretes en prueba.

Figura 1. Sumario de toros Gir para producción de leche. PTA = Predicted transmitted ability, Conf. = confiabilidad. Fuente: Verneque et al. (2002)

Genética y Mejoramiento

El éxito comercial de este programa se ha visto reflejado en los precios del semen, que se ha demostrado son influenciados solamente por el valor genético, al punto que las características de belleza racial o conformación ni siquiera aparecen en los catálogos. La comercialización de semen de Gir viene en aumento, unas 316 mil dosis de semen fueron vendidas en 2001, siendo esta la raza lechera nacional que vende más después del Holstein.

La ABCGIL es un sector de los criadores de Gir que apostó en la selección por producción de leche, sin prestar atención a los premios en exposiciones. Hizo la apuesta al futuro y ganó, no sólo por ventas de semen sino principalmente por la valorización de sus hatos. Por ejemplo, en el remate de la exposición nacional de Uberaba de este año, el precio medio por animal Gir lechero fue 5 veces mayor que el de los no lecheros. Desde el punto de vista comercial ha sido también importante la exportación de animales, semen y embriones. En el momento, se están haciendo algunos esfuerzos para incorporar el resto de la raza, que ha quedado rezagado, al programa de evaluación genética.

Mejoramiento del Guzerá de doble propósito

El programa de mejoramiento en la raza Guzerá comenzó en 1994, aprovechando la experiencia de los programas anteriores, pero con modificaciones. La descripción siguiente está basada en el trabajo de Penna et al. (2002). Este es también un programa cooperativo, que reúne la Asociación de Criadores de la raza, a través de su brazo técnico, el Centro Brasileiro de Melhoramento do Guzerá, con la EMBRAPA-Gado de Leite y la Universidade Federal de Minas Gerais. Una de las principales diferencias es que en el Guzerá la información para la evaluación genética viene tres fuentes:

- 1) Prueba de progenie convencional
- 2) Núcleo de selección MOET
- 3) Controles lecheros de hatos que no están en ninguno de los dos programas anteriores.

La prueba de progenie sigue los mismos moldes que la de Gir lechero. El núcleo de selección MOET consiste en la evaluación de toretes por la producción de leche de sus familias de hermanas enteras, con lo cual se gana tiempo, estando la evaluación disponible en prácticamente la mitad del tiempo que en la prueba de progenie. Para esto, son producidas familias de hermanas enteras por medio de la ovulación múltiple y transferencia de embriones, lo que se conoce en inglés por la sigla MOET (de Múltiple Ovulation and Embryo Transfer). La técnica de núcleos MOET de selección es relativamente reciente, habiendo sido propuesta en 1983 por F. Nicholas y Charles Smith y siendo adoptada actualmente por todas las principales compañías de producción de semen de toros lecheros en el mundo. Con razas tropicales, creo que el de Guzerá sea el único programa comercial existente.

En el programa MOET son identificadas las mejores vacas de la raza en valor genético para leche, y que, además, no pesen menos que la media racial de 450 kg. No se presta atención al tipo racial, pero las vacas tienen que ser registradas. Estas "supervacas" son llevadas a un centro privado, CENATTE, cerca de Belo Horizonte, para las transferencias de embriones. Una vez alcanzado el número de receptoras gestantes estipulado, las donadoras vuelven a sus dueños y las receptoras son llevadas a una finca privada, Fazenda Taboquinha, en Itambacuri, MG, a unos 400 km de distancia, donde son evaluadas las progenies: las hembras, hasta el fin de su primer lactancia y los machos hasta los 15 meses de edad. Inicialmente se requerían ocho preñeces por donadora, como mínimo, pero actualmente, habiéndose adoptado el diagnóstico del sexo del feto por ultrasonido, se requiere que cada donadora produzca por lo menos cuatro preñeces de becerras hembras y una de macho.

El sistema de producción en la Fazenda Taboquinha, donde los animales son evaluados, es de una finca bien manejada pero sin sofisticaciones costosas. Se produce leche a pasto, con suplemento de caña de azúcar y urea en la estación seca y cantidad limitada de concentrados. El ordeño es manual, con apoyo del becerro, como en la inmensa mayoría

Genética y Mejoramiento

Las características medidas son: pesos, perímetro escrotal, escore visual de musculosidad, temperamento, edad al primer parto, producción y composición de la leche y células somáticas. Una característica muy importante del programa de Guzerá es que en la Fazenda Taboquinha las progenies de MOET conviven en las mismas condiciones con progenies de los toros en prueba y también de otros toros que no pertenecen a ninguno de los dos programas, de manera que se establece un lazo genético entre estos grupos, con el efecto de aumentar mucho la confiabilidad de la evaluación genética de los animales de MOET, ya que ellos se evalúan, no sólo por las parientas/es de su familia de hermanos enteros, sino además por medio-hermanas/os y otros tipos de parientes en el resto de la raza. La evaluación genética es también realizada por la EMBRAPA, de la misma forma que para el Gir lechero. Se publican sólo los valores genéticos de animales con confiabilidad mínima de 0,50. En el sumario de 2002 se incluyeron 16 toros con prueba de progenie, 14 familias de MOET, un toro con ambas y 20 toros que no eran de ninguno de los dos programas pero que tenían parientas en control lechero oficial, que en el caso del Guzerá no selectivo, debido a un trabajo de convicción de los criadores. Una pequeña discrepancia entre las evaluaciones de Gir y Guzerá consiste en que en el Gir no se incluyen las lactancias con duración menor de 90 días, mientras que en el Guzerá se consideran todas, independientemente de su duración, lo que permite ejercer aún mayor presión de selección contra las lactancias cortas, un serio defecto, hereditario, del cebú lechero. En la Figura 2 se presenta una foto del sumario de Guzerá, que es un poco diferente del Gir.

Resumo de toros Guzerá para produção de leite, com teste de procriação (PTA),
com teste de irmãos inteiros (IC), com teste de meio-irmãs (MI), com teste de procriação (TP),
com teste de controle lechero oficial (AZN) e com teste de controle lechero oficial (AZN)
Junho de 2002

Id. Animal	Nome do Animal	Nome da Família	PTA (kg)	IC (kg)	MI (kg)	TP (kg)	AZN (kg)
1	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
2	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
3	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
4	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
5	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
6	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
7	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
8	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
9	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
10	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
11	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
12	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
13	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
14	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
15	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
16	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
17	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
18	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
19	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000
20	Guzerá	Guzerá	1000	1000	1000	1000	1000

Figura 2. Sumario de toros Guzerá para producción de leche. PTA = Predicted transmitted ability. IC= hermanas enteras, MI=medio-hermanas, TP=prueba de progenie, AZN= Archivo zootécnico nacional (control lechero oficial). Nótese que los machos de cada familia MOET tienen el mismo valor genético y por eso son relacionados conjuntamente. Fuente: Avaliação genética de touros Guzerá, folheto EMBRAPA-Gado de leite (mayo de 2002)

Genética y Mejoramiento

A pesar de menor confiabilidad de la evaluación, los toros del programa MOET tuvieron valor genético mayor para leche que los de la prueba de progenie, eran mucho más jóvenes (en promedio menores de 5 años) y todos estaban vivos, mientras que la mayoría de los otros o había muerto o eran relativamente viejos (más de 10 años), lo que reduce sus posibilidades de donar semen.

Desde el punto de vista comercial, el programa del Guzerá ha sido también un gran éxito, valorizando el semen, embriones y animales de los hatos participantes y aumentando las ventas y exportaciones. En 2001 se vendieron 30 mil dosis de semen de Guzerá lechero. Al igual que en el Gir, el principal motor son algunos criadores que invierten en mejoramiento moderno, en conjunto con investigadores que los orientan.

Para el éxito del MOET fue también esencial la eficiencia del CENATTE, dirigido por el Dr. Múcio Alvim, en la transferencia de embriones, donde se obtienen 5,8 transferencias y 4,1 preñeces por colecta (*flush*). En estas estadísticas están incluidas todas las donadoras, tanto las que responden a la multi-ovulación como las que no responden. Además, las precauciones sanitarias son extremadamente rígidas, algo esencial para un programa de este tipo. Las pérdidas pre y peri-natales después del diagnóstico de preñez fueron bajas (2,3%). Estos resultados ratificaron, para la situación del programa MOET, la conveniencia operacional de la transferencia de embriones frescos (no-congelados) en un centro especializado vs hacerlo en las fincas, a pesar del mayor costo con transporte de animales. Hasta mayo de 2002 hubo 16 donadoras, de un total de 64, que no completaron su familia, principalmente por no responder al tratamiento, muchas veces por ser muy viejas (hubo un caso extremo de vaca de 19 años) y a veces por no tener suficientes hembras (una familia de 7 machos y una hembra, que murió) (V.M. Penna, comunicación personal).

Como cada dueño paga los costos de su vaca donadora, fue muy importante el hecho que el CENATTE cobra por preñez, ya que de esta forma hay menos recelo en participar del programa. Cada dueño paga también los costos de manutención de las crías hasta el final de la evaluación en la Fazenda Taboquinha. Así, el programa de Guzerá, tanto de MOET como de prueba de progenie, es financiado también por los criadores, aunque eventualmente se obtienen recursos de fomento de investigación.

Un problema potencial en los programas de Gir y Guzerá es el tamaño relativamente pequeño de las poblaciones, que puede resultar en problemas de endogamia. Esta es otra ventaja del MOET, que permite introducir nuevas líneas genéticas, no bien conocidas, con un costo menor que en la prueba de progenie.

Evaluaciones genéticas de razas de carne (DEPs)

Pruebas de desempeño en ganado de carne se desarrollaron en Brasil en las últimas tres décadas. Un programa pionero fue el PROMEBO, para el control de pesos en Rio Grande do Sul, en convenio de la Universidad Federal de ese Estado con la Asociación Nacional de Criadores, coordinado por el Prof, Luiz Fries, que comenzó con 14 hatos y 1.700 animales y hoy controla 36.000 animales en 145 hatos de cinco estados. La ABCZ (Associação Brasileira de Criadores de Zebu) inició un programa de pesajes en 1968, contando hoy con un banco de datos de más de 5 ½ millones de observaciones en nueve razas, con las que se elabora un sumario de toros en convenio con EMBRAPA-Gado de Corte. Posteriormente surgieron otros programas, como el de la Universidad de São Paulo en Riberão Preto, que presta servicios organizando las pruebas y ejecutando las evaluaciones genéticas, en algunos casos con criadores individuales (p. ej., 147 en Nelore) y en otros casos con la Asociación de la raza respectiva. Hay también programas conducidos por firmas totalmente privadas de prestación de servicios en genética, como Génesis, que tiene programas con diferentes grupos de criadores y Asociaciones de razas. En total existen unos 8 programas con mas de 250 mil animales en control de peso.

Genética y Mejoramiento

Todos estos programas publican su sumario de toros, que han alcanzado actualmente gran repercusión comercial. Unos años atrás, con datos de 1994, mostramos que los precios del semen de Nelore dependían sólo de premios en exposiciones, pero esto ha cambiado radicalmente, y hoy día las evaluaciones genéticas, conocidas como DEPs (diferencia esperada en la progenie), influyen fuertemente las ventas de semen. Si bien la inseminación artificial no es muy difundida (se estima que un 5 a 6% del total nacional de vientres son inseminadas), debe considerarse la naturaleza multiplicadora de muchos de los hatos que inseminan. Debe señalarse que existen varios programas en hatos no registrados, también muy exitosos en las ventas comerciales de reproductores y semen. Son empresas que dan prioridad a la selección por características de importancia económica sobre las características de exterior exigidas por las asociaciones de criadores y que prefieren llevar su propio registro genealógico, habiendo encontrado su nicho de compradores de toros y semen que prefieren la funcionalidad a la belleza racial.

Todos los programas presentan DEPs para pesos en varias edades, por separado para los efectos directos y maternos. En los últimos años algunos programas han venido agregando características, como el perímetro escrotal, tamaño del ombligo, score de musculosidad, peso a la madurez, edad al primer parto, concepción a los 14 meses, producción acumulada de peso de becerro destetado por vaca, permanencia en el hato, etc. Algunos expresan los días para alcanzar un peso dado en lugar del peso a una edad dada, p. ej. "días para ganar 400 kg desde el nacimiento".

La multiplicidad de evaluaciones complica la comprensión de los compradores, ya que un mismo toro puede ser bueno en un sumario y malo en otro, puesto que las bases de datos de los distintos programas son diferentes y las metodologías también. Este asunto es actualmente tema de mucha discusión y se están buscando procedimientos para consolidar los sumarios o convertir los valores respectivos. Esto no es algo que resuelva por decreto, ya que cada grupo es dueño de sus datos y tiene el derecho de procesarlos como le parezca mejor, pero como el interés general es que exista una base común de comparación, seguramente se encontrará una solución de consenso.

El Montana Tropical, compuesto para producción de carne

La pecuaria de carne brasilera está basada fundamentalmente en el Nelore, que dominó el escenario después de ciclos sucesivos anteriores de preferencia por el Guzerá, Gir e Indubrasil. Sin embargo, más recientemente ha venido creciendo el interés por los cruces, principalmente con razas de *Bos taurus*. Hay en esto mucha desorientación, como en otros países: después del gran impacto que produce el cruce F_1 , el productor no sabe que hacer. La tesis del Montana es de utilizar toros híbridos en monta natural, ya que la inseminación es minoritaria y aprovechar la heterosis recurriendo al cruce de muchas razas, lo que en teoría permitiría retener una alta proporción del vigor híbrido en los hatos mestizos. Para ello se viene desarrollando un compuesto multi-racial con características *sui generis* en la pecuaria bovina, que podrían considerarse revolucionarias si no fuese por el hecho que ya se practican hace décadas en la genética comercial de aves y suinos.

Uno de los principales ingredientes de este programa es su organización comercial: trata-se de una *joint venture* de una empresa estadounidense, a Leachman Cattle Company con una empresa agropecuaria brasilera, la CFM. Además de una hacienda central, en el Estado de São Paulo, el programa cuenta con la participación en sistema de franquía de más de 20 haciendas en varios estados de Brasil y algunos países vecinos, totalizando más de 200 mil vientres. Los franqueados pagan una tasa anual para tener el derecho de vender reproductores con el hierro Montana. Sólo los reproductores aprobados por un inspector central pueden ser marcados (un 20% del total). La compañía les proporciona la orientación técnica, semen y animales, y tiene prioridad de compra de toretes y vaquillas de interés para el programa. Este sistema permite un alto nivel de inversión y una gerencia centralizada de la genética del proyecto.

Genética y Mejoramiento

Otro ingrediente novedoso es la venta de reproductores y semen *marca* Montana. Como en la avicultura y la suinocultura la marca genética sustituye a la raza y la empresa sustituye a la Asociación de Criadores, lo que permite mucho mayor eficiencia y agilidad en la orientación tanto desde el punto de vista de objetivos y métodos genéticos como de mercadeo y ejecución práctica.

Desde el punto de vista genético, el programa es de formación de un compuesto multi-racial, pero utilizando los recursos genéticos disponibles globalmente, con la novedad de incorporar diversas razas adaptadas, razas que han sido desarrolladas y seleccionadas en países tropicales, incluyendo Caracu, Romosinuano, Senepol, Tuli, Bonsmara, Belmont Red y Boran. Además de estas razas, intervienen el Nelore, razas británicas (Red Angus, Devon y South Devon) y Continentales (Simental y Gelbvieh), estas últimas en menor proporción. La proporción final de cada raza no está fijada. Aquí aparece otra "novedad": el compuesto no es de dos razas solamente ni precisa ser en las proporciones "mágicas" de 5/8 *Bos taurus*: 3/8 *Bos indicus*, abandonadas hace décadas por los genetistas (¿alguien escuchó alguna vez hablar de pollos 5/8?) pero mantenidas todavía en algunos círculos de criadores.

Otros ingredientes genéticos de este programa son: la posibilidad de evitar la endogamia, al contar con una población enorme, y la selección por métodos modernos, tanto en la evaluación de los valores genéticos como en la aplicación de índices económicos de selección.

El programa Montana tiene éxito comercial, estando en expansión. La venta de semen en 2001 fue de unas 20 mil dosis y de unos 1500 toros.

Consideraciones finales

Los programas expuestos muestran un creciente nivel de inversión privada en mejoramiento genético de bovinos por métodos modernos en Brasil. Ha existido una sinergia de la investigación pública con el sector privado que permitió el desarrollo de los programas y su perfeccionamiento continuo. Quien apostó a los métodos científicos modernos ganó y quien se quedó en la tradición va perdiendo mercado cada vez más rápidamente. Como en mejora animal se cumple la norma mundialmente histórica de que *quien no lo hace compra*, es probable que las exportaciones de materiales genéticos y animales continúen a crecer hacia muchos otros países tropicales.

No todo son flores, sin embargo, existiendo muchos aspectos a ser mejorados. En los programas de selección, a mi juicio, el principal avance necesario es el desarrollo de criterios de selección para optimizar la ganancia genética en las utilidades económicas. No está claro, por ejemplo, que seleccionando siempre animales cada vez mas pesados se tendrá el mejor retorno económico en la producción de carne. Tampoco está clara la importancia económica de la producción de leche relativa a otras características. Algunos estudios en nuestro grupo han indicado que es más importante disminuir el tamaño de las vacas que aumentar su producción de leche. También son necesarios más estudios sobre la optimización de la intensidad de selección e intervalos entre generaciones en varios programas.

Desde el punto de vista comercial, es importante que los programas demuestren fehacientemente que producen animales genéticamente mejores para que el productor cliente gane dinero al usarlos. No es suficiente tener programas bien delineados, es necesario también demostrar su superioridad económica para el productor frente a otras alternativas ofrecidas por los competidores. Sólo el programa de cruces F₁ para leche alcanzó esa etapa.

Gran parte de los problemas e interrogantes resultan de falta de investigación. También aquí es esencial la acción sinérgica del sector privado con el público, y ya se comienzan a visualizar acciones en ese sentido.

Conferencia
(Continuación)

Genética y Mejoramiento

En resumen, repitiendo una frase del Dr. Maurice Bichard, mejoramiento = inversión + gerencia. La gerencia depende de la capacidad técnica y la creatividad para adaptar los principios científicos desarrollados en el primer mundo a las circunstancias locales, pero de esta última tenemos bastante en Latinoamérica. La inversión dependerá fundamentalmente de la existencia de un mercado de materiales genéticos superiores, por su vez dependiente de que los productores actúen con mentalidad empresarial, tanto los grandes como los pequeños. Así, la mayor contribución que puede hacerse para la adopción de mejoramiento genético tecnificado es enseñarle a los productores a hacer cuentas, a saber su costo de producción y sus utilidades, para que no se dejen llevar con propagandas o conceptos engañosos al adquirir reproductores o semen. Tres décadas de mejoramiento animal en Brasil han demostrado que los programas basados en la aplicación correcta de las técnicas modernas tienen un espacio comercial cada vez mas amplio.

Genética y Mejoramiento

BIBLIOGRAFÍA

Madalena, F.E. 1988. A note on the effect of variation on lactation length on the efficiency of tropical cattle selection for milk yield. *Theor. Appl. Genet.* v. 76 p.830-834

Madalena, F.E. 1993. *La Utilización sostenible de Hembras F₁ en la Producción del Ganado Lechero Tropical.* Estudio FAO Prod. Sanidad Anim. no. 111, p. 20-31

Madalena, F.E. 1997. Sistema de reposição contínua do rebanho leiteiro com fêmeas F₁ de *Bos taurus x Bos indicus* no Brasil. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5:97-126.

Madalena, F.E. 2000. Dairy cattle breeding program in Brazil. Development of the Brazilian Milking Hybrid (MLB). In: Galal, S., Boyazoglu, J. and Hammond, K. (eds.) *Developing breeding strategies for lower input animal production environments.* FAO/ICAR Tech. Ser. No. 3. ICAR, Roma, p. 365-378

Madalena, F.E. 2000. Mitos e realidades das raças compostas. *Anais Simp. Nelore 2000*, Revista Nelore, p.42-48

Madalena, F.E. 2000. Sistema de reposição contínua do rebanho leiteiro com fêmeas F₁ de *Bos taurus x Bos indicus* no Brasil. En: *Produção de Leite e Sociedade*, F.E. Madalena, L.L. Matos y E.V. Holanda (eds), Capítulo 21, p. 333-364, FEPMVZ Editora, Belo Horizonte, 532 p.

Madalena, F.E. 2002. Estrategias de cruces entre razas bovinas para producción económica de leche. En *Avances en la Ganadería de Doble Propósito*

Penna V. M., Verneque, R.S., Teodoro, R.L., M.V. M. Melo y Madalena, F.E. 2002. Utilization of a MOET nucleus in the improvement of the Guzerá. *Proc. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* (in press)

Restrepo Catillo, A. (ed). 2001. *Producción de leche y carne en el Trópico Cálido: Una realidad eficiente en el año 2001*, Criar Viendo, Bogotá, 206 p.

Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal. 2000. *Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal.* Belo Horizonte, MG. 501 pp.

Verneque, R.S., Martinez, M.L., Teodoro, R.L. y Paula, L.R.O. 2002. *Programa de Melhoramento do Gir Leiteiro – Resultado do teste de progênie – 10^o Grupo.* Documentos 84, EMBRAPA, Juiz de Fora, 32 p.