

SECCIÓN II. GENÉTICA

Co-editor: Atilio Aranguren Méndez

- *Clasificación fenotípica en vacas mestizas*
- *Criterios para la formación de razas lecheras tropicales*
- *Selección de hembras*
- *Selección de novillas de reemplazo*
- *Alternativas para seleccionar toros: ventajas y limitantes*
- *Índices de selección: sugerencias para su utilización*
- *Sistemas de cruzamiento para la producción de ganado tropical*
- *Planifique los cruzamientos*
- *El cuello de botella: el mosaico*
- *Consanguinidad en la ganadería bovina*
- *Evaluación de datos de producción*
- *Identificación animal y registros ganaderos*

Clasificación fenotípica en vacas mestizas

William Isea Villasmil, MSc. José Atilio Aranguren-Méndez, MSc. Dr

*Departamento de Producción e Industria Animal, Cátedra Genética Animal.
Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia.
wisea01@cantv.net ~ atilioaranguren@icnet.com.ve*

Las poblaciones bovinas autóctonas de América Latina y del Caribe llamadas “criollas” han adquirido características relacionadas con sus condiciones de cría: adaptación al medio, adaptación al trabajo y manejo y resistencia a ciertas patologías. Debido a la falta de selección según la capacidad de producción, el comportamiento de estos animales, ha sido considerado en ocasiones como una limitante para el desarrollo de la producción bovina. Esta situación ha conducido por décadas a la introducción en los rebaños nacionales de poblaciones exógenas más especializadas para aumentar los niveles de productividad en los rubros de leche y carne. Sin embargo, esta práctica no puede generalizarse a todas las situaciones de adaptabilidad de los distintos genotipos en los múltiples sistemas de producción u operaciones ganaderas existentes dentro del contexto latinoamericano.

El establecimiento de ciertas políticas de cría que han llevado a la dilución del germoplasma bovino nativo o criollo por el uso indiscriminado de planes de cruzamiento extensivos con razas importadas, han causado una rápida sustitución de las razas “locales” que presentan baja productividad en comparación con las razas exóticas; no obstante, las razas nativas tienen mayor adaptabilidad a las condiciones tropicales por selección natural. Numerosos son los programas de conservación referidos al ganado criollo para evitar la desaparición de razas locales. Por falta de espacio en este artículo no podremos discutir este interesante tópico, lamentablemente. Es por esta razón que insistimos en el interés por utilizar los bovinos criollos como base genética de selección en los programas de apareamiento. Son innumerables los trabajos que muestran la importancia de estas razas criollas (Criollo Limonero, Senepol, Romosinuano, Romana Rojo, Jamaica Rojo, Pitangueiras, Caracú, Chaqueño, etc.) en su cruzamiento con razas cebuínas en los trópicos cálidos y con razas europeas en los trópicos fríos.

Desde hace varios años, se han conducido trabajos sobre la caracterización zootécnica y genética de las poblaciones criollas autóctonas, los cuales persiguen como objetivo la promoción de un mejor uso de estas poblaciones, valorando sus capacidades de adaptación y mejorando los comportamientos obtenidos para la producción de carne y leche. La mayoría del ganado es de tipo lechero, incluyendo principalmente la raza Holstein pura y cruzada sobre las otras razas. Los machos de los rebaños lecheros son engordados para la producción de carne y las dimensiones físicas de las haciendas son prioritariamente pequeñas; las más grandes alcanzan en promedio hasta un 50% de la población total y crían su ganado en pastoreo extensivo. Pocas son las operaciones ganaderas intensivas en Latinoamérica que engordan novillos en corrales.

En Venezuela existe un pequeño consenso intelectual sobre la conservación de nuestros recursos genéticos bovinos para mantener *in situ* algunas poblaciones y rebaños, en cierto modo asegurados contra futuros cambios de las circunstancias de producción, valor histórico, valor ecológico y oportunidades de investigación futura. Si un 90% de los rebaños nacionales son mestizos y manejados indiscriminadamente dentro de sistemas de producción con actividad de doble propósito, entonces se justificaría plenamente la formación de poblaciones cerradas por selección para la definición de genotipos y grupos raciales que mantengan tanto los esquemas de conservación como las metas de productividad, permitiendo la aplicación de métodos de evaluación biológica para posterior utilización en planes de cruzamiento sistemático de la especie.

La finalidad del presente artículo es orientar a los productores venezolanos dedicados a los sistemas de doble propósito para el uso apropiado de ciertos métodos y procedimientos disponibles más efectivos, según nuestro criterio, para efectuar la clasificación fenotípica de los animales de su rebaño con criterios conservacionistas y, aprender a realizar en el propio campo las importantes evaluaciones individuales de mestizaje, condición corporal y cuartos posteriores dentro de rebaños.

Clasificación Fenotípica (zootécnica) de los mestizajes. En la mayoría de las explotaciones bovinas en América tropical se usan comúnmente aquellas razas provenientes de la especie *Bos indicus*, principalmente Brahman, Gir, Sahiwal, Red Sindhi y Guzerat, como base genética de programas de cruzamiento en las ganaderías mestizas de doble propósito. Esto es debido a que estos cruces exhiben una mayor tolerancia al calor, aunque con menor rendimiento lácteo, en comparación con los cruzamientos *Bos taurus*, principalmente con las razas Holstein, Pardo Suiza y Jersey, de menor adaptabilidad pero con mayor producción de leche.

En nuestra zona se han descrito técnicas para la clasificación fenotípica individual de los mestizajes mediante una evaluación visual de los animales. Este procedimiento, aunque subjetivo, es comúnmente utilizado por los médicos veterinarios especialistas en asuntos zootécnicos. El objetivo es definir la predominancia de la especie en el animal (*Bos taurus vs Bos indicus*) para luego precisar la raza en el fenotipo bajo estudio, fundamentalmente en aquellos casos en los que no contamos con registros de pedigrí, grado de cruzamiento, genotipo del animal o simplemente no se conoce la raza del padre del animal en observación.

En primer lugar debemos evaluar las características exteriores del bovino que están relacionadas con la especie, siguiendo paso a paso y en estricto orden anatómico

sobre el animal, aquellos rasgos descriptivos generales de los perfiles de la cabeza (convexos, planos, cóncavos), forma y posición de los ojos (redondos o elípticos y centrales o laterales), extensión de la papada o ausencia de ella, extensión del pliegue umbilical o su ausencia, presencia o ausencia de giba, nivelación y forma de la grupa, inserción, tamaño y forma de la cola, forma y tamaño de las patas, forma y tamaño de las pezuñas, y finalmente, el tipo y longitud del pelo. La pigmentación o despigmentación de las mucosas y la coloración del pelo o pelaje son las apreciaciones más comúnmente utilizadas para identificar las posibles razas incluidas en el componente animal o genotipo. Así tenemos que los pelajes rojos, marrones y bayos identifican a las razas taurinas criollas o nativas, los colores claros a las razas cebuínas y los pelajes oscuros o negros a razas taurinas igualmente. Coloraciones intermedias, mixtas y presencia de manchas deberán ser resultas por el especialista para la posible definición racial.

En el Cuadro 1 se muestran los principales componentes animales por el grado de cruzamiento *taurus x indicus* en los sistemas de producción doble propósito en los trópicos.

Cuadro 1
Grados de cruzamiento *taurus x indicus*

Grado de cruzamiento	7/8 <i>Bos taurus</i> 87,5%	3/4 <i>Bos taurus</i> 75,0%	1/2 <i>Bos taurus</i> 50,0%	1/4 <i>Bos taurus</i> 25,0%
Fenotipo	Predominante-mente <i>européo</i> , <i>Bos taurus</i> .	Sin giba, escasa papada y poco desarrollo del pliegue umbilical.	Con giba, papada y pliegue umbilical.	Animal <i>Bos indicus</i> muy acebuado.
	Sin giba, sin papada y sin pliegue umbilical.	Orejas cortas y peludas.	Orejas largas y escasos pelos.	Con giba, papada y pliegue umbilical muy desarrollados.
	Orejas cortas y peludas.	Manchado o no. Acorne o no.	Raramente manchado.	Orejas largas y sin pelos.
	Manchado o no. Pelaje negro, rojo y marrón. Acorne o no.		Casi siempre con cuernos.	Color sólido, gris, negro, cenizo o rojo. Mayoritariamente con cuernos.

Condición Corporal. Determinar si las vacas a pastoreo están consumiendo suficientes y adecuados nutrientes es una tarea difícil de realizar; sin embargo, la condición corporal de la vaca en base a la cantidad de grasa acumulada permite usarla como un indicador aproximado. A nivel del campo no podemos medir los requerimientos nutricionales de cada vaca dentro del rebaño, los cuales son utilizados primordialmente para asegurar las funciones fisiológicas de mantenimiento corporal, lactación, crecimiento, reproducción y desarrollo fetal. No obstante, existe una alta asociación entre la condición corporal (estado de gordura) y el futuro comportamiento reproductivo. Los productores pueden hacer un seguimiento de la condición de la vaca y ajustarla los niveles de alimentación en forma apropiada. Un método visual de

puntuación en la escala de 1-9 se puede usar en vacas de carne para determinar si los niveles de alimentación de las vacas se pueden ajustar.

A continuación se describe este método alternativo de evaluación de la condición corporal en vacas de carne: **1-3. Muy delgada.** Las costillas y los huesos de la cadera son muy visibles, existiendo una notable pérdida de musculatura. **4. Delgada.** Costillas y huesos de la cadera visibles pero existe algo de musculatura en los cuartos posteriores. **5. Moderada.** Últimas costillas aun visibles, regular cantidad de músculos en las piernas pero sin evidencia de grasa. **6. Buena.** Vaca con gran apariencia física con algo de grasa depositada en el pecho, costillas y espalda. **7. Gorda.** Vaca carnosa, pecho lleno de grasa, costillas completamente cubiertas de grasa y espalda en forma plana y cuadrada debido a la grasa acumulada. **8-9. Obesa.** Vaca pesada y con demasiada cantidad de grasa en el pecho, espaldas, ubre, base de la cola y punta de nalgas que la hacen lucir muy cuadrada y plana. El cuello se aprecia grueso y corto proporcionalmente al resto del cuerpo.

Cuadro 2
Relaciones entre la condición corporal y la grasa corporal y subcutánea

Condición Corporal	Grasa corporal, %	Grasa subcutánea, cm.
1	0,7	0
2	5,0	0,01
3	9,3	0,01
4	13,7	0,28
5	18,0	0,48
6	22,3	0,74
7	26,7	1,05
8	31,0	1,38
9	35,3	1,75

Resultados de investigaciones señalan que las vacas de carne con condición corporal 4 al parto, pierden un 20% en tasa de preñez en el subsiguiente apareamiento en comparación con las vacas de condición 6 al momento del parto. En base a estos resultados, las vacas deben estar en condición moderada-buena (5-6) al parto para asegurar su próxima reproducción. Es necesario que se evalúe igualmente la condición corporal de sus animales al tiempo de destete para así controlar posibles retrasos en crecimiento y levante, y por supuesto, dos meses antes del parto. Separe asimismo las vacas flacas (condición ≤ 4) y suminístreles una alimentación extra, rica en nutrientes, para asegurarles una buena condición en el momento del parto. Siempre siga observando la condición corporal de sus vacas en las épocas más críticas de intenso verano en el medio tropical.

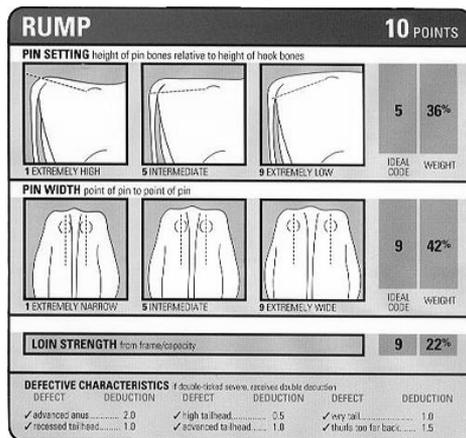
Otro programa de rutina debe aplicarse a las vacas productoras de leche para evaluar su condición corporal. Un rebaño lechero que esté en buena condición no so-

lamente producirá más sino que será menos susceptible a desórdenes metabólicos, enfermedades, mastitis y problemas reproductivos. Las vacas de pobre condición están sujetas a problemas de salud y las vacas sobre condicionadas están sujetas a dificultades de parto, hígado graso y posiblemente la muerte. Las novillas lecheras sobre condicionadas, es decir, muy gordas, no se preñarán tan fácilmente y presentarán igualmente dificultad al parto como las de carne. Posiblemente también tendrán un desarrollo mamario retardado que pudiese disminuir el potencial lechero en su vida productiva. La medición de la condición corporal se debe efectuar, al menos, 3 veces durante la lactación: 1) Dentro del primer mes posparto para ajustar los requerimientos nutricionales en aquellas vacas muy delgadas o muy gordas; 2) Durante la mitad de la lactación; y, 3) Al final de la lactación para que las raciones del periodo de secado se puedan ajustar a las puntuaciones de condición corporal optimas para el próximo parto. Las becerras deben ser evaluadas al destete y luego, por lo menos, 2 veces antes de su primer parto, para asegurar que ganan peso adecuadamente, ni muy rápida ni muy lentamente, previniendo fallas reproductivas, distocias y problemas metabólicos después del parto. La condición corporal en la vaca lechera (Figura 1) se determina observando la cantidad presente de grasa cubriendo la grupa y el área de la inserción de la cola y el lomo. La puntuación final se puede ajustar por medio punto en la escala 1-5 (1: muy flaca, 5: muy gorda) si la evaluación del lomo difiere mucho de la grupa; es decir, por más de 1 punto.

Comience la observación de la vaca (Figura 1) directamente por detrás, visualizando el grado de depresión de la base de la cola; luego coloque sus manos sobre el hueso de la cadera y agujas o punta de isquion para palpar la cantidad de grasa depositada; por ultimo, es conveniente observar la vaca de lado para visualizar el estado de grasa del lomo y su depresión. En el Cuadro 3 y en las figuras siguientes se aprecian los valores de la condición corporal deseados en vacas y novillas lecheras de acuerdo a su estado productivo, así como también los diferentes grados de condición corporal en la escala de 1-5.

Figura 1

Vista posterior de la vaca, para fines de evaluación de su condición corporal



Cuadro 3
Puntuación deseada de condición corporal en vacas y novillas lecheras

Momento de evaluación	Puntuación deseada	Rango razonable
Vacas		
Parto	3.5	3.0-4.0
Pico de lactancia	2.0	1.5-2.0
Mitad de lactancia	2.5	2.0-2.5
Secado	3.5	3.0-3.5
Novillas		
Destete (6 meses de edad)	2.5	2.0-3.0
Apareamiento	2.5	2.0-3.0
Parto	3.5	3.0-4.0

En conclusión, el entrenamiento y capacitación del profesional veterinario en la evaluación fenotípica bovina para determinar tanto el componente genético animal o grado de cruzamiento como la condición corporal de la vaca, permitirá de una manera práctica y sencilla la aplicación de todas aquellas correcciones o ajustes necesarios para el diseño de planes sistemáticos de cruzamiento y el manejo apropiado de los rebaños comerciales, especialmente los de doble propósito. La clasificación fenotípica de mestizajes aquí descrita servirá de base zootécnica para la posterior comprensión y aplicación de los planes de cruzamiento recomendados para el mejoramiento genético en un tema aparte de este Manual.

Comprendiendo las diferencias en condición corporal (escala 1-9) de las vacas de carne al momento del parto como factor crucial que influencia el comportamiento reproductivo subsiguiente del animal, es posible predecir que las vacas y novillas con puntuación ≤ 4 presentarán problemas de fertilidad serios y que aquellos animales con puntuación de condición corporal ≥ 5 no serán muy frecuentes. Por otra parte, en ganado lechero, una condición corporal (escala 1-5) con puntuación al parto de 3,5-4 sería ideal para evitar la cetosis, asegurar la subsiguiente reproducción eficiente de la vaca y mantener la producción láctea. No se recomienda sobre acondicionar las vacas secas como tampoco forzar las vacas a perder peso durante el periodo seco. La condición corporal depende del periodo de lactación y se debe regular sola a finales de la misma. La vaca pierde condición en el periodo posparto ya que no consume suficiente energía requerida para su lactación. La energía extra que necesita la vaca lactante proviene de los depósitos corporales de grasa (lomos, costillas, base de la cola y cadera) y es por esta única razón fisiológica que el animal pierde condición.

LECTURAS RECOMENDADAS

Centro de Investigaciones de las Antillas Guayanesas. Unidad de Investigaciones Zootécnicas. Uso de poblaciones bovinas autóctonas para la producción de carne en el Caribe. INRA. 1990.

Cooperative Extension Service. Body condition scoring of beef cows. Oklahoma State University. Stillwater, OK. 2000.

DaSilva-Mariante A. Animal genetic resources used for meat production in Latin America and the Caribbean. EMBRAPA/CENARGEN, Brasilia. 1990.

Isea W., Román R., Aranguren-Méndez J.A., Villasmil Y. Notas de clase, Cátedra de Genética Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. 1997.

Isea W, García A, Hahn M. Curso de extensión y entrenamiento profesional veterinario sobre clasificación zootécnica de mestizajes, evaluación de condición corporal y juzgamiento de ganado vacuno. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. 1992-93.

Isea W, Román R. Evaluación genética de un rebaño lechero mestizo y su orientación futura para la producción de leche y carne. II Jonira, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. 1991.

Keown J. How to body condition score dairy animals. Cooperative Extension. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska, Lincoln. 1996.

Quintero-Moreno A. La raza Senepol como alternativa para mejorar las Ganaderías Doble Propósito en climas cálidos. En: Avances en la Ganadería de Doble Propósito. C. González-E. Soto-L. Ramírez. (eds). Pub GIRARZ. Ediciones Astro Data SA, Maracaibo-Venezuela. 2002.

Criterios para la formación de razas lecheras tropicales

Abelardo Rodríguez Voigt

*Genética Tropical C.A.Caracas-Venezuela
genetica@telcel.net.ve*

El ganado fue originario o autóctono en todos los países del mundo con la excepción de Australia, Nueva Zelanda y el Continente Americano. No se conoce con precisión como se estableció el ganado en los distintos países del mundo. Colón en su segundo viaje trajo ganado nativo de España al continente americano. De igual manera los colonizadores europeos trajeron rebaños de ganado a las regiones donde se establecieron. La tendencia fue siempre de introducir aquellas razas mejor adaptadas a cada región conquistada. En sus orígenes la industria láctea fue relativamente simple. La leche ordeñada de la vaca se consumía cruda. Con el tiempo, la industria se fue especializando, al punto que la obtención de la leche es el primer paso en el complejo proceso en el desarrollo de sus productos.

El desarrollo de la ganadería lechera en Venezuela tuvo sus inicios en los Estados Centrales del país mediante la explotación de animales importados, puros y de alto mestizaje de razas lecheras europeas de elevada producción, como la Holstein y/o Pardo Suizo en su mayoría. Las fincas lecheras se establecieron en zonas próximas a los centros poblados y la comercialización de la leche se efectuaba en las ciudades de dichos Estados. La importación de estos vientres especializados se inició en la década de los años 50 favorecida por la compra de dólares a precios de Bs. 3.35/dólar.

La instalación de grandes plantas procesadoras de leche en polvo en la Cuenca del Lago de Maracaibo ayudó a la formación de un rebaño mestizo lechero con base cebuina y criolla. Este tipo de ganado lechero se formó mediante el cruce indiscriminado de razas lecheras especializadas, esencialmente Holstein y/o Pardo Suizo apareadas con el ganado cebuino o criollo, dando origen a un mestizo originado en explotaciones de la zona de Perijá (Mosaico Perijanero) en la Cuenca del Lago de Maracaibo, de baja productividad (4-6 lts/vaca).

La carencia de políticas gubernamentales de largo plazo, la fijación y control de precios de la leche y/o la carne y la desaparición del programa nacional de Registros

Lecheros, entre otros, contribuyó a mantener la baja productividad de estos rebaños mestizos lecheros, ahora denominados de Doble Propósito. La presencia de productores progresistas, en esa y otras zonas, apoyados en programas sostenidos de investigación, fomentaron la formación de razas lecheras en Venezuela. Fue así como, mediante el cruce de vacas criollas oriundas de la Región de Quebrada Arriba con Toros Pardo Suizo se logró el desarrolló en la Región de Carora, Estado Lara, el ganado tipo Carora, reconocido oficialmente por el Ministerio de Agricultura como Raza Carora.

Más recientemente (1978) con apoyo de investigadores del FONAIAP (hoy INIA) y de la Universidad Central de Venezuela se desarrolló el ganado Tipo Yaracal, en la Región Nor Oriental del Estado Falcón, mediante el apareamiento de vacas acbuadas de bajo mestizaje lechero con semen de Toros Mambí cubano. La formación de las llamadas “nuevas razas” en los países del trópico ha contado siempre con el esfuerzo sostenido de productores progresistas apoyados por investigadores quienes han evaluado el comportamiento productivo y reproductivo de los rebaños.

Algunos criterios que, a juicio del autor, se necesitan implementar, en regiones donde los productores deseen fomentar el desarrollo de una “nueva raza tropical”. Son:

- 1) Escogencia de Razas progenitoras.
- 2) Introducción de un Programa de Registros de Leche y Carne.
- 3) Clasificación y caracterización por fenotipo de cada animal.
- 4) Implementación de un plan de apareamientos.
- 5) Análisis de la base de datos acumulada.

Escogencia de Razas Progenitoras. La formación de “nuevas razas” lecheras tropicales han surgido por el apareamiento sistemático de razas de origen *Bos taurus* y *Bos indicus*. Las primeras escogidas por su potencial genético de producir grandes cantidades de leche y las segundas, por su tolerancia al calor, resistencia a enfermedades propias del trópico y su habilidad de aprovechar pastos tropicales. La escogencia de una raza y el diseño del plan de apareamiento, debe tomar en consideración el tipo de ambiente al cual se exponga esta “nueva raza”. Cuando el potencial genético es mayor al 50% de genes europeos, ocasiona disminución en el consumo de alimentos, origina alta temperaturas corporales, predispone al animal a enfermedades tropicales y brotes de parásitos, causando alta mortalidad. Cambios en las prácticas de manejo pueden ser utilizadas para reducir las interacciones del efecto genético-ambiental.

La posibilidad de obtener un animal con una producción satisfactoria de leche y carne, combinada con una buena resistencia al medio ambiente tropical ha sido demostrada en muchos países del trópico. Esta “nuevas razas” necesitan el esfuerzo constante de productores progresistas quienes han aplicado paquetes tecnológicos modernos, implementados a largo plazo. Algunas de estas nuevas razas conocidas también como razas sintéticas, son: Jamaica Hope lechero (Jamaica), la raza Pitanqueiras y Gyr Holando (Brasil), Cebú lechero australiano (Australia), Taurindicus, ganado lechero tropical de Nueva Zelanda, el ganado Siboney (Cuba), la raza Carora y el ganado tipo Yaracal (Venezuela). Con la excepción de la raza Carora, la cual se for-

mó mediante el cruce de vacas criollas y toros de la raza Pardo Suizo, las demás razas mencionadas se formaron mediante el cruce de especies *Bos taurus* x *Bos indicus*.

Introducción de un Programa de Registros de Leche y Carne. El éxito de una empresa lechera dependerá en gran medida del uso de los registro lecheros. Ello permitirá al productor tomar decisiones acertadas en el manejo del rebaño. La información acumulada y analizada por especialistas en Genética, permitirán la correcta selección de las novillas de reemplazo, hijas de las mejores vacas del rebaño. La base de datos acumulada de los distintos rebaños permitirá detectar vacas Elite capaces de procrear machos reproductores, base fundamental en el mejoramiento genético de esos rebaños.

El manejo del rebaño requiere un esfuerzo sistemático y organizado en la recolección diaria de la información para su uso correcto. La toma de los datos implica no solamente que una vaca debe ser servida sino también cuando servirla, cuando verificar si esta preñada o vacía y cuando debemos empezar a contar los días en que se inició la gestación para proyectar el día de secar la vaca. Este es el tipo de información requerida para manejar eficientemente el rebaño lechero.

De igual forma para que los registros, al ser analizados, proporcionen información confiable se requiere que los productores identifiquen correctamente sus vacas. El ganadero debe ser la única persona en la finca responsable por velar la correcta identificación de todas sus vacas. El ganadero debe asumir esa responsabilidad. Para que un Sistema de Registros funcione adecuadamente los productores deberán velar para que las 4 siguientes premisas se apliquen cabalmente: confiabilidad, continuidad, cantidad y calidad.

Confiabilidad. El ganadero debe crear la confianza de que los datos tomados en su finca son correctos. Los datos deben ser reportados mensualmente a un Supervisor, quien remitirá la información acumulada al Centro de Computación para ser procesada electrónicamente. Para asegurar esa confiabilidad el productor deberá: a) comprometerse a identificar todas sus vacas, b) hacer como rutina la anotación diaria de todos los eventos que ocurran en su rebaño, c) corregir y editar rápidamente los errores y, d) resumir la base de datos para utilizarla en el manejo del rebaño.

Continuidad. Una vez que el productor decide incorporar su base de datos a un programa de Registros Computarizados esta no debe interrumpirse, a menos que tome la decisión de vender el rebaño. La suspensión del Control de Producción interrumpe la evaluación y la interpretación científica de la base de datos, alterando en buena medida la detección de vacas Elite para la escogencia de los toretes que han de seleccionarse para avanzar en el mejoramiento genético de los distintos rebaños.

Cantidad. La cantidad de datos disponibles a la hora de analizar científicamente la información acumulada, dará mayor precisión en la selección de vacas y toros superiores. Por ello recomendamos que los sistemas de registro utilizados en las distintas regiones del país sean compatibles, ya que habrá mayor información al momento de ser analizada.

Calidad. La calidad de la información permitirá avanzar en la conducción de programas de selección de las hembras tomando en cuenta los aspectos productivos y reproductivos de las vacas así como la selección de los machos basada en la prueba de la Potencialidad Genética o prueba de Progenie. Dicha prueba permite estimar el ge-

notipo de un macho tomando en cuenta la producción de sus hijas. En toretes Doble Propósito podría pensarse en realizar pruebas de Comportamiento a Pastoreo donde se mediría las diferencias de peso como instrumento del mejoramiento genético de los toretes en prueba.

Clasificación y Caracterización Individual por Fenotipo. La clasificación individual por fenotipo es un paso importante para el plan de apareamiento a seguir, sobre todo, en animales Doble Propósito.

Implementación del Plan de Cruzamientos. La formación de nuevos tipos raciales o razas tropicales exige a los ganaderos implementar en sus rebaños un riguroso plan de cruzamientos, el cual debe ser ejecutado a largo plazo. Dos de los sistemas más utilizados para la formación de nuevas razas en el trópico son: los Cruzamientos Combinados y el Mejoramiento de las Poblaciones Existentes, partiendo este último de la clasificación y caracterización previa del rebaño:

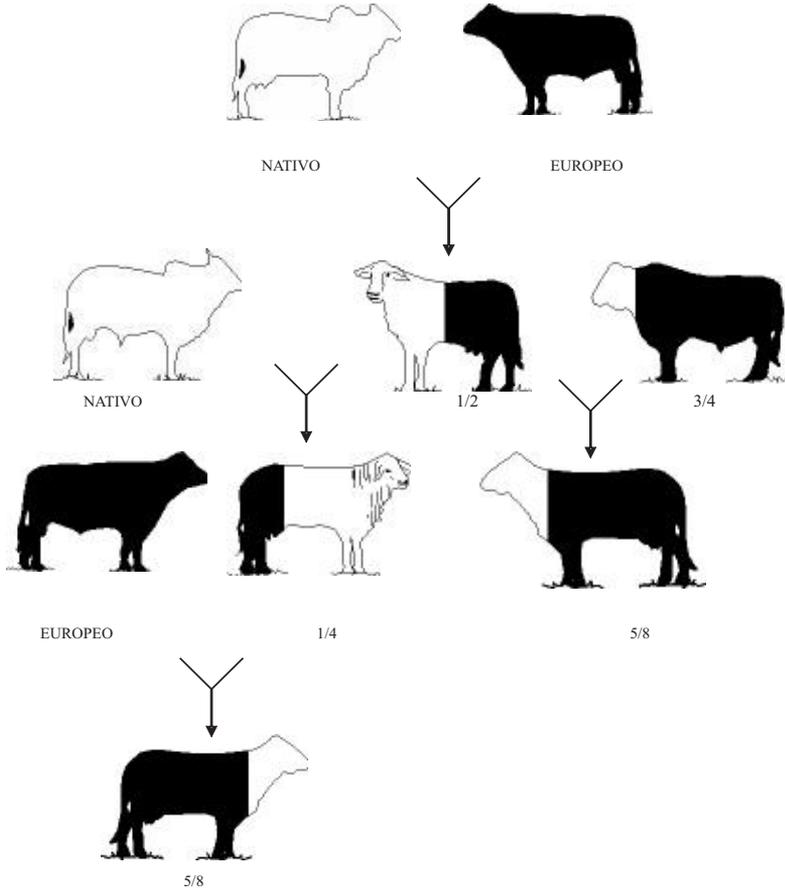
Cruzamientos Combinados. Es cuando se aparean dos o más razas progenitoras con el propósito de reunir las características deseables de cada una de ellas, procurando que estas sean transmisibles a sus descendientes de padres e hijos. Por lo complicado del sistema, se requiere del asesoramiento de expertos en Genética, Reproducción y Manejo de los distintos rebaños. Además debe planificarse previamente el nivel de herencia europea que se desea obtener. Es necesario detectar los caracteres deseables logrados en las generaciones sucesivas, ejerciendo presión de selección para fijar los genotipos deseables derivados de los cruces y tratar de mantenerlos en la nueva raza. Este esquema de cruzamiento se ilustra en la Figura 1.

Dicho sistema parte del cruce de reproductores de razas puras hasta alcanzar un nivel de herencia $5/8$ de la raza europea y $3/8$ de la raza cebú. El sistema permite la evaluación sistemática de los cruces intermedios mediante el análisis de la base de datos de los distintos genotipos. Los nuevos tipos formados en los cruces se aparean "inter se" siendo en esta etapa del trabajo donde la selección de los toros obtienen la máxima importancia.

Mejoramiento de las Poblaciones Existentes. Es el sistema más recomendable para optimizar la productividad de los rebaños mestizos indefinidos "tipo mosaico", ya que permite la transformación por otros más uniformes. El sistema se ilustra en la Figura 2. Tal como se indicó previamente, es menester clasificar y caracterizar los distintos rebaños y contar con un sistema computarizado de registro, a fin de ejercer una rigurosa presión de selección en las generaciones siguientes, para detectar las características deseables de los nuevos tipos raciales. Fue siguiendo este esquema que se formó en la Costa Oriental del Estado Falcón el Ganado Tipo Yaracal.

Análisis de la base de datos acumulada. La base de datos acumulada en los Centros de Computación será la fuente principal, para la selección de los toretes a ser utilizados en la formación de los Tipos Raciales mejorados. Se deben establecer criterios firmes para la selección de estos toretes de distintos grados de herencia europea. El análisis de la base de datos debe ser hecho exclusivamente por expertos en genética. Esta base de datos permitirá avanzar en el mejoramiento genético de los distintos rebaños.

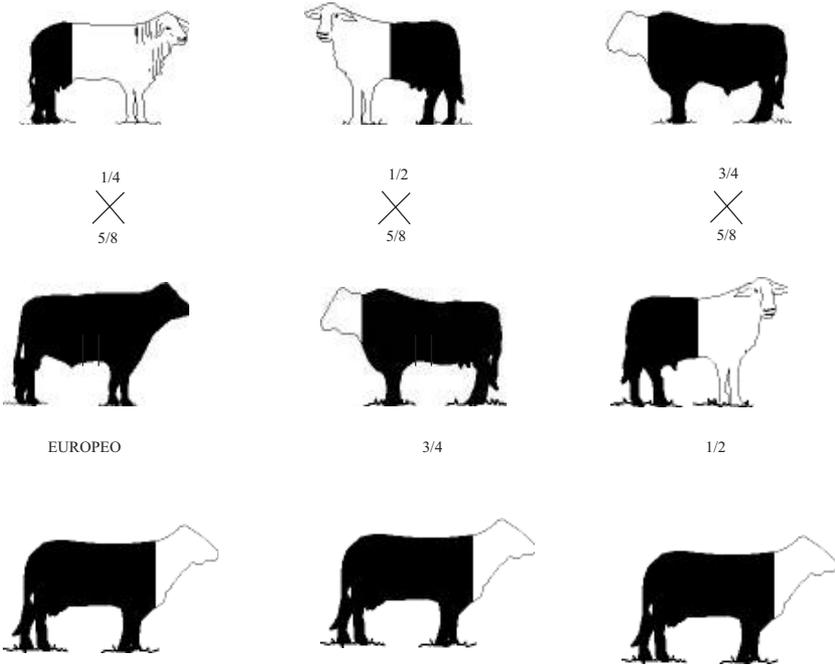
Figura 1
Formación de razas y/o tipos raciales por el sistema
de Cruzamientos Combinados



Se deberá establecer el nivel mínimo de producción que han de alcanzar las vacas de distintos grados de herencia europea, para ser elegidas como madre de futuros toros. Los rendimientos de las vacas deben ser ajustados previamente con el uso de todas las constantes significativas, correspondientes a los factores que afectan la producción tales como: tipo racial, edad, N^o de partos de la vaca, su periodo seco previo, año y época del parto, la sumatoria de los efectos no cuantificables de manejo y alimentación, resumidos en las diferencias entre fincas, etc.

Una vez llegado al nivel óptimo de cruzamiento que como ya dijimos favorece al tipo racial 5/8, se debe empezar el apareamiento “inter se” con el uso de toros de la

Figura 2
Formación de razas y/o tipos raciales partiendo del mejoramiento de rebaños mestizos existentes



misma generación. Estos toros deberán seleccionarse en base a su pedigrí, lo cual obliga a mantener un programa de registro lechero eficiente, donde se conozcan los registros de producción de su madre y de la abuela paterna, los cuales deben ser notablemente sobresalientes en comparación al promedio.

En conclusión, se puede decir que la formación de tipos raciales y/o razas lecheras en el trópico demanda un esfuerzo sistemático por parte de los ganaderos participantes. Se observa que buena parte de este esfuerzo está orientado a mantener registros de producción de leche y carne confiables, mantenidos por largos períodos de tiempo, en cantidad y calidad suficiente. Sus características raciales y hereditarias estarán supeditadas al ambiente donde estos animales han de ser explotados.

LECTURAS RECOMENDADAS

Bodisco V, Rodríguez-Voigt A. Ganado de Doble Propósito y su Mejoramiento Genético el Trópico. E.L. Editores, Maracay, Venezuela 327pp. 1985.

López D. Evaluación de los Cruzamientos en las Ganaderías de Doble Propósito. Su desarrollo en Cuba. En: Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury, E. Soto-Belloso (eds) Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. III: 59-75. 1998.

Mc Dowell RE. Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health and fitness. *J. Dairy Sci* 68: 2418-2435. 1985.

Rodríguez-Voigt, A, Bodisco V. Formación de Tipos Raciales Lecheros Adaptados al Trópico Venezolano. Cromotip, Caracas-Venezuela. 110pp. 1991.

Rodríguez-Voigt A , Verde O, Berbin W, Rodríguez ME. Origen y Formación del Ganado Tipo Yaracal. Comportamiento productivo y reproductivo. En: Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. C. González- Stagnaro, N. Madrid-Bury, E. Soto-Belloso (eds) Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap VII: 121-134. 1998.

Rodríguez-Voigt A , Verde, O. Aspectos Productivos de Rebaños Doble Propósito en diferentes Regiones Agro ecológicas de Venezuela. En: Avances en la Ganadería de Doble Propósito. C. González-Stagnaro, E. Soto-Belloso, L. Ramírez Iglesia. (eds) Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo-Venezuela. Cap VI 89-104. 2002.

Selección de hembras

Gilberto A. Pérez Quintero, MV, MSc. Manuel G. Gómez Gil, MV, MSc

*Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”.
Decanato de Ciencias Veterinarias. Tarabana – Cabudare
gilbertoperez@ucla.edu.ve, manuelgomez@ucla.edu.ve*

Toda empresa ganadera tiene entre sus objetivos finales el incremento de la productividad, la rentabilidad y la competitividad de la unidad de producción. Para alcanzar estos objetivos, el ganadero puede hacer dos cosas: mejorar las condiciones ambientales (nutrición, sanidad, manejo) y establecer un programa de mejoramiento genético. Implementando ambas se intentará alcanzar una máxima eficiencia económica.

En un programa de mejora genética se pueden aplicar dos estrategias: el establecimiento de *sistemas de apareamiento* y la *selección de reemplazos*. Sobre este último aspecto nos ocuparemos en este tema.

El proceso de selección implica una inversión de tiempo y esfuerzo en la toma rutinaria de información en el campo, así como en su procesamiento e interpretación. Los posibles beneficios del control de producción para los propósitos de selección son: A corto plazo, la identificación y el descarte de los animales menos productivos tendría un impacto positivo inmediato sobre el nivel promedio de producción del rebaño. A más largo plazo, la respuesta a la selección dependerá de la magnitud de las diferencias genéticas existentes entre los animales para cada característica y de las correlaciones genéticas existentes entre éstas. Pero la decisión de incluir o no tales características en el programa de selección dependerá de ciertas condiciones básicas que permitan predecir, con relativa seguridad, el éxito del mismo. Esas condiciones, fundamentalmente, son:

1. **Variabilidad genética.** Si es lo suficientemente alta para la característica a incluir, permitirá un aceptable progreso genético en el tiempo.
2. **Importancia económica.** Permite determinar el grado de énfasis a poner en la selección de cada uno de ellos.

3. **Posibilidad de medirlas en las condiciones vigentes de campo.** Nos indicará el balance que debe hacerse entre la cantidad de información a obtener y el costo y las dificultades prácticas de obtención de esa información.

Además, se deben identificar los factores no genéticos que afectan cada carácter (nutrición, salud, clima, sistema de ordeño, edad de la vaca, entre otros) y cuantificar la magnitud de esos efectos, con el fin de poder realizar comparaciones apropiadas entre animales que producen en diferentes condiciones ambientales.

¿QUÉ CARACTERÍSTICAS SE DEBEN INCLUIR EN EL PROGRAMA DE SELECCIÓN DE HEMBRAS?

Se debe dar prioridad a las características de mayor variabilidad genética aditiva que maximicen el beneficio económico:

Producción de leche. En los sistemas de Doble Propósito (DP) los ingresos provenientes de la leche suelen constituir alrededor del 70% de los ingresos totales. Hasta la fecha, la evidencia ha mostrado que esta característica tiene suficiente variabilidad genética como para justificar su inclusión en programas de selección, y su enorme importancia económica indica que debe ser considerada como prioritaria en la evaluación y selección de hembras.

Para medir la producción de leche se recomienda hacer pesajes individuales a intervalos regulares. En sistemas DP, debido a la práctica común de la alimentación a pastoreo, se asume que los efectos de las condiciones ambientales sobre la producción diaria son muy marcados, por ello se recomienda pesajes al menos cada dos semanas en estos sistemas de producción.

La cantidad de leche total producida por lactancia de cada hembra se calcula multiplicando la producción del día de pesaje por el número de días entre un pesaje y otro y luego sumando los subtotales. Por ejemplo, si los pesajes de leche en una determinada explotación se realizan los días 1 y 15 de cada mes y una vaca produce en el día 1 del mes de junio 8 kg de leche, entonces la producción de leche de esa vaca durante la primera quincena de ese mes es de 8 kg multiplicados por 14 días (desde el 1 al 14 de junio), es decir, 112 kg de leche. Se repite el procedimiento para calcular la producción de leche durante la segunda quincena del mes de junio, multiplicando el valor del pesaje del día 15 por el número de días restantes del mes. De esta manera se obtienen los subtotales de todas las quincenas a lo largo de la lactancia de cada vaca. Sumando todos los subtotales se obtiene la *producción de leche total por lactancia*.

Comúnmente se cometen dos errores en el registro y posterior manejo de los datos. Uno de ellos se refiere al manejo de datos de “lactancias anormales”. Es indispensable que los registros incluyan los datos de todos los animales que entren en ordeño. No se deben excluir datos de animales con lactancias cortas o de aquellos que no lactan (se les asigna 0 kg de producción de leche), a menos que haya una explicación clara basada en accidentes o enfermedad, ya que muchos de estos eventos pueden tener una explicación genética.

Otro error se refiere a la corrección de datos de producción de acuerdo a la *duración de la lactancia*, la cual representa uno de los principales factores no genéticos que afectan la precisión de las evaluaciones genéticas. La comparación de vacas con base

en su producción de leche por lactancia suele hacerse a una lactancia de duración máxima fija, la cual usualmente es de 244 días para sistemas DP. En este punto debemos considerar dos situaciones: aquellas vacas que no alcanzan los 244 días de producción y aquellas que sobrepasan dicha duración. Para vacas que excedan ese límite, la producción corregida a 244 días no incluye la leche producida posteriormente. Por ejemplo: Si una vaca "A" produjo 1500 kg de leche total en 264 días, y su último pesaje fue de 3 kg, se estima que su producción corregida a 244 días es $1500 - (3 \times 20)$, es decir, 1440 kg (Nótese que se le resta la cantidad producida en los últimos 20 días de la lactancia real). Cuando se trata de lactancias que duraron menos del lapso establecido no es válido extender matemáticamente el valor de la producción. Por ejemplo: Si una vaca "B" produjo 1000 kg en 200 días (un promedio de 5 kg/día) su producción corregida a 244 días **NO** es $244 \times 5 = 1220$ kg. Los datos de lactancias que no alcanzaron la duración establecida **NO** necesitan corrección, sencillamente se asume que esa vaca produjo 1000 kg en 244 días.

En los sistemas de producción en los que el ordeño va acompañado del amamantamiento natural, es común observar diferencias en cuanto a la proporción de leche dejada para el becerro dependiendo de su edad y estado físico. Esto constituye una fuente de variación no genética que afectará la comparación entre vacas por lo que, en la medida de lo posible, el productor debe tratar de que el sistema de ordeño sea uniforme para todas las vacas.

Otros factores no genéticos importantes que afectan los niveles de producción de leche de un rebaño son: año de parto, época del año en que ocurre el parto, edad de la vaca, número de ordeños por día, período seco previo y período vacía actual.

Eficiencia reproductiva. La fertilidad es de primordial importancia económica. Una mayor eficiencia reproductiva conlleva un mayor número de períodos de máxima producción láctea a través de la vida de la vaca, un mayor número de vacas en ordeño, una mayor disponibilidad de animales para selección de reemplazos y mayores ventas de machos para carne o reproducción. Además, la disponibilidad de novillas de reemplazo es el principal factor determinante de la intensidad de selección que se puede ejercer en cada rebaño.

La mayoría de los estimados de variación genética para características de fertilidad en hembras en el trópico son muy bajos, pero es probable que los resultados disponibles subestimen la variación genética real, puesto que los parámetros generalmente utilizados para medir fertilidad (número de servicios por concepción, días de intervalo entre partos, etc.) no permiten cuantificar el comportamiento de los animales "problema" que no vuelven a concebir o parir. Por otra parte, existen evidencias de una marcada correlación negativa entre fertilidad y producción de leche en rebaños tropicales, con indicios de tener base genética, lo cual hace necesario incluir ambas características en el programa para evitar la disminución de la fertilidad a causa del avance genético que pueda lograrse en producción de leche.

Los factores no genéticos que deben considerarse en la evaluación de la fertilidad de hembras dentro de un rebaño normalmente incluyen: año de parto, estación de parto, edad de la vaca, normalidad o anormalidad del parto anterior, sistema de servicio (natural o artificial) e inseminador (en caso del uso de inseminación artificial).

Crecimiento. Se debe incluir el peso del becerro como uno de los indicadores del mérito de la vaca (habilidad materna) en sistemas de ordeño con amamantamiento sin suplementación del becerro. En estos sistemas, es posible que la restricción del amamantamiento promueva la búsqueda más temprana de nutrientes distintos a la leche materna (forrajes, por ejemplo) lo que incrementaría las diferencias entre vacas debidas a un efecto no genético. Por lo tanto, el peso del becerro a una edad anterior al destete (4 meses de edad aproximadamente) es un indicador más preciso del mérito de la madre. En caso de que el sistema esté basado en amamantamiento restringido con suplementación de los becerros, el crecimiento predestete de los becerros es un mal indicador de la habilidad materna, más aún si los becerros son alimentados en grupos de manera que aquellos que consuman menos leche puedan compensar con un aumento en el consumo de alimento.

En cuanto al crecimiento postdestete, la selección debe ser aplicada a las novillas. Así, deben descartarse aquellas novillas que no alcancen el peso requerido para servicio a una edad razonable, el cual debe ser de 65 a 70% del peso adulto. Se sugiere fijar una edad límite entre 3 a 6 meses por encima de la edad promedio a la que las hembras alcanzan la edad de servicio en el rebaño bajo consideración, de tal manera que aquellas novillas que no se preñen antes de la edad límite fijada deben ser eliminadas del rebaño.

Apariencia externa. Los animales a seleccionar deben estar libres de defectos anatómicos hereditarios que afecten su desempeño productivo, de eso no cabe duda. Por lo tanto, la discusión en este punto no se referirá a la toma de decisiones con respecto a la existencia o no de defectos visibles, sino a la enorme importancia económica que parece dársele a las características de *conformación o tipo*, como si la conformación tuviera un valor *per se* muy importante. Sin embargo, la única justificación aceptable de esta situación sería que la conformación sirviese como base confiable para predecir el comportamiento productivo, especialmente en aquellas características que son difíciles o imposibles de medir en el animal vivo o que sólo se manifiestan al final de su vida, tales como peso al sacrificio o características de calidad de la canal.

En términos generales, se sabe que la evaluación de la conformación es subjetiva y, aun en manos de clasificadores expertos, la diferencia entre ellos ejerce efectos importantes sobre los puntajes asignados a los animales. Además, ningún aspecto de la conformación ha demostrado ser consistentemente más útil que los datos de producción para predecir el valor genético del animal para características productivas. Así que el exagerado valor atribuido en el mercado a animales excelentes en conformación no es justificable en términos de su valor al productor comercial.

Estas son razones suficientes para concluir que ningún aspecto de conformación debe incluirse en programas de selección en el trópico mientras no se cuente con datos científicos generados localmente que lo justifiquen económicamente.

Otras características. Ocasionalmente pueden ser incluidos otras características en la selección, dependiendo de la importancia económica que posean en ciertas circunstancias. Una de ellas es *el porcentaje o volumen de sólidos lácteos*. Sin embargo, la dificultad de medir sólidos en vacas individualmente y la falta de compensación económica por calidad organoléptica en la actualidad imposibilitan su inclusión en forma generalizada.

La sobrevivencia es de vital importancia económica. Tradicionalmente, las características asociadas con la habilidad para sobrevivir y reproducirse tienen baja variabilidad genética. Sin embargo, cuando se han incluido estudios de sobrevivencia de crías en las pruebas de progenie de toros lecheros, se han encontrado grandes diferencias entre reproductores en cuanto a la mortalidad perinatal tanto de su progenie como de las crías de su progenie hembra. La medición de este carácter se realiza por la mortalidad de becerros, siendo afectado por los efectos de año, época de parto, edad de la vaca (novilla *versus* vaca adulta) y sexo de la cría. En sistemas DP, donde el becerro generalmente no se encuentra todo el tiempo con su madre, es importante registrar las causas diagnosticables de muerte neonatal, ya que no se debe tomar en cuenta este evento para efectos de eliminación de hembras cuando la causa de muerte no sea atribuible a una pobre habilidad materna, tales como enfermedades, accidentes o manejo inadecuado, entre otros.

¿Y ahora... cómo hacemos la selección de las hembras de reemplazo? Antes de poder utilizar los datos, se requiere de un análisis mínimo simple con el objeto de reducir la variación causada por factores ambientales y que enmascaran el valor genético de los animales. En ese sentido se pueden hacer:

- Ajustes matemáticos, similares al explicado anteriormente para corregir las lactaciones a una duración fija de 244 días.
- Modificaciones de manejo que permitan uniformizar el trato a los animales, por ejemplo al uniformizar el sistema de amamantamiento.
- Comparaciones de vacas dentro de grupos de manejo uniformes (grupos contemporáneos). Es decir, se comparan hembras nacidas en el mismo año y época del año (edad contemporánea), con similar número de lactancias (vacas de primer parto *versus* vacas de dos o más partos, por ejemplo), que paren en la misma época del año (lluvia o sequía, por ejemplo), etc.

Luego, el primer paso es preseleccionar las hembras que van a entrar a servicio de acuerdo a los criterios establecidos al discutir el “*crecimiento*”. El procedimiento a utilizar para trabajar con los datos de crecimiento ha sido descrito ampliamente. Recomendamos referirse a las memorias de los cursillos sobre bovinos de carne editados anualmente en la UCV.

En el caso de la producción de leche, para hacer los ajustes de los registros se recomienda separar los datos del rebaño en grupos de acuerdo al año, época del año en que ocurre el parto y edad de la vaca (o número de lactancia). Por ejemplo, si las condiciones climáticas o la disponibilidad–calidad de alimento varían considerablemente a lo largo del año, se pueden dividir los datos del rebaño en épocas del año en que ocurre el parto (seca – lluviosa o con alta y baja disponibilidad– calidad de alimento) y en dos grupos (vacas de primer parto y vacas adultas). Así, los datos se dividirán en cuantos grupos sean necesarios de acuerdo a los factores no genéticos que afecten al rebaño en cuestión. Luego se calcula el promedio de los datos de cada grupo (por ejemplo: el promedio del grupo de vacas de primer parto que parieron en época seca) y se compara el registro de cada vaca con el promedio del grupo al que pertenece. El proceso se repite para cada lactancia que tiene la vaca. Los datos finales se expresan como desviaciones de los promedios utilizados. Así, una vaca con +150, -60 y +350 significa que

produjo 150 kg por encima del promedio de su grupo en la primera lactancia, 60 kg menos en la segunda y 350 kg más en la tercera, y su evaluación global es el promedio de las tres cifras. En el caso de fertilidad el procedimiento es similar en el sentido de comparar los registros de intervalos entre partos de cada vaca con el promedio del grupo contemporáneo al que pertenece, siendo superiores las vacas con intervalos entre partos menores al promedio de su grupo.

Consideraciones finales. Ya que la evaluación de las vacas debe basarse en una combinación de características, es imperioso utilizar un procedimiento apropiado para estimar el mérito de cada una de ellas. En este caso, una alternativa viable y fácil de aplicar es calcular el valor genético de las vacas para cada carácter de interés y se fijan límites aceptables de comportamiento para cada propósito. Se descartarán aquellas vacas que sean inferiores para todas las características simultáneamente y aquellas que sean extremadamente pobres para cualquiera de ellas. Se utilizarán como madres de toros aquellas vacas sobresalientes para todas las características en evaluación.

LECTURAS RECOMENDADAS

Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Normas de evaluación genética de bovinos de carne, leche y doble propósito en el Trópico Latinoamericano. Vol. 23. Suplemento 1. México. 1988.

Fernández N. Aspectos técnico-económicos de la ganadería bovina de doble propósito de la Cuenca del Lago de Maracaibo. En: *Ganadería Mestiza de doble Propósito*. C. González-Stagnaro (ed). GIRARZ. Primera Edición, pp 536. 1992.

Pérez G, Gómez M. Factores genéticos y no – genéticos que afectan la producción de leche y el intervalo entre partos de un rebaño pardo suizo bajo condiciones tropicales. VI Jornadas de Investigación del Decanato de Ciencias Veterinarias de la UCLA. 2003.

Vaccaro L. Un programa genético simple para rebaños de doble propósito. En: Peña de Borsotti, N. y D. Plasse (Eds.). *III Cursillo sobre Bovinos de Carne*. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. 1987.

Vaccaro L. Registros de producción en la ganadería de doble propósito. En: Peña de Borsotti, N. y D. Plasse (Eds.). *VI Cursillo sobre Bovinos de Carne*. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. 1990.

Selección de novillas de reemplazo

Yenen Villasmil-Ontiveros, MV, Rafael Román Bravo, MV, Ph D

*Cátedra de Genética Animal, FCV-LUZ
ovillasmil@luz.edu.ve, rafaelroman@cantv.net*

Un programa de mejoramiento genético para los trópicos es un planteamiento antiguo con repercusiones actuales. La empresa ganadera al enfocarse como un sistema de producción tiene como objetivo principal obtener la mejor relación costo beneficio para maximizar las ganancias y mejorar la rentabilidad del negocio. Una de las estrategias más importantes en este proceso de gerencia es manejar el recurso animal. En este punto hemos observado sistemas de producción que no invierten grandes sumas de dinero en el negocio y que obtienen a cambio bajos niveles de ingresos y sistemas donde se invierte una cantidad de dinero considerable cuyo el retorno no cubre las expectativas planteadas. Algunos autores coinciden en que la inversión debe hacerse estratégicamente para obtener los resultados esperados.

En el capítulo anterior, se dejó la interrogante sobre la selección de las hembras de reemplazo en una ganadería DP. En este aspecto debemos destacar que los sistemas de doble propósito (DP) en los trópicos están enfocados en la obtención de ingresos por la venta de leche y carne bovina en proporciones que varían según la zona agroecológica, el tipo de animal utilizado, la política nacional del momento y las preferencias del productor. Partiendo de esta información concluimos que no existe un animal perfecto para todos los sistemas tropicales y cada criador en conjunto con los agrotécnicos que le asisten debe definir los objetivos y las metas que persiguen según su situación.

Lo fundamental en la elección de los animales que participaran en el sistema es que deben reunir las cualidades necesarias para producir bajo condiciones de manejo definidas. A grandes rasgos: la producción de leche, el crecimiento, la reproducción y la sobrevivencia son las características que inciden de una forma dramática en la generación de ingresos, son medibles y generalmente existe variación dentro de un rebaño. El progreso en cada una de ellas depende entre otras cosas del índice de herencia, que es la proporción en la cual se hereda la característica y el cual depende de los genes aditivos.

Anualmente las novillas de reemplazo deberían sustituir como mínimo el 10 ó 20% de las vacas del rebaño, por lo que el aporte anual de hembras debe ser suficiente para cumplir con las metas de renovación del rebaño. Este es un subsistema que generalmente está poco atendido debido a que el grupo de novillas no es productivo hasta que alcanzan los dos años de edad o más, momento en el cual comienzan los servicios reproductivos. Es importante resaltar que el costo de levantar novillas es alto, y que la rapidez con la cual se realiza influirá en la eficiencia de la utilización de los recursos en el sistema de producción. Si las novillas entran al servicio y se descartan las que no cumplen las metas lo más rápido posible, se tendrán menos animales en grupos no productivos dentro del rebaño.

La mejor estrategia para la selección es utilizar los valores de cría estimados con el Modelo Animal u otras metodologías, en una población lo suficientemente grande y tomando en cuenta los objetivos de la explotación. Si éste no fuere el caso, la estrategia a seguir es la implementación de la selección dentro de cada rebaño con registros individuales ajustados. A continuación presentamos varias etapas en la vida de las hembras y las consideraciones en cuanto a selección, descarte y mortalidad a tomar en cuenta en cada una de esas etapas.

Nacimiento. El peso al nacer es una característica que tiene poca importancia económica. En general, es indispensable evitar un aumento excesivo del peso al nacer de los becerros ya que pesos muy elevados al nacimiento tienden a incrementar el índice de distocias en el rebaño. Los pesos ideales en nuestros rebaños mestizos van a depender del tamaño de las vacas pero se señalan pesos ideales entre 30 y 35 kg. En novillas, para evitar las distocias se recomienda la utilización de toros con valores de cría bajos que produzcan crías pequeñas que no tengan problemas al nacer. En general, se recomienda evaluar los valores de cría de los toros y verificar que los toros seleccionados con valores altos para el peso al nacer se utilicen en vacas grandes con buena amplitud de caderas. La heredabilidad de esta característica es media y oscila entre 25 y 35%, por lo que podría responder fácilmente si es incluida en algún programa de selección.

Destete. La etapa predestete es fundamental en el desarrollo de las hembras. En este periodo el crecimiento de los terneros tiene dos componentes genéticos importantes; el primero, es su genotipo que es el componente genético heredado de sus padres y el segundo es la habilidad materna, que es la capacidad que tiene la vaca de producir leche y atender al becerro.

Aunque en teoría se utiliza el peso ajustado a los 205 días (P_{205}), en la práctica casi nunca un becerro es pesado en ese momento, por lo que se recurre a fórmulas sencillas que ajustan el peso según la tasa de crecimiento de los mismos. Para este ajuste se utiliza la siguiente:

$$P_{205} = \left(\frac{P_x - P_n}{D} \right) \star 205 + P_n$$

Donde P_x es el peso tomado al animal entre los 160 y 250 días, P_n es el peso al nacer y D es la edad en días del animal en la fecha del pesaje. Este rango de días alrededor de los 205 días (160-250 días) permite un cierto grado de exactitud en la medición,

ya que mientras más se aleje el pesaje de los 205 días, mayores son las imprecisiones y los errores que se pueden cometer en el ajuste.

Aunque el P_{205} depende enormemente del sistema de producción, en el caso de becerros al pie de la madre ó en sistemas altamente tecnificados donde se hace especial énfasis en el crecimiento de los reemplazos, los becerros pueden ganar hasta 680 gr/día, por lo que un animal que nació con 35 kg podría alcanzar 175 kg. a los 205 días. Ciertamente, esta no es la realidad de la región zuliana, donde los P_{205} pueden oscilar entre 110 y 140 kg con unas ganancias diarias entre 390 y 540 gr. Los relativos bajos pesos, se corresponden con las prácticas de manejo donde se disminuye el consumo de leche de los becerros para obtener mayores ganancias por la venta de la misma a la industria.

Este valor aunque útil, debe ser ajustado por otros factores como la época de nacimiento, el sexo del becerro, al igual que el genotipo y la edad de la madre; estos factores han sido ampliamente discutidos en la literatura y de no ser tomados en cuenta pueden afectar la posición (ordenamiento) de los becerros en una prueba de comportamiento. Luego de los ajustes por los efectos antes mencionados se pueden eliminar entre el 10 al 15% inferior de los animales por baja tasa de crecimiento.

Post-destete. En la etapa de crecimiento post-destete es cuando el potencial genético del animal adaptado se diferencia de los otros genotipos. La capacidad de utilizar en climas tropicales de altas temperaturas y alta humedad, pastos de baja calidad hace las diferencias más marcadas entre los diferentes grupos raciales. En este periodo puede evaluarse a los 20 meses cuando en teoría los animales cruzados utilizados en nuestra ganadería debieran haber alcanzado 310 ó 320 kg o ajustando los pesos a los 2 años que se corresponde con el peso a los 730 días (P_{730}).

La fórmula de ajuste para el P_{730} es la siguiente:

$$P_{730} = \left(\frac{P_x - P_d}{D} \right) * 525 + P_{205}$$

Donde P_x es el peso tomado al animal entre los 685 y 775 días, P_d es el peso real al destete, P_{205} es el peso ajustado a los 205 días y D es el número de días transcurridos entre los pesajes P_d y P_x .

Al igual que se hizo con el P_{205} son ordenados los animales en forma descendente del más pesado al más liviano y se debería eliminar entre el 5 y el 15% inferior. Para esta característica la respuesta a la selección es mayor porque depende aproximadamente en un 50% de los genes con efectos aditivos ($h^2 = 45-60\%$).

Reproducción. Las características reproductivas por si solas tienen un bajo componente genético. Entre 90 y 95% de la variación en ellas se debe a los factores ambientales, es decir, alimentación, manejo, estado sanitario, condiciones climáticas y el estado fisiológico del animal. Por esa razón, el progreso genético por selección es bajo y el descarte de animales responde a una razón fundamental de manejo. De forma práctica, se pueden eliminar todas aquellas novillas que tengan más de tres servicios por concepción y aquellas que tengan bajo peso corporal hasta alcanzar un 10%.

Producción de Leche. Una buena meta de producción para las novillas sería entre 2000 y 2300 kg en 270 ó 305 días de lactancia. Evidentemente que las metas se se-

ñalan según el rebaño de cría, debido a que el reemplazo de los animales de la finca debe hacerse sobre la base de los registros de producción. Por ello, antes de comparar vacas con novillas se debe ajustar por lo que se conoce como “equivalente adulto” que es una relación entre el valor promedio de producción de las vacas adultas y la producción promedio de las novillas.

$$\text{Equivalente Adulto} = \frac{\text{Prod. Vacas Adultas}}{\text{Prod. Novillas}} =$$

A manera de ejemplo si el promedio de producción de las vacas adultas es 2500 kg y el de las novillas es 1950, el valor de ajuste para el equivalente adulto sería:

$$\text{Equivalente Adulto} = \frac{2500\text{kg}}{1950\text{kg}} = 1,28$$

Si una novilla produjo 2000kg en la primera lactancia su valor ajustado por el equivalente adulto sería de 2560 kg; que es el producto del valor de la lactancia por el factor de ajuste (2000 x 1,28).

En cuanto a la reproducción, un intervalo parto-concepción menor a 115 días sería lo ideal, pues conduciría a intervalos entre partos de aproximadamente 400 días. Debemos recordar que las condiciones de manejo y alimentación son determinantes en la disminución del intervalo parto-concepción, por lo que la supervisión en esta etapa es crucial para mejorar la eficiencia reproductiva. El descarte en esta etapa puede ser del 20% de acuerdo a las necesidades de reemplazo en la finca.

En cuanto a mortalidad, afortunadamente no tenemos mayores inconvenientes. Las tasas de mortalidad en cada una de las etapas seleccionan a los más aptos y solo reducen el número de hembras para elegir; mientras menor sea la mortalidad mayor cantidad de animales tenemos para efectuar la selección y mayores posibilidades para mejorar el rebaño. Las tasas de mortalidad se reflejan en el Cuadro 1 y nos dan una idea del número de animales que son seleccionados luego de restar los animales descartados y muertos.

Cuadro 1
Resumen de la eliminación de hembras por descarte y mortalidad en las diferentes etapas

Etapas	Descarte	Mortalidad	% Hembras restantes
Peso al Nacer		-	
C. Predestete	10%	5-10%	80-85%
C. Posdestete	10%	7-10%	60-65%
Reproducción	10%	-	50-55%
Prod de Leche	20%	0-4%	26-35%
Total	50%	15%	

El total de hembras restantes quedaría entre 26 y 35%, lo que nos da más oportunidad de hacer mayor presión de selección para avanzar más rápidamente en el espec-

to genético. Estos valores son una guía para implementar la selección en el rebaño; los valores de mortalidad y descarte pueden variar según las necesidades de cada explotación. La implementación de los registros seguros, confiables y detallados son el primer paso en la aplicación de estos sencillos principios de selección.

Las asociaciones de ganaderos deben dar el paso crucial de juntar esfuerzos para hacer evaluaciones genéticas de hembras y machos de forma organizada para identificar los genotipos más productivos y dentro de ellos los animales sobresalientes para permitir el desarrollo de una ganadería sólida y bien encaminada. Los profesionales y los criadores deben convertirse en los motores que impulsen este movimiento porque los esfuerzos aislados son menos productivos y más costosos en términos económicos y de trabajo.

LECTURAS RECOMENDADAS

Aranguren-Méndez J. El mestizo lechero 5/8 taurino en la región Zuliana, un genotipo promisorio para el trópico. En: Manejo de la Ganadería de Doble propósito. Ninoska Madrid-Bury, Eleazar Soto Belloso (ed). 1995.

Isea W, Villasmil Y, Durán D, Guzmán B. Abuelo Materno y Época de Nacimiento sobre el crecimiento de terneros Senepol en el Estado Yaracuy, Venezuela. Nota Técnica. Revista Científica FCV-LUZ, 11 (6); 510-516. 2001.

Isea W, Román R, Aranguren A, Villasmil Y. Crecimiento de terneros cruzados Senepol en el Estado Zulia, Venezuela. Revista Científica FCV-LUZ XIII (2): 130-138. 2003.

Isea W, Aranguren J. Crecimiento posdestete en becerras cruzadas de doble propósito. En: Manejo de la Ganadería de Doble propósito. Ninoska Madrid-Bury, Eleazar Soto Belloso (eds). 1995.

Schmidt G, Van Vleck L. Corrección de registros para factores no genéticos. En: Bases Científicas de la Producción Lechera. Editorial Acribia. 1980.

Alternativas para seleccionar toros: ventajas y limitantes

Manuel G. Gómez Gil, MV, MSc, Gilberto A. Pérez Quintero, MV, MSc

*Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”.
Decanato de Ciencias Veterinarias
Tarabana–Cabudare
manuelgomez@ucla.edu.ve, gilbertoperez@ucla.edu.ve*

La selección es un proceso que implica identificar de la manera más precisa posible a aquellos individuos (machos y hembras) de una población que son superiores en las características de importancia económica, dado que poseen genes favorables para dichas características; el objetivo es que esa superioridad sea transmitida a sus crías. La precisión del proceso de selección depende, en parte, de la cantidad y calidad de la fuente de información disponible, existiendo como regla general que, a mayor información de buena calidad (del individuo y sus parientes), menor será la probabilidad de cometer error.

Si bien es cierto que las vacas representan un componente importante dentro de cualquier rebaño, también es cierto que la mayor responsabilidad en el éxito del mejoramiento genético de los animales lo representa el macho. El toro es apareado con varias vacas y en consecuencia, cualquier error que ocurra en su selección se traduce en becerros (machos y hembras) de peor calidad genética en las próximas generaciones.

El presente trabajo tiene como objetivo principal mostrar las ventajas y limitantes de distintas estrategias de selección de toros, considerando la fuente de información disponible, los recursos y los esfuerzos a invertir en este proceso.

Selección individual. Se entiende por fenotipo a cualquier característica observable, clasificable o mensurable de un individuo, por lo tanto, son ejemplos de fenotipos el color del pelaje, presencia o ausencia de cuernos, grupos sanguíneos, producción de leche, ganancia de peso, etc.

La selección individual se refiere a la escogencia de individuos como reproductores sobre la base de sus propios registros. Este método es usualmente el más simple de aplicar y en algunas circunstancias puede dar una respuesta rápida a la selección,

sin embargo, este tipo de selección tiene algunas limitantes como: 1) No se pueden seleccionar toros cuando la característica sólo se manifiesta en las hembras (producción de leche); 2) Cuando la característica sólo puede ser medida post-sacrificio (rendimiento en canal), estamos obligados a mantener individuos inferiores por mucho tiempo (hasta la madurez sexual) y luego es necesario recolectar y conservar semen de todos los animales previo al sacrificio; 3) Cuando el carácter a considerar tiene un bajo índice de herencia (h^2), las diferencias fenotípicas no son buenos indicadores de las diferencias genéticas entre animales.

Un aspecto a considerar en este tipo de selección se refiere a la precisión de la misma. Cuando se aplica selección individual, la precisión de la selección dependerá, por una parte, del manejo del grupo de animales a comparar. Los animales deben compararse con sus contemporáneos y éstos deben estar sometidos al mismo manejo para poder establecer verdaderas diferencias genéticas entre ellos. Por otra parte, la precisión también depende del índice de herencia del carácter a seleccionar y en este caso la precisión sería igual a la raíz cuadrada del índice de herencia ($\sqrt{h^2}$), por lo tanto, a mayor índice de herencia, mayor será la precisión de la selección y se tendrá menor probabilidad de cometer error. Por ejemplo, si se quiere aplicar selección individual en base a crecimiento post-destete (peso a 548 días), suponiendo que el índice de herencia sea igual a 0,30, la precisión de selección sería $\sqrt{0.30} = 0,55$. En otras palabras, en este ejemplo se tendría una alta probabilidad (0,45) de equivocarse al seleccionar los toros sólo por sus pesos a los 548 días.

Los aspectos físicos de un toro pueden ser considerados desde dos puntos de vista principalmente. Primero lo referente a la apariencia externa, la cual es importante ya que los toros a ser seleccionados como reproductores deben estar libres de defectos físicos hereditarios y de defectos que impidan su desenvolvimiento como reproductores. Por lo tanto, deben revisarse tanto el aparato locomotor (músculo-esquelético y aplomos) como los órganos reproductivos.

El otro enfoque a considerar dentro del aspecto físico de los animales corresponde con la "Conformación o Tipo". Esta tendencia a dar preferencia al "tipo" a la hora de seleccionar es antagónica a los conocimientos científicos que existen acerca de las correlaciones genéticas entre éstas y los caracteres productivos, demostrándose en muchos trabajos y con gran número de datos, que las correlaciones entre el puntaje final para conformación y la producción de leche son cercanas a cero (no existe relación genética entre conformación y producción de leche) o tienden a ser negativas (a mayor puntaje de conformación, menor producción de leche).

La aplicación de la selección individual en características reproductivas del toro se refiere, principalmente, a la ausencia de defectos del tracto reproductivo (hereditarios y no hereditarios) que puedan interferir con su fertilidad, tamaño del prepucio (en animales *Bos indicus* o cruzados *Bos indicus* x *Bos taurus*) y la evaluación andrológica completa (donde se incluyan circunferencia escrotal, calidad del semen, libido y habilidad para la monta).

Generalmente, los exámenes andrológicos evalúan algunas características del eyaculado (morfología, motilidad individual y masal, volumen, concentración, color, aspecto y anomalías espermáticas), de la genitalia externa y se realiza una palpa-

ción transrectal para determinar el estado de las glándulas accesorias. Sin embargo, es importante evaluar el deseo sexual (libido) y la capacidad para realizar una monta efectiva (habilidad para la cópula), ya que, un toro puede estar libre de defectos físicos, tener las glándulas accesorias sanas y un eyaculado con excelentes características, pero, si no tiene deseo sexual (no busca a las vacas en celo) o si no es capaz de realizar una monta efectiva, se verá incapacitado para preñar vacas.

La medición de la circunferencia escrotal se realiza durante la fase post-destete de los toros y previa a la entrada a la etapa reproductiva (generalmente a los 18 meses), y se mide en centímetros. Esta característica medida a diferentes edades y en diferentes razas, ha mostrado un índice de herencia de moderado a alto, por lo tanto se esperarían una adecuada respuesta a la selección individual. Su importancia radica en la correlación genética positiva con producción de espermatozoides (a mayor circunferencia escrotal, mayor cantidad de espermatozoides en el eyaculado), negativa con edad de aparición de la pubertad en novillas parientes del toro (a mayor circunferencia escrotal, menor es la edad que aparece la pubertad). La correlación genética con la preñez de novillas ha sido desde positiva (a mayor circunferencia escrotal, mayor probabilidad de quedar gestantes las hijas del toro) hasta cero (no existe relación).

El crecimiento post-destete se mide a través de pesos a una edad fija entre 1 y 2 años de edad (generalmente a los 18 meses). Esto permite medir la habilidad del animal para crecer en un ambiente determinado y, además, poder realizar la evaluación genética y seleccionar a los reproductores antes de que entren a la etapa reproductiva a los 2 años de edad. El gran interés económico que tiene esta característica justifica la necesidad de incluirla en programas de mejoramiento genético, más aún, si se considera la relación que guarda con el peso para sacrificio o la reproducción.

Selección por genealogía. En este tipo de selección se utiliza la información de los ancestros (padres, abuelos y bisabuelos) para estimar los valores genéticos de los toros. Sin embargo, para que la genealogía pueda servir como herramienta de selección, es necesario que existan valores genéticos estimados de los antepasados o al menos registros de producción expresados como desviaciones de sus contemporáneos.

En la práctica, la selección por genealogía es útil cuando: 1) No existe información adecuada sobre el toro; 2) Se necesite realizar la selección antes de que el toro exprese el carácter; por ejemplo, una primera evaluación de la fertilidad de un toro se podría realizar antes de ser seleccionado para entrar al servicio a través de los valores genéticos de sus ancestros; 3) Se quieren seleccionar toros para características que solo se expresan en las hembras (producción de leche); 4) Se deben preseleccionar toros para someterlos a pruebas de progenie.

El peso relativo de la información proveniente de un ancestro de cualquier toro depende de la posición del pariente en el árbol genealógico y del grado de parentesco entre el ancestro y el toro. En consecuencia, si se considera que cada individuo (padre y madre) transmite la mitad de su carga genética a su cría y este proceso se repite generación tras generación, es evidente que a medida que el ancestro de alto valor genético estimado (o con registros de producción superiores a sus contemporáneos) se encuentre más lejos en el árbol genealógico, menor será la proporción de genes que tendrá en común con el toro que se está evaluando y por lo tanto, existirá una menor probabilidad que el toro a seleccionar tenga los mismos genes favorables de su ancestro. Por

ejemplo, si el ancestro que posee la información es un abuelo, el individuo a evaluar tendrá 25% de sus genes iguales a su abuelo y si es un bisabuelo compartirán 12,5% de sus genes.

Otro punto importante a considerar, se refiere a la precisión con la cual son evaluados los ancestros. Cuando se compran toros en otros rebaños o semen a alguna empresa comercial, se debe dar preferencia a toros evaluados con metodologías de altas precisiones (por ejemplo, Modelos Mixtos usando Modelo Animal).

La precisión de la selección por genealogía también dependerá de la cantidad y calidad de la información que se tenga de los ancestros. Por ejemplo, suponiendo que los ancestros de un toro joven han sido evaluados con metodologías adecuadas, la precisión de la estimación del valor genético del toro joven para producción de leche en base a los registros de su madre difícilmente superaría el valor de 35%, es decir, se tiene un 65% de probabilidad de cometer error en la estimación del valor genético, mientras que si se utiliza la información de la madre y del padre (evaluado por la producción de leche de sus hijas), la precisión máxima de la estimación del valor genético del toro joven sería alrededor del 60%.

Ahora bien, para seleccionar toros (o semen de toros) de razas puras especializadas se recomienda que éstos sean hijos de vacas genéticamente superiores para producción de leche y fertilidad. Además, los padres de los toros deben estar evaluados por pruebas de progenie para los aspectos antes mencionados. En rebaños donde se utilicen toros cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus*, los toros jóvenes deben ser hijos de vacas *Bos indicus* o de bajo porcentaje de genes *Bos taurus*, que sean genéticamente superiores para producción de leche y fertilidad y sus padres deben ser *Bos taurus* con pruebas de progenie. De esta manera, es posible contar con información materna y paterna que permita estimar valores genéticos a los toros a seleccionar.

Selección por colaterales. Se denominan parientes colaterales a aquellos individuos que no se encuentran en la vía ascendente (padres o abuelos) ni descendente (hijos o nietos) del árbol genealógico de un toro. La selección por colaterales se refiere a la utilización de la información de estos grupos de individuos para estimar valores genéticos a los toros jóvenes que se quieren seleccionar. Por lo general, los grupos de parientes colaterales se refieren a medios hermanos paternos (hijos del mismo padre), los cuales poseen 25% de sus genes idénticos. También se consiguen grupos de hermanos completos (hijos del mismo padre y madre), teniendo éstos el 50% de sus genes idénticos entre sí.

En realidad, si se conocen las medias hermanas paternas de un toro joven, se tiene también identificado al padre de los mismos, y en consecuencia, la estimación del valor genético del toro joven bajo este método, sería similar a realizarlo por genealogía con la información del padre (evaluado por la información de sus hijas). En la práctica, los usos, ventajas y limitantes de esta selección son similares a la selección por genealogía.

Selección por prueba de progenie. Con la prueba de progenie se intenta evaluar el genotipo de un toro sobre la base de la información de una muestra no seleccionada de sus crías, es decir, si se quiere realizar una prueba de progenie a un grupo de toros para estimarles un valor genético para producción de leche, es imprescindible

que las lactancias de todas sus hijas sean consideradas para realizar los análisis y no se deben excluir lactancias por criterios no científicos.

La prueba de progenie es una herramienta muy valiosa para aumentar la precisión de la selección y en consecuencia el progreso genético por generación, pero, hay que considerar que las pruebas de progenie para toros sobre la base de la producción de leche de las hijas, aumenta considerablemente el intervalo generacional y por ende el progreso genético por año se ve afectado. Además, es un proceso costoso que no puede ser afrontado por rebaños particulares y que necesariamente obliga a grupos de ganaderos a reunirse para formar programas genéticos integrales particulares o coordinados a través de las distintas asociaciones de productores o de razas lecheras.

La precisión del estimado del valor genético de un toro para características lecheras supera al 70% una vez que tenga 15 hijas distribuidas a razón de una por rebaño, y se acerca al 100% cuando el número de hijas excede de 200.

Ahora bien, dentro de las ventajas de las pruebas de progenie se pueden mencionar: 1) Es un método muy preciso en características con bajo índice de herencia; 2) Aumenta la precisión de la estimación de valores genéticos en características que no se pueden medir varias veces en la vida de un individuo (por ejemplo, peso a 18 meses); 3) Se pueden calcular valores genéticos a toros para características que solo se expresan en las hembras (por ejemplo, producción de leche o intervalo entre partos).

Uso de toda la información disponible. Hasta ahora se han discutido distintos métodos de estimación de valor genético a los animales dependiendo de la fuente de información disponible. Sin embargo, gracias al desarrollo de metodologías genético-estadísticas como el “Modelo Animal” y al crecimiento acelerado de la computación, hoy en día es posible utilizar toda la información disponible de cada individuo y de todos sus parientes para estimar valores genéticos con altas precisiones. Algunas ventajas del Modelo Animal son: 1) Realiza ajustes estadísticos que aumentan la precisión de la estimación de los valores genéticos; 2) Estima los parámetros genéticos de la característica bajo estudio y los utiliza en la determinación del valor genético de los animales; 3) Permite la estimación de valores genéticos en poblaciones formadas por distintos rebaños, siempre y cuando los distintos rebaños utilicen algunos reproductores comunes de alto valor genético (toros de referencia); 4) En características con influencia materna (pesos al nacer y destete), permite separar los componentes maternos ambiental y genético. 5) Si se aplica un procedimiento multivariado, utiliza simultáneamente información de varias características para determinar los valores genéticos y, en consecuencia, permite estimar las correlaciones genéticas, ambientales y fenotípicas entre ellas; 6) Estima el valor genético de animales con registros faltantes.

Las ventajas antes mencionadas hacen ver al Modelo Animal como una herramienta infalible para seleccionar reproductores en una población, sin embargo, existen algunas exigencias a considerar para su utilización, como: 1) Los datos de producción del individuo y sus parientes deben ser de buena calidad; 2) Debe utilizarse dentro de programas genéticos bien diseñados y supervisados por especialistas.

Las perspectivas para la aplicación de esta tecnología en la selección de toros son muy buenas. El trabajo conjunto de productores y técnicos permitiría integrar los

programas genéticos y no genéticos de mejoramiento, reforzar la toma de información y el manejo de los registros para maximizar la productividad nacional.

LECTURAS RECOMENDADAS

Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Normas de Evaluación Genética de Reproductores Bovinos de Leche y Doble Propósito en el Trópico Americano. ALPA Memoria 23 (Suplemento 1): 53-85. 1988.

Bodisco V, Rodríguez A. Ganado de Doble Propósito y su Mejoramiento Genético en el Trópico. E-L editores. Maracay, Venezuela. 327 pp. 1985.

Plasse D. La evaluación genética de toros para la producción de carne. En: D. Montoni, A. Cárdenas, J. Parra (eds.). XI Jornadas Técnicas de la Ganadería en el Estado Táchira. Universidad Nacional Experimental del Táchira. San Cristóbal, Venezuela. pp 35-59. 1999.

Vaccaro L. Un programa genético simple para rebaños de doble propósito. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti (Eds.). III Cursillo Sobre Bovinos de Carne. Universidad Central Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 25-46. 1987.

Vaccaro L. ¿Es “tipo” importante en la producción bovina? En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti (Eds.). IV Cursillo Sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 99-111. 1988.

Índices de selección: sugerencias para su utilización

Luis Fabián Yáñez Cuéllar, MSc

*Universidad Nacional Experimental Sur del Lago
lyanz@cantv.net*

Un Índice de selección es la metodología utilizada para hacer selección de manera simultánea por varias características, la cual toma en consideración además de los aspectos genéticos, la importancia económica de las características involucradas. Este índice está conformado esencialmente por dos ecuaciones; la primera, es aquella en la cual se incluyen las características que se desea mejorar, es decir, las que comprenden el objetivo de selección y se denomina genotipo agregado; la segunda se constituye con las características sobre aquellas que se hace la selección, las cuales se denominan criterios de selección. Cuando se implementa un Índice de selección se busca producir el mayor impacto posible en el genotipo agregado al aplicar selección sobre los criterios de selección, lo cual se logra maximizando la correlación entre esas dos ecuaciones, por lo cual también es conveniente referir el concepto de respuesta o respuesta directa que es el progreso obtenido en una característica producto de la selección por ella misma. Por supuesto, es necesario definir la respuesta correlacionada que es el progreso que se observa en una(s) característica(s) cuando se hace selección por otra; como por ejemplo, cuál sería la respuesta en fertilidad al primer servicio de las novillas cuando se selecciona un toro por circunferencia escrotal.

Es conveniente resaltar que la selección se aplica asumiendo que se ha alcanzado un nivel óptimo en las demás estrategias del manejo del sistema, tales como alimentación (forraje y suplementos), control reproductivo y sanidad, entre otras. Eso significa que las respuestas que se obtienen en las características son el resultado del programa de selección y no están confundidas con un mejoramiento en esas otras estrategias.

Condiciones de las características a incluir. Básicamente se busca que las características tengan un buen equilibrio de las tres condiciones siguientes:

1. El primer aspecto es bien preciso, pues se busca que las características incluidas en el índice posean valor de índice de herencia de mediano a alto, es decir, que el

valor fenotípico que los animales expresen sea un buen indicador de su genotipo aditivo para esa característica. Lo que se pretende es asegurar una respuesta a la selección óptima, de tal manera que pudiéramos afirmar sin temor a equivocarnos que características como aquellas relacionadas con el comportamiento reproductivo están, por esta premisa, excluidas para su consideración en índices de selección. No obstante, en caso de que existan correlaciones genéticas considerables con otras características con alto índice de herencia pudiera reconsiderarse su incorporación.

2. Que el mejoramiento genético de dichas características produzca el mayor impacto económico sobre el negocio ganadero, medido a través de la relación ingresos menos costos, conocida como beneficio. En este aspecto existe algo de confusión pues se pudiera entender que la importancia económica está dada por el valor en el mercado, lo cual no es cierto cuando se trata de índices de selección. Por ejemplo, existe la creencia que los animales Brahman o Holstein rojo son “*mejores per se*” que aquellos con pigmentación blanca o con manchas negras, respectivamente y esta superioridad pareciera que es en todas las características. Aunque esa creencia no tiene fundamento científico, esa es una característica que al menos actualmente tiene alguna relevancia económica en el mercado, pero en realidad no tiene efecto alguno sobre el beneficio. De manera que puede ser diferente la relevancia económica que tiene una característica de su impacto sobre el beneficio, por lo cual la discusión debería orientarse al segundo enfoque y diseñar modelos que permitan evaluar el efecto del mejoramiento genético de las características sobre la función de beneficio, para así identificarlas y orientar hacia ellas la presión de selección, los esquemas de cruzamiento o las nuevas biotecnologías.
3. También es importante que el hecho de llevar registros periódicos y confiables de esa característica sea una tarea sencilla y con posibilidades reales en las condiciones actuales del manejo de la explotación. Esta situación es fundamental, pues las diferencias sólo se podrán evidenciar si se llevan registros del comportamiento, que permitan hacer comparaciones.

Entre las ventajas que se le atribuyen a la metodología del Índice de Selección se pueden mencionar las siguientes: 1) La realización de la selección por varias características de manera simultánea y ponderada, es decir, que el proceso de escogencia de los mejores animales se hace con el uso de la información de varias características a la vez, lo que además proporciona más exactitud al proceso mismo; 2) La ponderación que de las diferentes fuentes de información es hecha con los Índices de Selección considera tanto los parámetros genéticos de las características a las cuales se refiere, como a su valor económico; 3) Por otra parte, el enfoque actual de la metodología de los Índices de Selección permite emplear como información de entrada las predicciones de valores genéticos de las características utilizadas, obtenidas con modelos mixtos. Eso permite hacer uso de los avances que en esta otra metodología han sido desarrollados, también vale decir que entre los resultados obtenidos a través de ambas metodologías se ha demostrado una correspondencia bastante alta.

Siendo una metodología que presenta tantas bondades surge la pregunta ¿por qué no se ha aplicado en el País? En primer lugar, porque el mayor desarrollo y aplicación de la metodología de los índices se ha generado en cerdos y aves, especies cuyo

progreso genético se importa como una caja negra de manera sistemática y sostenidamente para las explotaciones nacionales, con sólo ligeras intervenciones. Por otra parte, pudiera decirse que en Venezuela, el mejoramiento genético que se aplica ha venido evolucionando a la par del desarrollo observado en los Estados Unidos de América y aún cuando la metodología del Índice de Selección proviene de allí, son los europeos quienes más la han utilizado, incluso, a pesar que existe una correspondencia entre esta metodología y la de los Modelos Mixtos, los americanos prefieren los Modelos Mixtos. Por último, pero no menos importante y lo que en realidad pudiera considerarse como el mayor inconveniente para su aplicación es que los requerimientos necesarios para la derivación de los valores económicos, insumo fundamental del Índice, no presentan una conjunción apropiada en el país. Por una parte porque no abundan los estudios que definan las funciones de producción de las diferentes modalidades de sistemas de producción a partir de las cuales pudieran derivarse los valores económicos, situación que en general respecto a las investigaciones de análisis económicos de tales sistemas es definitivamente escasa y por otra parte, porque las condiciones socioeconómicas y políticas del país conforman un marco muy inestable para la definición de valores económicos robustos.

Consideraciones generales para su implementación. Con seguridad, la aplicación en las diferentes modalidades de los sistemas de doble propósito requerirá de estudios específicos y el diseño definitivo entre cada uno de ellos posiblemente diferirá en gran medida. No obstante, es posible seguir algunas recomendaciones generales, que inclusive resultarán de utilidad para otros esquemas de mejoramiento genético; su utilidad específica provendrá de la articulación óptima que entre cada una de ellas se establezca, sin que alguna resulte prescindible o de menor importancia. Entre esas recomendaciones se sugieren las siguientes:

Definición de objetivos. Al tomar en consideración las fortalezas con las cuales cuenta cada sistema de producción es posible aprovechar las oportunidades que en el entorno se presentan para decidir el balance entre rubros de leche y carne, tanto de productos principales como de subproductos, a los cuales es conveniente dedicar los recursos del sistema. También es preciso reconocer las debilidades propias, de manera que con alianzas entre productores y otras estrategias se puedan minimizar las amenazas a la sustentabilidad. En cualquier caso lo que se sugiere es que la definición de objetivos tenga una concepción integral, pues con la decisión del balance entre rubros a producir, se está definiendo entre otras cosas el genotipo a explotar, el esquema de alimentación, los programas reproductivo y sanitario, que junto al manejo general del sistema deben estar en concordancia con las condiciones ambientales y socioeconómicas del entorno.

Especificación de metas. La estrategia anterior no se puede quedar en una mera enumeración de principios, debe complementarse con una cuantificación de esos enunciados y por supuesto definir en cuánto tiempo se espera lograr esas metas. El cumplimiento de estas dos primeras sugerencias es fundamental para el programa de mejoramiento genético, pues con base en ellas es que se definirán las estrategias a seguir.

Investigación. La metodología del Índice de Selección requiere de resultados tanto de aspectos genéticos como de estudios de análisis económicos. Los primeros

tienen en el país cierta tradición de investigación y en este aspecto se han venido aplicando las nuevas tecnologías casi paralelamente con su desarrollo; sin embargo no se puede afirmar que ya se han colmado todas las necesidades al respecto, pero el camino recorrido es bastante bien conocido y los resultados igualmente útiles. En cuanto a los aspectos económicos existen excelentes pero escasas investigaciones y es allí donde más énfasis es requerido para poder acometer estrategias de mejoramiento genético que integren los aspectos económicos, el caso del Índice de Selección.

Integración. Como la mayoría de las actividades del sistema de producción, el programa de mejoramiento genético también requiere de la integración para el logro satisfactorio de los objetivos. Esta necesidad de cooperación articulada tiene varias dimensiones, como se mencionó previamente; en la unidad de producción el esquema de mejoramiento genético debe funcionar integradamente con todos los demás programas. Esta concepción también debe existir entre las unidades de producción que conformen el sistema específico, así como entre los profesionales que acometan el reto del mejoramiento del mismo, lo que por ende debe involucrar la participación de instituciones educativas, de investigación y del Estado venezolano, por mencionar sólo algunos de los actores comprometidos.

Registros. Para decidir si una característica es económicamente importante o no, es necesario contar con datos, de cuyo análisis se obtendrá la respuesta. No pueden ser las modas o las buenas intenciones las que definan que características deban considerarse. Quizá en este momento no es conveniente hablar del mejoramiento genético de algunas características, tales como calidad de carne, proteínas de la leche o resistencia a parásitos y enfermedades, no obstante ¿qué pasará cuando necesitemos incluir esas características y no dispongamos de información alguna? Considero que la discusión de cuáles registros son necesarios debería ampliarse más allá de lo que actualmente se considera meramente práctico.

Comienzo. La aplicación de ciertas tecnologías requiere definir el tiempo en el cual se hará: corto, mediano o largo plazo; creemos que lo que no hacemos hoy y lo dejamos para mañana, pasa inmediatamente al plazo infinito. Posiblemente es necesario establecer un equilibrio entre la necesidad de investigación, practicidad y precisión. En ese orden de ideas, a través de estudios de simulación se pueden generar aproximaciones válidas de valores económicos de las características y de ser necesario pudiera inclusive trabajarse con parámetros genéticos estimados en otras poblaciones, con el fin de iniciar de una vez la experimentación con Índices de Selección con un enfoque general para que con el tiempo, el desarrollo de las investigaciones, la definición de objetivos y metas, la integración entre productores, profesionales e instituciones se puedan generar Índices de Selección más específicos diseñados a la medida de cada modalidad de sistema de producción.

LECTURAS RECOMENDADAS

ALPA - Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Normas de Evaluación Genética de Bovinos de Carne, Leche y Doble Propósito en el Trópico Latinoamericano. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria 23 (Suplemento 1):1-50. 1988.

Cameron N. Selection Indices and Prediction of Genetic Merit in Animal Breeding. CAB International. Wallingford. Oxon. UK. 203 pp. 1997.

Goddard M. Consensus and debate in the definition of breeding objectives. *J. Dairy Sci.*, 81 (Suppl. 2): 6-18. 1998.

Hazel L. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28:476-490. 1943.

Hazel L, Dickerson G, Freeman A. The selection index – then, now and for the future. *J. Dairy Sci.*, 77 (10):3236-3251. 1994.

Van Vleck D, Pollak J, Oltenacu A. Genetic for the Animal Sciences. H. W. Freeman and Company, N.Y. 391 pp. 1987.

Verde O, Vaccaro L, Vaccaro. Caracteres a considerar en un programa de selección en ganado de doble propósito. *En: Ganadería Mestiza de Doble Propósito*. C. González-Stagnaro (ed.). Ediciones Astro Data, S.A. Cap. III: 55-65. 1992.

Sistemas de cruzamiento para la producción de ganado tropical

Atilio Atencio León, PhD

*Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”
Decanato de Ciencias Veterinarias. Barquisimeto
atilioatencio@cantv.net*

Entre los millones de venezolanos que con placer degustamos una sabrosa arepa rellena con pollo, con perrito o con unos huevos revueltos, posiblemente seamos pocos los que caemos en cuenta que esa satisfacción se la debemos, en parte, al vigor híbrido obtenido mediante el cruzamiento de las especies involucradas en el proceso, bien sea maíz, aves o cerdos. El valor culinario del vigor de los híbridos provenientes del cruzamiento entre individuos de distintas especies, razas o linajes, vegetales o animales, no podría estar mejor ilustrado que mediante ese apetitoso ejemplo. Literalmente hablando, no existen hoy día variedades comerciales de maíz o líneas de pollos o de cerdos que no provengan de algún sistema de cruzamiento.

Por definición, el cruzamiento, también denominado exocria o exogamia es, en términos técnicos, una estrategia de apareamiento entre individuos no emparentados y cuyo vínculo genético es mucho más distante que el promedio de la población de la cual ellos provienen; es decir, lo opuesto a la consanguinidad, endocria o endogamia. En general, el término cruzamiento es empleado para hacer referencia específica al apareamiento entre individuos de diferentes especies o razas y así poder distinguirlo del simple apareamiento entre individuos no emparentados, aún siendo de la misma raza, el cual se conoce como apareamiento abierto. No obstante, en ambos casos, los efectos genéticos son similares. Ahora bien, cuando analizamos las posibilidades que existen entre la estrategia de aparear individuos con vínculos familiares o consanguíneos (cual es el caso del apareamiento entre hermanos o de un padre con su hija, por mencionar algunos) y la estrategia de efectuar cruzamientos entre individuos no emparentados o de distintas razas o de diferentes especies, podemos caer en cuenta del abanico de infinitas posibilidades a las que podemos recurrir para aparear nuestros animales domésticos.

Ahora bien, como es lógico pensar, no existe un sistema de cruzamiento ideal que tenga la virtud de adaptarse a todos los tipos de rebaños y situaciones, motivo por lo cual es muy importante tomar en consideración que hay varias opciones a las cuales podemos recurrir, las cuales podemos agrupar en tres grandes bloques. Veamos:

SISTEMAS DE CRUZAMIENTO ROTACIONALES

Sistema de cruzamiento rotacional espacial con toros puros. Son sistemas clásicos en los cuales cada generación de hembras es “rotada” para aparearse con toros puros de razas diferentes. Así tenemos que, por ejemplo, en un sistema de cruzamiento rotacional alterno con participación de dos razas diferentes, las hembras hijas de un semental de raza A son siempre apareadas con toros de la raza B y las hijas de un semental de raza B son siempre apareadas con toros de la raza A (Figura 1).

Mediante esta rotación espacial, las dos razas distintas de toros se usan de manera simultánea, aunque separadas espacialmente, pues hay dos áreas o potreros de entore. El sistema produce sus hembras de reemplazo, las cuales abandonan su lugar de nacimiento para ser servidas en otra área distinta con toros de la otra raza. Así, las madres nunca estarán en la misma área o potrero con sus hijas durante el entore.

En un sistema de cruzamiento rotacional con tres o cuatro razas, simplemente se añade una tercera o cuarta raza a la secuencia descrita (Figura 2).

Es obvio que a medida que aumenta el número de razas en el sistema se incrementan las necesidades de potreros, cercas, mano de obra, así como los costos operativos. Este mismo esquema puede ser empleado, pero en lugar de usar toros puros se usan toros cruzados en forma rotacional; por ejemplo: Angus x Cebú; Simmental x Cebú (en ganado de carne) o Holstein x Cebú; Carora x Cebú (en ganado lechero), en cuyo caso la heterocigosis y la utilización de la heterosis serán intermedias en comparación con el sistema de cruzamiento rotacional con toros puros,

asumiendo que son las mismas razas las que participan en el cruzamiento.

Figura 1
Cruzamiento rotacional con dos razas

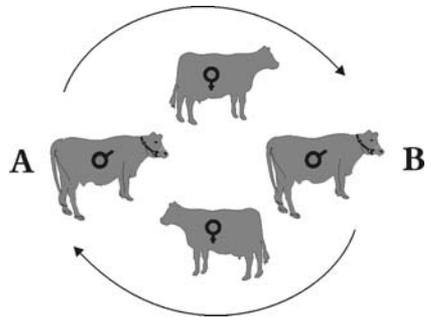
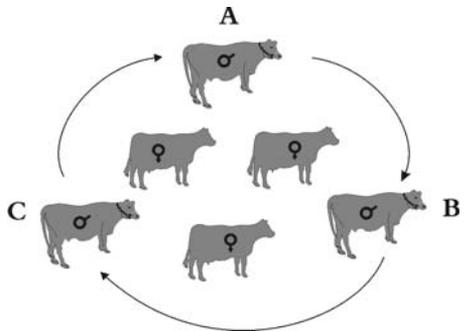


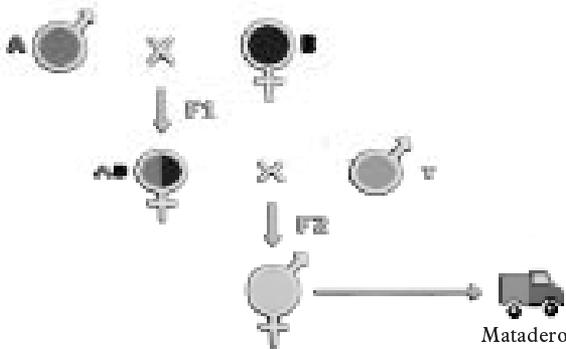
Figura 2
Cruzamiento rotacional con tres razas



SISTEMAS DE CRUZAMIENTO TERMINAL

Sistema de cruzamiento terminal estático. En el sistema de cruzamiento terminal estático, vacas puras de raza A se aparean con toros de raza A con el objeto de producir hembras puras de reemplazo y luego con toros de raza B para producir hembras cruzadas F_1 (BA). Todas las hembras cruzadas BA se aparean con toros de raza C, en forma de cruzamiento terminal. Las razas A y B deberían ser seleccionadas tomando en consideración que tanto el tamaño de las vacas como la habilidad materna se adapten a las condiciones climáticas y a los recursos alimenticios disponibles. La raza de toros a ser utilizada en forma terminal debería ser escogida en base a la tasa y eficiencia de ganancia de peso y calidad de la canal. Toda la descendencia (machos y hembras) producida en este cruzamiento terminal podría ser enviada a matadero, si los esquemas de mercado lo permiten (Figura 3). La progenie masculina de las razas maternas A y B puede enviarse a matadero, en tanto que la casi totalidad de la progenie femenina puede conservarse como hembras de reemplazo.

Figura 3
Cruzamiento rotacional terminal



El sistema de cruzamiento terminal estático aprovecha al máximo el uso de los efectos raciales de naturaleza genética aditiva así como la complementariedad entre razas diferentes. Sin embargo, sacrifica algo la heterosis producida en el rebaño debido al alto porcentaje de vacas y novillas puras, que exige el sistema para producir las hembras de reemplazo.

POBLACIONES COMPUESTAS

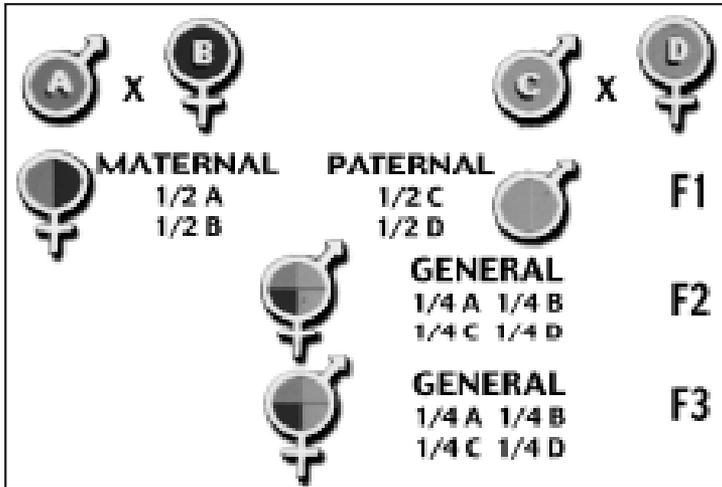
Una alternativa más sencilla en contraposición a los complejos sistemas de cruzamiento rotacionales antes descritos es el desarrollo de una población compuesta, que puede basarse en el apareamiento *inter se* de los animales provenientes de un cruzamiento de dos o más razas (Figura 4). La ventaja primaria de utilizar una *población compuesta* estriba en que, luego de la etapa formativa en la cual se realizan los cruzamientos iniciales, los requerimientos de manejo son similares a los de una raza pura, como se verá más adelante. Hoy día recurrimos a la utilización de las poblaciones compuestas para obtener muchos de los beneficios del cruzamiento, sin hacer nuevos

cruzamientos, ya que una vez desarrollada éstas, su cría y manejo es semejante al de un rebaño puro. Veamos. Un animal *compuesto* es un híbrido formado mediante el cruzamiento de, al menos, dos razas diferentes y a menudo de más de dos razas. Ejemplos clásicos de poblaciones compuestas son las razas Santa Gertrudis, Brangus, Charbray, Braford, Senepol, Girolando, etc., las cuales, a medida que se hacen consanguíneas se tornan en puras. Lo que distingue a una población de animales compuestos no es su idéntica composición genética *per se*, si no, más bien, la forma en que ellos son apareados. Los animales compuestos se aparean entre sí, con los de su propia clase, reteniendo por lo tanto un determinado nivel de heterosis. Es por esta razón que lo asociamos con el cruzamiento tradicional; sin embargo, una vez concluida la etapa formativa de la población compuesta y se recurre al apareamiento *inter se* para generar nuevos individuos no estamos haciendo nuevos cruzamientos con otras razas. De allí en adelante se maneja, de manera general, similar a un rebaño puro, siendo su principal objetivo mejorar el valor de cría mediante selección en el rebaño formado, sin perder heterosis, por lo cual debe evitarse la consanguinidad. Buena parte de estas experiencias provienen de los resultados obtenidos con la producción de vegetales híbridos desarrollados como poblaciones de plantas compuestas, también llamadas variedades sintéticas, que si bien no lograban alcanzar los máximos niveles de heterosis obtenibles en los híbridos F_1 , podían obtener mayores producciones que las variedades puras y, además, sus semillas podían emplearse para producir las próximas cosechas. El mismo principio fue aplicado años después en la industria avícola y luego en la industria porcina, generando los altos niveles de productividad y eficiencia que conocemos actualmente.

Ahora bien, si esos sistemas de producción de híbridos cambiaron por completo la faz de esas industrias productoras de alimentos, ¿por qué habría de ser distinto con el ganado bovino? Numerosas experiencias en el ámbito mundial demuestran fehacientemente las bondades de los animales compuestos, especialmente en lo que a la zona tropical se refiere, en donde, a fin de cuentas, se ubica el 70% del billón de cabezas de ganado del planeta. Las poblaciones compuestas representan una alternativa para compensar, gracias a la heterosis y a la complementariedad, las limitaciones que evidencian tanto los bovinos europeos como los índicos. Bien se sabe que los primeros por su escasa adaptación no prosperan en ambientes cálidos y húmedos, son ineficientes en transformar forrajes toscos de baja calidad y acusan muy poca resistencia a ecto y endo parásitos. Por su parte, los índicos son de maduración sexual tardía; esa escasa precocidad hace que su edad de beneficio sea elevada y sus carnes no sean de la mayor ternera.

La pregunta fundamental a ser respondida desde el punto de vista genético en las poblaciones compuestas es ¿hasta qué punto la retención de heterosis en generaciones avanzadas es linealmente proporcional a la heterocigosis retenida? Si la heterosis es retenida en proporción directa a la heterocigosis, es lógico pensar que mediante el uso de nuevas razas compuestas se podría competir con los sistemas tradicionales de cruzamientos rotacionales continuos antes descritos. Si dos razas contribuyen de igual forma en el individuo compuesto ($1/2 A$, $1/2 B$), el 50% de la heterocigosis inicial de la F_1 se mantiene, siempre y cuando se evite la consanguinidad. La heterocigosis incrementa en la medida en que el número de razas participantes aumenta en el individuo compuesto. Si cada raza tiene la misma contribución en el compuesto, la hete-

Figura 4. Población compuesta



rocigosis en la F_3 y en las subsiguientes generaciones es directamente proporcional al número de las razas participantes. Tal es el caso del esquema con participación de cuatro razas ilustrado en la Figura 4, en la que cada una de las razas participantes contribuye con un 25%.

La forma más sencilla de utilizar animales compuestos para la cría comercial es mediante lo que se denomina población compuesta “pura” (en el sentido de emplear una sola “raza” compuesta), en la cual los apareamientos son intra raciales; es decir, entre individuos de la misma población, sin recurrir al cruzamiento con animales de otra raza. Ello puede producir niveles importantes de heterosis. Recordemos que el apareamiento *inter se* entre individuos F_1 de dos razas diferentes producen una F_2 en la cual el 50% de la heterosis obtenida en la F_1 se pierde; sin embargo, si se evita la consanguinidad, la otra mitad es retenida, pasando a formar así un compuesto de dos razas. De esa manera, la cantidad de heterosis retenida va a depender del número de razas que integran el animal compuesto y de la proporción de las mismas.

Debe tenerse siempre presente que la mayor virtud de cualquier programa dirigido a formar una población compuesta es su sencillez. Un buen ejemplo de ello sería el caso de aparear una población de hembras F_1 ya existente con toros F_1 de distinta composición genética comprados a terceros. De esta forma se puede generar una población compuesta de tres o cuatro razas en, literalmente, una sola generación. A los fines prácticos ganaderos, ilustremos este caso con varios esquemas de aplicación útil en nuestro país:

En condiciones tropicales, la producción de individuos $1/2$ *Bos indicus* x $1/2$ *Bos taurus* parece indicar el nivel óptimo para maximizar la ventaja de la heterosis adicional que se logra en comparación a la menor heterosis encontrada en los cruzamientos *Bos indicus* x *Bos indicus* o *Bos taurus* x *Bos taurus*. Como quiera que sea, hay situaciones en que los niveles más altos de herencia *Bos indicus* son favorecidos, cual es el caso de

condiciones tropicales muy inhóspitas, aun cuando los efectos de la heterosis disminuyan. Si por el contrario, las condiciones del ecosistema son más favorables, se justificarían niveles más altos de herencia *Bos taurus*.

La abundante disponibilidad de regiones de clima tropical en Venezuela, con altas temperaturas, alta humedad relativa y abundantes precipitaciones, ha determinado un sistema de producción con el doble propósito de producir leche y carne, ampliamente distribuido en todo el ámbito nacional. Tiene un mayor desarrollo en las regiones andina, zuliana y centroccidental, donde produce más del 80% de la leche y 50% de la carne que se consume en el país, en el cual se encuentra casi la mitad del rebaño nacional y ocupa más del 60% de la superficie de pastos cultivados. Posee un insuficiente nivel tecnológico y bajos índices de producción generados por un rebaño que es un “mosaico” genético indefinido pero con un elevado potencial para su mejoramiento, lo cual justifica plenamente programas de cruzamiento organizados para mejorar su rentabilidad. Un reto atractivo sería la formación de una población compuesta 50% *Bos taurus* x 50% *Bos indicus*, con participación de tres razas, en la cual una población de hembras F_1 ya existente (Holstein x Cebú o Pardo Suizo x Cebú o Carora x Cebú) fuese la línea materna y se apareara con una línea paterna conformada por toros F_1 de distinta composición genética (Braunvieh x Cebú o Simmental x Cebú o Senepol x Cebú) producidos por terceros, por mencionar algunas razas, como ilustra la figura 4, con el fin de generar opciones para formar una población compuesta de idéntica composición genética conocida, con un nivel genético óptimo, estable, con cero variación intergeneracional y adaptada a un ecosistema específico, todo ello seguido de un adecuado programa de selección. Esquemas de esta naturaleza permitirían la formación de una población compuesta o raza de doble propósito tropical, perfectamente adaptable a los distintos recursos que tiene el país y, además, concuerda con la información parcial que existe en relación a la habilidad combinatoria de las razas involucradas en el cruzamiento. En el caso que el proyecto para la formación de la misma se iniciara desde cero, el apareamiento de los sementales europeos con las hembras cebú se debería realizar empleando programas estratégicos de inseminación artificial, dándole el mejor uso posible al semen disponible en el mercado. El resto de los apareamientos podría efectuarse mediante monta natural. Asumiendo indicadores aceptables de natalidad, mortalidad y descarte hasta el primer apareamiento con novillas de dos años de edad, mediante la implementación de adecuados programas de manejo, en un período cercano a los diez años se podría obtener un número importante de varios miles de individuos de la misma raza compuesta con idéntica composición genética conocida y estable, que conformarían un pié de cría de extraordinario valor genético, capaz de potenciar la productividad del rebaño nacional.

En aquellos casos en los que las condiciones del ecosistema son más favorables y el nivel genético óptimo *Bos taurus* fuese 75%, éste puede ser establecido y mantenido de manera relativamente fácil, siguiendo el esquema propuesto. Lo mismo puede decirse para aquellos casos, en los que por el contrario, lo inhóspito del ambiente, exigiese un nivel genético *Bos indicus* de 75% y 25% *Bos taurus*. Simplemente las hembras F_1 se retrocruzarían, incluso por monta natural, con toros Cebú, o las hembras Cebú se podrían aparear con toros F_1 .

En los rebaños de ganado de carne aplican, básicamente, los mismos principios. Es obvio, que el componente *Bos taurus* debiera estar representado por razas de ganado de carne que mejor pudieran adaptarse a nuestro medio.

De igual manera es necesario destacar que a medida que aumenta el número de razas (2, 3, 4, etc.) se mantiene mayor heterocigosis mediante un sistema de cruzamiento rotacional que mediante una población compuesta. Por ejemplo, con la utilización de dos razas, un sistema rotacional mantiene 66,7% del máximo de heterocigosis en comparación al 50% de una población compuesta de dos razas. Un sistema de cruzamiento rotacional con cuatro razas podría mantener 93,3% de la máxima heterocigosis en comparación con 75% de una población compuesta.

Es importante destacar que los niveles máximos o mínimos de rendimiento no constituyen lo óptimo para muchas características que afectan la eficiencia en la producción de carne y leche tales como peso al nacer, peso al destete, tamaño a edad madura, edad a la pubertad y producción de leche. El clima, el manejo, los recursos alimenticios y las exigencias del mercado juegan un papel primordial en la determinación de los niveles óptimos de rendimiento. La escogencia de las razas debe tomar en consideración los aspectos citados.

Las poblaciones compuestas pueden ser diseñadas para adaptarse a ecosistemas específicos lo cual exige una selección meticulosa tanto de las razas participantes como de los individuos dentro de éstas, con una base genética lo más amplia posible en los rebaños de fundación y empleando el mayor número de sementales, aun cuando disminuya el número de progenie por toro.

Todo ello justifica plenamente la formación y uso de las poblaciones compuestas, pues representan una alternativa válida ante los sistemas de cruzamiento rotacionales descritos anteriormente, con la particularidad que los requerimientos con relación a número de potreros son iguales a los de cría de ganado puro. Como se ha mencionado, los resultados son indicativos que la heterosis puede mantenerse a niveles sustanciales; existe una oportunidad mucho mayor de explotar la vasta variación genética que hay entre las diversas razas; además, las posibilidades de adaptar el potencial genético en términos de tamaño, producción láctea, fertilidad y otras características importantes con las condiciones climáticas, requerimientos y recursos alimenticios, son mucho más grandes para las poblaciones compuestas que para los otros sistemas de cruzamientos estudiados. Por ejemplo, si el nivel genético óptimo *Bos taurus* es 25% para un ambiente específico, la contribución genética del *Bos taurus* puede ser establecida y mantenida a ese nivel en forma relativamente fácil en una población compuesta. Tal contribución no puede ser establecida y mantenida a ese nivel en un sistema de cruzamiento rotacional convencional debido a las fluctuaciones en composición de una generación a la siguiente. Por ejemplo, en un sistema de cruzamiento rotacional con tres razas, la contribución de una raza específica será en promedio 14, 29 ó 57% y solamente una tercera parte del rebaño alcanzaría en un momento dado la contribución óptima de 25% del *Bos taurus*. En cambio, en el proceso de formación de una población compuesta, como hemos visto, la contribución genética de una raza específica puede ser fijada en 1/2 en una generación, en 1/4 en dos generaciones y en 1/8 en tres generaciones. Una vez formada, la variación intergeneracional es cero. Sin embargo, es necesario señalar que desde el punto de vista práctico este equi-

libro ideal no se observa en toda la descendencia obtenida mediante cruzamiento, por lo cual la selección de los animales más adaptados a las condiciones ambientales juega un papel muy importante. Inevitablemente, los sistemas de cruzamiento son un ensayo de acierto y error pero es de esa manera que han surgido todas las razas que pueblan el planeta, tanto en el reino animal como en el vegetal.

LECTURAS RECOMENDADAS

Atencio, A. Sistemas de cruzamiento en ganado bovino en la producción comercial de carne y leche. *Venezuela Bovina* 18.59:14, 24. 2003.

Atencio, A. Cruzamiento o Exocría: ¿Panacea Universal? *Venezuela Bovina* 18.58:20, 24. 2003.

Atencio, A. Consanguinidad o Endocría: ¿Arma de doble filo? *Venezuela Bovina*. 18.57:30, 34. 2003.

Atencio, A. ¿Puros o Cruzados? *Venezuela Bovina*. 17.55: 31,34. 2002.

Atencio, A. Principios de cruzamiento en ganado de carne. Resultados preliminares sobre crecimiento. En: D. Plasse y N. Peña de Borsotti (Eds.). VI Cursillo sobre Bovinos de carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. pp 167-186. 1990.

Planifique los cruzamientos

José Atilio Aranguren-Méndez, MSc. Dr; Luis Fabián Yáñez Cuéllar, MSc.

*Universidad del Zulia, Universidad Nacional Experimental Sur del Lago
atilioaranguren@icnet.com.ve, lyanz@cantv.net*

El logro del éxito en cualquier actividad ganadera depende de un requerimiento esencial constituido por la planificación que hagamos de la misma, eso es, la proyección estratégica del uso de los recursos. Las herramientas con que se cuenta para la planificación del mejoramiento genético quedan limitadas a sólo dos opciones: selección y cruzamientos. La elección de una de ellas depende de la característica a mejorar, y específicamente del valor de su índice de herencia (h^2). Ante una característica con un h^2 medio a alto, eso es igual o mayor al 25%, se elegirá la selección para su mejora, mientras que, si el h^2 es bajo, menor al 25%, la vía para mejorar es el cruzamiento.

En el mejoramiento genético la variación de la población animal es el recurso fundamental para la elaboración de la planificación. En producción animal se trabaja con poblaciones de efectivos variables, tales como razas, rebaños o líneas familiares. Debido a dicha variación, dentro de la especie bovina se pueden distinguir razas. Las razas se definen desde el punto de vista biológico como un conjunto de animales que difieren de otras poblaciones de la misma especie en determinadas características definidas genéticamente. Cabe destacar sin embargo, que el concepto raza es por lo tanto más convencional que biológico, ya que la justificación utilizada para tal definición viene dada porque se han especializado para fines diferentes y para distintas condiciones locales.

CLASIFICACIÓN BIOLÓGICA DE LAS RAZAS

Una raza, puede ser dividida en estirpes, debido a que fueron seleccionadas respecto a un objetivo distinto y se les ha mantenido aisladas reproductivamente; un ejemplo es la estirpe del Holstein de Nueva Zelanda que es más tolerante al clima tropical que alguna otra de origen canadiense o español. Una línea consta de un grupo de animales que, como consecuencia de la consanguinidad, se encuentran más íntimamente emparentados entre sí que los restantes individuos de la estirpe o raza, mientras que el término familia servirá

para designar al conjunto de hermanos carnales o medios hermanos, siendo idéntico el parentesco entre los miembros de la misma familia.

Esta división dentro del reino animal viene dada principalmente por los caracteres morfológicos y fisiológicos; sin embargo, el criterio fundamental dentro del cruzamiento es la discontinuidad o no de índole reproductiva, es decir, que la descendencia se reproduzca o no. Así, del cruce entre especies se originan descendientes híbridos, que por lo general son viables pero estériles, como por ejemplo el cruce entre burro y yegua, o entre el Yak tibetano y el bovino. La ausencia de esa discontinuidad reproductiva entre ganado Cebú (*Bos indicus*: Brahman, Gyr, Nelore, Guzarat, por mencionar algunas) y europeo (*Bos taurus*: Holstein, Pardo Suizo, Semental, Chianina, Limousin, Criollo Limonero, entre otras), ha permitido la obtención de muchas razas nuevas, por lo cual éstas son consideradas subespecies de una misma especie. De todo esto se deduce que, en muchos casos la línea divisoria entre las especies es confusa.

Además de las diferencias morfológicas, debemos destacar que entre estas dos subespecies existe desde el punto de vista zootécnico una gran variación, expresada tanto en ventajas como en limitantes para su explotación comercial en el medio tropical. Entre las ventajas que presenta el vacuno europeo se encuentra su potencial de producción (tanto de leche, como de carne), alta fertilidad y precocidad, mientras que por la parte del Cebú y los criollos encontramos la adaptación al medio tropical, resistencia a plagas y/o enfermedades locales, al igual que la habilidad para pastorear y utilizar ese recurso para producir.

De allí que los cruces taurus-indicus sean la vía más directa y segura para lograr mantener los efectos heteróticos (producto del cruzamiento) en nuestros rebaños y se justifican como una alternativa moldeada a las apremiantes necesidades de tener un sistema más flexible y por consiguiente, menos vulnerable a las volátiles políticas agropecuarias. Todo ello debido a que los cruzamientos son probablemente la forma más rápida de mejorar el potencial genético de una población, convirtiéndose en una práctica de manejo extremadamente útil para la producción animal.

Cuando la reproducción se da dentro de una raza se denomina apareamiento o reproducción en raza pura, mientras que si se da entre distintas razas, estirpes, líneas, subespecie o especies se denomina cruzamiento, aunque actualmente se utiliza como término general el de cruzamiento. En ese orden de ideas, a la descendencia de cruzamientos planificados se les denomina animales cruzados, mientras que a aquellos productos de cruzamientos indiscriminados se les llaman mestizos, que no tienen una composición genética definida.

A diferencia de la variación intra-raza, las diferencias entre las razas y sus cruces respecto a la eficiencia en la producción y adaptación, pueden explotarse con rapidez, precisión y gran flexibilidad para producir genotipos de la descendencia materna o paterna, mejor adaptados a un sistema de manejo dado y con atención en las preferencias del mercado. Sin embargo, debemos destacar que dichas ganancias no serán acumulativas, por lo cual se requiere una selección dentro del genotipo creado para mantener una mejora sostenida; eso es, mantener los efectos aditivos aportados por cada uno de los progenitores.

EFFECTOS DE LOS CRUZAMIENTOS

El cruzamiento implica aparear individuos con menos genes en común que el promedio de la población de la que forman parte, produciéndose como principal efecto (aunque no el único) la heterosis, término utilizado para describir el incremento del vigor que presentan los individuos cruzados respecto a sus padres, independientemente de la causa que lo originó.

Desde el punto de vista genético la heterosis se da por efecto de la dominancia. La heterosis al igual que la depresión consanguínea (considerada en otro tema de este Manual), depende de la arquitectura genética de la característica. Las determinadas por genes cuyo efecto es dominante o sobredominante, presentarán más heterosis que aquellas características determinadas por acciones de predominancia aditiva. Del basamento teórico que considera la epistasia como probable causa de heterosis, se puede concluir que los efectos por este fenómeno son relativamente pequeños.

En la práctica puede estimarse el grado de heterosis, mediante la desviación de la media de la descendencia de cruzamientos recíprocos, a la media de las razas paternas respecto al carácter evaluado. Habitualmente se expresa como porcentaje:

$$\text{Heterosis (\%)} = \frac{(\text{Media de cruces recíproca}) - (\text{Media puros A} + \text{Media puros B})}{(\text{Media puros A} + \text{Media puros B})} \times (100)$$

El porcentaje de heterosis que acabamos de definir se denomina heterosis individual y cuantifica el vigor híbrido atribuible al aumento de la heterocigosidad de los individuos cuyas características se miden. Algunas características pueden presentar también heterosis materna, es decir, superioridad debida a la heterocigosidad de las madres de los animales que se evalúan. Si, por ejemplo, las vacas cruzadas tuvieran un comportamiento materno mejor que el de las razas puras, esto podría reflejarse en los pesos al destete superiores de sus becerros. Si en el sistema de cruzamientos, tanto las madres como los descendientes fueran animales cruzados, podrían acumularse los dos tipos de efectos.

Algunas consideraciones a tomar en cuenta en la heterosis del ganado bovino son:

1. El porcentaje de heterosis frecuentemente difiere entre cruces recíprocos. La causa más probable e importante es la influencia del ambiente materno. En los bovinos, se ha visto como el ambiente uterino afecta el peso al nacer de los becerros; de igual manera, la producción lechera de la madre influye en el peso al destete.
2. El porcentaje de heterosis depende de las razas involucradas en el cruzamiento. Como la heterosis depende de las frecuencias de los genes que intervienen en la característica, es razonable esperar diferentes porcentajes de heterosis entre los cruzamientos, ya que la variación entre las razas surge de la selección para objetivos particulares en ambientes específicos, originando cambios en las frecuencias génicas.
3. El porcentaje de heterosis observado depende del ambiente en el que se ha hecho la comparación, dado que puede existir una interacción genotipo-ambiente.
4. La heterosis difiere entre características, siendo mayor en aquellas donde predominen los efectos de genes con dominancia, tales como los relacionados con la supervivencia, vigor y eficiencia reproductiva. En cambio, las características como

tasa de crecimiento, índice de conversión y calidad de la canal muestran bajo porcentaje de heterosis ya que allí predominan los efectos aditivos.

5. Finalmente, se puede acumular la heterosis individual y materna en cada una de las características para dar mayor porcentaje de heterosis respecto la eficiencia total de la producción.

Los sistemas de cruzamientos le permiten al mejorador combinar genes de diversas fuentes y crear combinaciones de genes y de caracteres que no existían en las poblaciones parentales. La combinación de razas con el fin de maximizar el valor de la descendencia en relación con la productividad total, se conoce con el término de complementariedad. Dicha complementariedad requiere del uso de razas que contrarresten parcialmente sus deficiencias, como sucede entre *Bos taurus* y *Bos indicus*. Un ejemplo podría ser la producción de animales para carne, para lo cual la línea materna se selecciona por características reproductivas, mientras que, la paterna se selecciona por crecimiento y calidad de la canal.

PROPUESTA DE CRUZAMIENTOS

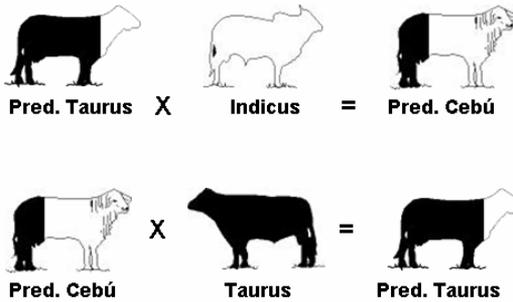
En la actualidad, el ganado doble propósito aporta cerca del 70% de la producción láctea y 50% de la carne que se consume en el país. Se estima que sus niveles de producción láctea están cerca del 1500 kg en 230 días de lactancia, con una tasa de crecimiento de 300 a 350 g/d, en animales cuya mayoría oscilan alrededor del media sangre ($\frac{1}{2}$ *taurus* $\frac{1}{2}$ *indicus*). La gran pregunta es ¿Nos conformamos con esos niveles? ¿Incrementamos los genes de producción *Bos taurus*?

Hay que estar claros, en que no existe una receta en lo que a cruzamientos se refiere, ya que dentro de la ecuación aditiva de Fenotipo = Genotipo + Ambiente + Interacción_{GE}, este último componente, es decir, la interacción genotipo x ambiente juega un rol muy importante que nos deja un abanico de opciones para la planificación de los cruzamientos.

En el capítulo anterior de Sistemas de cruzamientos se indica una serie de posibles tipos de cruzamientos, los cuales podemos utilizar y adaptarlos a nuestros sistemas de producción. De acuerdo a nuestro criterio y experiencia, encontramos que de esas opciones el cruzamiento alterno, es el que podría servir para un gran número de ambientes. Este tipo de cruzamiento, es el que por muchas décadas han utilizado los productores de la Cuenca del Lago de Maracaibo y es el que les ha permitido subsistir a pesar de las cambiantes políticas gubernamentales a través del tiempo. Todo ello a pesar que tales cruces no se dan entre razas puras, aunque si en su forma de agrupar los animales por predominancia y asignar el toro de su complementaria necesidad.

Es decir, en el *argot* popular nuestros productores organizan sus rebaños en predominantes europeos, Holstein y/o Pardo Suizo que son apareados con toros Cebú, Brahman u otro acebuado y predominantes Cebú, animales con orejas y ombligos largos, presencia de giba y prepucios largos en machos, apareados con Holstein o Pardo Suizo, de acuerdo a su preferencia. Esto va a producir una nueva generación que será la contraparte de la original, es decir, los descendientes de los predominantes europeos serán predominante Cebú y viceversa (Figura 1). De allí en adelante se empieza a alternar la raza de los toros en los descendientes de las generaciones sucesivas.

Figura 1
Es quema de de cruzamiento en la ganadería mestiza doble propósito en la Cuenca del Lago de Maracaibo



Este tipo de cruzamiento, con el tiempo tiende a estabilizarse en las proporciones entre 2/3 partes del raza del toro anteriormente utilizado y 1/3 de la raza complementaria; algo similar a lo que ocurre cuando de forma planificada se realizan cruces alternos de 2 razas o subespecies como las que se dan el trópico, ya que después de la quinta generación, es decir después de formar el 5/8 (62,5%), las demás generaciones tienden a mostrar entre 63 y 68% de la raza del toro anteriormente utilizada en el programa de cruzamientos (Figura 2).

Con base en estas experiencias un tanto empíricas, pero efectivas, además del respaldo de la información científica disponible, es que proponemos como una opción para nuestro rebaños DP, el 5/8 ó 2/3 de sangre europea para fines de producción, tal y como lo han referido trabajos del trópico: Siboney de Cuba, el Pitangueiras y el Gyrholando en Brasil, en referencia a producción de leche o bien el Brangus, Bradford y Santa Gertrudis para la producción cárnica. No obstante, es nuestro deber advertir, que con esta proporción de genes europeos, estamos ante un genotipo de elevado potencial de producción, que depende a su vez de un ambiente (manejo, alimentación, sanidad) de mayor exigencia que un genotipo 1/2 Europeo 1/2 Indicus.

Figura 2
Esquema de cruzamiento alternativo entre Taurus e Indicus y proporciones de sus genes por generación

<i>P: Taurus x Indicus</i>	Proporción genes T:I
F1: 1/2 Taurus 1/2 Indicus X Indicus	50 50
F2: 3/4 Indicus 1/4 Taurus X Taurus	25 75
F3: 5/8 Taurus 3/8 Indicus X Indicus	62,5 37,5
F4: 11/16 Indicus 5/16 Taurus X Taurus	31,25 68,75
F5: 21/32 Taurus 11/32 Indicus X Indicus	65,62 34,38
F6: 43/64 Indicus 21/64 Taurus X Taurus	32,81 67,19
F7: 85/128 Taurus 43/128 Indicus	66,4 33,6

En conclusión, la planificación de los cruzamientos es indispensable a la hora de programar las próximas generaciones, más aún cuando lo que se busca es ir más allá de los cruzamientos para la obtención de media sangre, es decir, cuando buscamos incorporar más genes para producción en nuestro rebaño.

LECTURAS RECOMENDADAS

Aranguren-Méndez J. El Mestizo Lechero 5/8 Taurino en la Región Zuliana. Un Genotipo Promisorio para el Trópico. En: Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. González-Stagnaro, C. (ed). Edic Astro Data S.A. Maracaibo-Venezuela. Cap. IV: 75-89. 1995.

Aranguren-Méndez J, Román R, Isea W, Villasmil Y. Evaluación predestete de becerros cruzados, utilizando las medidas repetidas. Rev. Científica, FCV-LUZ X: 240-250. 2000.

Falconer DS, Mackay TFC. Introducción a la Genética Cuantitativa. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España. 469p. 2001.

Gama LT. Melhoramiento Genético Animal. Escolar Editora. 306 p. 2002.

El cuello de botella: el mosaico

José Atilio Aranguren-Méndez¹ MSc. Dr., Luis Fabián Yáñez Cuéllar² MSc.

¹Universidad del Zulia, ²Universidad Nacional Experimental Sur del Lago
atilioaranguren@icnet.com.ve, lyanz@cantv.net

El mosaico es el principal recurso de las ganaderías de doble propósito de Venezuela. Es su amplia variabilidad genética y en consecuencia su variabilidad fenotípica, las condiciones que le han conferido una versatilidad especial para enfrentar los cambios en el mercado de los rubros leche y carne que se han venido sucedido en el país. Se observa, en especial en rebaños grandes que cuando los precios de la leche son altos, el máximo beneficio se obtiene de los animales con mayor proporción de sangre de razas nobles (léase de herencia de *Bos taurus*, principalmente Holstein y en menor proporción Pardo Suizo); mientras que, cuando los precios de la carne son más atractivos, los animales más rentables y productivos son aquellos cuyo vigor híbrido para crecimiento proviene del cruzamiento con razas rústicas (léase de herencia *Bos indicus*, principalmente Brahman).

De manera simultánea en ese mosaico también se encuentra su mayor debilidad, pues el genotipo del grupo de animales más productivos no puede ser fácil ni efectivamente caracterizado; la evaluación genética es casi imposible y existen pocas posibilidades de éxito al intentar reproducir el mosaico, ya que fue generado sin seguir un esquema de cruzamientos sistemáticos, respecto a lo cual pudiera decirse que en cada explotación se ha seguido una secuencia de cruzamientos muy particular, con incorporación de razas diferentes, en proporciones también variables.

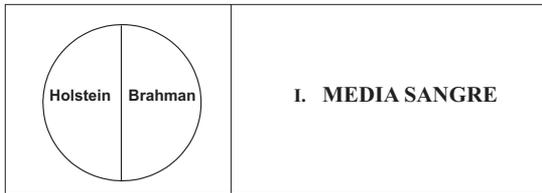
Entre los investigadores parece existir consenso en que la ganadería de doble propósito, al menos en aquellas explotaciones con tendencia a la producción de leche, se debe desarrollar básicamente con dos razas, la Holstein que aporta el potencial para producción de leche, mientras que las características de vitalidad de los becerros y crecimiento buscan en parte con la raza Brahman y por supuesto del vigor híbrido que se logra con el cruzamiento. Dado que los inventarios de animales criollos, tanto del Criollo Llanero como del Criollo Limonero, son bastante limitados consideramos que su utilización debe responder a un programa que en principio se dedique a la ca-

racterización, evaluación, multiplicación y conservación del patrimonio genético, para poder ponerlo a disposición de los productores. Sin embargo, no se descarta su utilización o la de otras razas criollas de la zona tropical.

El cruzamiento ideal. Sería aquel esquema de cruzamientos que en primer lugar permitiera mantener la proporción de herencia considerada como óptima para las condiciones climáticas y posibilidades reales de manejo; en segundo término, produjera sus propios reemplazos, es decir, que los reproductores se puedan obtener del mismo rebaño y, por último, que sea sencillo de aplicar.

En las condiciones actuales de la ganadería de doble propósito, no es posible esperar que exista una receta mágica de cruzamiento que cumpla con todas esas indicaciones. En este sentido, es necesario indicar que no hay una solución única para todos, pero algunos pueden y deben integrarse para buscar soluciones comunes. De tal manera que las sugerencias presentadas a continuación deben ser necesariamente tomadas en consideración como orientaciones, más que como metas definitivas basados en que no existe el éxito del programa genético ni es un fin; más bien debe concebirse como el progreso del programa y su correspondencia armónica con las exigencias del mercado de los productos.

Entonces ¿en qué proporción se encuentra el equilibrio entre esas dos razas? Las investigaciones permiten formular dos orientaciones básicas:



Media sangre es la expresión empleada comúnmente para definir la proporción intermedia de herencia de dos razas, en este caso Holstein y Brahman. Genotipo animal recomendado por su rusticidad para explotaciones de tamaño pequeño en pastos cultivados con pocas posibilidades de ofrecer suplementos proteico-energéticos, estando ubicadas en áreas con condiciones climáticas difíciles, tales como temperaturas superiores a los 30°C y valores de humedad ambiental sobre el 70%, en suelos con problemas de exceso de humedad. Poseen ordeño manual con apoyo del becerro, controles sanitarios y reproductivos básicos,

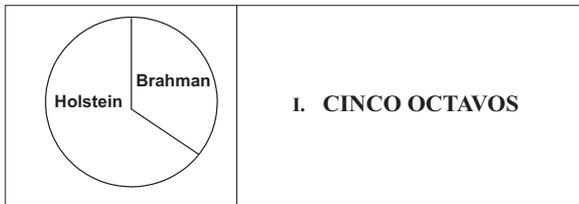
Esta orientación pudiera seguirse con la explotación de hembras F_1 , propuesta que es rechazada porque se debe mantener un rebaño de hembras Brahman puras e importar semen de toros Holstein. Todos los animales de este cruzamiento van al matadero, es decir, que el reemplazo siempre vendrá de las hembras Brahman.

También se ha sugerido el cruzamiento *inter se*, que no es más que el apareamiento de hembras y machos media sangre, cuyas principales críticas son la segregación con aumento de la variabilidad fenotípica (el productor lo conoce como “animales peludos”) y la pérdida del vigor híbrido. Estos inconvenientes pudieran ser contrarrestados a través de las sugerencias siguientes.

Selección en el rebaño doble propósito. Desde la primera generación producto de cruzamiento, cada explotación comenzaría a aplicar criterios de selección específicos de su sistema de producción, con mayor énfasis en las características que le permitan orientar su rebaño hacia la producción prioritaria de uno de los dos rubros. Los sistemas con tendencia a leche o a carne se diferenciarán por la selección, más que por el cruzamiento.

Selección en otros rebaños. Es evidente que la ganadería de carne en Venezuela ha logrado un avance sustancial, gracias al mejoramiento genético de sus rebaños, quizá por haber contado, entre otros factores, con el animal puro adaptado al medio ecológico tropical y la aplicación de la tecnología disponible en rebaños numerosos, muchos de ellos integrados. De esas ganaderías se podría aprovechar el progreso genético para crecimiento, a través de toros Brahman para el servicio natural en las hembras de rebaños doble propósito con alto mestizaje *Bos taurus* (Holstein-Pardo Suizo); además utilizaría sus hembras para servir las con semen importado de toros Holstein para generar animales F_1 . Esto se haría de manera continua hasta generar los reemplazos en los propios rebaños doble propósito, alrededor de la quinta generación.

El semen importado de razas productoras de leche proviene de rebaños seleccionados a través de muchas generaciones, seguramente para satisfacer otras necesidades de producción y de mercado; sin embargo, es posible reorientar y hacer un uso estratégico de dicho material genético. Como se explicó previamente en la producción de animales F_1 , los machos se utilizarían como reproductores en cruzamientos *inter se* y las hembras irían al rebaño de producción.



Como cinco octavos se denominan los animales con la proporción de 62,5% Holstein y 37,5% Brahman, o lo que es igual $\frac{5}{8}$ Holstein- $\frac{3}{8}$ Brahman. Esta proporción es la recomendada para explotaciones en pastos cultivados con posibilidades intermedias de ofrecer suplementos proteico-energéticos, mayores controles sanitarios y reproductivos, ordeño manual o mecánico siendo la leche el principal objetivo de producción. Deben estar ubicadas en áreas con condiciones climáticas más benignas, temperaturas alrededor de los 25°C y valores de humedad cercanos al 60%, suelos con buen drenaje.

Los cruzamientos alternos. Como una opción se ha presentado el cruzamiento alternativo, que consiste en emplear en cada generación consecutiva de descendientes una raza paterna diferente, siendo más común el uso de dos razas que el de tres. Sin embargo, este criticable, entre otras razones por las complicaciones en el manejo de los animales y por no generar sus propios reemplazos. A pesar de ello, con ciertas diferencias con el esquema científico del cruzamiento alternativo, el ganadero de doble pro-

pósito ha superado los inconvenientes del manejo de varios grupos animales, con un manejo uniforme para todos y el descarte de los que no se adaptan al esquema de manejo. De manera que la aplicación sistemática de un programa de cruzamientos alternos sólo traería beneficios a la ganadería de doble propósito.

Selección en el rebaño doble propósito. Al igual que en el caso anterior, desde la primera generación producto de cruzamiento alternativo cada explotación se comenzaría a aplicar criterios de selección específicos del sistema de producción, con mayor énfasis en aquellas características de producción de leche.

Selección en otros rebaños. Los animales Brahman se seleccionarían principalmente por sus características de rusticidad y habilidad materna, más que por crecimiento. Mientras que en el semen Holstein se buscaría el aporte de genes para producción de leche.

El cruzamiento alternativo se seguiría de manera continua hasta alrededor de la quinta-sexta generación, cuando se pretende generar los reemplazos en los propios rebaños doble propósito y comenzar un esquema de cruzamiento *inter se*.

LECTURAS RECOMENDADAS

Hahn, M. Evaluación Económica de los Cruzamientos en la Ganadería de Doble Propósito. En: Mejora de la Ganadería Doble Propósito. C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury y E. Soto Belloso (Eds.). Ed. Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. VI: 105-119. 1998.

López, D. Evaluación de los Cruzamientos en las Ganaderías de Doble Propósito. Su desarrollo en Cuba. En: Mejora de la Ganadería Doble Propósito. C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury y E. Soto Belloso (Eds.). Ed. Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. III: 59-75. 1998.

Madalena F. Cruces entre Razas Bovinas para la Producción Económica de Leche. En: Avances en la Ganadería Doble Propósito. C. González-Stagnaro, E. Soto Belloso, L. Ramírez Iglesia (Eds.). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. IX: 133-148. 2002.

Swan A, Kinghorn B. Evaluation and exploitation of crossbreeding in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 75: 624-639. 1990.

Syrstad O. Dairy cattle cross-breeding in the tropics: performance of secondary crossbreed populations. *Livest. Prod. Sci.*, 23: 97. 1989.

Vaccaro L. El papel del toro cruzado en el mejoramiento de poblaciones de doble propósito. *Cienc. Tecnol. Venez.*, 5 (2):67-72. 1988.

Vaccaro L, López D. Taller de Trabajo Latinoamericano sobre el Mejoramiento Genético de Bovinos de Doble Propósito. Conclusiones y recomendaciones. *Arch. Lat. Prod. Anim.*, 2 (Suplemento 1):1-15. 1994.

Consanguinidad en la ganadería bovina

Jazmín Florio, Ing. Agr., MSc.

*INIA – CIAE. Barinas. Campo Experimental Ciudad Bolivia
jflorio@inia.gov.ve*

La consanguinidad o endocría, surge al aparear individuos que presentan entre sí alguna relación de parentesco y viene expresada en términos de porcentajes. La consanguinidad puede clasificarse en dos tipos, estrecha y familiar. La consanguinidad estrecha, es la que resulta del apareamiento de hermano con hermana, de padre con hija y de hijo con madre. La consanguinidad familiar, consiste en la unión de individuos que no tienen parentesco directo o inmediato (entre medios hermanos, primos entre sí, tíos con sobrinos, etc.). En una población, el apareamiento entre parientes se puede originar por apareamientos dirigidos, con el fin de fijar una determinada característica o por apareamientos al azar, debido al tamaño pequeño de la población o a la aglomeración de animales parientes en un mismo potrero o corral.

Otros factores que predisponen a un rebaño a la presencia de consanguinidad son la falta de identificación numérica de los animales dentro del rebaño, la ausencia de registros de parentesco o genealógicos, producción de toros de reemplazo dentro de la misma unidad de producción, uso de los toros por más de dos años, compra de animales (machos y hembras) de reemplazo en la misma unidad de producción, ausencia de cercas y fallas en el mantenimiento de las mismas y la separación post-destete tardía de las hembras y machos.

VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS DE CONSANGUINIDAD

Varios trabajos han reportado que los niveles críticos de consanguinidad son del 12,5%, mientras que recientemente se considera que el máximo aceptable es de 6,25%. En la actualidad se establece que estos valores de consanguinidad pueden, de forma relativa, producir depresión en algunos caracteres; se ha determinado que niveles de consanguinidad de 12% acumulativos, todavía no alcanzaban a demostrar un efecto negativo sobre el comportamiento de los animales. Estos resultados podían deberse a un bajo número de animales utilizados en la muestra de estudio.

En la actualidad no es extraño conseguir consanguinidad en algunos rebaños bovinos a nivel mundial, sobre todo en aquellos rebaños cuya población es muy pequeña, como es el ejemplo clásico de los rebaños bovinos de razas Criollas, en los cuales, en la mayoría de los casos, los productores y agrotécnicos deben aprender a convivir con la consanguinidad. Esta convivencia se hace primordial para la sobrevivencia bajo la premisa de que se debe preservar la pureza de dichos rebaños aunque con una población genética pequeña, lo que inevitablemente conlleva a la aparición de ancestros en común. En Venezuela, se ha reportado en el ganado Criollo Limonero del Zulia, que 83% de los individuos presentan hasta un 10% de consanguinidad, mientras que otro grupo que constituye cerca del 17% presentaron consanguinidades hasta de un 30%.

Así mismo, en rebaños grandes, como por ejemplo el Holstein en Estados Unidos que ha sufrido una gran presión de selección, se han presentado incrementos de consanguinidad, debido al descarte de hembras y al uso limitado de sementales. Se reporta en la actualidad una consanguinidad promedio del 5% para Holstein y de 6,5% para Jersey.

EFFECTOS DE LA CONSANGUINIDAD

La consanguinidad es considerada por muchos expertos como un arma de doble filo, tanto por su beneficio como por sus efectos negativos. Entre sus beneficios cabe resaltar que la consanguinidad se ha utilizado a lo largo de los años para:

- a) La fijación de caracteres deseables. En base a este principio se han desarrollado razas de animales, es decir, razas sintéticas (razas producidas por el hombre), tales como por ejemplo la raza Carora, Criollo Limonero, Senepol, Brahman, etc.
- b) Para probar que un padrote no sea portador de genes letales (genes que producen defectos con consecuencia de muerte) o anomalías genéticas.

Entre los efectos negativos de la consanguinidad cabe resaltar:

- a) Aumento en la homocigosis, es decir, aumento en la presencia de individuos con genes para un mismo carácter;
- b) Aparición con mayor frecuencia de defectos letales y otras anomalías genéticas debido a la homocigosis de genes recesivos;
- c) Declinación de aquellos caracteres tales como fertilidad, tasa de crecimiento, sobrevivencia, producción, producción de leche, etc. A este hecho se le conoce como depresión por consanguinidad o depresión por endogamia.

EFFECTO DE LA CONSANGUINIDAD SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL REBAÑO

En los Estados Unidos, se ha reportado una depresión de los caracteres por efecto de la consanguinidad donde por cada 1% de consanguinidad, se presenta una reducción importante para diversos caracteres, tal como se aprecia Cuadro 1.

Cuadro 1
Reducción de características de producción por cada 1% de consanguinidad

Característica	Pérdida por cada 1% de Consanguinidad
Edad en primer parto (días)	0,4%
Días de vida productiva	- 13
Número total de días en leche	- 10
Producción de leche – 1° lactancia	- 37
Producción total de leche (Kg.)	-358
Producción total de grasa (Kg.)	-13
Producción total de proteína (Kg.)	- 11

Aunado a lo anterior, se han reportado que por cada unidad de aumento en la consanguinidad, la vaca presenta una pérdida general de USA \$ 24,00, es decir, que si una vaca tiene 6,25% de consanguinidad, entonces es muy probable tener pérdidas de hasta USA \$ 150,00 en su vida productiva. Imagínense un caso muy común, como es el apareamiento entre un toro y su hija dando como resultado una consanguinidad del 25%, entonces se tendría pérdidas hasta por USA \$ 600,00 en la cría.

MANEJANDO LA CONSANGUINIDAD EN SU REBAÑO

Para evitar problemas de consanguinidad es muy importante que los productores sigan unas normas claras y sencillas:

Identifiquen sus animales. El marcaje de los animales debe proveer una identidad permanente, leerse a distancia, ser barato, aplicarse fácilmente, causar el mínimo daño o dolor al animal, consistir en una cifra numérica (para poder ser llevada a una base de datos posteriormente) y ser difícil de alterarse, destruirse o perderse.

Lleven información de parentesco. De ser posible conocer padre, madre y abuelos de cada individuo.

Realicen rotaciones de sementales. Comprarlos o realizando intercambios con amigos y vecinos, de forma tal que los toros no duren más de dos años en la explotación (así se garantiza el ingreso de genes nuevos al rebaño y se evita que el toro pueda preñar a sus hijas. Es fundamental conocer la procedencia del o los toros, ya que es muy común tener fallas como usar un toro producido en la misma finca, comprar sementales en una sola unidad de producción o comprar un toro en una finca de donde se hayan adquirido hembras de reemplazo.

Separación rápida post-destete de hembras y machos

Salir rápidamente de los machos. En caso tal de no castrarlos, que presenten dificultad en su manejo o sea muy pequeña la superficie de potreros y pastos.

Mantenimiento óptimo de cercas. Es vital una separación adecuada de potreros y de ser posible utilizar cercas eléctricas, las cuales son más económicas que las convencionales y ofrecen un control más eficiente.

Rotación adecuada de potreros. Destacar en aquellas unidades de producción donde se tengan lotes de machos jóvenes o de toretes para ceba, la importancia de garantizar que estos machos pastoreen lo más lejos posible de los lotes de hembras del rebaño, con el fin de evitar que olfateen que hay hembras en celo, las busquen y las monten.

CÓMO DETERMINAR LA CONSANGUINIDAD EN UN ANIMAL EN SU REBAÑO

Es necesario que el ganadero conozca cómo llegar a conocer cómo determinar la consanguinidad en un animal del rebaño y cuáles pueden ser los grados de consanguinidad que se pueden obtener. Primero se debe partir del hecho de que cada individuo recibe la mitad de la carga genética de cada uno de sus padres; entonces, se puede explicar el por qué para determinar coeficiente de consanguinidad se usa la siguiente fórmula:

$$F_z = (1/2) (A_{ZS ZD})$$

Donde, F_z es el coeficiente de consanguinidad de un individuo o animal “Z”. Equivalente a la 1/2 del parentesco entre los padres de este animal.

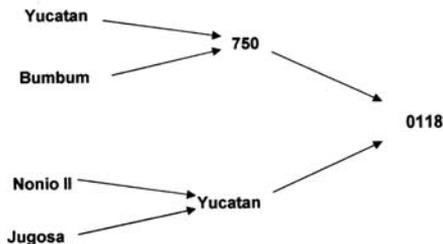
“A” equivale al parentesco entre individuos, **ZS** corresponde al padre (en inglés “sire”) de Z y **ZD** corresponde a la madre (en inglés “dame”) de Z, es decir, $A_{ZS ZD}$ correspondería al parentesco existente entre los padres de Z.

También debe conocer los parentescos más comunes que pueden existir entre individuos:

- * Parentesco Padre-Cría ó Madre- Cría: 1/2
- * Parentesco Abuelo-Nieto: 1/4
- * Parentesco Hermanos Completos: 1/2
- * Parentesco Medios Hermanos: 1/4
- * Parentesco Bisabuelo – bisnieto: 1/8

En función de la fórmula antes mostrada y los parentescos establecidos, se pueden determinar algunos coeficientes de consanguinidad en pedigrís que no sean muy complejos, tal como se muestra en la Figura 1:

Figura 1
Pedigrí del animal 0118 el cual su padre es también su abuelo materno



Aplicando la fórmula de coeficiente de consanguinidad tenemos:

$$F_{0118} = 1/2 \text{ (Parentesco entre los padres de 0118)}$$

$$F_{0118} = 1/2 \text{ (Parentesco entre Yucatán y 750)}$$

$$F_{0118} = 1/2 (1/2) = 1/4 = 0,25$$

Esto indica que el coeficiente de consanguinidad de 0118 es del 0,25 o del 25%.

Si se dice que la consanguinidad no debe ser mayor al 12%, vemos entonces por que se debe ser muy cuidadoso de que los toros no sirvan a sus hijas, ya que entonces la consanguinidad sería el doble de lo permitido.

El procedimiento para desarrollar el Diagrama de Flechas es muy sencillo, tal como se indica a continuación:

1. Se elabora el pedigrí o árbol genealógico. Se colocan las flechas, las cuales indican la relación de progenitor - progenie, o sea pasaje de genes. Cada flecha además, corresponde a una probabilidad de pasaje de 1/2.
2. Se identifican los animales de la línea materna y los de la línea paterna.
3. Se buscan los animales comunes tanto a la línea materna como a la paterna, es decir, los animales que presentan mayor homocigosis.
4. Se calcula la consanguinidad por cada línea, la materna y la paterna, por medio de la fórmula de Wright o la de Wright modificada por Lush. La consanguinidad del individuo será la sumatoria de las consanguinidades antes mencionadas.

En conclusión, la consanguinidad debe ser un elemento de conocimiento para los productores puesto que es bastante fácil incurrir en problemas debido a un mal manejo del rebaño. Si bien algunos métodos para determinar coeficiente de consanguinidad señalados en el presente artículo pueden involucrar algún nivel de complejidad así como otros métodos que existen y que no se han señalado, lo importante es evitar el apareamiento entre parientes, en especial, el de toros con sus hijas o con sus hermanas o medias hermanas, de igual manera que a la inversa tratándose de la vaca.

En caso que algún productor desee realizar apareamientos entre parientes para fijar un determinado gen en el rebaño o quizás conocer si existe algún gen recesivo presente en el mismo, debería buscar asesoría de un profesional o agrotécnico para evitar generar problemas irreversibles en su rebaño.

LECTURAS RECOMENDADAS

Dalton C. An Introduction to Practical Animal Breeding. Granada Publishing. London, U.K pp: 89-106. 1980.

Gardellino R, Rovira J. Mejoramiento Genético Animal. Editorial Agropecuario Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. pp: 172-192. 1987.

Lasley J. Genética del Mejoramiento del Ganado. 1º edición en español. Unión Tipográfica Editorial Hispanoamérica (UTEHA). México, D.F. pp: 171-204. 1970.

Legates J, Warwick E. Cría y Mejora del Ganado. 8º edición, Editorial Interamericana. McGraw Hill. México, D.F. pp: 212 - 241. 1992.

Smith L, Casell B, Pearson, R. The effects of inbreeding on lifetime performance of dairy cattle. J. Dairy Sci. 81:2729 - 2737. 1998.

Tewolde A. Los Criollos bovinos y los sistemas de producción animal en los trópicos de América Latina. En: Proceedings of the second Nacional Forum of Analysis on animal genetic resources of México. Chihuahua. Agosto 8-12. Pp: 73 – 78.

Van Vleck L. Selection Index and Introduction to Mixed Model Methods. CRC Press. Boca Raton, U.S.A. pp: 57 - 61. 1993.

Villasmil Y. Estimación de la variabilidad genética de la raza Criollo Limonero utilizando su información genealógica. Trabajo de Ascenso. Universidad del Zulia. 2004.

Evaluación de datos de producción

Omar Verde, MV, PhD

*Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela.
Maracay, Venezuela
omarverde@cantv.net*

Los programas computarizados han mostrado ser una valiosa herramienta para el control de los eventos que se producen en la empresa ganadera y poder tomar decisiones oportunas para maximizar el beneficio económico. Permiten producir listas para la realización de actividades rutinarias, elaborar reportes para evaluar el comportamiento productivo en un determinado momento y generar bases de datos para detectar animales que sean genéticamente superiores para las características de importancia económica.

Hasta hace relativamente poco tiempo, la selección visual constituía la principal vía de escogencia de reproductores, pero en forma sostenida ha ido tomando fuerza la aplicación de la evaluación genética mediante la utilización de herramientas estadísticas como mecanismos que permiten decidir cuales hembras deben ser eliminadas, que toros no deben ser utilizados como reproductores, que animales jóvenes incorporar al rebaño, etc. La posibilidad de realizar análisis estadísticos de los datos en forma relativamente sencilla y rápida, ha permitido que esta metodología de selección se haya difundido.

Diversos caminos pueden seguirse para la evaluación de reproductores utilizando la información acumulada en el sistema computarizado que permite llevar el control de la finca. A continuación presentamos las principales alternativas que se han utilizado para realizar comparaciones entre los animales del rebaño.

MEDICIONES PRODUCTIVAS DIRECTAS

Un paso importante, pero no suficiente, en la escogencia de reproductores viene dado por la medición de esas características de importancia, tales como intervalo parto-concepción, intervalo entre partos, producción de leche en la lactancia, peso del becerro al destete o a los 18 meses, circunferencia escrotal, etc. Esto significa un avance,

por estar considerando caracteres de importancia económica, pero adolece de una serie de fallas importantes para poder hacer comparaciones apropiadas entre animales.

Aplicación de factores de ajuste

Para tratar de avanzar en la precisión para la comparación entre animales se consideró prudente aplicar una serie de ajustes a los valores medidos. Entre ellos, podemos mencionar:

1. Peso ajustado a 205 días de edad
2. Peso ajustado a 548 días de edad
3. Producción de leche ajustada por número de parto
4. Producción de leche ajustada por época de parto
5. Intervalo entre partos ajustado por número de parto
6. Producción de leche ajustada por día de intervalo

Algunos ajustes pueden ser realizados más fácilmente que otros. Así, un peso ajustado a una edad constante solo requiere aplicar una fórmula mientras que para ajustar producción de leche por número o época de parto se necesitan factores de ajuste. Estos factores de ajuste pueden ser proporcionados por tablas desarrolladas en otras condiciones productivas, lo que no es apropiado.

Obtener factores de ajuste requiere realizar análisis estadísticos con un modelo apropiado y una metodología adecuada. En la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela hemos analizado datos de diferentes especies utilizando la metodología de los cuadrados mínimos y diferentes modelos estadísticos. Esto ha permitido obtener estimados de efectos que han posibilitado realizar ajustes para los valores de respuesta. En el caso de pesos, los valores ajustados obtenidos sirven de base para el cálculo de valores relativos dentro de una temporada, un sexo, un rebaño, etc. y para producir listas para la selección de jóvenes reproductores.

Para el caso de los sementales, la evaluación se realiza en una forma diferente. Se procede al análisis de los datos mediante un modelo que incluye los efectos para los que se desea realizar el ajuste del carácter en evaluación, las interacciones que se consideren necesarias y, adicionalmente, el efecto de padre. El programa producirá, para cada toro incluido en el análisis, la superioridad o inferioridad con respecto al promedio del rebaño, previo ajuste para los factores incluidos en el modelo. Estos valores obtenidos son reflejo de lo que el toro es capaz de transmitir y, por consiguiente, es de mayor valor interpretativo que el calculado para los toretes con sus propios datos (en el caso de pesos). Es decir, constituye una herramienta poderosa que puede ser utilizada para la toma de decisiones sobre sementales a eliminar o a ser utilizados con mayor intensidad en la próxima temporada de servicio.

Cuando se tienen sementales en prueba de progenie en varias fincas, el efecto de hato debe ser tomado en consideración en el modelo para el análisis de los datos. La interpretación y toma de decisión sobre la base de los resultados obtenidos es muy similar a lo señalado en el punto anterior.

TOMANDO EN CUENTA LA INFORMACIÓN DE PARIENTES

Generalmente, las listas de evaluación de animales producidas por los sistemas computarizados no toman en cuenta la información que pudieran aportar los parientes de cada animal (padres, hermanos, medio hermanos, primos, etc.) en la estimación del valor genético. En la Facultad de Ciencias Veterinarias (UCV) se desarrolló un programa computarizado para estimar el valor genético de un grupo de animales disponiendo de la información del propio individuo, de sus padres, hermanos y medio hermanos. Este programa está siendo aplicado en el área porcina, pero su utilización para bovinos se detuvo cuando se logró incorporar la metodología de Modelos Mixtos (BLUP y MODELO ANIMAL) en los procesos de estimación de los valores genéticos de los animales de un rebaño.

UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE LOS MODELOS MIXTOS

La metodología de los Modelos Mixtos data de mediados del siglo pasado. Sin embargo, su aplicación para la evaluación de reproductores tardó tiempo en implementarse, especialmente en los países en vías de desarrollo. Requiere de equipos de gran capacidad de memoria y alta velocidad de proceso. Pero el vertiginoso crecimiento de la cibernética ha hecho posible que actualmente se disponga de microcomputadores que permiten realizar evaluaciones de apreciables volúmenes de datos en relativamente corto tiempo. Nuestra opinión ha cambiado radicalmente. Hace pocos años señalamos que para la aplicación de la metodología de los Modelos Mixtos se requería de estimados precisos de los componentes de variancia y gran capacidad de memoria para el proceso, en atención a la dimensión de las matrices involucradas en los cómputos. En la actualidad, se dispone de programas para estimar con precisión los componentes de variancia y obtener con eficiencia los estimados de valores genéticos de los animales.

Muy concretamente, en la actualidad se realiza de manera rutinaria la estimación del Valor Genético con base a la metodología de los Modelos Mixtos, procedimiento que obtiene una Predicción del Valor Genético de un reproductor con propiedades estadísticas definidas como Mejor Predictor Lineal Insesgado (BLUP). Al utilizar un MODELO ANIMAL, se procederá a la obtención de una Evaluación Genética para todos los animales que forman parte de la base de datos, asignándole una DEP (Diferencia Esperada Entre Progenie) no sólo a los toros padres sino también a las vacas, toretes, novillas, mautas, mautas, becerros y becerras.

El procedimiento computacional para el análisis de los datos involucra la obtención de unas matrices de operación, incluyendo el parentesco entre los animales de la base de datos. A través de estas relaciones de parentesco se obtendrán los estimados de Valores Genéticos de aquellos individuos que no tienen información directa y también servirá para obtener con mayor precisión los estimados de los individuos que, además de su información directa, tienen parientes en el rebaño.

EL MODELO ANIMAL tiene varias ventajas:

1. Ajusta para los efectos que se considera pueden influir en la variación del carácter en estudio (sexo del becerro, año de nacimiento, mes de nacimiento, edad de madre al parto, etc.).
2. No sólo evalúa toros, sino que también evalúa vientres.
3. Los potenciales reproductores del rebaño: toretes, novillas, mautes y becerros, también tendrán una DEP.
4. Las relaciones de parentesco completas entre todos los animales son utilizadas para predecir con una mayor cantidad de información cada valor de DEP.
5. No requiere apareamiento aleatorio entre toros y vacas, pues los vientres son incluidos en el modelo y, por lo tanto, se ajusta para el diferente mérito genético que puedan tener las diferentes hembras.
6. Produce, no solo la estimación del Valor Genético Directo del padre y la madre, sino que también predice el Valor Genético Materno de los mismos.
7. La metodología permite evaluar simultáneamente más de un carácter, por lo que se tendrán estimados de Valor Genético para un carácter, ajustado por las correlaciones genéticas con los otros caracteres evaluados en forma conjunta.

En el año 1994 comenzamos a utilizar esta metodología para la evaluación de los animales del rebaño de la Estación Experimental “La Cumaca” de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, destinada a la producción de jóvenes reproductores de ganado Brahman de alto valor genético. Para poder automatizar su aplicación, desarrollamos dentro del Sistema Computarizado de Control de la Producción una opción para la creación del archivo que se debe remitir para la evaluación. Posteriormente, se regresan los resultados de la evaluación, para incorporar en la base de datos del sistema de control las DEPs obtenidas para las características evaluadas.

Posteriormente hemos utilizado la metodología para la estimación de valores genéticos en ganaderías bovinas de leche y de doble propósito, así como en búfalos y porcinos.

Es oportuno señalar que para una acertada evaluación de datos a través de la metodología de los Modelos Mixtos se requiere de conocimientos de genética, estadística y computación, con el objeto de crear un archivo de datos para el análisis apropiado, aplicar un modelo de análisis adecuado, interpretar correctamente los resultados obtenidos y producir los reportes correspondientes.

CARACTERES A EVALUAR

Los caracteres a evaluar en un programa de mejoramiento deben ser de importancias económicas, suficientemente heredables y medibles. Los principales caracteres a considerar deben ser la reproducción, la sobrevivencia y el crecimiento en ganado bovino de carne, mientras que en bovinos de leche debe enfatizarse la reproducción, la sobrevivencia y la producción de leche.

Sobre la base de lo antes señalado, además de los caracteres de producción de leche o carne que usualmente se evalúan, se señala la necesidad de evaluar los caracteres reproductivos.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Se ha tratado, en forma muy resumida, de señalar las ventajas de disponer de un sistema de control computarizado para llevar el control de la producción y para realizar la evaluación genética de los animales y así decidir sobre los que deben ser eliminados o cuales serán utilizados con mayor énfasis. Por otro lado, se dispone de los recursos computacionales para utilizar una metodología de punta como lo son los Modelos Mixtos bajo un Modelo Animal para estimación de valores genéticos de caracteres de importancia económica..

LECTURAS RECOMENDADAS

Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Normas de Evaluación Genética de Bovinos de Carne, Leche y Doble Propósito en el Trópico Latinoamericano. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria 23: Suplemento 1:1-50. 1988.

Vaccaro L. Medición de características de importancia económica en bovinos de leche, doble propósito y carne. En: Fernández-Baca, S (Ed). Producción de leche y carne en el trópico. FAO – UNDP - CENIP, Santo Domingo, República Dominicana. pp 65 – 70. 1986.

Vaccaro L. Registros de producción en la ganadería de doble propósito. En: Plasse D., N. Peña de Borsotti (Eds). VI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 95 –111. 1990.

Verde O, Plasse D. Utilización de los registros de producción para la evaluación genética de bovinos de carne y de doble propósito. VIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 201-213. 1992.

Identificación animal y registros ganaderos

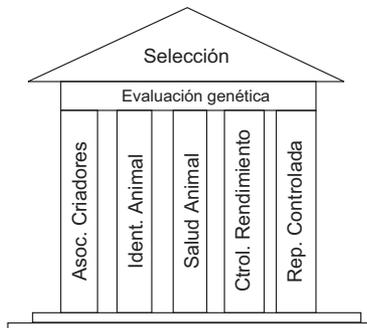
Yenen Villasmil-Ontiveros, MV; José Atilio Aranguren-Méndez, MSc. Dr

*Cátedra de Genética Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias,
Universidad del Zulia
ovillasmil@luz.edu.ve ~ atilioaranguren@icnet.com.ve*

La organización de cualquier empresa ganadera debe comenzar por la identificación animal y la recolección oportuna de todos los eventos productivos y reproductivos que se generan en el día a día de la explotación. Esta información es fundamental porque permite evaluar tanto a los animales en forma individual, como al sistema de producción en general y nos sirve además como una herramienta indispensable para la toma de decisiones ajustadas a los criterios económicos y técnicos que la gerencia considere en un momento determinado.

Algunos pasos previos son necesarios para establecer un programa de mejoramiento genético con éxito. La ilustración que se muestra en la Figura 1 presenta los 5 pilares fundamentales sobre los que descansan la evaluación genética y la mejora animal. En la misma se puede apreciar que la identificación animal constituye uno de esos principales pilares.

Figura 1
Acrópolis del Mejoramiento Genético Modificado de Gama L.T.



LA IDENTIFICACIÓN ANIMAL

Toda identificación debe constituirse es un sistema confiable, único y perdurable en el tiempo para que cumpla su función y evite así la pérdida de información. En la actualidad existen diversos sistemas de identificación en el mercado que van desde el tatuaje, pasando por los aretes y el herraje hasta llegar a los de última generación que son los “chips” electrónicos recomendados para ganaderías intensivas, ya que permite un manejo “cuasi” personalizado de los animales. En las ganaderías doble propósito se usa comúnmente el tatuaje con tinta de las orejas para la identificación de los becerros recién nacidos, para luego ser marcados con hierros calientes en el dorso. Este sistema además de económico ha funcionado muy bien en nuestro país.

Otra forma de identificar a los animales, es la utilización de los aretes colocados en el pabellón auricular, que son muy vistosos; no obstante, resulta un tanto difícil de apreciar la numeración a cierta distancia y además es frecuente que suelen perderse durante el pastoreo de los animales, lo que en la práctica limita su utilización. Con respecto a los microchips o chips electrónicos estos constituyen una herramienta de alta tecnología que ofrece una identificación segura, irrepetible y permanente, pudiéndose utilizar tanto en forma inyectada en la piel (subcutánea) o bien, cuando se utiliza en forma de bolos en los animales rumiantes. Las desventajas de estos radican en la imperiosa necesidad de utilizar un lector que solo funciona a corta distancia; la dependencia tecnológica que supone la compra de los mismos en otros países y la imposibilidad de identificar a los animales a simple vista en el potrero ó en un corral a cierta distancia.

La metodología más utilizada en las ganaderías doble propósito para la identificación animal individual dentro del rebaño es la de colocar la referencia del año y luego el número consecutivo de nacimiento del año que transcurre. Dependiendo la cantidad de dígitos a utilizar del número de nacimientos esperados en el año, es decir, según el número de vientres de la explotación. En el caso donde se esperan más de cien nacimientos se deben utilizar 3 dígitos para el número consecutivo. A manera de ejemplo, en una finca con 80 vientres, los primeros becerros del año 2004 deberían numerarse de la siguiente forma: 401, 402, 403 y así sucesivamente.

Cabe destacar que esta metodología, en la práctica se constituye en el principal problema a la hora realizar análisis genéticos, ya que crea cierta confusión al momento de realizar las evaluaciones por coincidencia en la identificación de los individuos entre décadas; es decir, a manera de ilustración, el animal 901 en una base de datos podría ser del año 1979, 1989 ó 1999, de hecho pueden aparecer los tres animales e incluso pueden ser del mismo sexo.

Otras consideraciones deben hacerse para los códigos asignados por programas ganaderos de computación a los animales, ya que su utilización para análisis genético-estadísticos requiere que cada animal sea identificado con el sexo y con un mínimo de dos dígitos de año, para no confundir animales de décadas diferentes.

UNA PROPUESTA PARA LA IDENTIFICACIÓN ANIMAL

Muchas asociaciones de ganaderos en países desarrollados utilizan un código alfanumérico para la identificación de cada individuo, el cual incluye el país de proce-

dencia, el estado, el año de nacimiento, la ganadería a la que pertenece, el sexo y el número consecutivo de nacimiento dentro de la explotación. Utilizando este ejemplo podríamos identificar rápidamente que un animal numerado con el siguiente código VENZU04123M002, nació en Venezuela, en el estado Zulia, en el año 2004 y fue un macho. Es imprescindible una numeración como esta, para no repetir información que pueda generar errores, utilizando códigos que se mantengan durante toda la vida del animal, incluso si el animal es vendido o cambiado a otra ganadería. O bien utilizar el 58 como código del país, seguido del 20 correspondiente al estado Zulia (Registro Nacional de Hierros y Señales) y así sucesivamente.

En todo caso, cuando se habla de organización (Asociación de Ganaderos) debemos diferenciar la identificación del animal (para el trabajo diario) y la del registro que debería incluir entre otros hasta 10 dígitos que hacen que el animal sea único en todo el mundo. Para ello se hacen combinaciones del código del país, el estado, el municipio, la finca y luego la identificación del animal, lo que permite a los genetistas contar con una mejor base de datos y sobre todo confiable.

LOS REGISTROS GANADEROS

Los registros ganaderos constituyen toda la información recopilada en el sistema de producción y es la base o materia prima a la hora de la toma de decisiones. La información recopilada por sí sola no resuelve problemas, pero las decisiones que se toman a tiempo pueden mejorar la rentabilidad de los rebaños y hacer a las explotaciones exitosas. Los registros pueden utilizarse para tomar decisiones en el manejo cotidiano de los animales, para medir el progreso, resolver problemas, evaluaciones genéticas, planificar acciones de desarrollo y para la investigación. Las características más importantes de los registros es que deben ser fáciles de actualizar, entender y resumir.

Existen varias herramientas para recopilar la información: la libreta diaria, las fichas individuales y los programas automatizados ganaderos de computación son algunas de las más importantes. En la libreta diaria o el diario de vaquera como también se le conoce, se anota día a día toda la información que acontece en el rebaño; cuáles vacas están en celo, los servicios realizados, los partos, las vacunaciones o tratamientos, las muertes, las vacas secas, etc. Las fichas o tarjetas individuales en donde se plasma toda la información genealógica, el rendimiento productivo y la información reproductiva de toda la vida del animal; es llenado a partir de la información diaria y se pueden clasificar según el estado de la hembra, en vacas paridas, servidas, preñadas y vacías.

Los programas automatizados o computacionales son una herramienta muy poderosa al servicio de la ganadería. En ellos se puede almacenar casi cualquier tipo de información, realizar ajustes y presentar informes muy variados y útiles para el manejo del rebaño. También generan reportes de animales según ciertas condiciones, lo que favorece crear listados de vacas próximas a parir, vacas a secar o vacas para revisión ginecológica. Todas estas ventajas hacen que estos programas ganaderos sean una inversión de gran utilidad en la gerencia de los sistemas de explotación. La única gran recomendación a tomar en cuenta al utilizar los programas de computación, es

que los respaldos de la información deben hacerse rutinaria y periódicamente para garantizar su integridad y eficiencia.

Dentro de los registros ganaderos, uno de los aspectos que deben ser cuidados es el que se refiere a los registros genealógicos, ya que son de vital importancia en las evaluaciones genéticas actuales; las relaciones de parentesco entre los animales deben establecerse para poder estimar valores de cría de machos y hembras dentro de los rebaños. De esta manera, un toro con muchas hijas en diferentes rebaños debería tener el mismo código de identificación para establecer las comparaciones necesarias de sus hijas entre sí, y las comparaciones con las hijas de otros toros, lo que permitiría definir interacciones entre los genotipos y ambientes, manejos diferentes o explotaciones dentro de una misma región.

Los registros, tales como los de producción lechera, de crecimiento de los animales y los de rendimiento reproductivo son básicos ya que incluyen características que indiscutiblemente deben ser registradas y analizadas porque en función de ellas se generan los ingresos; y no deberíamos dejar espacio a dudas o errores que afecten la calidad de los registros. No basta con decir que una determinada vaca produce 14 kg/día, la evaluación de la lactancia debe hacerse para conocer la producción ajustada a 244 ó 305 días, los días seca y los días vacía, la época de inicio de la lactancia y la condición del becerro que produjo. De esta manera, la evaluación nos da los instrumentos para decidir cuales animales van a mantenerse en el rebaño y cuales van a ser descartados. Muchas veces se comete el error de mantener en el rebaño a todas las hembras que nacen, cuando en este grupo debe hacerse una buena selección y descartarse los animales que no cumplen las metas mínimas.

Los pesos corporales son fundamentales para valorar el crecimiento de los animales. Existen recomendaciones en la literatura que para poder hacer las comparaciones, los pesajes elegidos deben ajustarse a los objetivos planteados dentro de la explotación. El peso al nacer, el peso a los 205, 365, 545 y 730 días son los más utilizados a través del tiempo y han sido diseñados para seleccionar y descartar animales en cada una de las etapas.

A manera de conclusión debemos decir que no se puede gerenciar una empresa ganadera sin la información necesaria, y que los registros incompletos o no confiables pueden ser tan inútiles como no tener registros. La recomendación final es comenzar a registrar la información adecuadamente, para poder crear una base de inicio de los proyectos de mejoramiento genético a gran escala de la ganadería de doble propósito de Venezuela.

LECTURAS RECOMENDADAS

Gama LT. Programas de mejoramiento genético. En: *Melhoramiento Genético Animal*, Edit. Escolar Editora, 306 pp. 2002.

Cady R. Records and Record Systems, the backbone of good management. University of Hampshire.

Bullock D, Laurent K. Keeping production records for the beef herd. University of Kentucky.