

MEJORA GENETICA DE BOVINOS DE CARNE EN CONDICIONES EXTENSIVAS

GENETIC IMPROVEMENT OF BEEF CATTLE IN EXTENSIVE CONDITIONS

Cardellino, R.A.

Profesor del Departamento de Zootecnia. UFPEL 96010-970 Pelotas. RS. Brasil.

Palabras clave adicionales

Cría. Vacuno cárnico. Recursos naturales.

Additional keywords

Breeding. Beef cattle. Natural resources.

RESUMEN

En este trabajo se describen la metodología y tecnología de aplicación en mejora genética del bovino de carne, especialmente referidas a los sistemas de explotación extensivos, y en concreto en los sistemas de producción masivos habituales en Sudamérica.

Se define la generalidad de los sistemas de explotación y los conceptos básicos de utilidad, haciendo énfasis en la problemática actual para conseguir un óptimo progreso genético en estas condiciones. Se abordan asimismo, los objetivos de la selección en este ganado y su proporcionalidad, tanto desde el punto de vista de la cría en pureza como desde su cruzamiento. También se aporta una relación de los criterios de selección, tanto en cuanto a reproducción como a producción y al producto en sí.

El desarrollo de esta metodología se acoge a cuatro alternativas que se proponen: sustitución de poblaciones, selección, cruzamiento y desarrollo de razas sintéticas

Finalmente, se describen todas las etapas de desarrollo de un programa de mejora en una raza de estas características.

SUMMARY

In this paper the methodology and technology

applied in the beef cattle genetic improvement is described, specially referred to the extensive productive systems, and concretely for the massive systems usually in southamerica.

A general definition of these production systems and the basic concepts in developed, making emphasis in the present problems to get an optimum genetic progress in these conditions. The objectives of the selection and their proportionality are also mentioned; from a purity weeding point of view and from the cross-breeding. A list of the selection criteria about reproduction, production and products are also presented.

The development of this methodology is retook in four points: the substitution of populates, selection, cross-breeding and development of synthetic breeds.

Finally all the steps of an improvement program for extensive beef cattle breed are described.

INTRODUCCION

SISTEMAS EXTENSIVOS E INTENSIVOS DE PRODUCCION

La producción de carne bovina por razas especializadas para este propósito, tendrá en el futuro dificultades para competir favorablemente con la producción

CARDELLINO

de carne de cerdos o aves en condiciones intensivas o semi-intensivas, a no ser en casos muy particulares, como por ejemplo, la utilización de residuos agrícolas o industriales en la alimentación animal. La razón biológica es la mayor conversión alimentaria en esas dos especies, o sea, menor cantidad de alimentos consumidos por peso de carne producida. A esto se le agrega la propaganda a favor de las carnes blancas y en contra de las carnes rojas.

Los sistemas intensivos, sin embargo, enfrentan grandes problemas, como los sanitarios debido al hacinamiento, los costes oscilantes de los granos utilizados en la alimentación animal, que compiten directamente con la alimentación humana, y el enorme impacto ambiental provocado por las deyecciones y por las grandes exigencias de agua potable. En ese sentido, cobran cada vez más importancia, desde el punto de vista ambiental, de la conservación de ecosistemas y de la economía de recursos a nivel nacional, los sistemas extensivos de producción animal, en particular los de bovinos para carne. El desafío es hacerlos rentables y sustentables.

Los sistemas extensivos de producción de ganado bovino para carne, en comparación con los intensivos o semi-intensivos, tienen básicamente las siguientes características:

- ocupan áreas de menor fertilidad o áreas marginales, que poseen en general impedimentos para la agricultura;
- las unidades de producción o fincas son de mayor superficie, con tamaños mínimos rentables netamente superiores;
- las inversiones por hectárea son mucho más bajas, en número de cabezas de ganado, mano de obra, insumos, ma-

quinaria, instalaciones, etc., con un capital de giro sensiblemente menor;

- las cargas animales son bajas, del orden de 0,2 a 0,5 vacas por hectárea o hasta menos, en zonas más severas;

- los animales permanecen la mayor parte del año, o todo éste, a la intemperie y su contacto con el hombre es menos frecuente;

- la alimentación depende en su mayor parte de pastos nativos o de pasturas mejoradas, con oscilaciones dentro y entre años, con poca o ninguna suplementación;

- tienden a especializarse en cría más que en engorde, los terneros permanecen más tiempo con las vacas, las edades al primer parto son mayores y la eficiencia reproductiva es menor.

Como consecuencia de lo anterior, en los sistemas extensivos la producción física por hectárea es menor, la producción es más sensible a las variaciones climáticas, y hay poca flexibilidad en cuanto a estrategias de mercado, para venta del producto. Desde el punto de vista del medio ambiente, son mucho menos contaminantes y, bien planificados, pueden ser ecológicamente conservadores.

MEJORA GENÉTICA Y MEJORA AMBIENTAL

El principio básico de la genética aplicada a la mejora animal puede ser expresado como:

$$P = G + E$$

donde P representa el fenotipo del animal (su producción), G el genotipo (su constitución genética) y E el ambiente al cual está sometido (alimentación, manejo, sanidad, clima). Este concepto es fundamental y nos dice que hay dos estrategias para aumentar la producción,

MEJORA DEL BOVINO EXTENSIVO

la mejora genética y la mejora de las condiciones del ambiente. Cuál es prioritaria en determinado momento, para determinado establecimiento, depende de la que se considere como limitante, pero en el largo plazo, ambas deben ser atendidas. Las ventajas de la mejora genética son su carácter permanente (una vez lograda no se pierde), acumulativo (la mejora en una generación se suma a la anterior) y de relativos bajos costes, si se la compara con la mejora de las condiciones ambientales.

El presente trabajo se refiere solamente a la mejora genética, sin dejar de reconocer la importancia que tiene el proveer a los animales de buenas condiciones ambientales, logrando así un equilibrio entre ambos determinantes del nivel productivo de una población.

Otro concepto importante en mejora genética, es el de interacción genotipo-ambiente, que se ejemplifica por dos genotipos, A y B, cuyas producciones son $A > B$ en un ambiente, y $A < B$ en otro. Así, digamos, ganado cebuino supera al europeo en zonas tropicales, pero ganado europeo supera al cebuino en zonas frías. Eso nos lleva a pensar que se debe hallar, para cada ambiente o sistema de producción, el genotipo adecuado. Parte del trabajo del mejorador es hallar o generar el ambiente adecuado para el genotipo que se tiene, o viceversa, hallar o producir por mejora genética el genotipo adecuado al ambiente del que se dispone para la crianza animal.

FACTORES QUE DETERMINAN LA MEJORA GENÉTICA

El objetivo de la mejora genética es modificar la estructura genética de las poblaciones, en este caso razas y rodeos de ganado de carne. El modo de realizar-

lo es fundamentalmente la selección, aunque hay otros aspectos también importantes como la migración (transporte de material genético de una población a otra) y el control de los sistemas de apareamientos (principalmente cruzamientos entre razas y apareamientos dirigidos).

La selección es el proceso por el cual se decide que animales se van a reproducir, o sea, cuales van a contribuir con sus genes a la próxima generación, y con que intensidad. Hoy en día, con la difusión de las técnicas de inseminación artificial, y de transplante de embriones, es posible que un único individuo deje un número muy grande de descendientes. Una decisión errónea en estos casos, puede ser muy costosa, así como una decisión cierta puede traer grandes beneficios.

La selección se puede hacer en base al fenotipo de los animales (selección masal o fenotípica), en base al fenotipo de sus descendientes (selección por progenie), de sus parientes colaterales (selección por medio-hermanos) o ascendentes.

Los métodos modernos de evaluación genética de reproductores, como se presentará más adelante, combinan todas estas informaciones en un único valor de predicción del mérito genético del animal, llamado valor genético esperado (VGE). Es común también calcular la desviación esperada en la progenie (DEP) y seleccionar por esos valores.

La selección puede estar basada en un sólo carácter, en varios (por selección secuencial o por niveles independientes de rechazo), o en un índice de selección que combina varios caracteres y lleva en cuenta su valor económico y sus parámetros genéticos.

El progreso genético anual (G), o sea, la predicción del aumento del promedio

de la población debido a la mejora genética, que resulta de un proceso de selección, está dado por la siguiente expresión:

$$\text{PROGRESO GENETICO ANUAL} = (\text{INTENSIDAD DE SELECCION} \times \text{EXACTITUD DE LA SELECCION} \times \text{VARIACION GENETICA}) / \text{INTERVALO GENERACIONAL}$$

La intensidad de selección depende de la proporción de animales seleccionados y no del método de selección. Cuanto menor es la proporción de animales seleccionados, mayor será la intensidad de selección. En ese sentido, la inseminación artificial y el trasplante de embriones juegan un papel importante, pues permiten reducir la proporción de animales seleccionados.

La exactitud de la selección es la correlación existente entre el criterio de selección y el valor genético del animal. Los métodos modernos de evaluación genética, en especial el llamado modelo animal, logran aumentar este componente del progreso genético.

La variación genética en la población es una propiedad intrínseca de la misma y difiere según el carácter considerado. El intervalo entre generaciones se define como la edad promedio de los padres, al nacimiento de la progenie. Medidas de manejo como el entoramiento precoz y el mayor descarte de animales viejos, lo reducen.

En el caso de la selección fenotípica o masal por un carácter solamente, la expresión anterior se reduce a: $G = h^2 S / I$, donde h^2 es la heredabilidad del carácter, S el diferencial de selección (superioridad de los animales seleccionados como padres con respecto al promedio de todos los animales producidos) e I es el intervalo entre generaciones.

Conviene aclarar el concepto de

heredabilidad de un carácter, que muchas veces es mal interpretado. La heredabilidad de un carácter se define como la proporción (o el porcentaje) de la variación total que se observa en ese carácter (V_p = varianza fenotípica) que es de origen genético aditivo (V_A = varianza genética aditiva). O sea, la heredabilidad de un carácter (por ejemplo, peso al nacer) es el cociente de la varianza aditiva sobre la varianza fenotípica para ese carácter: $h^2 = V_A / V_p$. Obviamente este parámetro puede variar de 0 a 1. Hasta 0,2 se la considera baja, entre 0,2 y 0,4 se considera media, y más de 0,4 va pasando a ser alta.

La anterior es una definición en términos de componentes de varianza y de como se calcula la heredabilidad, pero si observamos la expresión que define el progreso genético, podemos ver que la heredabilidad de un carácter es la proporción de la superioridad de los padres, que se transmite a la progenie, en el proceso de selección.

Otro parámetro importante cuando se realizan planes de selección, es la correlación genética entre los caracteres. Esto nos va a indicar la respuesta que se logrará en un carácter X , cuando seleccionamos por otro carácter Y . Por ejemplo, si seleccionamos ganado bovino exclusivamente por peso, ¿qué efectos tendrá al largo plazo en la eficiencia reproductiva?. Este tipo de información resulta sumamente necesaria, antes de embarcarnos en un programa de mejora genética.

ESTRUCTURA GENETICA DE UNA RAZA

Resulta extremadamente difícil eva-

MEJORA DEL BOVINO EXTENSIVO

luar si en el momento actual, o digamos en los últimos 20 años, está habiendo o ha habido una mejora genética de los caracteres productivos de una raza, a no ser que existan controles de producción generalizados (por ejemplo, la raza Hereford y Polled Hereford en los EEUU). Sin lugar a dudas, ha habido cambios radicales en el tipo y en la conformación exterior en la mayoría de las razas vacunas de carne, fundamentalmente debido a la presión por parte del mercado de reproductores en producir animales de acuerdo con la moda. El verdadero significado de estos cambios, desde el punto de vista de la producción de carne, en particular de la producción de carne por unidad de superficie, es oscuro.

Cualquier análisis sobre este tema debe llevar en cuenta la estructura de la crianza bovina. Es una estructura que da continuidad a la tradición originada en Europa, en particular Inglaterra, a fines del siglo XVIII y que se ha difundido por todo el mundo, persistiendo hasta nuestros días. Básicamente se organiza en poblaciones más o menos aisladas reproductivamente, y que llamamos razas. Dentro de cada raza existe una estructura piramidal, en cuyo vértice se encuentran los rodeos registrados o de pedigrí, dedicados a la producción y venta de reproductores y en la base, considerablemente más amplia y agrupando la mayor parte de los animales de la raza, los rodeos comerciales, dedicados a la producción de carne. En los estratos intermedios se encuentran los rodeos multiplicadores dedicados parcialmente a la venta de reproductores. En esta pirámide hay un flujo de genes del vértice hacia la base. Este flujo se realiza por la migración de animales o de semen o embriones, desde los estratos superiores

hacia los estratos inferiores. En las razas en que se importa material genético, esta pirámide no está aislada dentro del país, sino que recibe un aporte de genes foráneos, generalmente a los estratos superiores. Este análisis es cualitativo, faltan estudios que permitan cuantificar el tipo y número de establecimientos en cada estrato, así como la dinámica del proceso.

LIMITANTES ACTUALES AL PROGRESO GENETICO

La observación de los programas de mejoramiento genético actualmente usados, en particular en condiciones extensivas, permiten detectar algunos puntos a los que podríamos llamar limitantes al progreso genético. Específicamente nos referimos al progreso genético en los caracteres productivos directamente responsables por la eficiencia del proceso de producción de carne.

Las principales causas de la ineficiencia de los métodos de mejora genética dentro de la estructura actual de las razas bovinas para carne, son:

- 1- Falta de definición clara de los objetivos de producción, en términos del producto final.

Esto trae como consecuencia la inclusión, en los criterios de selección, de caracteres poco o nada correlacionados con el valor económico del producto, mientras que otros de enorme importancia para la producción son frecuentemente ignorados. Un ejemplo son ciertos rasgos de conformación exterior o meramente estéticos, a los que se da gran importancia en la selección.

- 2- Falta de objetividad y de exactitud

CARDELLINO

en la evaluación de los caracteres productivos.

La subjetividad en la evaluación de los caracteres productivos (el *ojo* como sustituto de la balanza; la *memoria* en lugar de registros de producción) trae como consecuencia una reducción sensible del diferencial de selección y de la exactitud de la selección. En casos extremos (por ejemplo, la evaluación de la habilidad materna por el aspecto de la vaca) puede resultar en una selección negativa.

3- Comparaciones entre animales criados en diferentes condiciones ambientales.

Uno de los principios básicos de la selección animal es que las condiciones de alimentación, manejo, sanidad, etc. sean lo más homogéneas posibles para todos los individuos bajo selección. De esta manera, todos los animales reciben las mismas oportunidades de selección. Frecuentemente se comparan animales racionados con animales a campo, o individuos provenientes de diferentes establecimientos, o terneros hijos de vaquillonas con hijos de vacas adultas, o animales de diferentes edades o épocas de nacimiento. En selecciones hechas al destete sin corrección por edad, llevan ventaja los terneros nacidos temprano, frente a aquellos nacidos más tarde. Todas estas comparaciones son incorrectas. Existen, además del control ambiental, formas de reducir la variación ambiental entre los individuos comparados, ajustando los datos por las fuentes de variación más importantes (edad de la madre, edad del ternero, etc.) a través de factores de corrección o ajuste estadístico.

4- Sobre-valoración del pedigrí como indicativo del valor genético del indivi-

duo o de la población.

Surge en parte de la actual estructura de las sociedades de criadores y sus libros de registro, y tiene fundamentalmente una razón comercial. El ingreso al libro de la raza se hace por requerimientos de progenitores (padre y madre registrados) y de pureza racial (caracteres de pelaje, pigmentación, conformación, etc.) pero no de producción del animal en comparaciones realizadas con sus contemporáneos. En ciertos casos la presión de selección puede llegar a ser menos intensa en los rodeos de pedigrí, ya que por el mayor valor comercial del animal registrado, el criador es más conservador en el refugio de los animales inferiores. Más adelante en el presente trabajo, se verá que el pedigrí puede ser una herramienta muy valiosa en la mejora genética moderna, en sistemas de evaluación genética de reproductores, que utilizan el llamado *modelo animal*, que incluye una matriz de parentesco entre los animales de la población. O sea, el pedigrí adquiere otra importancia que el simple registro o admisión a una determinada raza.

5- Énfasis en el animal individual fuera del contexto de la población a la que pertenece.

Es imposible emitir opiniones serias sobre el valor genético de un individuo fuera del contexto de la población en la cual nació. Los datos absolutos sobre el desempeño de un determinado animal poseen un valor limitado a la simple descripción de un caso aislado. Existe entre muchos criadores el objetivo de descubrir un toro, el padre de cabaña que usado intensamente durante muchos años resolverá todos sus problemas. Con este concepto, se pierde la idea de que la mejora genética es de poblaciones.

6- Énfasis exagerado en los resulta-

MEJORA DEL BOVINO EXTENSIVO

dos de los juicios de las exposiciones ganaderas como base para la mejora genética de la raza.

En el momento de juzgar animales en una exposición, se combinan los cinco puntos anteriormente citados, haciendo con que los animales premiados puedan o no ser genéticamente superiores. Seguramente son superiores ambientalmente, pues en general sus condiciones de crianza son totalmente diferentes de aquellas en que sus progenies deberán producir. Comercialmente las exposiciones ganaderas cumplen su objetivo, pero desde el punto de vista de la mejora genética continúan siendo una *lotería genética* para los compradores de toros o de semen.

7- Importación indiscriminada de material genético.

La incorporación de nuevo material genético a las poblaciones bovinas locales, en forma de toros, semen o embriones, contribuirá a su mejora en la medida en que ese nuevo material sea genéticamente superior al local, para caracteres productivos. Existen numerosos ejemplos de toros importados cuya progenie fue, en promedio, inferior a la de toros nacionales. Esto representa una doble pérdida, de divisas y de tiempo. Tales situaciones deben ser evitadas. Existen métodos para probar nuevo material genético antes de autorizar su importación en masa, o para por lo menos reducir el riesgo de traer material genético igual o inferior al local. Algunos países conducen evaluaciones nacionales de toros y los datos están disponibles a los compradores. También se puede probar el material importado en el país, por medio de la técnica de toros referencia, como será explicado más adelante, sin comprometer una parte importante de

la población. La principal razón de que un toro seleccionado en otro país pueda fracasar a nivel nacional, es la diferencia del ambiente, en particular los sistemas de producción, y la existencia entonces de una interacción genotipo-ambiente. Por ejemplo, toros seleccionados en régimen de *feed-lot* en los EEUU, no necesariamente proveen el mejor material genético para condiciones extensivas de crianza sobre campos naturales, como las de la Sudamérica templada.

8- Falta de amplitud de los programas de mejora actuales.

Todavía son pocas las cabañas o establecimientos que participan de programas de mejora genética basados en medidas objetivas de la producción. Es alentador constatar el aumento del número absoluto de rodeos controlados en los últimos años, pero aún la proporción de toros con registros de producción, en relación al total de toros que la raza necesita anualmente, es muy pequeña. Es muy difícil encontrar una única razón para esta falta de interés por parte de los criadores en participar de estos programas. Posiblemente una, sea la falta de incentivos en el área económica a corto plazo, ya que la mejora genética demora algunos años para realmente ser apreciada por el productor. Esto se puede subsanar con créditos preferenciales, con mayores plazos y menores intereses, para la compra de reproductores probados que superan cierto nivel, en programas de control oficiales de la raza. Otras razones pueden ser la desconfianza en dar a conocer cifras de producción por temor a comparaciones con cabañas competidoras, y la falta de conocimientos sobre el funcionamiento y el potencial de estos programas. En este sentido, la colaboración de los técnicos es fundamental.

CARDELLINO

9- Sub-utilización de los datos de las pruebas de desempeño y de progenie.

Si el número de criadores que efectivamente controla sus animales es bajo, es todavía menor el número de criadores que efectivamente utilizan los datos disponibles, para seleccionar sus toros y sus vacas. Existen obviamente ventajas desde el punto de vista del manejo de la propiedad, en el simple control de la producción, pero desde el punto de vista de la mejora genética, solamente obtendremos progreso genético si los animales detectados como superiores para los caracteres productivos, son efectivamente utilizados en la reproducción (seleccionados) y los inferiores eliminados de la reproducción.

10- Disociación entre los objetivos de selección en las cabañas y en los rodeos comerciales.

Parecería lógico que los objetivos de selección de los criadores que producen animales como reproductores (cabañas) y los criadores de rebaños comerciales, deberían coincidir. Sin embargo, el vendedor de toros como reproductores, que obtiene su renta principalmente de esta fuente, como no podría ser de otra manera, trata de producir un animal que atraiga al comprador. Los criterios de compra son generalmente subjetivos, con gran influencia de caracteres estéticos y del estado de gordura y preparación exterior del animal, que no son realmente aquellos de mayor importancia productiva. La competencia entre cabañas debería ser en base a una especificación del producto final, tal como en cualquier industria. Por otro lado, los rodeos comerciales tienen como objetivo la producción de carne en todas sus fases: cría, recría y engorda. En consecuencia, sus principales intereses son la eficiencia reproductiva,

la velocidad de crecimiento y una buena composición de carcasa. La compatibilidad entre los objetivos de ambos sectores de la producción de bovinos de carne, traería grandes beneficios a la producción de carne en cualquier país, y tendría como condición imprescindible, la adopción de programas de mejoramiento genético eficientes. De esta situación se beneficiarían tanto las cabañas como los rodeos puros por cruce y los rodeos generales, así como toda la industria de producción de carne. Debemos racionalizar los criterios y los métodos de mejora genética, para evitar caer en una dependencia de los países más avanzados, que han demostrado grandes progresos con sus programas de mejora a nivel nacional.

OBJETIVOS DE LA SELECCION

Aquellos caracteres que deben ser mejorados genéticamente, porque son componentes del valor económico del producto (carne), constituyen los objetivos de la selección. En esta etapa son necesarias definiciones biológicas y económicas, especialmente un buen conocimiento de los sistemas de producción. En la mejora genética de los bovinos para carne, los caracteres de importancia pueden ser agrupados en tres categorías:

Grupo de caracteres	Valor		
	económico relativo	Heredabilidad (p.100)	Heterosis (p.100)
Reproducción	20	10	10
Producción	2	40	5
Producto	1	50	0

Los caracteres relacionados con la eficiencia reproductiva son de importan-

MEJORA DEL BOVINO EXTENSIVO

cia fundamental. No nos preocupa la producción si no hay un número suficiente de terneros nacidos y destetados en el año: la eficiencia reproductiva es una condición indispensable para realizar una selección eficiente en el rodeo. Tienen la desventaja de que las heredabilidades son bajas, indicando así que las respuestas a la selección no van a ser espectaculares. Sin embargo, esto no es razón para dejar de incorporar los caracteres de reproducción a los objetivos de la selección.

Los caracteres de producción, especialmente los que se refieren al crecimiento, pesos y velocidades de ganancia de peso de los animales, tienen una importancia aproximadamente 10 veces menor que las reproductivas, en términos de valor económico relativo, en los principales sistemas de producción bovina. Por sus heredabilidades altas y medias, se pueden esperar respuestas importantes a la selección. El valor económico relativo de los caracteres de calidad del producto, o sea de la carne bovina, es aproximadamente la mitad del de los caracteres de producción, y poseen heredabilidades altas.

CRITERIOS DE SELECCION

Los criterios de selección son aquellas variables o caracteres que se utilizan directamente en la selección y en la evaluación del nivel genético de los individuos. Las variables incluidas deben ser medidas con un mínimo de costes y de dificultades técnicas, y preferiblemente temprano en la vida del animal.

En bovinos para carne los principales caracteres a ser medidos, se pueden resumir en la siguiente lista:

REPRODUCCION

HEMBRAS

- Edad al primer parto
- Dificultades de parto
- Número de terneros nacidos y destetados
- Peso promedio de terneros al destete
- Peso al sobreaño promedio de sus terneros
- Habilidad materna más probable (HMMP)
- Intervalo medio entre partos (IMEP)
- Eficiencia de la vaca (peso ternero/peso vaca)

MACHOS

- Calidad de semen y perímetro escrotal
- Capacidad de servicio

PRODUCCION

- Peso al nacer
- Peso al destete ajustado
- Ganancia diaria del nacimiento al destete
- Peso ajustado al sobreaño
- Ganancia diaria del destete al sobreaño

PRODUCTO

ANIMAL VIVO

- Clasificación por gordura
- Clasificación por precocidad
- Cobertura de grasa (ultrasonido)
- Área del ojo del lomo (ultrasonido)

CANAL

- Peso de la canal
- Espesor de la grasa de cobertura
- Peso y porcentaje de cortes
- Porcentaje de músculo, hueso y grasa
- Marmorización, textura y color de la carne
- Terneza, jugosidad, sabor de la carne

Los principales caracteres en los cua-

CARDELLINO

les se debe centrar la selección, en condiciones extensivas y por lo menos en las fases iniciales, son el peso al destete ajustado (evaluación tanto del crecimiento del ternero como de la habilidad materna de la vaca), y la ganancia diaria entre el destete y el sobreño (toros). Es por lejos lo más importante en este momento. A medida que avanza el programa de mejoramiento, se pueden ir incorporando otros caracteres. Algunos deben tomarse en cuenta como criterios de rechazo, en caso de que los animales no sobrepasen los límites mínimos establecidos, o sobrepasen los máximos establecidos. Ejemplos de estos son la capacidad de servicio de un toro, y el exceso de grasa, respectivamente.

ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS EN MEJORA GENETICA

Cuando nos enfrentamos al problema de como mejorar genéticamente una población animal, tenemos las siguientes opciones principales:

SUBSTITUCION DE POBLACIONES

Se trata de substituir las razas locales por razas exóticas, lo cual es realizado en la práctica por cruzamientos absorbentes, y lleva de 5 a 6 generaciones. Hoy en día, se podría hacer también instantáneamente con transplante de embriones, implantando las vacas locales con embriones de la raza exótica. Es la estrategia recomendada cuando el nivel productivo de las poblaciones locales es muy bajo y cuando se conocen razas exóticas que producirían mejor en la región. Este fue fundamentalmente el camino seguido a fines del siglo pasado y a principios del presente en las regiones templadas de

Sudamérica, donde las poblaciones de ganado criollo fueron absorbidas por las razas británicas. Por ejemplo, hoy Uruguay tiene el 80 p.100 de sus 10 millones de vacunos de la raza Hereford. Es un camino peligroso, pues implica la pérdida de razas autóctonas, generalmente con muchos años de adaptación al ambiente.

SELECCION DENTRO DE RAZAS

La selección dentro de poblaciones (razas) puede ser cerrada o con migración parcial de otras poblaciones de la misma raza, o de razas afines. Se aplica cuando se considera que el material genético que se posee presenta un nivel aceptable de producción, está adaptado a las condiciones ambientales predominantes en las zonas donde se cría la raza, y hay en ésta suficiente variabilidad genética para los caracteres de producción. El resto del presente trabajo hará énfasis en esta estrategia de mejoramiento genético, teniendo en cuenta que estamos frente a una raza vacuna, la raza Retinta, que posee las cualidades anteriormente citadas, y para la cual se recomendaría un programa de mejoramiento dentro de la raza.

CRUZAMIENTOS

Los cruzamientos tienen por objetivo la utilización de la heterosis o vigor híbrido, que es la superioridad del individuo cruzado en relación al promedio de las razas parentales, así como la complementariedad, o sea la combinación de caracteres de interés, que pertenecen a razas diferentes, en un mismo animal. Existen diversos tipos de cruzamientos: los que tienen por objetivo la creación de una nueva raza, los cruzamientos comerciales terminales, los cruzamientos rota-

MEJORA DEL BOVINO EXTENSIVO

tivos con 2 o 3 razas, los cruzamientos con tres razas (dos maternas y una terminal), etc. Esta estrategia se combina en general con la anterior porque parte del éxito de los cruzamientos depende del progreso genético que se logra en las razas puras que se utilizan para realizarlo.

Uno de los pilares del mejoramiento de una raza pura, puede ser justamente su utilidad como participante de esquemas de cruzamiento. Por eso el cruzamiento no debe verse como un enemigo de las razas puras, sino todo lo contrario, como una oportunidad única de expansión y una apertura de nuevos mercados para reproductores de esas razas.

DESARROLLO DE NUEVAS RAZAS

En ciertos casos no existen razas locales ni tampoco exóticas que se adapten satisfactoriamente a las necesidades de los sistemas de producción y condiciones ambientales (clima, etc.) locales.

Puede pensarse entonces en desarrollar otra raza, pero teniendo en cuenta que es una estrategia de alto costo y muy demorada, y que implica ciertos riesgos en cuanto al valor genético del producto final que se logre efectivamente. Debe también contarse con un núcleo expresivo de criadores dispuestos a adoptar esa raza, una vez desarrollada. Este proceso requiere también una selección estricta, para lo cual hay que implementar un programa similar al que se haría dentro de una raza pura. El concepto es desarrollar una nueva raza, para un determinado ambiente de producción. Un ejemplo es el Braford (Nelore x Hereford) en Brasil. En la región sub-tropical se desarrolla un Braford que es 3/8 Nelore y 5/8 Hereford, y en la región tropical a la inversa, 5/8 Nelore y 3/8 Hereford.

ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MEJORA GENETICA PARA UNA RAZA

Las etapas de un programa de mejora genética se resumen en el cuadro a seguir.

ETAPAS EN UN PROGRAMA DE MEJORA GENETICA

1. Definición de objetivos y de las medidas a registrar
2. Organización de los controles de la producción
3. Procesamiento de datos (evaluación genética)
4. Utilización de datos en la selección

OBJETIVOS DE LA MEJORA GENETICA DE BOVINOS PARA CARNE Y MEDIDAS A REGISTRAR

Los objetivos de selección están constituidos por la combinación de los caracteres de importancia económica para los sistemas de producción de carne bovina.

Los criterios de selección son los caracteres medidos en los animales y utilizados en la estimación del valor genético.

Para determinar los objetivos y los criterios de selección, se deben desarrollar modelos biológico-económicos que describan todo el proceso productivo, mediante los siguientes pasos:

- 1- Especificar los sistemas de crianza, de producción y de mercado;
- 2- Hacer un inventario de los ingresos y de los egresos en rodeos comerciales;
- 3- Determinar cuales son los caracteres biológicos que constituyen ingresos y egresos;
- 4- Derivación de los valores económicos relativos de estos caracteres;

- 5- Elección de los criterios de selección, por su facilidad de medida y por sus parámetros genéticos.

ORGANIZACION DE LOS CONTROLES DE PRODUCCION

La base de un buen programa de mejora genética de una raza es un buen sistema de control de la producción en las cabañas, a través de pruebas de desempeño de los animales. Debe recordarse que la exactitud de la evaluación genética de los animales está limitada por la exactitud de los datos utilizados. No puede haber un buen programa de mejora basado en datos malos.

Algunos de los problemas que se presentan en la práctica serán discutidos a seguir. Uno de ellos es el manejo reproductivo, especialmente aquellos establecimientos que utilizan estaciones de monta y consecuentemente de parición extendidas (más de tres meses) o que mantienen varias épocas de parición (otoño y primavera, por ejemplo). Bajo estas condiciones resulta difícil que se respete el principio de igualdad de condiciones ambientales para todos los animales controlados, y los ajustes estadísticos resultan inadecuados. En otras palabras, resulta difícil definir grupos contemporáneos con un número significativo de animales.

La correcta identificación de los animales es esencial. Con respecto a las vacas, interesa su número y año de nacimiento (edad), de los toros, su número y paternidad, y de los terneros nacidos, su número, fecha de nacimiento, padre y madre, peso al nacer, peso al destete, etc.

Puede ocurrir que algunos animales sean tratados de manera especial (racionados, preparados para exposición) o que estén enfermos, hayan perdido su

madre (guachos) o recibido algún suplemento, antibiótico, etc. Estos animales deben ser registrados con un código especial de condición ambiental, que permita analizarlos en forma separada una vez colectado todos los datos.

Si se hacen comparaciones entre las progenies de los diferentes toros utilizados en el establecimiento, debe evitarse la selección en la progenie, previa a los controles de producción, pues de esta manera no habrá una representación justa del valor genético de todos los toros, evaluados por su progenie.

Es necesario definir correctamente los grupos contemporáneos, o sea aquellos animales que nacieron dentro de la misma estación, son del mismo sexo, condición alimenticia y fueron manejados juntos. La inclusión errónea de animales bajo condiciones ambientales diferentes, en el mismo grupo contemporáneo, aumenta la variancia debida al ambiente y disminuye la exactitud de la selección.

EVALUACION DEL VALOR GENETICO DE LOS ANIMALES

EVALUACIONES DENTRO DE RODEOS

Estas evaluaciones son realizadas a través de índices relativos al promedio del rodeo ese año, después de haber realizado los ajustes necesarios por edad del ternero y edad de la madre. Por ejemplo: peso al destete.

Ajuste por edad al destete

Peso ajustado a 205 días = Ganancia del nacimiento al destete x 205 + Peso al nacer; y

Ganancia del nacimiento al destete =
Peso real al destete - Peso al nacer / Edad al destete

MEJORA DEL BOVINO EXTENSIVO

$$P_{205} = (GND * 205) + PN \text{ y}$$
$$GMD = (PAD - PN) / \text{Edad Destete}$$

Corrección por edad de la madre

Se realiza con factores de corrección multiplicativos o aditivos. Por ejemplo, terneros hijos de madres de primer parto, tienen su peso al destete multiplicado por 1.15 (15p.100 de corrección).

Indices o cocientes

Expresan el desempeño de cada animal, en relación al promedio del grupo contemporáneo. Por ejemplo, si un animal tiene un peso al destete (ajustado por edad a 205 días, y corregido por edad de la madre) de 195 kg y el promedio de su grupo contemporáneo es 178 kg, su índice para peso al destete es:

$$(195/178) * 100 = 109.6 \text{ p.100.}$$

En palabras, ese ternero es 9.6 p.100 superior a la media de su grupo contemporáneo.

Las evaluaciones dentro de rodeos tienen varios inconvenientes. Entre ellos, el hecho de que no se pueden realizar comparaciones de índices en distintos años o en distintas cabañas. Tampoco se tiene una estimación del progreso genético, ya que la media de la población siempre será considerada como 100. Se ignoran asimismo diferencias genéticas entre cabañas. Las comparaciones entre las progenies de los diferentes toros usados presuponen apareamientos al azar, lo que en general no es verdadero. Tampoco se hace uso de informaciones de parientes de los animales evaluados.

EVALUACIONES A NIVEL DE TODA LA RAZA

Son las llamadas evaluaciones nacionales de toros. Requieren conexiones entre

los diferentes establecimientos de crianza, o sea, que algunos toros sean utilizados por varias cabañas. Permite el cálculo de DEP = diferencia esperada en la progenie, de los individuos evaluados. Esos valores se interpretan como la superioridad (o inferioridad, en caso de ser DEP negativa) esperada de la progenie del animal evaluado (toro) si se aparea al azar con individuos (vacas) de la población.

Las evaluaciones se basan en la teoría BLUP (*best linear unbiased predictor*) combinando en forma óptima las diferentes fuentes de información disponibles (individuo, sus padres y demás parientes).

La tecnología más avanzada es el llamado *modelo animal*. Consiste en realizar predicciones del valor genético de los individuos de la población, combinando las informaciones del padre y de la madre, que a su vez contienen información sobre abuelos, etc. Se trabaja también con grupos contemporáneos, como en las evaluaciones dentro de rodeos, y hay que tener las mismas precauciones de manejo y control de la producción que se han mencionado antes. La parte computacional es un poco complicada para ser presentada aquí, pero se pueden citar las ventajas del uso del modelo animal.

VENTAJAS DEL MODELO ANIMAL

- Incluye en la evaluación del individuo información de él y de sus parientes, aumentando la exactitud de la evaluación
- Se pueden incluir caracteres como peso al destete, con componentes directos y maternos
- Elimina el efecto de los apareamientos no aleatorios

CARDELLINO

- Lleva en consideración el nivel genético del grupo contemporáneo
- Se puede incluir información sobre caracteres correlacionados
- Permite estimar el progreso genético

Un aspecto importante es la conectabilidad entre grupos contemporáneos, a través de los toros utilizados en la población. Si no hay conexiones o si son pocas, las evaluaciones genéticas sufren de menor exactitud y en ciertos casos, no se pueden realizar, debiéndose recurrir a las evaluaciones dentro de rodeos.

UTILIZACION DE LOS DATOS

Los datos de las evaluaciones genéticas son utilizados por los cabañeros para la selección propia y para la venta de reproductores. Los productores de rodeos comerciales los utilizan para comprar los animales que servirán en esos rodeos.

Es importante destacar que si las informaciones no se utilizan para seleccionar los animales, todo el programa de mejora genética carece de sentido. Medir y controlar la producción en sí, no mejora genéticamente nada. La respuesta a la selección se logra solamente si los datos de las evaluaciones genéticas, son efectivamente usados para decidir que animales serán los reproductores. De este modo aseguramos que los padres de la próxima generación serán genéticamente mejores, lo que establecerá un progreso genético en la población.

Ejemplo de información disponible:

1. TORO: nombre, fecha de nacimiento, número de registro, padre, criador, propietario(s)

2. Distribución: número de rodeos en que tiene progenie y número total de progenie
3. DEP y confiabilidad (ACC)

	DEP	ACC (p.100)
Peso al nacer	+ 1,2 kg	79
Peso al destete	+ 35 kg	93
Peso al sobreafío	+ 75 kg	86
Altura	+ 1,1 in	34
Perímetro escrotal	+ 0,5 in	53
Habilidad materna	53 hijas + 18 kg capacidad lechera	ACC=85

CONCLUSION

El esfuerzo en poner en práctica un programa de mejora genética debe ser masivo. Puede ser organizado por la sociedad de criadores respectiva, con colaboración de las universidades y centros de investigación, pero solamente tendrá éxito si en él participa una parte importante del total de los criadores de la raza.

"Se cree frecuentemente que los criadores que tienen éxito poseen algún método misterioso que los otros ignoran. No es así: los principios del criador que avanza han sido extremadamente simples. La dificultad no es tanto conocer los principios sino aplicarlos".

Dr. Sewall Wright, 1920.

BIBLIOGRAFIA

- Cardellino, R. y J. Rovira. 1987. Mejoramiento Genético Animal. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 253 pp.*