

# SELECCIÓN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO ANIMAL

Ing. Agr. Luis María Firpo Brenta y el Ing. en Prod. Agropec. Ricardo Firpo. 2012. Revista Angus, Bs. As., 257:38-46.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Bovinos en general, selección y cruzamientos](#)

## I. SELECCIÓN GENÉTICA

### LA SELECCIÓN A TRAVÉS DE LOS TIEMPOS

La selección ha sufrido una marcada evolución a través de los tiempos, que podríamos resumir diciendo que ha pasado desde ser totalmente subjetiva, a la incorporación de cada vez una mayor cantidad de información objetiva.

Es bien conocido que el aspecto de los animales, al que llamamos fenotipo (F), es el resultado de la acción del ambiente (A) sobre el genotipo (G), que no es otra cosa que el "pool" genético del animal ( $F=G + \overset{\text{A}}{\text{Á}}$ ).

Por lo tanto, es fundamental que los animales que criamos y seleccionamos tengan un biotipo que se adecue al ambiente, o para decirlo con mayor precisión, al programa o sistema productivo que hemos adoptado.

Dentro del biotipo elegido debemos darle mucha importancia al tamaño, eligiendo entonces al que mejor se adapte a nuestro sistema de crianza. Hoy los tamaños se rigen por las tablas de "frame score", término anglosajón de difícil traducción, que textualmente sería "puntuación del tamaño corporal". Estas tablas son de suma utilidad para las comparaciones entre rodeos y animales de distintas edades. No hay un tamaño ideal o único y eso es algo que cada uno de ustedes deberá ponderar de acuerdo al objetivo de su producción y a la disponibilidad de los recursos alimenticios, inclusive del grado de intensificación de vuestro programa. Los animales más grandes son más pesados, pero requieren más alimento para mantenerse. De hecho, los tamaños requeridos variaron a través del tiempo, lo que para algunos fue negativo o una pérdida de tiempo, le ha dado a la raza una gran variabilidad, que hoy nos permite tener a nuestro alcance todos aquellos caracteres que queremos mantener o preservar en cualquier tamaño que hayamos elegido (FS 2,5 a 7).

### LA SELECCIÓN DE REPRODUCTORES

Hoy en día, cuando analizamos los catálogos de venta de las cabañas de avanzada, nos encontramos con un mar de datos e información que puede llegara confundirnos si no tenemos los conocimientos necesarios y si no estamos dispuestos a dedicarle algo de tiempo a su análisis.

Como primer consejo permítannos decirles que, para sacar un mayor provecho de esa información, es bueno que ustedes tengan en cuenta tres cosas:

- 1) Que en los rodeos de cría que compren sus toros padres afuera, las tres últimas generaciones de esos reproductores comprados son responsables del 87,5% de la composición genética de su última carnada de terneros (el 50% de los genes recibidos provienen del padre, el 25% del abuelo materno y el 12,5% del bisabuelo paterno). Por lo tanto la elección del futuro toro padre es, por lejos, la herramienta disponible más importante del mejoramiento.
- 2) Antes de salir a comprar los nuevos padres para sus rodeos es bueno que se hayan tornado algún tiempo para evaluar lo más objetivamente posible las características del mismo. Esto les ayudará a tener en claro cuáles son sus virtudes, cuáles sus defectos y qué características necesitan ser mejoradas, e incluso cuáles de los caracteres a mejorar son más importantes y prioritarios. Entonces imaginen los toros que les hacen falta y salgan a buscarlos. Que tengan esos atributos que ustedes desean mejorar y aplicando así los llamados apareamientos correctivos, puedan obtener un producto más deseable y vendible, un ternero que se adapte a la demanda de su mercado.
- 3) Cuando decidan dónde comprar es importante contar con fuentes confiables de datos completos. Fíjense si esa cabaña aporta datos a los programas de sus asociaciones. Esos datos deben estar siempre a su disposición, pero nunca se olviden que los datos de pedigree y de desempeño son tan buenos como la integridad del criador que los proporciona.

Todo esto que parece sencillo lleva su tiempo, pero vale la pena dedicárselo. Cuando hagan el análisis de sus propios rodeos no se detengan en caracteres superfluos. Es preciso que tengan en cuenta que solo deben analizarse todos aquellos caracteres que tengan: a) importancia económica, y b) que sean de alta heredabilidad.

**HEREDABILIDAD**

Tablas de heredabilidades estimadas:

<b>Caracteres</b>	<b>Reproductivos</b>	<b>Heredabilidad (%)</b>
Edad a la pubertad		40%
Peso a la pubertad		50%
Circunferencia escrotal		50%
Evaluación reproductiva (BSE)		10%
Anormalidades espermáticas primarias		30%
Anormalidades espermáticas secundarias		2%
Puntaje del tracto reproductivo		30%
Índice de preñez al primer servicio		25%
Fecha de parto		20%
Facilidad de parto (directa y materna)		15%
Peso a la pubertad de las crías		40%
Largo de gestación		40%
Peso al nacer		40%
Área pélvica		50%
Puntaje de la condición corporal		40%
Intervalo entre partos		10%
Porcentaje de parición		10%
	<b>Crecimiento</b>	
Peso al destete		30%
Producción de leche		20%
Ganancia diaria de peso post destete (feedlot)		45%
Ganancia diaria de post destete (pasturas)		30%
Eficiencia de la ganancia en feedlot		45%
Mantenimiento		50%
Peso al año		40%
Peso de adulto		50%

**Caracteres de la res**

Peso de la res (a igual edad)	30%
Tipificación de la res	40%
Espesor de la grasa de cobertura	45%
Rendimiento al gancho	30%
Terneza	50%

**Otros caracteres (funcionalidad, conveniencia y longevidad)**

Susceptibilidad al cáncer de ojo	30%
Resistencia a la mosca de los cuernos	60%
Susceptibilidad a la querato conjuntivitis	25%
Presión arterial pulmonar	40%
Convertibilidad	40%
Longevidad	20%
Superficie del prepucio (razas cebuinas)	45%
Inserción de la ubre	20%
Tamaño de los pezones	50%

Las heredabilidades debajo del 20% se consideran bajas, entre 20 y 39% se consideran medias, y por encima del 40% altas.

## PRINCIPALES CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

### FERTILIDAD

Es el carácter de mayor importancia económica para medir la eficiencia de un rodeo. No hay ningún test ni prueba de ganancia de peso que pueda compensar la pérdida de un ternero no nacido o muerto al nacer. Lamentablemente la heredabilidad de la fertilidad es muy baja, por lo tanto si se pierde, es muy difícil de recuperar.

En los actuales programas de evaluación hay varios datos que deben ser tenidos en cuenta. Los más comunes son: La circunferencia escrotal (CE) de los machos. De este valor se ha demostrado que tiene una alta correlación genética ( $r=0,71$ ) con la edad de la pubertad de sus medias hermanas e hijas y asimismo tiene una alta correlación negativa con el alto peso a nacer ( $r= -0,04$  a  $-0,18$ ), lo que nos está indicando que es posible seleccionar toros con altos valores de CE sin aumentar el peso al nacer y, por lo tanto, los problemas de parto. A su vez la CE tiene una correlación positiva con los pesos al destete y al año.

Otro valor a considerar es el área pélvica de las vaquillonas. Este valor debe tomarse muy especialmente cuando se entoran vaquillonas de 15 meses, pero se deben utilizar los mínimos para descartar todas aquellas que no los superen, pero no seleccionen por este carácter, ya que indirectamente estarán seleccionando por un mayor tamaño. Como ese mayor tamaño está asociado a una maduración sexual más tardía, afectará negativamente a la fertilidad.

El peso al nacer es el factor de mayor importancia que afecta a la facilidad de parto, pero no es el único y por eso la tendencia actual de estos programas es de dar un valor de facilidad de parto, que tiene en cuenta todos los otros factores que lo afectan. Tampoco es bueno elegir el toro de menor peso al nacer, porque está muy correlacionado con el peso final ( $r=0,7$ ). Como siempre los extremos son malos y deben elegirse los rangos medios.

La evaluación de la producción de leche se obtiene por regresión estadística y nos permite descomponer el peso al destete, entre el mérito genético de crecimiento del animal y la aptitud materna de su madre, que también es transmisible.

Un método que ha alcanzado cierto grado de divulgación es la Prueba de Capacidad de Servicio. Deben tener en cuenta que lo que esta prueba mide es fundamentalmente la libido de los toros. Tiene como valor que, al realizarse la prueba, se pueden detectar las anormalidades del aparato genital. Hoy existen afortunadamente métodos mas abarcativos y en nuestra cabaña hemos implementado la "Breeding Soundness Evaluation" (BSE) (Evaluación de la corrección reproductiva), desarrollada por la Society for Theriogenology. Este dato incluye la revisión genital completa, la evaluación seminal por morfología (anormalidades primarias y secundarias) y por su motilidad (umbral mínimo superior al 30%). También se evalúan las patas y los ojos de los toros como una forma más completa, para asegurar el buen desempeño de los reproductores.

Existen los que llamamos caracteres sexuales secundarios, que se utilizan para predecir visualmente los comportamientos reproductivos posteriores, pero sólo son útiles cuando no tenemos a nuestro alcance una información más objetiva. Nada es más preciso que la revisión y evaluación de un profesional veterinario.

### CRECIMIENTO

Es importante que cuando ustedes midan las ganancias diarias de peso, ya sea al destete, al año y/o final, tengan en cuenta la correlación con el tamaño (frame) del animal, pues sino los animales más grandes tendrán siempre pesos más altos.

A la hora de medir crecimiento debe asociarse este tamaño, peso o volumen corporal con alguna evaluación de la composición de la ganancia. Hoy en día se realizan ecografías, que por medio del ultrasonido se puede determinar valores de res o carcasa y así es posible obtener valores de área de ojo de bife, espesor de la grasa de cobertura y calcular el porcentaje de cortes minoristas.

Como no siempre se dispondrá de esa información, hay métodos visuales que nos permiten estimar la composición de esa ganancia. Esto nos retrotrae a los trabajos con reses congeladas realizadas por los profesores Robert Long y Jack Everly, a fines de los sesenta, o algo antes por los profesores Klyne y Taylor, basándose en apreciaciones de Butterfield y el propio Dr. Long.

En esos trabajos se estableció que de los tres tejidos que componen la res (el músculo, la grasa y el hueso), este último es el que menos varía y por lo tanto debe despreciarse su evaluación, dado que también es el más difícil de apreciar visualmente. Esto es así porque en las cuartillas, que es el mejor lugar para poder evaluarlo, la medición incluye los tendones, la piel y el pelo. Asimismo, esta apreciación visual de su circunferencia, nada nos dice de si ese hueso tiene una pared gruesa o fina y si la misma es densa o porosa, ni del tamaño de la médula. Si bien es verdad que cuando un animal tiene más hueso, tendrá una mayor musculatura, es preferible evaluar a esta última por sí misma y no indirectamente.

Hay una estrecha relación (95-98%) entre cada músculo y el peso total de la musculatura de un animal. Tenemos tres puntos del animal que podremos utilizar para evaluar su musculatura. El primero es el brazuelo (cuya base anatómica es el cúbito y la ulna o radio). En el brazuelo no hay deposición de grasa alguna, por lo tanto un

brazuelo prominente nos está indicando una sólida musculatura. El segundo punto a mirar es la forma en que el animal se para. Como los miembros anteriores no tiene articulación con el resto del esqueleto y los posteriores se articulan solo en el acetábulo (articulación coxo-femoral), los animales musculosos se pararán con los miembros bien separados, pues es la musculatura la que determina esa separación. Y finalmente la visión posterior del cuarto trasero es la que nos dará una mejor información. El animal musculoso, mirándolo desde su posterior, debe tener cuartos redondeados y el ancho máximo debe estar a la altura de la articulación de la babilla (fémorotibio-rotuliana). Para graficarlo más fácilmente. Si dividimos la línea perineal en tres partes, este punto se ubica a 2/3 por debajo de la encoladura y a un tercio de la entrepierna hacia arriba.

Para evaluar la predisposición al engrasamiento, hay también tres puntos de referencia que nos serán de utilidad. El primero es el esternón. Por debajo de la línea del esternón y por encima de las apófisis de las vértebras no hay músculos. Por lo tanto, un pecho lleno y prominente nos está indicando una excesiva deposición de grasa. El segundo punto es la verija. Los ligamentos que sostienen el aparato digestivo del animal se insertan hacia arriba, próximos al acetábulo. Por lo tanto, una verija descendida y llena también nos estará indicando una excesiva deposición de grasa. Finalmente, el tercer punto a mirar es la entrepierna. Mirando al animal desde atrás, una entrepierna descendida y llena, así como también un lomo plano y chato y los acúmulos de grasa (polizones) alrededor de la encoladura, nos indican una terminación excesiva.

## **APLOMOS**

No hay ninguna medición objetiva de la corrección estructural de un animal. Y aquí nada puede remplazar a la pericia de un experto. Se deben conocer bien la disposición de las articulaciones y sus ángulos. Las manos deben tener un cierto grado de abertura (ideal 10°, nunca mas allá de los 30°). Las patas deben estar bien aplomadas, sin desviaciones hacia proximal (adentro) o distal (afuera), que es lo que denominamos como patizambos o patituertos. El ángulo del garrón no debe ser ni demasiado parado (garrón derecho) ni demasiado angulado (sentado de garrones). Los defectos de aplomos y podales están altamente relacionados con la longevidad de los animales y por lo tanto con su permanencia en el rodeo. Una mayor tasa de reposición anual incide negativamente en el progreso genético. Esto es así, pues al tener que reponer anualmente un mayor número de animales, estamos disminuyendo el diferencial de selección de cada carácter.

## **II. MEJORAMIENTO ANIMAL**

El mejoramiento animal está basado en la detección de aquellos animales genéticamente superiores. Para que los valores de los datos obtenidos sean realmente el reflejo de las diferencias genéticas, los técnicos y los programas por ellos utilizados deben tener como prioridad eliminar de ese análisis la acción del medio ambiente. Así entonces estos programas se vuelven invalorable herramientas de selección.

## **HERRAMIENTAS DE SELECCIÓN**

De menor a mayor grado de exactitud, las herramientas mayormente utilizadas por los criadores son: 1) La apreciación visual (el fenotipo); 2) Los fallos de los jurados en las exposiciones; 3) Las pruebas de comportamiento; 4) Las pruebas de progenie; 5) Los índices de selección (vulgarmente conocidos como "ratios"); 6) Las Diferencias Esperadas de la Progenie (DEP); y 7) La utilización de los marcadores genéticos.

## **TEMARIO A DESARROLLAR**

Para una mejor comprensión de los criterios que ustedes deberán aplicar desarrollaremos el siguiente temario: La sincronización del tamaño del animal con los sistemas de producción, la utilización de los DEP, tanto para los valores de fertilidad y crecimiento, como para los valores de rendimiento y calidad de carne, y finalmente el empleo de los marcadores genéticos.

## **TAMAÑO ANIMAL**

Para establecer el tamaño del animal se utilizan las tablas llamadas de "frame score" que ajustan la altura del animal de acuerdo a su edad y sexo. Este es un carácter de alta heredabilidad (superior al 50%) y sirve para predecir el tamaño adulto del animal en cuestión. La desventaja es que está muy influido por el medio ambiente, sobre todo por la alimentación, pero indispensable a la hora de ajustar el tamaño al sistema de producción del establecimiento.

**TABLA DE FRAME**

Edad en meses	Frame 3	Frame 4	Frame 5	Frame 6
Machos	128 cm	133 cm	137 cm	142 cm
Hembras	119 cm	124 cm	129 cm	133 cm

**UTILIZACIÓN DE LOS DEP**

El Programa ERA (Evaluación de Reproductores Angus) comenzó en 1989 a partir de un convenio entre nuestra Asociación Argentina de Angus y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). A partir de un tímido comienzo, con apenas 17 cabañas aportando datos, hoy ya son 422 las que lo hacen. Desde 1989 a la fecha ya se llevan evaluados casi 400.000 animales. En 2012 se valoraron 5576 toros, de los cuales 1500 están listados en el Resumen de Padres Angus de este año. Como ya son 191 las cabañas que aportan datos ecográficos, el 76% de los toros publicados en este Resumen tienen datos de rendimiento y calidad de carne.

Los DEP se utilizan para predecir el desempeño de las crías de un toro, en comparación con el promedio de la raza. Los DEP se confeccionan utilizando el denominado Modelo Animal. El Modelo Animal es el que permite, mediante un método de análisis estadístico, reducir la variabilidad ambiental y comparar genéticamente entre pares.

Para ello se utilizan los toros testigos, que son aquellos que han sido utilizados muy intensivamente por medio de la inseminación artificial en muchas cabañas y permiten la comparación entre las diversas poblaciones. Al procesar la información se tienen en cuenta: su propio desempeño, que son sus datos relacionados con su grupo contemporáneo, el desempeño de sus padres (pedigree), el desempeño de sus hijos (progenie) y la correlación genética entre los caracteres relacionados.

Los datos aportados tienen objetivos bien definidos. Así, el largo de la gestación y el peso al nacer tienen como fin predecir la facilidad de parto, el peso al destete directo y materno (leche), aumentar los ingresos del criador; el peso final, aumentar los ingresos del invernador; y la circunferencia escrotal, disminuir la edad de la pubertad de sus hijas y la calidad seminal de sus hijos. La altura, como ya dijimos, sirve para adaptar el tamaño al sistema productivo. Todos los datos ecográficos de rendimiento y calidad de carne buscan el rendimiento de los cortes y el ingreso de la industria frigorífica.

Todos los datos de los programas de evaluación vienen acompañados de un dato de Precisión. Este valor indica el grado de confiabilidad que tiene el dato. Esto depende de varios factores: la heredabilidad del carácter, las correlaciones genéticas de ese carácter, los datos de sus ancestros (padres) y la fuente de información, que depende de la cantidad de datos y en qué cantidad de rodeos se tomó el dato.

**FACTORES A CONSIDERAR****A) Objetivos de selección:**

Determinar cuál es el sistema de producción, cría, invernada intensiva o extensiva o ciclo completo (cría e invernada). Una vez definido el sistema de producción, determinar el tamaño de animal que mejor se adecue, y diferenciar los objetivos primarios de los secundarios, y una vez elegidos los caracteres por los que queremos seleccionar, debemos fijar los límites y las concesiones que estamos dispuestos a conceder en cada uno de los elegidos.

**B) Heredabilidad del carácter:**

En lo posible, que los caracteres por los cuales queremos seleccionar sean de alta heredabilidad.

**C) Confiabilidad del dato:**

Cuanto más alta sea la Precisión de la característica evaluada, más podemos confiar en que se transmita a su descendencia.

**D) Correlación genética entre los datos:**

Tengamos conciencia que si los datos no tienen una correlación positiva, más lento será el avance de ellos. El peso al nacer, el peso al destete y el peso final tienen una correlación positiva. Por eso, si seleccionamos por bajos pesos al nacer, va a ser difícil lograr altos pesos al destete y final. Si algunos animales vencen esa correlación negativa, es lo que se denomina "curve benders" (vencedores de la curva). Peso al destete y producción de leche tienen una correlación negativa. Peso final y altura, positiva; y peso final y área de ojo de bife, positiva. En cambio, la relación del área de ojo de bife con el marmoleo (grasa intersticial) es nula. La grasa dorsal y el marmoleo tienen una relación baja.

**E) Importancia económica de los datos:**

Debemos obviar la selección de cualquier carácter que no tenga importancia económica. Tengamos en cuenta que como el progreso genético en cada carácter es la inversa a la raíz cuadrada de los caracteres a seleccionar, no es conveniente tomar en cuenta demasiado de ellos. Por ejemplo, si seleccionamos por cuatro caracteres al mismo

tiempo, el progreso en cada uno de ellos será la mitad que si seleccionáramos por ese carácter solamente (la inversa de la raíz cuadrada de cuatro es igual a un medio).

## LOS DATOS DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

Es importante considerar qué cantidad de datos (hijos evaluados) ha tenido un padre y en cuántos rodeos ha actuado. También puede considerarse el tamaño de la población de la cual hemos extraído ese dato. En cada característica saber cuál es la variabilidad (rango) y en qué percentil de la raza se encuentra: por ejemplo, en el tercio superior de la raza o en el 5%.

Es importante que no se cometan errores en la toma de datos, y que se haya verificado por algún medio científico (ADN o test sanguíneo) la filiación. Otro tema a considerar debe ser siempre conocer quién es el que suministra los datos, pues sepan que nada es más valioso que la integridad del criador.

## EL FUTURO

El próximo avance que se viene es la selección asistida por marcadores moleculares, para determinadas características. Hoy ya se ha incluido a la terneza por marcadores moleculares. Se sabe que el marcador de calpaína en sus dos variables (316 y 4751) favorecen la tiernización post-mortem y, en cambio, la calpastatina también en sus dos variables (2959 y UoG) son inhibitoras de la anterior. La combinación más favorable se establece como 8+ y esto significa que dichos animales son homocigotas tanto para la presencia de calpaína, como para la ausencia de calpastatina. Esto se ha validado cotejando las muestras analizadas por ADN, con la medida tradicional mecánica de resistencia al corte de una cuchilla que se denomina método de Warner-Bratzler, con una alta correlación. Pero tengamos en cuenta que los marcadores moleculares indican una asociación con la característica de interés económico analizada, pero no explican el 100% de la variación genética total.

La aplicación futura de los marcadores moleculares va a ser de fundamental ayuda a la hora de evaluar caracteres determinados por muchos pares de genes o de muy baja heredabilidad. Pero lo más importante es que nos pueden aportar valores a una edad temprana del animal, con una Precisión que hoy solo se logra cuando se hayan medido sus descendientes.

## LA APLICACIÓN EN NUESTRA CABAÑA

Cada cabaña en particular puede aplicar el programa que más le convenza y por lo tanto puede llegar a haber tantos programas como cabañas que decidan adoptarlos. Por lo tanto, lo que vamos a describir es el que nosotros aplicamos, lo que no necesariamente quiere decir que sea el mejor. Pero hemos recibido por su manera de presentarlo, muchos elogios de genetistas, criadores y colegas.

Nuestros objetivos de selección son desde el punto de vista fenotípico: obtener animales de buenas culatas, correctos estructuralmente y de buenas cabezas. Y genotípicamente: con pesos al nacer de moderados a bajos, con alto crecimiento posterior, buenas áreas de ojo de bife y facilidad de engorde.

En nuestros catálogos y folletos incluimos: fotos de buena calidad, que puedan dar una idea aproximada del fenotipo del animal; la información de su genealogía y datos registrales como fecha de nacimiento, RP, HBA y ADN (si se le ha realizado el análisis); y los DEP suministrados por la Asociación, tras su procesamiento por la Unidad Ejecutora del INTA Castelar. Los datos dan una idea de la fertilidad, el crecimiento, el rendimiento y la calidad de la carne. Tratamos que estos datos tengan los valores con su grado de Precisión y por algún método gráfico facilitar su lectura, dando idea de la ubicación de los valores más destacados en el promedio de la raza, habiéndolos extrapolados de las correspondientes tablas de percentiles. Finalmente incluimos el tamaño expresado por su "frame score".

Los clientes Angus han expresado su opinión respondiendo a la encuesta de la página web de nuestra Asociación. Así ha quedado establecido que un 44% prioriza la conformación (musculatura y corrección estructural), 41% los datos de su propio comportamiento y sus DEP y el 14% su genealogía.

## CONCLUSIONES

- a) Hay que agregarle a la apreciación visual, un manejo profesional de la información.
- b) Es sumamente importante tener objetivos de selección bien definidos
- c) Que es posible vencer las correlaciones. En nuestro caso hemos aumentado el área de ojo de bife sin incrementar el peso al nacer.
- d) Tener mucho cuidado con la selección por una sola característica.
- e) Lo apasionante de la selección genética es que para seguir mejorando constantemente, no hay que dejar nunca de trabajar con inteligencia y dedicación.

Volver a: [Bovinos en general, selección y cruzamientos](#)