

PRINCIPIOS BASICOS DE GENETICA APLICABLES A LA CRIA DEL GANADO DE LIDIA¹

Ernesto González C.², Carlos Vicente Durán C.³ & Jaime Domínguez C.⁴

INTRODUCCION

Muchas gracias a los miembros del comité organizador de este II Congreso Mundial de Criadores de Toros de Lidia, por el honor que nos dispensan al permitirnos intervenir en este importante evento. Quiero comenzar por decirles que no soy ni mucho menos un experto en la ciencia de la genética, como si lo son mis otros compañeros de equipo. Soy solamente un médico de profesión y ganadero de reses bravas de toda la vida, aficionado a estos temas de la investigación científica, y mi escaso mérito radica en haber reunido un grupo de expertos, y despertado en ellos el interés por la investigación que atañe al ganado bravo.

La presente charla esta diseñada para mis colegas ganaderos, que en general no tienen conocimientos profundos sobre la genética, pero que comprenden su importancia fundamental en la mejora de nuestros rebaños. Si hay expertos en el tema aquí presentes, les ruego me disculpen lo elemental de los planteamientos que haremos a continuación.

LA GENETICA ANIMAL

La genética, ciencia que estudia las semejanzas y diferencias que se observan entre organismos emparentados, es una ciencia reciente, pues nació en el año de 1900 con el redescubrimiento de los principios de Mendel sobre la herencia. Sin embargo, es notable observar como antes de la formulación de estos principios, los ganaderos de muchos países habían intuido gran parte de estos conceptos e iniciado firmemente el mejoramiento animal mediante la selección y el uso inteligente de la consanguinidad. Así, el inglés Roberto Bakewell en el año de 1760, inició los trabajos que lograron mejorar grandemente su ganado bovino mediante la utilización de estas estrategias, y los trabajos posteriores de Mendel vinieron a corroborar el sendero que este ilustre ganadero y otros habían ya emprendido.

Pero los ganaderos de reses de lidia de hace 200 años no se quedaron atrás. Mediante la invención de la Tienta, encontraron un camino seguro para adelantar la selección de vaquillas y sementales, y pronto supieron también que las características deseables para la lidia abundaban más en determinadas familias, y emprendieron así un camino de cría en línea que contribuyó a fijar en forma mas rápida esas características que ellos estaban buscando. Es decir que antes de publicarse los resultados de las investigaciones de Mendel, los ganaderos primitivos, especialmente el Conde de Vistahermosa y Don Vicente José Vázquez, supieron que a través de la selección y del uso prudente de la consanguinidad se podían obtener buenos resultados.

¹ II Congreso Mundial de Criadores de Toros de Lidia. Sevilla, 17 al 21 de Abril de 1995. Ponencia.

² M.D., Criador de reses bravas de la ganadería que se lidia bajo su nombre.

³ Ing. Agrónomo, M.Sc., Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, Colombia.

⁴ Zootecnista Universidad Nacional de Colombia. Asociado de investigación del equipo técnico.

LA HERENCIA Y EL MEDIO

Lo que un individuo manifiesta en su comportamiento, depende de las relaciones entre sus factores hereditarios y el medio ambiente en que se desenvuelve. Dos organismos pueden tener diferentes genes pero tener notables semejanzas en caracteres o en comportamiento a causa del medio en el cual viven. De modo análogo, dos organismos pueden poseer genes idénticos y tener caracteres distintos por la acción del medio en que habitan. Un toro que lleve en sí la herencia mas favorable, puede mostrar características indeseables para la lidia si su estado de salud no es bueno, o si ha sido sometido en el campo a manipulaciones tales como manoseo excesivo, curaciones repetidas, etc., que le hacen perder la necesaria "virginidad" para la lidia.

GENES Y CROMOSOMAS

Los *genes* son las unidades mínimas de la herencia y están compuestas por Acido Desoxirribonucleico (ADN), un compuesto químico de estructura muy complicada, que se presenta en forma dispersa dentro del núcleo de las células, conformando una sustancia que se conoce como cromatina. Esta sustancia dispersa, en el momento en que las células inician sus procesos de multiplicación, se puede observar a través del microscopio, porque se agrupa en zonas muy definidas. Los genes son fracciones de las longuísimas cadenas del ADN, y son estructuras químicas que están en capacidad de generar el desarrollo de procesos químicos y biológicos que luego serán la causa de las manifestaciones del individuo.

Los *cromosomas* son las fracciones más grandes en que se divide el ADN que contienen las células, y son las estructuras que agrupan los genes. Cada cromosoma está conformado por un gran número de genes. Son estructuras que se presentan en pares, y en cada célula de un mismo individuo se presenta el mismo número de acuerdo con la especie o el género al que este pertenece. Cada par de cromosomas esta conformado por una fracción que el individuo recibe del padre y otra que recibe de la madre. El hombre tiene 24 pares (48 cromosomas) y el ganado vacuno 30 pares; este número de pares caracteriza a las especie y se denomina con la letra **n**. Cada par de cromosomas es diferente de los demás que componen el total de cada especie.

Durante el crecimiento de los tejidos, las células duplican su cantidad de cromosomas, y dan lugar a células hijas que contienen la misma información de la célula madre. El proceso mediante el cuál las células se reproducen, se conoce como *mitosis*, y el principio del crecimiento y la regeneración de tejidos. Estas células con pares de cromosomas se denominan *diploides*, y en general son las que constituyen la totalidad de tejidos del organismo.

En el caso de espermatozoides u óvulos, su formación es similar a la duplicación celular, y recibe el nombre de *meiosis*. En este caso, a partir de una célula madre, especializada en este proceso, se forman cuatro células hijas; estas células que solo contienen una de las fracciones de cada par de cromosomas, es decir, la mitad de cromosomas de la célula madre y se conocen como *células haploides* o *gametos* (Figura 1). Cuando se realiza la fecundación, la unión de espermatozoides y óvulos para formar nuevos individuos, las dos mitades de cromosomas se unen para completar los pares que caracterizan a los individuos de una especie.

LA ACCION DE LOS GENES

Los cromosomas, como se expuso, se componen de un número grande de genes, que son portadores de los caracteres heredados, y en el caso particular del ganado de lidia son, en asocio con el ambiente, los

que originan la manifestación de la mayor parte de las características que componen la "Bravura": acometividad, no dolerse ante el castigo, acción de humillar, fijeza ante los engaños, etc.

Los genes existen en pares tal como los cromosomas, una de estas fracciones se halla en un cromosoma que el individuo hereda del padre, y la otra en un cromosoma que hereda de la madre. Cada gen puede presentarse en dos o más formas, y cada forma causar efectos totalmente opuestos. Estas diferentes formas de presentación y manifestación de un gen en particular, se denomina *alelo*.

Pueden desarrollar sus funciones básicamente en dos formas: genes que actúan aisladamente y no requieren de asociarse con otros para causar su efecto, y genes que se asocian para realizar una función determinada dentro de la fisiología del animal; unos colaboran en el proceso mientras que otros actúan obstaculizándolo.

Gran cantidad de veces, la ocurrencia de una manifestación específica del individuo, es el resultado de la acción de varios genes, que pueden actuar antagónica o análogamente. El fenómeno de genes asociados, es probablemente el que rige muchas de las características que determinan la "bravura".

COMBINACION ALEATORIA DE LOS CARACTERES HEREDITARIOS

Hemos visto que en el momento de la concepción, cada nuevo ser recibe la mitad de los genes del padre y la mitad de los genes de la madre, pero entonces a que se debe la diferencia que observamos en hermanos de padre y madre?.

La explicación está en que durante la formación de espermatozoides y óvulos, los pares de cromosomas se dividen y las fracciones sufren numerosas combinaciones, que dan origen así a variaciones entre las células generadas, y luego de la concepción a los rasgos típicos de los animales. Recordemos que cada especie presenta un número *n* de cromosomas, que cada cromosoma se encuentra normalmente de manera par, y que cada par es diferente en su composición a los demás.

Al dividirse los pares de cromosomas en sus fracciones simples durante la última fase de la formación de espermatozoides u óvulos, cada célula formada adquiere una mitad de cada cromosoma, bien sea la fracción proveniente del padre o la fracción proveniente de la madre. Este proceso de repartición del material genético, es efectuado al azar y dando lugar a gran cantidad de combinaciones posibles. Este proceso de combinación aleatoria, es la causa de que hermanos completos puedan ser casi totalmente diferentes.

Así, el azar puede determinar que los genes "favorables" del padre, procedentes a su vez de sus antepasados, y los "favorables" de la madre se junten mayoritariamente en un individuo determinado, dando lugar a un producto excelente, o que por el contrario los genes "desfavorables" que todo individuo posee, sean los que se transmiten y que igual cosa ocurra con los que aporta la madre, dando lugar a un mal ejemplar. En la práctica lo que ocurre con mayor frecuencia es la unión de genes "favorables" y "desfavorables", dando lugar a ejemplares en los que se manifiestan ambos tipos de características hereditarias.

LA HEREDABILIDAD DE LAS CARACTERISTICAS DE BRAVURA

Este concepto puede definirse como la proporción en la que la composición genética de un individuo puede ser la explicación de su comportamiento. Debe aclararse que lo que los hijos heredan de los padres, no son los caracteres como tal sino las potencialidades, es decir la predisposición a ciertas manifestaciones, y el que esta potencialidad se desarrolle, depende del medio.

En 1993, se efectuó el primer intento de medir el índice de heredabilidad de los caracteres que definen la bravura en la ganadería Ernesto González Caicedo. Este trabajo fue presentado en el I Congreso Mundial de Criadores de Toros de Lidia, celebrado en Guadalajara (México). La población de bovinos constó de 275 madres, 41 toros y 837 hijos (machos y hembras).

Se encontró una heredabilidad de 18%, que se considera moderada, y que indicó que para este tipo de características el ambiente, entendido este último en sentido muy amplio (circunstancias ambientales propias de la finca, el transporte a la plaza, el clima, el torero, etc.), es en alto porcentaje la causa del desempeño del animal, y por lo tanto con el fin de mejorar la aptitud de los animales, es necesario ejercer alta presión de selección. Además se concluyó que es importante realizar pruebas de los reproductores seleccionados a través del comportamiento de sus descendencias, mediante procedimientos de evaluación mas apropiados.

En el mismo trabajo se estimó la repetibilidad o índice de constancia, el cual es un concepto muy ligado a la heredabilidad, útil para evaluar características que se expresan varias veces en la vida del animal, entre otras: en vacas el rendimiento de leche por lactancia, en cerdos el numero de hijos por camada y su peso total, y en corderos el peso al destete de los hijos.

La repetibilidad o índice de constancia para nota de tiente y de lidia resultó en 15%, un valor inferior a la heredabilidad estimada en el mismo grupo de individuos.

En 1994 se repitió la determinación de heredabilidad y repetibilidad de las notas, sobre las observaciones de mayor cantidad de individuos de la misma población, y se obtuvo un valor de heredabilidad del 24%, algo superior al de la primera experiencia, pero que corrobora que la herencia de la actitud para la lidia en ganado bravo es un valor moderado. La repetibilidad estimada fue 18%, cercana también a la obtenida durante la primera experiencia.

A la luz de las experiencias en estimación de heredabilidad (Tabla 1) y repetibilidad de características en otras especies animales, este resultado es paradójico; en general la repetibilidad es un valor mayor que la heredabilidad para la misma característica. Pero estos resultados son obtenidos examinando fenómenos que son fácilmente medibles o que se repiten en la vida de un mismo animal, como el caso de la producción total de leche por lactación en vacas.

El caso de evaluación de la bravura es singular, porque la determinación además parte de ser un juicio general del comportamiento del animal, solo puede hacerse una vez en la vida de este de manera válida. Otra circunstancia que puede generar esta aparente incongruencia, es que la característica no se repite en la vida de un mismo individuo sino en el comportamiento de sus hijos, y las circunstancias que afectan los desempeños de esos individuos, influyan significativamente en su comportamiento y provoquen grandes disimilitudes entre los comportamientos de varios hermanos

LOS PROPOSITOS BASICOS: LA SELECCION

Mediante este proceso que se efectúa fundamentalmente con el tentadero o tiente, procuramos que los genes "favorables" predominen sobre los "desfavorables". Dos ejemplos nos pueden ilustrar al respecto:

Ejemplo 1

Si colocamos en un saco 50 bolas blancas (representando genes favorables) y 50 bolas negras (genes desfavorables), esto semejaría una ganadería en la que tuviéramos un número igual de características deseables e indeseables. Si extraemos del saco al azar un número representativo de

bolas, 40 bolas en cuatro extracciones de 10 bolas cada una, un resultado **probable** podría ser el siguiente:

- 1a. extracción: 5 negras 5 blancas
- 2a. extracción: 6 negras 4 blancas
- 3a. extracción: 4 negras 6 blancas
- 4a. extracción: 6 negras 4 blancas

con un resultado final de 21 bolas negras (52.5%) y 19 bolas blancas (47.5%). Es decir que en esta ganadería, los toros buenos y los malos saldrían aproximadamente por mitades.

Tabla 1. Algunos valores de heredabilidad para diferentes rasgos de interés económico en ganado lechero, de carne y de lidia. (1)

Rasgo		Rango de valores probables
GANADO LECHERO		
Producción de leche (lactación)		0.20 a 0.30
Producción de grasa (lactación)		0.20 a 0.30
Producción de proteína (lactación)		0.20 a 0.30
Porcentaje grasa		0.50 a 0.60
Porcentaje proteína		0.45 a 0.55
Intervalos entre partos		0.04 a 0.10
Edad al primer parto		0.41 a 0.59
Servicios por concepción		0.00 a 0.05
Dificultad del parto		0.05 a 0.15
GANADO DE CARNE		
Peso al nacimiento		0.25 a 0.35
Peso al destete		0.30 a 0.40
Tasa de ganancia diaria de peso (lote de engorde)		0.40 a 0.50
Intervalo entre partos		0.01 a 0.10
Edad al primer parto		0.41 a 0.46
Eficiencia alimenticia		0.35 a 0.45
Cáncer del ojo		0.20 a 0.40
Porcentaje rendimiento en canal		0.35 a 0.40
Resistencia a mastitis		0.05 a 0.30
GANADO DE LIDIA		
Aptitud para la lidia (notas tiente y lidia)	2/	0.19 a 0.24
Intervalo entre partos	3/	0.01
Edad al primer parto	3/	0.46

(1) Adaptado de: Domínguez et al. (1994), Cardellino & Róvira (1987).

(2) Obtenidos de dos estudios.

(3) Obtenidos a partir de un solo estudio.

Ejemplo 2

Si por selección hemos logrado eliminar muchos de los genes "desfavorables", podríamos sugerir un experimento en que se colocaran en el saco 80 bolas blancas y 20 bolas negras. Al repetir la extracción de las 40 bolas, un resultado **probable** podría ser:

- 1a. extracción: 3 negras 7 blancas
- 2a. extracción: 2 negras 8 blancas
- 3a. extracción: 3 negras 7 blancas
- 4a. extracción: 1 negras 9 blancas

para un total de 9 bolas negras (22.5%) y 31 bolas blancas (77.5%). Este último ejemplo sería el caso de una ganadería en que la mayoría de los productos son de buena calidad.

Es de anotar que las anteriores combinaciones pueden darse de manera casi infinita de acuerdo a las leyes de la probabilidad, y que puede darse el caso, como en efecto ocurre a veces, de que en ganaderías buenas "se junten" en alguna oportunidad los "malos" productos, y que ocurra lo contrario en aquellas que tienen predominio de genes indeseables.

PUEDEN VERSE LOS GENES?

Naturalmente se han hecho muchos intentos para identificar los genes portadores de características buenas o malas. La ingeniería genética trabaja en estos campos. En algunos seres inferiores, como en algunas bacterias y ciertas variedades de moscas de la fruta, se han llegado a identificar genes responsables de características definidas, y en las especies superiores se está trabajando en la construcción de mapas genéticos, que permitirán posteriormente la eliminación de genes portadores de enfermedades hereditarias como la predisposición a la diabetes o a ciertas formas de cáncer. En ganado vacuno y en el hombre mismo no se ha podido llegar hasta ese punto. Es obvio que sería ideal el poder identificar aquellos genes responsables de la bravura, y también aquellos que ocasionan características desfavorables del ganado de lidia.

Existen ciertos métodos que permiten aproximarse a la determinación de ciertos genes, a través de interrelaciones que se presentan entre estos, y es posible detectar la existencia de algunos que no se manifiestan claramente, por las relaciones que presentan con otros de fácil identificación. En el caso del ganado vacuno, a raíz de la existencia de un gran número de grupos y subgrupos sanguíneos, que constituyen manifestaciones visibles de su composición genética, se han adelantado muchos trabajos, en razas de carne y leche, para asociar estos subgrupos con características comerciales, sin grandes resultados hasta el momento.

Debe aclararse que los hechos revelados por las experiencias de cruzamiento en ganado, han proporcionado las bases en que se fundamentan los distintos aspectos de la teoría de la herencia, y no ha sido ésta la que ha determinado la obtención de dichos resultados. Es decir que los hechos proporcionan los materiales para elaborar hipótesis de trabajo, cuya validez es confirmada por experimentos posteriores. Tal es el modus operandi de la ciencia.

La determinación de los grupos sanguíneos en el ganado, ha demostrado ya su utilidad para mantener la pureza de sangre en las ganaderías, y asegurar la pretendida paternidad en casos puntuales. En este campo no hay dudas de la efectividad del método. El gran número de subgrupos sanguíneos detectados en el ganado, y las muchas maneras en las cuales los genes que determinan estos factores se

pueden combinar, hacen que las posibilidades de que dos individuos escogidos al azar tengan el mismo tipo sanguíneo, es mínima. La utilización de los grupos sanguíneos y los polimorfismos bioquímicos como marcadores de paternidad, se basa en el principio de exclusión genética: un individuo no puede poseer un factor genético o una variante proteica, a menos de que uno de sus padres o ambos lo tengan.

Esta gran cantidad de grupos y subgrupos sanguíneos, han hecho concebir la esperanza de que se puedan establecer mediante su estudio, diferencias en la habilidad del ganado para producir leche, carne y grasa, y otras características de interés comercial.

Rendel y Neimann-Sorensen & Robertson, han hecho una revisión sobre la influencia de los grupos sanguíneos en la producción del ganado lechero, y encontraron que el factor sanguíneo M, por lo menos en ciertas ramas de ganado alemán, parece estar asociado con una marcada reducción en la producción de leche durante la primera lactación. Por otra parte, dos de los alelos en el grupo B, parecen estar asociados con porcentajes más altos de grasa en la leche, mientras la presencia de otro alelo diferente, parece reducir dicho porcentaje. Igualmente, la presencia del factor sanguíneo J, parece estar asociado con pequeños incrementos de porcentaje en la grasa de la leche.

El grupo de investigación que en los dos años anteriores trabajo en heredabilidad y repetibilidad de la aptitud para la lidia, con la importante colaboración del profesor Wilmer J. Miller, de la Universidad del Estado de Iowa, y del doctor Germán Ramírez, profesor de la Universidad del Sur de Florida (E.E.U.U), ha obtenido muestras de sangre en mas de 160 vacas de nuestra ganadería para obtener correlaciones entre subgrupos sanguíneos y características para la lidia. Dicho estudio se encuentra en proceso, y esperamos tener resultados en un breve plazo. De todas maneras, ha llamado la atención que los diferentes genes alelos del grupo B son mucho mas escasos que en otras especies vacunas, sugiriendo que la utilización durante muchos años de la cría en línea como método de mejoramiento del ganado de lidia, ha generado la presencia de un grado considerable de consanguinidad, el cual habrá de ser cuantificado posteriormente.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CARDELLINO, R. & J. ROVIRA. 1987. Mejoramiento genético animal. Ed. Agropecuario Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo, Uruguay. 253 p.

DOMINGUEZ C., J.; C.V. DURAN & E. GONZALEZ. 1994. Heredabilidad y repetibilidad de nota de tiente o de lidia, edad al primer parto e intervalo entre partos en una ganadería de reses bravas en Colombia. Trabajo de grado en Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. Palmira, Colombia. 108 p.

GONZALEZ C., E. ; C. DURAN C. & J. F. DOMINGUEZ. 1993. Índices de heredabilidad y repetibilidad para nota de tiente y nota de lidia en una ganadería de reses bravas en Colombia. Memorias del I Congreso Mundial de Criadores de Toros de Lidia, Guadalajara, México.

MILLER, W.J.; D.A.A. OLIVEIRA; L.E.L. PINHEIRO & M.Y. KUABARA. 1993. Potential application of blood groups to production characters of cattle. Memorias del X Congreso Brasileiro de Reproducción. Vol II. Belo Horizonte, Brasil. 117-124.

RICE, V.A. & F. N. ANDREWS. 1966. Cría y mejora del ganado. UTEHA. México D.F. (México).

ZARAGOZA, P.; C. RODELAR; R. OSTA; S. MARCOS & I. ZARAGOZA. 1994. Innovaciones metodológicas en la identificación y parentesco en ganado vacuno. Memorias del I Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Zaragoza, España. 211-216.