

# GENÉTICA DE CAPA AZOTADA EN EL BOVINO CRIOLLO ARGENTINO Y CRUZAS HEREFORD – NELORE

Submitted: 02/08/2023

Accepted: 19/02/2024

Published: 20/05/2024

## INHERITANCE OF COAT COLOR AZOTADO IN THE ARGENTINE CREOLE BOVINE RACE AND CROSSES HEREFORD - NELORE

Holgado F.D.<sup>2\*</sup>, Rabasa A.E.<sup>2</sup>, Ortega M.F.<sup>1,3</sup><sup>1</sup>INTA Leales-Tucumán. 4113 Leales, Tucumán, Argentina. <sup>2</sup>Asociación Argentina de Criadores BCA. 3

Fac. Agr. y Zoot. Univ. Nac. de Tucumán.

\*fernandodholgado@gmail.com

### Abstract

The Argentine Criollo bovine is characterized by preserving a great diversity of coat colors, chestnuts predominating over blacks. Within the chestnut layers are the so-called whipped, blasted, or barcinos. They are characterized by presenting vertical black bands in different parts of the body. The number of bands is highly variable. The objective of the work was to study the inheritance of this coat color. For this, the nomenclature proposed by Rabasa et al. has been used, who mention that spankings are the product of the interaction of two genes: Bs and Ps. The latter associated with mucosal pigmentation in animals. In addition, an attempt has been made to express its genetic structure based on the interaction of the Extension and Agouti locus. To reinforce the scarce existing information on the Criolla breed, data from the Hereford - Nelore cross were used. It is concluded that the lashes are the product of the interaction of the Ps and Bs genes, according to the nomenclature used in previous work, or the interaction between E+ and A+, according to the current nomenclature. For the whipped coat to be expressed, animals must have only one dose of the E+ gene and have present at least one or two doses of the Agouti gene (A+A+ or A+a). Whipped animals never present totally black mucous membranes, always partially pigmented. The mating of Creole animals whipped with each other (n= 19), gave 25.0% sullen, 62.5% whipped and 12.5% brown. In the case of F2 (F1 x F1) Hereford - Nelore crosses, the percentages achieved were 15.6%, 33.3% and 51.1% (n= 192). The same segregation of coat colors is observed as in Criollo, but here the frequencies achieved respond perfectly well to the theoretical expectations that the E+Ee A+A+ or E+Ee A+a would be struck.

### Resumen

El bovino Criollo Argentino se caracteriza por conservar una gran diversidad de colores de capa, predominando las castañas sobre las negras. Dentro de las capas castañas están los denominados azotados, chorreados o barcinos. Se caracterizan por presentar bandas verticales de color negro en distintas partes del cuerpo. La cantidad de bandas es muy variable. El objetivo del trabajo fue estudiar la herencia de este color de capa. Para ello se ha utilizado la nomenclatura propuesta por Rabasa y colaboradores, quienes mencionan que los azotados son producto de la interacción de dos genes: Bs y Ps. Este último asociado a la pigmentación de mucosas en los animales. Además, se ha tratado de expresar su estructura genética en función de la interacción del locus de Extensión y Agoutí. Para reforzar la escasa información existente en la raza Criolla se emplearon datos surgidos del cruzamiento Hereford -

Nelore. Se concluye que los azotados son producto de la interacción de los genes Ps y Bs, según nomenclatura utilizada en trabajo previo ó interacción entre E+ y A+, según nomenclatura actual. Para que se exprese el pelaje azotado los animales deben tener solamente una dosis del gen E+ y tener presente al menos una o dos dosis del gen Agouti (A+A+ ó A+a). Los animales azotados nunca presentan mucosas totalmente negras, siempre parcialmente pigmentadas. El apareamiento de animales criollos azotados entre sí (n= 19), dio un 25.0% hoscas, 62.5% azotados y 12.5% castaños. En el caso de las cruas F2 (F1 x F1) Hereford - Nelore los porcentajes logrados fueron 15.6%, 33.3% y 51.1% (n= 192). Se observa la misma segregación de colores de capa que en Criollo, pero aquí las frecuencias logradas responden perfectamente bien a las expectativas teóricas de que los E+Ee A+A+ o E+Ee A+a serían azotados.

**Keywords:** Creole;

Characterization; Coat

Color; Inheritance.

**Palabras clave:** Criollo;

Caracterización; Pelaje; Herencia.

Actas Iberoamericanas de  
Conservación Animal

ISSN: 2253-9727

<https://www.aicarevista.com>

## Introducción

El color de capa en animales domésticos es un tema complejo. Sponenberg (1997) analiza la genética del pelaje y desarrolla sus bases teóricas. Martínez (2020), señala que al presente se han identificado más de 150 genes que determinan el color del pelaje de diversas maneras. La raza bovina Criollo Argentino se caracteriza por presentar una gran diversidad de colores de capa. Dentro de estas, las castañas (78%) son predominantes sobre las negras (22%) como lo señalan Rabasa et al. (1976), en un trabajo pionero en la temática. Martínez (2008), al comparar Criollo Argentino origen Patagónico con NOA encuentra que las capas negras fueron solamente el 3.5% y el 5.0% respectivamente. Al analizar los pelajes del Criollo Mexicano, de la región de Chiapas, Perezgrovas et al. (2011), mencionan también una gran diversidad de colores de capas y entre ellos la presencia de barcinos. En el marco de las capas castañas se distinguen dos variantes, los animales hoscos y los Azotados. Los azotados son individuos de capa castaña que presentan bandas negras verticales sobre una capa base de color castaño. Este carácter ha sido atribuido a la acción de un gen dominante e independiente denominado Br (Ibsen, 1933; Chester 1947). Rabasa et al., 1986, señalan que las capas azotadas serían producto de la interacción de dos genes: Ps y Bs. El primero se relaciona con la pigmentación de las mucosas del animal. En dosis doble (PsPs) da lugar a mucosas totalmente negras. En estado heterocigota (Psp) da mucosas parcialmente pigmentadas o con manchas negras. Y en su forma recesiva dará mucosas pardas. El gen Bs interactúa con el Ps para dar lugar a los animales azotados. Para ser azotado, el individuo debe presentar mucosas parcialmente pigmentadas, es decir, debe ser Psp y presentar al menos un gen Bs. Si las mucosas son totalmente negras, la presencia de Bs da lugar a capas hoscas, no azotadas. Es decir que un animal azotado nunca puede tener hocico negro (PsPs) ni totalmente pardo (psps). Olson, (1998) expresa que la existencia de variantes Agoutí (hoscas) en el fenotipo rayón ha permitido sostener la hipótesis de que el locus Br podría ser una variante alélica del locus de extensión. Actualmente se dice que, en cuanto al color de capa, los loci de mayor importancia serían el de extensión (E) y el Agoutí (A) (Adalsteisson et. al. 1995). El primero sería responsable de colores de capa negros ( $E^{D}E^{D}$  y  $E^{D}-$ ) y castaños/rojos ( $E^{+}E^{+}$ ). El segundo, ante la presencia del alelo salvaje  $E^{+}$ , modifica las capas castañas, permitiendo el oscurecimiento de las mismas hasta el punto de generar animales muy oscuros, que parecen negros. Es decir que, de la interacción del alelo  $E^{+}$  del locus de extensión y genes presentes en el locu Agoutí surgen animales de base castaña caracterizados por combinar en diferentes proporciones pelos castaños y negros, con mucosas y extremos negros (Royo et al., 2004). No hay que descartar la acción de genes modificadores de efecto cuantitativo que regulen la proporción del color negro en animales de capa castaña (Olson, 1998). Las bases genéticas en la variación del color de capa en bovinos no se encuentran totalmente esclarecidas (Royo et al, 2004).

En el caso de la raza BCA, algunos azotados que se suponen BsBs Psp podrían ser BsBs Psp. Esta suposición estaría de acuerdo con los resultados de los apareamientos de ni hoscos ni azotados por ni hoscos ni azotados, donde se observa un exceso de hoscos respecto al valor esperado. Sin embargo, los autores mencionan que es difícil sacar conclusiones con pocos animales (Rabasa y col., 1986).

En general, es escasa e imprecisa la información disponible sobre herencia de los colores de capa azotada en la raza Criollo Argentino. El objetivo del presente trabajo fue analizar información disponible y reforzar el número de observaciones con apareamientos surgidos del cruzamiento recíproco Hereford-Nelore, con el fin de poder predecir la segregación de colores de capa en estos apareamientos.

## Material y métodos

La información utilizada en este trabajo fue obtenida del rodeo de Bovino Criollo Argentino que el Instituto de Investigación Animal para el Chaco Semiárido (IIACS) posee en la estación experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ubicado en el departamento de Leales, provincia de Tucumán, Argentina. Esta unidad trabaja en la conservación y caracterización del BCA desde 1959, año en que fue conformado el rodeo. El plantel está integrado por animales con y sin cueros, y con una gran diversidad de colores de capas. Para el presente trabajo se analizaron apareamientos entre animales con colores de capa especialmente seleccionados para evaluar segregación en la descendencia. En el rodeo Criollo se realizan servicios individuales desde 1972, para conocer genealogías. Se llevan, desde entonces registros de colores de capas en toros, vacas y crías. Se dispone de una base de datos amplia. Sin embargo, en el caso de las capas Chorreadas o azotadas, la información disponible es bastante limitada. Entre 1993 y 2005 se produjo el nacimiento de 1037 terneros Criollos, de los cuales únicamente 19 fueron hijos de madre y padre azotados. Por tal motivo se utilizaron también datos surgidos de un programa de cruzamientos Hereford-Nelore. La información se relevó entre los años 1993 y 2005, y comprende los apareamientos  $H^*N$  y  $N^*H$  para producir un total de 216 crías F1. También los apareamientos de machos y hembras F1 para generar 434 terneros F2. Los F1 utilizados fueron en su totalidad de capa Azotada. Para el análisis de la información se utilizó la probabilidad obtenida a partir de las pruebas de  $X^2$ , binomial o multinomial según casos.

## Resultados y discusión

En la Tabla I se presenta la descendencia obtenida del apareamiento de BCA azotados entre sí. Los resultados obtenidos muestran la obtención de un 26.3% de crías hoscas, un 31.6% de azotadas y un 42.1% de individuos de capa simplemente castaña, es decir sin manifestación del hosco o azotado. Entre estos últimos ( $n=8$ ), se observó un 25.0% de castaños con mucosas negras, un 62.5% con mucosas parcialmente negras o manchadas y un 12.5% de castaños con mucosas pardas.

**Tabla I.** Descendencia obtenida del apareamiento de animales Criollos Azotados entre sí (*Offspring obtained from the mating of Whipped Criollo animals with each other*)

Fenotipos Obtenidos	N	Fr. observadas	Fr esperadas
Hoscas	5	26.3	18.8
Azotados	6	31.6	37.5
Castaños	8	42.1	43.7
Total	19		

En la Tabla II se muestran los cruzamientos recíprocos entre Hereford-Nelore para producir crías F1. Se observa en la media sangre H-N una alta proporción de animales Azotados (78.5%), pero aparece también un 21.5% de capas hoscas. Si asumimos que los Nelore son genéticamente PsPs BsBs y Hereford psp psbs, la F1 debería ser 100% heterocigota Psp Psbs (azotada). La aparición de animales Hoscas necesita el aporte de otro gen Ps, el cual, sin dudas, debe venir del Hereford. Esto indicaría que algunos de los animales Hereford utilizados en el programa de cruzamiento tenían mucosas parcialmente pigmentadas.

**Tabla II.** Apareamientos recíprocos Hereford por Nelore y Nelore por Hereford para generar Cruzas F1 (*Reciprocal matngs Hereford by Nelore to generate F1 Crosses*)

Fenotipos	N	Fr observadas	Fr. esperadas
Hoscas	43	19.9	0
Azotados	173	80.1	100
Total	216		

En la Tabla III se presentan los apareamientos de machos F1 y hembras F1 H-N y N-H azotados en ambos casos, para generar la F2. De 434 crías logradas un 18.0% fueron hoscas, un 35.7% fueron azotados y un 46.3% no fueron ni hoscas ni azotados, simplemente castaños, doradillos o colorados. El azotado ha sido atribuido por Ibsen (1933) y Chester (1947) a un gen dominante independiente llamado Br. Estos resultados rechazarían la hipótesis de que el Azotado sería producto del gen (Br), ya que si esto fuera así, el apareamiento azotado por azotado debería dar como mínimo un 75% de crías azotadas si sus padres fueran heterocigotas. Si aceptamos que los azotados son producto de la interacción entre genes Ps y Bs, y que serían azotados los genotipos Psp PsBs y Psp Psbs, como propone Rabasa et al (1986) en el caso de los cruzamientos, si ambos F1 azotados fueran Psp Psbs, las expectativas teóricas serían obtener un 18.8% hoscas, un 37.5% azotados y un 43.7% de animales castaños sin expresión de hosco o azotado. En el caso de los apareamientos de animales azotados entre sí, tanto en la raza Criolla como en las cruces Hereford –Nelore, los resultados indicarían que en ambos casos la base genética sería la misma. Del 100% de los animales azotados evaluados en el presente trabajo,

ninguno presentó mucosas totalmente negras (MNE). En algunos casos resultó bastante difícil discriminar mucosas pardas (MPA) de parcialmente negras (MPP).

**Tabla III.** Apareamiento de animales F1 azotados entre sí para generar cruces F2 (*Mating of F1 animals whipped together to generate F2 crosses*)

Fenotipos	N	Fr observadas	Fr. esperadas
Hoscas	78	18.0	18.8
Azotados	155	35.7	37.5
Castaños	201	46.3	43.7
Total	434		

En un trabajo pionero sobre los colores de capa en el BCA (Rabasa et al, 1986), señalan que los animales azotados y los hoscas serían el resultado de una interacción entre los genes Ps y Bs. El gen Ps da pigmentación a las mucosas del animal y el gen Bs es el responsable de producir las bandas negras sobre las capas castaños de los animales ó el oscurecimiento zonal que caracteriza a las capas hoscas. Los autores mencionan que para ser hoscas los animales deben tener mucosas totalmente negras, es decir doble dosis de Ps, y la presencia del gen Bs en doble dosis. En el caso de los azotados el gen Ps se debe encontrar en dosis única, es decir en estado heterocigota (Psp). En este caso la interacción con el gen Bs daría lugar a los fenotipos azotados, chorreados, barcinos o rayón. El acotado número de observaciones no les permite a los autores concluir si ambos genotipos (Psp PsBs y Psp Psbs) serían azotados. Los resultados aquí obtenidos indicarían que ambos genotipos serían azotados. Es decir que un solo gen Bs es necesario. Utilizando nomenclatura actual, podría asociarse el color de capa azotado a la interacción entre el locus de Extensión y el Agoutí. Para que un animal sea azotado el alelo salvaje (E+) debe estar presente en dosis simple (E+E<sup>e</sup>) e interactuar con alelos del locu Agoutí (A<sup>+</sup>A<sup>+</sup> ó A<sup>+</sup>a). La presencia del recesivo aa impediría la expresión del fenotipo azotado. La presencia del alelo E+ en estado homocigoto daría lugar a las capas hoscas.

### Conclusiones

En la raza Criollo Argentino y en el cruzamiento de reproductores F1 Hereford-Nelore, azotados entre sí, el color de la capa azotada parece ser producto de la interacción de dos locus. Actualmente podría relacionarse con los genes E<sup>+</sup> y A<sup>+</sup> de los locus de Extensión y Agoutí. Los animales azotados presentan mucosas parcialmente pigmentadas de negro, nunca totalmente negra ni parda. Sus genotipos serían E<sup>+</sup> E<sup>e</sup> A<sup>+</sup> A<sup>+</sup> ó E<sup>+</sup> E<sup>e</sup> A<sup>+</sup> a. La magnitud de azotado o chorreado, expresada por la cantidad de bandas negras sobre la capa castaña, resulta muy variable. Es posible que otros genes influyan en la expresión del carácter ó que exista una serie alélica en el locus Agoutí que intervenga en la magnitud del azotado y también del hosco



**Figura 1.** Vaca Criolla Azotada y cria Doradilla (*Creole cow whipped cape and golden calf*).



**Figura 2.** Vaca Criolla Doradilla Azotada Panza Blanca (*Golden Creole cow whipped white belly*).

### Bibliografía

- Adalsteisson S., Bjarnadottir S., Vage D.I., Jonmundsson J.V., 1995. Brown coat color in Icelandic cattle producida by the loci Extension and Agouti. *J. Hered* 86: 395-398.
- Bogart, R., Ibsen, H.L. 1937. The relation of hair and skin pigmentation to color inheritance in cattle, with some notes on guinea-pig hair pigmentation *J. Genet*, 35: 3
- Chester, J.I. 1947. The inheritance of red, roan and white coat colour in dairy Shorthorn cattle. *J. Genet.* 48: 155-163
- Ibsen, H.L. 1933. Cattle inheritance. I *Color Genetics.* 18: 441-480
- Martínez R.D. 2008. Caracterización genética y morfológica del Bovino Criollo Argentino de origen Patagónico. Tesis Doctoral, 244 pag, Univ. Politécnica de Valencia, Departamento de Ciencia Animal. España.
- Martínez R.D. 2020. El color de capa en los bovinos. *Revista de divulgación técnica agropecuaria, agroindustrial y ambiental. Fac. Ciencias Agrarias. UNLZ Vol7 (3) 2020: 49-54.*
- Olson T.A., 1998. Genetics of colour variation. En Fries y Ruvinsky Eds, *Genetics Cattle*, 33-53

- Rabasa, C.; Rabasa de Sal Paz, A.; Sal Paz, F.; Bergman F., y Rabasa S.L. 1976. Genética de pelajes en bovinos Criollos. *Mendeliana* 1 (2): 81-90.
- Perezgrova R., D. Vázquez, G. Rodríguez, D. Galmádez. 2011. Aproximación fenotípica a la diversidad de los bovinos criollos en la región central montañosa de Chiapas, México. *AICA* 1(2011) 384-387.-
- Rabasa C., Alicia R. de Sal Paz, F. Sal Paz, F. Bergmann y S.L. Rabasa. 1986. Genética de pelajes en bovinos Criollos. *Ganado Bovino Criollo Argentino*, Tomo 1, pag 170-182.-
- Royo L.J., Fernández I., Álvarez I., Rodríguez A., Goyache F. 2004. Revisión sobre la herencia del color de capa en ganado bovino. *ITEA* (2004), Vol. 100º N° 1, 17-29.
- Sponenberg, D.P. 1997. Genetic of color and hair texture. En Piper y Ruvinsky Eds. *The Genetics of sheep*, 51-86.