

DOI: <https://doi.org/10.18359/rfcb.5557>



Análisis cromosómico de ganado bovino puro y cruzado en Norte de Santander, Colombia*

Diana Sandra Faride Vargas Munar^a ■ Jesús Antonio Mendoza Gil^b

■ Seir Antonio Salazar Mercado^c

Resumen: el manejo reproductivo adecuado es fundamental para alcanzar índices óptimos en un sistema de producción de bovinos. Sin embargo, existen numerosas causas para la disminución de la fertilidad, como las de orden genético, que pueden afectar gravemente el sistema. Entre estas, las anomalías cromosómicas causan baja fertilidad, debido principalmente a muerte temprana de embriones desbalanceados. Por tanto, es importante diagnosticar la presencia de estas anomalías en las unidades de producción ganaderas. Con el propósito de establecer la posible existencia de bovinos portadores de anomalías cromosómicas en fincas de Norte de Santander, se tomaron muestras de sangre periférica a 31 bovinos puros y cruzados, pertenecientes a quince municipios del departamento. Se realizaron cultivos de linfocitos de sangre periférica, para obtener cromosomas; se analizaron 25 células de cada animal, en metafase, en un microscopio de luz convencional, para determinar el número cromosómico y la presencia de anomalías cromosómicas. Enseguida, se estableció que, en su totalidad, los individuos analizados presentaron el número cromosómico normal para la especie ($2n=60$) y en ninguno se visualizaron anomalías en el cariotipo. Asimismo, se evidenció la presencia de un cromosoma Y de tipo acrocéntrico en todos los machos analizados, cromosoma característico de las razas cebuinas. Este resultado confirma el tipo racial prevaiente en Norte de Santander: cruces *Bos taurus* x *Bos indicus*.

Palabras clave: anomalía cromosómica; cariotipo; citogenética; metafase

Recibido: 09 de enero de 2021

Aceptado: 27 de mayo de 2021

Disponible: 19 de noviembre de 2021

Cómo citar: D. S. Faride Vargas Munar, J. A. Mendoza Gil, y S. A. Salazar Mercado, «Análisis cromosómico de ganado bovino puro y cruzado en el departamento Norte de Santander, Colombia», Rev. Fac. Cienc. Básicas, vol. 17, n.º 1, pp. 41-46, nov. 2021.

* Artículo de investigación.

a Grupo de investigación en Ciencias Agronómicas y Pecuarias (Gicap), Departamento de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

Correo electrónico: dianavargas@ufps.edu.co ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5511-8231>

b Departamento de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

Correo electrónico: jesameng@hotmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7450-7208>

c Grupo de investigación en Ciencias Agronómicas y Pecuarias (Gicap), Departamento del Medioambiente, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

Correo electrónico: salazar663@hotmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3287-703X>

Chromosomal Analysis of Pure and Crossed Cattle in Norte de Santander, Colombia

Summary: proper reproductive management is essential to achieve optimal rates in a cattle production system. However, there are many causes for decreased fertility, such as genetic causes, which can seriously affect the system. Among these, chromosomal abnormalities cause low fertility, mainly due to unbalanced embryos early death. It is therefore important to diagnose the presence of such anomalies in livestock production units. In order to establish the possible existence of cattle carrying chromosomal abnormalities in farms in Norte de Santander, peripheral blood samples were taken from 31 pure and crossed cattle, belonging to fifteen municipalities in the department. Peripheral blood lymphocyte cultures were performed to obtain chromosomes; 25 cells from each animal were analyzed, in a metaphase, under a conventional light microscope, to determine the chromosomal number and the presence of chromosomal abnormalities. Then, it was established that all of the individuals analyzed presented the normal chromosome number for the species ($2n=60$) and none presented abnormalities in the karyotype visualized. Likewise, the presence of a Y acrocentric type chromosome in all the males analyzed and a chromosome characteristic of the zebu cattle were evidenced. This result confirms the prevailing racial type in Norte de Santander: *Bos taurus* x *Bos indicus* crosses.

Keywords: chromosomal abnormality; karyotype; cytogenetics; metaphase

Análise cromossômica de bovino puro e cruzado no Norte de Santander, Colômbia

Resumo: o manejo reprodutivo adequado é fundamental para atingir ótimos índices num sistema de produção de bovinos. Contudo, existem inúmeras causas para a diminuição da fertilidade, como as de ordem genética, que podem afetar gravemente o sistema. Entre elas, as anormalidades cromossômicas causam baixa fertilidade, devido principalmente à morte precoce de embriões desequilibrados. Portanto, é importante diagnosticar a presença dessas anomalias nas unidades de produção pecuária. Com o objetivo de estabelecer a possível existência de bovinos portadores de anormalidades cromossômicas em fazendas do Norte de Santander, foram tomadas amostras de sangue periférico a 31 bovinos puros e cruzados, pertencentes a 15 municípios do estado. Foram realizados cultivos de linfócitos de sangue periférico para obter cromossomos; foram analisadas 25 células de cada animal, em metáfase, num microscópio de luz convencional para determinar o número cromossômico e a presença de anormalidades cromossômicas. Em seguida, foi estabelecido que, em sua totalidade, os indivíduos analisados apresentaram o número cromossômico normal para a espécie ($2n=60$) e em nenhum foram visualizadas anomalias no cariótipo. Além disso, foi evidenciada a presença de um cromossoma Y de tipo acrocêntrico em todos os machos analisados, cromossomo característico das raças zebuínas. Esse resultado confirma o tipo racial prevalecente no Norte de Santander: *Bos taurus* versus *Bos indicus*.

Palavras-chave: anormalidade cromossômica; cariótipo; citogenética; metáfase

Introducción

El análisis cromosómico es un paso determinante en el diagnóstico de la alteración de la fertilidad del ganado bovino [1]. En toros *Bos taurus taurus*, *Bos taurus indicus* y sus cruces, existen numerosas causas para la fertilidad reducida y la baja eficiencia reproductiva, lo que propicia la poca producción de los becerros en las explotaciones ganaderas [2]. Dentro de estas, los factores genéticos están involucrados en 10-20% de los casos [3]. Además, un aumento en la inestabilidad cromosómica del animal se relaciona, por lo regular, con la disminución en la función reproductiva [4].

Las aberraciones cromosómicas son causas importantes de la mayor parte de los abortos espontáneos. Además, muchas de estas anomalías consisten en monosomías autosómicas, triploidía, translocaciones (recíprocas y robertsonianas en uno de los progenitores), inversiones y mosaicismo [5], [6]. En bovinos, las anomalías cromosómicas reportadas con mayor frecuencia son, primero, la fusión céntrica o translocación robertsoniana 1/29 [7] y, segundo, el quimerismo leucocitario XX/XY, condición comúnmente conocida como freemartimismo. La primera de estas ha sido identificada en más de 60 razas, en las que se reporta disminución de la fertilidad [8].

De otro lado, según Meza *et al.* [9], es indispensable llevar a cabo el análisis cromosómico como práctica frecuente en la selección del ganado con fines reproductivos, especialmente en los sementales, los cuales son importantes dada la relación hembra y macho que se maneja en el ganado bovino [9]. Por la importancia de la detección de estas anomalías en los sistemas productivos, son necesarios los estudios rutinarios de laboratorio, con el fin de diagnosticar la presencia de estas aberraciones cromosómicas.

Con ello en mente, el artículo reporta los resultados de un análisis cromosómico de bovinos puros y cruzados, llevado a cabo con especímenes pertenecientes a diferentes municipios de Norte de Santander (Colombia), para establecer si existe la presencia de individuos portadores de anomalías cromosómicas que pudieran afectar los índices reproductivos de los hatos de la zona.

Metodología

Se tomaron muestras de sangre periférica, para realizar el cultivo de linfocitos, a 31 bovinos puros y cruzados, fenotípicamente normales y no relacionados entre sí, pertenecientes a quince municipios del departamento Norte de Santander, Colombia, entre los que se encuentran Arboledas, Chinácota, Cúcuta, Cucutilla, Durania, El Zulia, Herrán, Los Patios, Ocaña, Ragonvalia, San Cayetano, Santiago, Tibú, Toledo y Villa del Rosario. Entre los animales muestreados se encontraron siete machos (dos puros, de las razas Holstein y Normando; y cinco cruzados) y 24 hembras (cinco puras, de las razas Normando, Holstein y Brahman; y diecinueve cruzadas).

Las muestras fueron tomadas de la vena yugular, entubos Vacutainer estériles, heparinizados previamente con 0,2 ml de heparina sódica (5000 UI/ml). Posteriormente, se transportaron en nevera portátil al Laboratorio de Citogenética y Reproducción Animal de la Sede Campos Elíseos de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Para la realización del cultivo de linfocitos T de sangre periférica, se siguió el protocolo sugerido por Moorhead (1960) con algunas modificaciones [10]. Enseguida, se transfirió un mililitro (1 ml) de sangre a un frasco de cultivo estéril, el cual contenía ocho mililitros (8 ml) de medio de cultivo RPMI 1640, adicionado con antibióticos, un mililitro (1 ml) de suero fetal bovino y 0,3 ml de mitógeno (fitohemaglutinina-P). El tiempo total de incubación fue de 70 horas a 38,5 °C.

Cuarenta y cinco minutos antes de la cosecha, se adicionaron 0,2 ml de colchicina (0,0016%) al material. Los cultivos fueron expuestos a tratamiento hipotónico con KCl (0,075 M) por 30 minutos a 38,5 °C y fijados con solución de Carnoy (metanol y ácido acético 3:1). Se realizaron lavados en tres ocasiones. El material obtenido se goteó en láminas portaobjetos previamente refrigeradas a -4 °C, secadas al aire y coloreadas con colorante Giemsa.

Fueron analizadas 25 metafases por individuo, en microscopio de luz (objetivo de 100x), realizando conteo del número cromosómico y observando

la morfología de los cromosomas, a fin de determinar la posible presencia de anomalías. Las mejores metafases, es decir, las que mostraron buena dispersión de cromosomas, número completo y morfología nítida, fueron digitalizadas para su análisis manual.

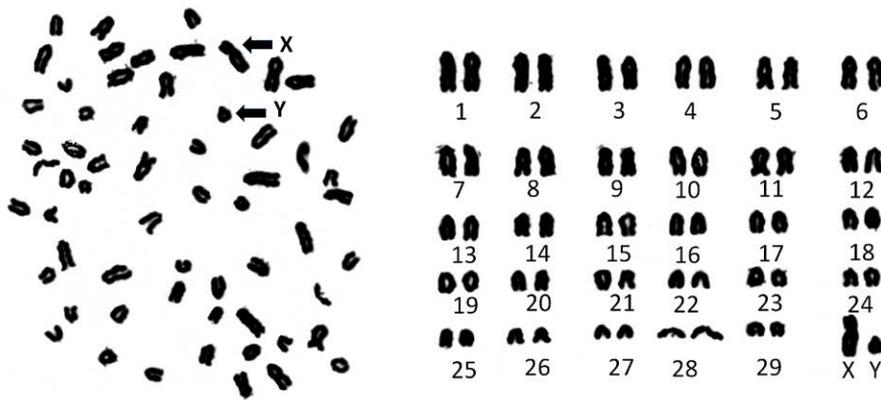
Resultados y discusión

Por primera vez, se realizó un estudio citogenético en bovinos del departamento Norte de Santander, motivo por el cual los protocolos utilizados debieron ser estandarizados previamente, para ajustarlos a las condiciones locales. Después de los análisis, se encontró que la totalidad de los bovinos muestreados evidencia un número cromosómico normal para la especie ($2n=60$; 58 autosomas

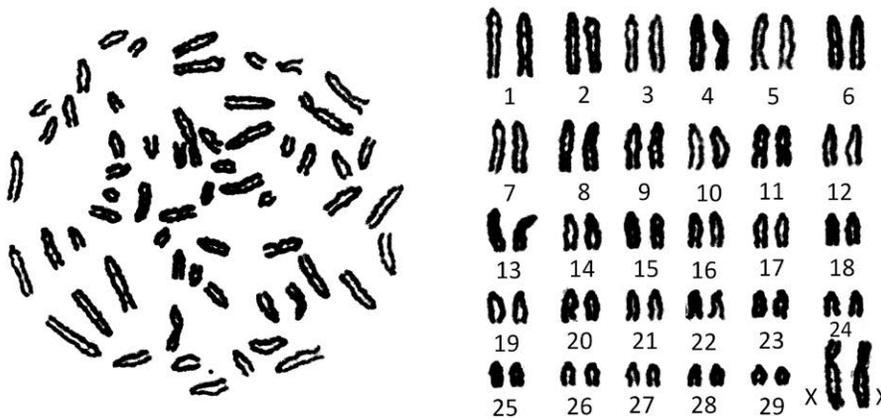
acrocéntricos y dos cromosomas sexuales); tampoco se observó ninguna alteración cromosómica estructural y numérica.

Como un resultado adicional, se evidenció que todos los machos analizados mostraron la presencia de un cromosoma Y de tipo acrocéntrico, el cual es característico de las razas cebuinas, según se muestra en la figura 1.

Por otro lado, el análisis del cariotipo de los bovinos estudiados reveló que los cromosomas de una célula y cada individuo independiente varían en tamaño y forma tanto en bovinos macho (figura 1a) y como en bovinos hembra (figura 1b). Sin embargo, tal variación pudo ser causada por factores físicos durante la preparación de las células en metafase, la fijación o la separación del cromosoma en el portaobjeto [7].



a. Célula metafásica y cariotipo de *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* macho (XY). Las flechas indican los cromosomas sexuales.



b. Célula metafásica y cariotipo de *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* hembra (XX).

Figura 1. Células metafásicas y cariotipos de *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados encontrados en la presente investigación, que indican la normalidad cromosómica en la totalidad de los animales analizados, concuerdan con el estudio realizado por Ciptadi *et al.* [7], quienes analizaron, a nivel citogenético, bovinos correspondientes a la primera generación de los cruces del ganado *Madura Cattle* frente a *Bos taurus*, en Indonesia, y encontraron el número diploide normal ($2n=60$), tanto estructural como en número cromosómico en todos los bovinos observados.

Sin embargo, en una investigación realizada por Meza *et al.* [9], en el ganado bóvido criollo, se encontró que el 12,3% de los bovinos analizados tuvo una mayor prevalencia la translocación robertsoniana 1/29 en el estado de Zacatecas, México. En cuanto, al diagnóstico citogenético del síndrome Freemartin ($60XX/XY$) en hembras de bovino en Colombia, Cardona *et al.* [11] encontraron una prevalencia de 84,9% del síndrome quimérico en las 106 terneras evaluadas. Cabe aclarar que la detención temprana de este síndrome ahorra tiempo y dinero en las crías y levantes de animales infértiles.

La no presencia de anomalías cromosómicas en los animales analizados, evidencia que los reproductores empleados en los lugares muestreados son cromosómicamente normales, lo que guarda coherencia con la utilización de técnicas de inseminación artificial en las fincas, donde se promueve el uso de toros genéticamente probados y libres de anomalías. En este sentido, es necesaria la evaluación de los toros periódicamente, para determinar alteraciones reproductivas, con lo cual se evitan problemas de baja fertilidad en sementales que se encuentran en servicio [2].

El análisis cromosómico es un método eficaz para caracterizar la genética normal o anormal del ganado bovino. Sin embargo, es necesario el control genético y la exclusión oportuna de la anomalía cromosómica, para evitar futuros efectos negativos [7]. Además, es recomendable la práctica rutinaria de análisis citogenético de los animales reproductores, para identificar especímenes portadores de la translocación robertsoniana 1/29 [9]. En cuanto a la presencia del cromosoma Y de tipo acrocéntrico en todos los machos analizados, se

corroboró su origen cebuino [12], el tipo racial prevaletante en el departamento Norte de Santander, incluyendo diversos cruces *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*.

Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se estableció la no presencia de animales portadores de anomalías cromosómicas en los individuos analizados. Asimismo, se determinó que, en su totalidad, los machos evaluados presentaron el cromosoma Y de tipo acrocéntrico, el cual es característico de las razas cebuinas, el tipo racial predominante en la zona analizada. A partir de estos hallazgos, se recomienda ampliar este estudio a un mayor número de animales, fincas y municipios en el departamento Norte de Santander.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada con los recursos del Fondo de Investigaciones Universitarias (FinUFPS) del Fondo Rotatorio de Investigación y Extensión (Frie) de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Referencias

- [1] I. Szczerbal y M. Switonski, "Chromosome abnormalities in domestic animals as causes of sex development or impaired fertility disorders", en *Insights from Animal Reproduction*, R. Payan, Ed. Londres: IntechOpen, 2016, pp. 207-225.
- [2] B. Ruiz, H. Ruiz, P. Mendoza, A. Oliva y F. Gutiérrez, "Caracterización reproductiva de toros *Bos taurus* y *Bos indicus* y sus cruces en un sistema de monta natural y sin reposo sexual en el trópico mexicano", *Revista Científica UDO Agrícola*, vol. 10, n.º 1, pp. 94-102, 2010.
- [3] L. Molteni, *et al.*, "Fertility of cryopreserved sperm in three bulls with different Robertsonian translocations", *Anim Reprod Sci*, vol. 86, pp. 27-36, 2005.
- [4] V. Trukhachev *et al.*, "Features of the chromosome set of the north caucasian population of holstein cows in violation of the functions of reproduction", *Tsitol Genet*, vol. 51 n.º 4, pp. 44-51, 2017.
- [5] N. Yimer y Y. Rosina, "Chromosomal anomalies and infertility in farm animals. A review", *Pertanika J. Trop Agric Sci*, vol. 37, n.º 1, pp. 1-18, 2014.

- [6] S. Schmutz, J. Moker, V. Pawlyshyn, B. Haugen y E. Clark. "Fertility effects of the 14;20 Robertsonian translocation in cattle", *Theriogenology*, vol. 47, n.º 4, pp. 815-823, 1997.
- [7] G. Ciptadi, M. Nur, S. Rahayu, V. Margaretha y A. Ramadhina, "The comparison of chromosome analysis result by manual and software cytovision image analysis using simple G-banding", *Research Journal of Life Science*, vol. 4, n.º 2, pp. 106-110, 2017.
- [8] K. Bayomi, E. Iman y W. Asmaa, "Cytogenetic analysis related to some infertility problems in cattle", *Global Vet*, vol. 7, n.º 4, pp. 323-329, 2011.
- [9] C. Meza, B. Lozano, F. Colina, R. Bañuelos y M. López, "Prevalencia de la translocación robertsoniana 1/29 bovina en hatos ganaderos del estado de Zacatecas, México", *Rev Mex Cienc Pecu*, vol. 6, n.º 3, pp. 295-304, 2015.
- [10] P. Moorhead, P. Nowell, W. Mellman, D. Battips y D. Hungerford, "Chromosome preparations of leukocytes cultured from human peripheral blood", *Exp Cell Res*, vol. 20, pp. 613-616, 1960.
- [11] X. Cardona, J. Vásquez y L. Correa, L. "Diagnóstico molecular, citogenético y anatomohistopatológico del síndrome Freemartin en hembras bovinas en Colombia", *Revista Colombiana de Biotecnología*, vol. 18, n.º 2, 82-89, 2016. <https://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.61524>.
- [12] M. Kieffer and T. Cartwright, "Sex polymorphism in domestic cattle", *J. Hered*, vol. 59, pp. 35-36, 1968.