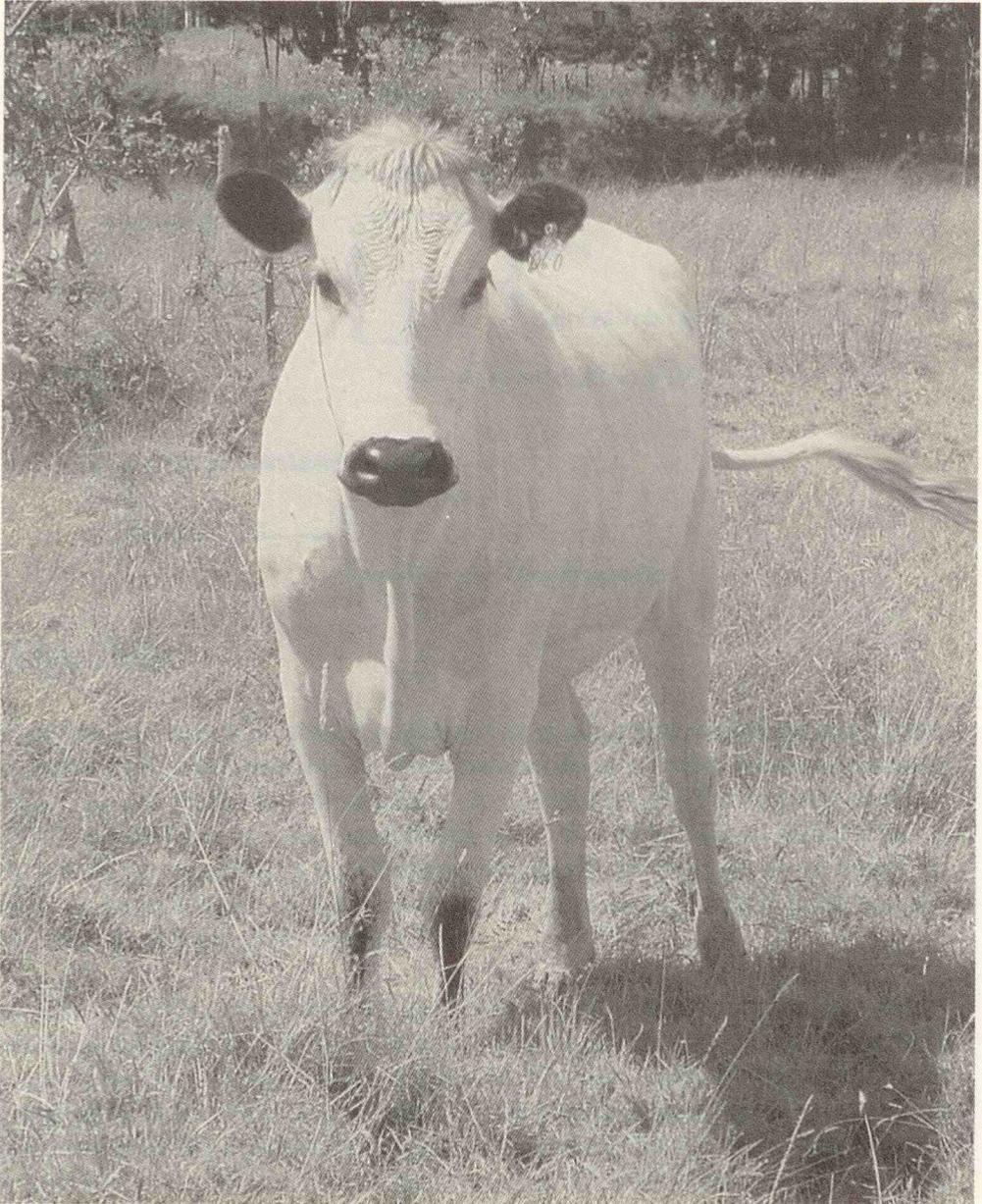


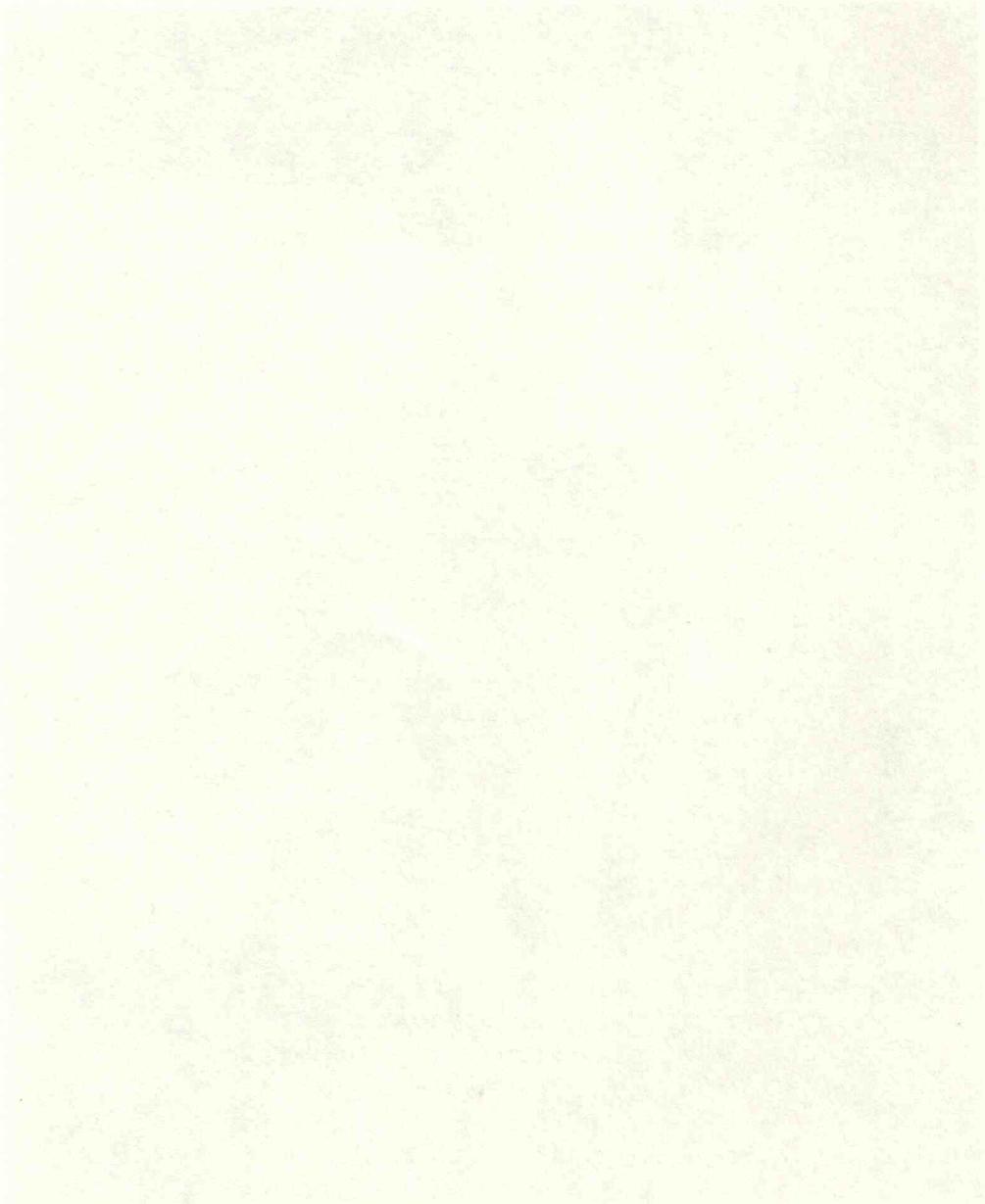
# SECCIÓN I

## INTRODUCCIÓN



# SECCIÓN I

## ARTÍCULOS



*“Al ganado criollo, la perfecta expresión de un animal adaptado a un medio inhóspito, por fin se le están reconociendo sus méritos. Después de ser condenados al olvido y a un virtual peligro de extinción, las siete razas criollas están siendo reivindicadas. La actitud negativa frente a estas razas deriva de la ignorancia de su valor genético y del exagerado gusto por lo foráneo; marginando durante muchos años este ganado, que tiene casi cinco siglos de adaptación a nuestro medio” (Munévar, 1989).*

## **Ganado Blanco Orejinegro (BON) Una alternativa para la producción en Colombia\***

*Albeiro López<sup>1</sup>, MV, MS; Omar A. Saldarriaga<sup>1</sup>, MV, MS; Ana E. Arango<sup>1</sup>, Bact; María T. Rugeles<sup>1</sup>, Bact, MS, Ph.D; Fabio N. Zuluaga<sup>1</sup>, MV, MS; Martha Olivera<sup>2</sup>, MV, Ph.D; Nelson Bermúdez<sup>3</sup>, Zoot; Gabriel Bedoya<sup>3</sup>, Biol, MS; Jorge E. Ossa<sup>1</sup> MV, MS, Ph.D.*

<sup>1</sup>Grupo de Inmunovirología-BIOGÉNESIS, <sup>2</sup>Grupo de Reproducción - BIOGÉNESIS, <sup>3</sup>Grupo de Genética Molecular, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia

### **Summary**

#### ***BON cattle: an alternative for production in Colombia***

*BON cattle derived from the domestic animals brought by Christopher Columbus on his second trip have gone through 500 years of adaptation to the tropical coffee producing areas of Colombia. This breed possesses several important characteristics such as: tameness, maternal ability, longevity, high fertility, increased productivity in F1 crosses, and ability to take advantage of rough relatively poor pastures. These qualities together with recent molecular findings suggesting high genetic variability and resistance to viral and bacterial infections make of this breed, now classified as “at risk” of extinction, an invaluable genetic resource from which a national cattle industry adapted to our tropical conditions could be established. The aim of this review it is to compile information about this breed and indicate some research perspectives*

---

\* Artículo publicado originalmente en: Rev Col Cienc Pec. Vol. 14: 2, pág.119-126 / 2001.

*to the light of advances made at the University of Antioquia demonstrating the genetic potential of this breed, that maybe has not been expressed before due to the husbandry conditions to which it has been subjected throughout the five centuries of history in America.*

**Key words:** Criollo cattle, Blanco Orejinegro (BON).

## Introducción

Antes de que llegaran las razas bovinas foráneas a nuestro país, como las razas europeas, entre ellas la raza Holstein (*Bos taurus*) y las razas asiáticas como el Cebú (*Bos Indicus*), la totalidad de la ganadería colombiana estaba constituida por animales criollos, entre estos el Blanco Orejinegro BON. Su capacidad de producción de carne y leche en las condiciones desfavorables del trópico eran bien conocidas. Esta rusticidad fue mal interpretada, de tal forma que, con el apogeo de razas extranjeras especializadas, el ganado BON fue relegado a condiciones inhóspitas como terrenos pendientes, pastos de mala calidad, suelos ácidos, condiciones silvopastoriles primarias, sumado a la ausencia de condiciones básicas de manejo como control de endo y ectoparásitos, falta de suplementación alimenticia y asistencia profesional especializada, que hicieron que el potencial genético no se expresara y la raza quedara relegada a un segundo plano por ser comparada con otras de mayor productividad, pero que estaban sometidas a condiciones ambientales y de manejo muy diferentes.

Los técnicos y ganaderos al observar que las razas especializadas no se adaptaron fácilmente a las condiciones del trópico húmedo, comenzaron a hacer cruces de éstas con ganado criollo, para aprovechar las características de este último. Con los primeros cruzamientos de cebú por criollo, se obtuvo un tipo de animal superior a sus progenitores. El vigor expresado en las primeras generaciones del cruce de ganado cebú (*Bos Indicus*- Brahman) por criollo (*Bos taurus*) fue atribuido exclusivamente al Cebú y por tal razón se inició un cruzamiento absorbente hacia dicha raza y esto generó, como consecuencia, la casi extinción del ganado criollo y la disminución en la producción de leche, a medida que aumentaba el porcentaje *indicus* en el cruce (3, 18). El cruce de ganado BON con nuevas razas especializadas en la producción de leche, incrementó la producción debido a la adaptación del F1, pero en la medida en que se aumentó la proporción de genes lecheros se disminuyó la resistencia de los animales a las condiciones propias de los climas cálidos y húmedos del trópico, debido a la dificultad de adaptación, evidenciada por la poca tolerancia al calor; esto les obliga a la búsqueda de lugares sombríos y húmedos, lo que les resta capacidad para acceder a los forrajes; de esta manera el ganadero tiene que suministrar lugares frescos, droga, alimento y suplementación, que aumenta los costos de producción (6).

Hoy en día está ampliamente demostrada la capacidad productiva y reproductiva del media sangre criollo x especializado (carne o leche); este F1 tiene un gran vigor híbrido, evidenciado por la adaptabilidad y resistencia del ganado criollo, sumado a la alta producción del ganado especializado (6, 16, 18).

## Origen del ganado BON

Varias teorías han sido expuestas para esclarecer la procedencia de esta raza; entre ellas, el origen británico, que sugiere que el ganado BON es derivado del ganado Park White, con un fenotipo muy parecido, el cual ha sido considerado como el pariente más cercano del ganado salvaje de Escocia, el URUS o *Bos primigenius*. La teoría del origen sueco, sugiere que el ganado Fjellrase, de tamaño muy parecido al BON, sin cuernos, es el pariente más cercano, teoría no aceptada por ser este ganado de carácter topo dominante y es poco probable que sus descendientes fueran astados (31,34). La teoría italiana, se apoya en la evidencia de que en Génova hay una raza de ganado, el Antillano, parecida al BON, que habría pasado a España y luego a América (1). Joshi citado por Pinzón, 1984, describe una raza africana muy antigua, Nguni, parecida al BON y hace suponer un ancestro africano lejano, importado por los romanos desde el nororiente de África a Europa y llevado luego a España.

La teoría del origen ibérico del ganado BON, la más aceptada, sugiere que al igual que todos los ganados europeos que poseen capa blanca, el BON es descendiente directo del "*Bos primigenius*", del que descenderían todos los ganados del Occidente Asiático, del Norte de África y toda Europa. Se propone que este *Bos primigenius* se domesticó en el Asia Menor y de allí se dispersó por Egipto, luego paso a Fenicia y después al norte de África, de donde habría sido llevado a España y al resto del continente Europeo por los Moros y los Romanos. El ganado español, conocido en América latina como criollo, fue el primer ganado en habitar el trópico (40). Este ganado parece haber entrado a América, durante el segundo viaje de Colón (1493), quien lo trajo desde Gomera (Isla del archipiélago de las Canarias) hasta Santo Domingo, de donde fueron llevados hacia Norte, Centro y Suramérica, lo que explica la similitud de las características raciales de todos los ganados criollos del Nuevo Mundo (16, 6).

Una de las vías de importación a Colombia posiblemente fue el sur; los semovientes entraron a Perú por el Pacífico, procedentes de la Española, se difundieron luego al norte, y a partir de 1538, se fue formando un poderoso núcleo multiplicador en las regiones templadas del Patía, Popayán, Cauca, Jamundí y Timaná (34). Otra teoría afirma que el BON llegó primero a Panamá, de donde fue llevado a Ecuador y de allí fue introducido a Popayán en el año de 1536 (16).

## Hábitat y Población

La raza Blanco Orejinegro (BON) tiene su hábitat natural en las estribaciones de la cordillera central y occidental, en alturas comprendidas entre 800 y 1800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre 18 y 24°C y una precipitación pluvial por año superior a 1800 mm. Se refiere en otras palabras a la zona cafetera o zona media de nuestro país, la cual representa 122.000 Km<sup>2</sup> del territorio nacional. Ecológicamente esta zona es transicional entre bosque húmedo y bosque muy húmedo tropical, con topografía bastante abrupta, irregular y erosionable y suelos caracterizados por baja fertilidad debido a su acidez, deficiencia de calcio y fósforo y alto contenido de hierro y magnesio. Los forrajes de esta zona son un reflejo de la pobre calidad del suelo (1, 16, 6, 20).

La raza BON fue sometida a una selección caprichosa, nunca asistida por parámetros de producción y productividad; así, con el curso de los años, estos ganados se han convertido en un representante biológico propio del medio en el cual viven (1).

El BON cuenta con una población efectiva de 2.866 animales puros, el 12.21% de ganado criollo del país, y 1.860 ejemplares mestizos. De la población total el 77% se encuentra en el área cafetera: 1.296 animales en Risaralda, 799 en Antioquia y 136 en Caldas. De acuerdo con los parámetros de clasificación de especies en vía de extinción de la FAO, esta raza se encuentra en un estado vulnerable (entre 1000 y 5000 hembras y relación hembras:macho de 50: 1) (12).

## Características Generales de la Raza

El nombre de la raza BON, hace referencia a una de sus principales características zootécnicas: pelaje de color blanco sobre piel negra en todo el cuerpo, con excepción de las orejas y el tercio inferior de las extremidades, que poseen pelaje negro. Entre las características del BON, que han asegurado su adaptabilidad, se destacan principalmente las siguientes:

- El BON es un ganado bastante **dócil** y en este aspecto contrasta con el Cebú. Animales no castrados de tres años, son manejados con mínimas precauciones (3). Aprovechando esta facilidad de manejo, se ha utilizado el BON como una fuente de fuerza de trabajo, para carga y las labores del arado (1).
- **Habilidad para aprovechar forrajes** bastos ricos en celulosa. Es claro que este tipo de ganado se ha criado en suelos que presentan niveles deficientes de algunos

elementos minerales como fósforo (P), cobre (Cu), zinc (Zn), de tal forma que los forrajes producidos bajo estas condiciones son de escaso valor nutritivo (19, 22). A pesar de estas condiciones, estos bovinos han mostrado una gran adaptabilidad biológica que les ha permitido sobrevivir. Botero, 1979, reportó una baja precocidad sexual de las hembras; edad al primer servicio de 30 a 32 meses, y la primera cría a los 41 meses, esto se explicaba parcialmente porque el apareamiento en las novillas se realizaba no tanto seleccionándolas por su edad, sino más bien por su desarrollo y éste era difícil de encontrar a una edad más temprana, debido a la baja calidad de los forrajes a los cuales estaban sometidos. Sin embargo, se ha determinado que las hembras BON obtienen un mayor porcentaje de natalidad, una menor edad al primer servicio y parto; y un mayor número de días en lactancia cuando se suplementan con mezclas que incluyan los elementos minerales que son deficientes los suelos en una región determinada (20). Esta aptitud para aprovechar pastos bastos, ha motivado el estudio comparativo de las capacidades fisiológicas y digestivas del ganado BON con otras razas, en especial las interacciones con forrajes tropicales en condiciones de buena y mala calidad, que están estrechamente relacionadas con el ecosistema ruminal en parámetros como pH y ácidos grasos volátiles (14).

- La **fertilidad** de las vacas BON es alta en comparación con otras razas lecheras (3). Estas, por su capacidad pélvica presentan mayor facilidad al parto; además, tienen intervalos entre parto cercanos a los 12 meses y se consideran como muy **longevas**, ya que puede producir crías regularmente hasta los 15 años (3, 16, 26).
- Además las vacas poseen una gran **habilidad materna**, ya que durante el ordeño en la ausencia del ternero, la hembra retiene hasta el 65% de su leche residual (19, 38), asegurando la alimentación de su cría. Aunque los terneros son pequeños, al nacer, son muy fuertes y su mortalidad es muy baja (25, 26).

Los machos BON son más precoces que las hembras (9), encontrándose una edad de inicio de la pubertad entre los 14 y los 16 meses, con pesos entre 206 a 234 Kg. Evidencia de campo sugiere que un toro BON puede servir un número mayor de hembras que un toro Cebú o Holstein (26).

- Uno de los mayores atributos, que ha contribuido al mantenimiento de esta raza, es la marcada **resistencia a los ectoparásitos**, especialmente al nuche (1,6,8,10,16,25,26). Se ha demostrado que esta raza muestra poca inflamación en respuesta al nuche (larva de *Dermatobia Hominis*); quizás debido a un conjunto de diferentes características de esta raza, como: el color, la longitud (3-15 mm) y la finura del pelaje, el grosor de la piel (8,84 a 12,11mm), la gran pigmentación de la piel y una «inmunidad humoral protectora transmitida de generación en genera-

ción»(3). Este mismo autor, en estudios preliminares (Botero, 1968) (4), determinó la susceptibilidad al nuche en dos razas criollas, siendo el ganado BON más tolerante que la raza Costeño con Cuernos que mostró reacciones inflamatorias intensas. Además, se ha confirmado la resistencia del BON al nuche, como un carácter hereditario transmitido por factores dominantes; que lo clasifica como medianamente resistente comparado con el ganado cebú (resistente) y el ganado Holstein (susceptible) (8).

- De Alba, citado por Arboleda (1), argumenta que una de las características más importantes en el ganado BON, es la perfección de sus aplomos. “Esta raza presenta cuartillas rectas, corvejones finos y limpios, cañas delgadas y fuertes, y cascos pequeños y bien proporcionados”.

## **Características Productivas y Reproductivas**

En la raza BON hay ejemplares que tienden a producir más carne que leche y viceversa, aunque sus parámetros productivos, son menores que los alcanzados por las razas foráneas especializadas (6). Esta raza es considerada de doble propósito y posee alto poder biológico para el cruzamiento tanto con razas lecheras como de carne (26).

La unión de la raza criolla, con excelentes parámetros reproductivos y excelente adaptación a las condiciones del trópico, y la raza especializada, con excelentes parámetros productivos, en un solo tipo de animal, constituye un hecho de gran trascendencia para la obtención de un animal más adecuado a los diferentes sistemas de producción de carne y leche en el trópico. En la formación de este tipo de animales intervienen por un lado las razas europeas y asiáticas, de naturaleza precoz, capacidad metabólica, buena producción y conformación general muy estética y por otro lado el ganado criollo aporta vigor, resistencia y adaptabilidad (6, 18).

En Colombia, los esfuerzos para estudiar las posibilidades de producción de leche en el trópico, se remontan a la década de 1940 cuando se inició el ordeño de ganados criollos, como el BON y costeño con Cuernos; además de los cruces realizados entre BON con Holstein (16); en este último ensayo se encontró que cruces de Holstein (H) por BON, en la región montañosa del Nordeste Antioqueño, la producción por lactancia y duración de la misma fueron mayores en las híbridas  $\frac{3}{4}$  H x  $\frac{1}{4}$  BON, aunque la edad al primer parto y el intervalo entre partos fueron menores en los híbridos F1 entre  $\frac{1}{2}$  H x  $\frac{1}{2}$  BON, lo que significó una eficiencia productiva equivalente cuando se considera en forma conjunta la reproducción relacionada con la producción de leche por lactancia. Diferentes ensayos, realizados en la Universidad de Antioquia, tratando

de lograr el cruce más indicado para la producción láctea en el clima medio, encontraron en el mestizaje de BON x Holstein, en diferentes proporciones de cada raza, que fueron los animales que mejor se comportaron (6).

Las características de producción de leche del ganado BON y sus cruces con ganado Jersey, también han sido estudiadas. El cruce  $\frac{1}{4}$  Jersey x  $\frac{3}{4}$  BON mostró casi una triple producción de leche, comparada con las hembras BON puras (30).

Las ganancias en la tasa de crecimiento al destete del ganado BON son particularmente sorprendentes y el relativo incremento en peso es más significativo en hembras que en machos (40). Recientemente se analizaron características de crecimiento predestete y postdestete de la progenie de la vacada Blanco Orejinegro, en el centro de investigaciones el Nus, de observaciones realizadas durante 50 años, encontrándose que el promedio corregido para el peso al nacimiento fue de 31.35Kg, el peso a los 240 días fue de 206.58 Kg y el peso a los 540 días fue de 296.62 Kg (2). Botero, en 1979, recopiló una serie de trabajos realizados con el hato BON, perteneciente al ICA, de donde se concluyó que los híbridos BON x Charolais y BON x Cebú muestran un mayor peso y desarrollo al momento del sacrificio; y las pérdidas de peso por ayuno son menores en el cruce BON x Cebú. Además, se demuestra que el rendimiento y la constitución de la canal, es mayor en los trihíbridos Charolais x Cebú x BON, cuando son sacrificados a los 33 meses. Estos datos concuerdan con lo encontrado en 1991, en el concurso de exhibición de canales bovinas y demostraciones de cortes cárnicos, en donde el animal más productivo para el ganadero fue el mestizo BON x Cebú, ya que la edad al sacrificio fue menor y el peso proporcionalmente superior; así mismo este fue el animal que mostró mayor índice de carne aprovechable (70.06%), condición que favorece al expendedor (6).

Adicionalmente, Martínez 1989 muestra que la producción de carne del ganado BON, puede aumentarse significativamente mediante el uso de planes sistemáticos de cruzamientos con las razas Cebú y Santa Gertrudis. Otros parámetros productivos que han sido mejorados como resultado de cruce de BON x Bos Indicus, comparados con los BON puros, son el peso al nacimiento y el peso al destete, los cuales han mejorado de 27 Kg a 33 Kg y de 182,87 Kg a 222 Kg, respectivamente (1). De esta manera el cruce BON x Cebú, ha resultado ser el más exitoso, para la producción de carne, ya que se obtiene entre 18 y 22% (40 Kg) más de peso que el Cebú tradicional al destete (26). En un estudio descriptivo del comportamiento del ganado BON en otro hato (Hacienda el Progreso de la Universidad de Antioquia) entre los años 1978 y 1997, se encontró que, el peso al destete y la ganancia diaria predestete de ganado BON, presentan diferencia estadística altamente significativa respecto a los efectos padre, sexo de la cría, mes y año; parámetros que son mejores para los últimos años, quizás debido al cambio de manejo, al pasar de pastoreo libre a semiestabulación y al suministro

de concentrado en la dieta (11), esto sugiere que al mejorar las condiciones de manejo de esta raza, se permite la expresión de un potencial genético, al que se le han brindado pocas posibilidades. Es así como el valor de esta raza criolla, en cuanto a la adaptación a las condiciones tropicales y al extraordinario vigor híbrido que trasmite en cruzamientos con ganado Cebú puro o mestizo, puede ser utilizado para mejorar los índices de productividad en regiones con condiciones ecológicas similares (13).

## **Variabilidad Genética del BON**

En un estudio realizado en 7 razas de ganado criollo colombiano, utilizando 5 marcadores microsatélites (STRs) dinucleotidos: BM4513, BMC1222, BM1225, MAF70 y COW9; se encontró que, específicamente, en BON, en la cual se evaluaron 40 ejemplares, los parámetros estadísticos que determinan variabilidad arrojaron los siguientes valores: 107 genotipos para los 5 alelos; heterocigocidad observada 0.6729; valor estadístico de Wright (Fis) para calcular endogamia 0.1148; número de alelos promedio por locus (NPA) 6.6. La probabilidad del test exacto de Fisher para probar equilibrio de Hardy-Weinberg (H-W) fue de 0.0006 (24).

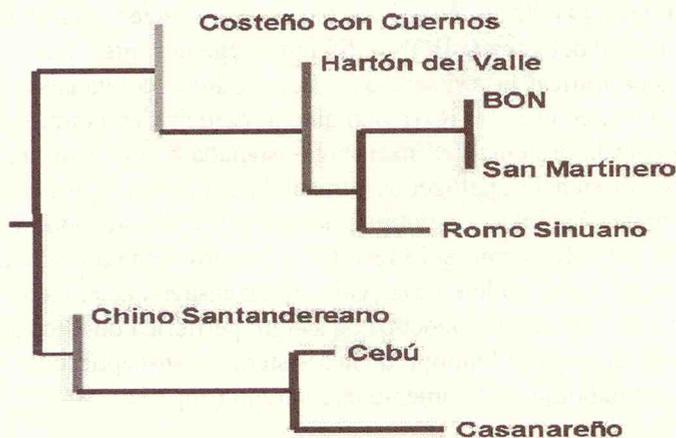
El valor de NPA encontrado en la raza BON es mayor que los valores reportados por Mac Hugh et al., 1997 (23) para todas las razas africanas, asiáticas y europeas, en las cuales el máximo valor de NPA fue para la raza cebuina africana Maure (6.2). De la misma manera la heterocigocidad observada ( $H_o$ ) en BON (0.67) es superior a las detectadas en las anteriores razas en donde el mayor valor se de  $H_o$  se encontró en la raza cebuina africana Butana (0.652). Resumiendo, la variabilidad genética que presenta la raza BON es superior a razas que han sido poco intervenidas por el hombre como son las africanas, lo cual técnicamente le imprime a esta raza un gran poder de adaptabilidad y ofrece un gran potencial de selección (24).

Para explicar el desequilibrio de H-W que se encontró en BON, se pueden plantear dos hipótesis: una sería el poco número de loci evaluados, la otra considera la influencia que pueden tener algunos fenómenos evolutivos como la deriva genética y la selección que estarían actuando sobre esta raza, puesto que el valor de Fis nos está indicando un déficit de heterocigotos ya que es positivo; y la  $H_o$  es muy alta (0.67) lo cual sería una contradicción para explicar la pérdida de equilibrio H-W como efecto de endogamia debida al manejo de la población BON. Por lo anterior es necesario, en futuros estudios, aumentar el número de loci para probar la primera hipótesis (24).

En este mismo trabajo se hizo análisis filogenético con el fin de inferir las relaciones de BON con otras razas de ganado criollo y determinar si existía suficiente distancia

genética, es decir, si la población presentaba independencia con respecto a otras razas (24,7). Los resultados de este análisis se muestran en la figura 1, la cual representa un árbol filogenético Near Joining (N.J.) utilizando la distancia genética de Nei 1978(27). Como puede observarse, BON se separa de las otras poblaciones de ganado criollo colombiano lo que indica que esta población tiene estructuración y además se ubica en un grupo distante de Cebú (*Bos indicus*) que es el grupo que se utilizó como externo para el análisis (24).

Figura 1: **Árbol de relaciones genéticas del ganado criollo colombiano**



## **Perspectivas**

“El hombre que vive en la escasez, que carece de la capacidad económica para formar ambientes artificiales costosos, se beneficia más de un animal autóctono adaptado que produce con los recursos disponibles en el medio donde vive, que otro importado” (33). El criollo puro, o en cruzamientos, no se ha aprovechado ni siquiera para el beneficio de los campesinos de las zonas apartadas y difíciles: así, se ha dejado de utilizar un animal capaz de aprovechar muchas gramíneas y leguminosas que con abundancia produce nuestro trópico (32).

Los ganados criollos han adquirido adaptación natural a las condiciones tropicales y su variabilidad genética de adaptación se encuentra casi intacta; variabilidad genética que es escasa a nivel mundial (21). El ganado BON ha sido caracterizado genéticamente y comparado con las otras seis razas criollas colombianas. La aproximación filogenética mostró que en el dendograma, las razas BON, Costeño Con Cuernos, Romosisuano, San Martinero y Hartón del valle forman una rama diferente a las razas Casanareño y

Chino Santandereano, los cuales se agrupan junto con el Brahman. Sugiriendo que estas dos últimas razas criollas, a diferencia del BON, contienen una gran proporción de *Bos Indicus*, que fue introducido a Colombia a principios de siglo XX (24). Además, la endogamia de la raza BON (0.122) es similar a los más bajos niveles reportados en otros estudios con poblaciones bovinas del mundo (29).

Evidencia de campo relatada por los ganaderos y campesinos desde hace mucho tiempo, sugiere que la raza BON es más resistente que las razas foráneas a las infecciones por brucelosis (patógeno intracelular facultativo) y fiebre aftosa (un picornavirus); además, cuando estos animales sufren estas enfermedades, las manifestaciones clínicas son leves o inaparentes (4). Por esta razón se ha propuesto determinar la resistencia / susceptibilidad natural del ganado BON a diferentes agentes infecciosos. Inicialmente con el fin de genotipificar la resistencia / susceptibilidad del ganado BON, se amplificó un microsatélite, en el 3' UTR (región que no participa en la transcripción) del gen que codifica para la proteína del macrófago asociada a la resistencia natural (Nramp1) que confiere resistencia a patógenos intracelulares como la *Brucella abortus* y la *Salmonella dublin*; de 72 animales genotipificados, 71 (98.6%) son homocigóticos para el alelo de resistencia (R) y uno solo resultó ser heterocigótico (Saldarriaga y cols, datos no publicados). Adicionalmente se realizará un ensayo bactericida, *in vitro*, utilizando macrófagos derivados de monocitos de sangre periférica de estos animales genotipificados, para determinar el fenotipo de la resistencia / susceptibilidad, el cual se correlacionará con el genotipo previamente encontrado (36, 37).

Además, estudios *in vitro* muestran que este ganado tiene un amplio polimorfismo de resistencia a la infección por virus de estomatitis vesicular (VEV) serotipos Indiana (21% resistente, 79% susceptible) y New Jersey (13% resistente y 87% susceptible) (35) y virus de fiebre aftosa (VFA) serotipos A24 (93% resistentes, 7% susceptibles) y O1 (62% resistentes, 38% susceptibles) (17); además, los niveles de interferón tipo I inducidos en las cultivos de fibroblastos durante la infección con VFA presentaron una correlación estadísticamente significativa con el fenotipo de resistencia / susceptibilidad así: Los fibroblastos altos productores de interferón (>32 IU/ml) fueron resistentes a ambos serotipos de fiebre aftosa, mientras células que producen cantidades bajas de interferón (2 IU/ml) fueron susceptibles.

La variabilidad genética encontrada en BON es un promisorio indicador de la potencialidad de este germoplasma, que le garantiza a esta raza un repertorio suficiente para enfrentarse a microorganismos presentes en las condiciones medioambientales del trópico tales como fiebre aftosa, estomatitis vesicular. El análisis filogenético dejó entrever que BON es una población cuyo repertorio genético puede considerarse como específico de raza y sería relativamente sencillo buscar asociación entre marcadores anónimos como los STRs utilizados con fenotipos de resistencia a patógenos y de esta

manera implementar programas de mejoramiento en otras razas por medio de M.A.S. (selección asistida por marcadores moleculares), utilizando para ello los genes de resistencia detectados en BON para ser introducidos en razas de importancia productiva pero sensibles a los patógenos determinados.

Adicionalmente se ha propuesto la caracterización espermática y la extracción de óvulos para la producción de embriones (39), la evaluación sanitaria del material seminal (41), la fertilización *in vitro* y la criopreservación para aumentar las posibilidades de conservación del ganado BON aún existente y de esta manera contribuir a la propagación de estas poblaciones colombianas de gran valor genético (28, 29). Haciendo uso de nuevas tecnologías como la transferencia de embriones, algunos criadores han logrado incrementar el número de crías de esta raza; esta técnica permite obtener por medio de la transferencia entre 5 y 6 embriones fértiles por lavado, y alrededor de 65% de prendimiento; permitiendo el fomento y la conservación de este ganado en nuestro país (26).

En el laboratorio de Virología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia existe actualmente un banco de cultivos primarios de fibroblastos de 150 ejemplares BON que permitirán estudios *in vitro* de los mecanismos involucrados en la resistencia / susceptibilidad a diferentes agentes virales.

El número de hembras en edad reproductiva (1.254), un adecuado número de toros en servicio (64), programas de congelación de material seminal (66), la existencia de conservación, *in vitro*, de semen y de embriones; e *in vivo*, un banco de germoplasma de conservación de la raza en el centro de investigación el NUS (ICA-CORPOICA), programas de investigación y de fomento llevado a cabo por universidades (Universidad de Antioquia y Universidad Nacional de Medellín), la existencia de una asociación de criadores de la raza y ganaderos convencidos de sus bondades (ASOBON), son factores que, ayudarán a asegurar la supervivencia y desarrollo de esta raza criolla colombiana (12).

## Referencias

1. Arboleda O. El ganado Blanco Orejinegro. Suplemento ganadero. 1980; 1 (1): 42.p
2. Arboleda US y Cáceres FA. Evaluación del comportamiento productivo de la raza Blanco Orejinegro BON en el centro de investigaciones el Nús (1939-1991). Tesis Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional. Medellín, 1998. 122 p.
3. Botero FM. El ganado Blanco Orejinegro. Razas Criollas Colombianas. ICA, Manual de Asistencia Técnica No 21, segunda edición, 1979.

4. Botero FM. Influencia de la raza Jersey en el mejoramiento de la producción lechera del Blanco Orejinegro. Tesis de grado MVZ. Universidad de Caldas, Manizales. 1968, 76 p.
5. Bradley, D. G. Zebu-taurine variation in chromosomal DNA: a sensitive assay for introgression in west African trypanotolerant cattle populations. *Animal Genetics*. 1994. 25 (1): 7-12.
6. Buitrago F y Gutiérrez ID. Potencial genético y productivo del ganado Blanco Orejinegro (BON). En: Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano. FEDEGAN, ICA, PRONATA Y ASOBON. Santa fé de Bogotá, 23 de Sept de 1999. pp 65-74.
7. Carvajal, L. G y Bermúdez, N. R. Estimación de diversidad genética intra e interespecífica de las razas bovinas criollas colombianas. Tesis. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. p. 33-37.
8. Colmenares CR. Investigaciones genéticas sobre el ganado colombiano BON. Universidad de Caldas, Manizales. *Revista de Veterinaria y Zootecnia*. 1961; 5: 40-73.
9. Córdoba PS. Determinación de la edad y peso al inicio de la pubertad en machos de la raza criolla Blanco Orejinegro, BON. Tesis, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Antioquia. 1999; 20 p.
10. Derr JN, Davis SK, Estrada JL, Ossa JE, Westhusin M, Piedrahíta J and Adams LG. Genetic characterization and conservation of colombian criollo cattle. *Proceedings of the third global conference on conservation of domestic animal genetic resources. Rare breeds international; Queens University, Kignston, Ontario-Canada*. 1995; 307-313.
11. Duque I D. Indicadores productivos y reproductivos del ganado Blanco Orejinegro (BON) de la Hacienda El Progreso. Tesis, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad de Antioquia. 1998; 108 p.
12. FEDEGAN, ICA, PRONATA y ASOBON. Censo y caracterización de los sistemas de producción de ganado criollo y colombiano. Santafé de Bogotá, 23 de Sept de 1999; 13-64.
13. Folleto ICA, Banco Ganadero y Ministerio de Agricultura. Razas Bovinas Criollas y Colombianas.
14. Gil EM y Quiroz GS. Cuantificación de AGV y pH en el liquido ruminal de tres razas bovinas (BON, HOLSTEIN Y CEBU) alimentados con dos calidades de forraje. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1999; 87 p.
15. Goldstein, D. et al. An evaluation of genetic distances for use with microsatellite loci. *Genetics*. 1995; 139: 463-471.
16. Hernández G y Martínez G. Producción de leche en clima medio con cruces Holstein y Blanco Orejinegro. *Revista ICA*. 1985; 20 (3): 197-202.
17. López A. Fenotipificación del ganado criollo colombiano Blanco Orejinegro (BON) para resistencia/susceptibilidad y producción de IFN a-b, contra el virus de la fiebre aftosa. Trabajo de grado Maestría. Corporación de Ciencias Básicas Biomédicas, Universidad de Antioquia. 2000.

18. Martínez CG. Mejoramiento genético y cruces lecheros. Memorias del Quinto Congreso Panamericano de la Leche. Medellín, Colombia. Nov, 1994.
19. Martínez CG. El BON, Ganado Criollo Blanco Orejinegro. Folleto ICA, julio de 1989.
20. Martínez CG y Laredo MA. Efecto del fósforo, cobre y zinc en las ganancias de peso y reproducción de hembras Blanco Orejinegro (BON). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 1983; 4: 3-4.
21. Martínez CG. El ganado Criollo Colombiano Blanco Orejinegro (BON). Roma, Italia Documento facilitado por la FAO, p 33-44.
22. Martínez G. The Colombian Criollo Cattle Breeds. In: Proceedings of the third global conference on conservation of domestic animal genetic resources. Rare breeds international; Queens University, Kingston, Ontario-Canadá. 1995; 161-166.
23. Mc Hugh, D. E. *et al.* Microsatellite DNA variation and the evolution, domestication and phylogeography of taurine and zebu (*Bos taurus* and *Bos indicus*). Genetics. 1997; 146: 1071-1086.
24. Moreno FL. Diversidad y relaciones filogenéticas del ganado criollo colombiano. Trabajo de grado Maestría. Corporación de Ciencias Básicas Biomédicas, Universidad de Antioquia. Medellín. 1998; 74 p.
25. Munévar MG. Creer en lo criollo. Carta Ganadera. 1989; 26 (8): 26.
26. Munévar MG. Blanco Orejinegro, Clave para Cruces. Carta Ganadera, 1990; 27 (8): Bogotá – Colombia.
27. Nei, M. Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press. 1987. p. 208-253.
28. Olivera M, Berdugo J, Adams G, Arboleda JJ, Barrera J, Bedoya G, Bermúdez N, Carvajal L, Derr JN, Estrada J, Martínez M, Moreno DF, Piedrahíta J, Ruiz A, Scott D, Sierra R, Velásquez J, Westusin M, Zuluaga F and Ossa JE. Toward the recovery of criollo cattle in Colombia. Proceedings of the fourth global conference on conservation of domestic animal genetic resources 2000.
29. Olivera M, Sierra R, Berdugo J, Ruiz A, Bedoya G, Moreno F, Carvajal L, Bermúdez N, Zuluaga F, Arboleda J, Martínez M, López A, Saldarriaga O, Velásquez J, Rugeles M, Arango A y Ossa JE. Caracterización de recursos genéticos autóctonos en Colombia. Revista Escuela General de Policía General Santander. Enero / Marzo de 2000.
30. Pearson L, Waugh RK, Salazar B, Botero FM and Acosta O. Milking performance of Blanco Orejinegro and Jersey crossbreed cattle. Journal of Agricultural Science. 1968; 70: 65.
31. Pinzón E. Razas criollas colombianas. Agricultura tropical. 1971; Vol. 1: 15-21 y Vol. 2: 9-15.
32. Pinzón E, Salazar B, Cervantes J, Rubio R y Celo D. Bovinos criollos colombianos. Bogotá. 1959; Boletín de divulgación ICA No. 5: 25-31.
33. Pinzón M E. Las razas criollas productoras de leche para el campesino. Carta Ganadera. 1990; 27 (6): 8-11.

34. Pinzón ME. Origen de las razas bovinas criollas colombianas. Historia de la ganadería bovina en Colombia. Supl. Ganadero, Carta Ganadera. 1984; 55-103.
35. Restrepo SG, Zuluaga FN, Martínez M, Contreras Y, Ossa JE. Resistencia Natural del Ganado Blanco Orejinegro BON a la infección por virus de Estomatitis Vesicular (VEV) y Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (RIB). Proyecto de investigación. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 1997; 10 (2): 108-111.
36. Saldarriaga OA, Rugeles M T, Velásquez JI, Bedoya G y Ossa JE. Caracterización genotípica de la resistencia natural del ganado Blanco orejinegro BON a *Salmonella dublín* SL 2260. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 1999; 12: 234
37. Saldarriaga OA, Rugeles M T, Velásquez JI, Bedoya G y Ossa JE. Genotipificación del ganado "BON" a la *Salmonella dublín* SL 2260. Revista IATREIA. 2000; 13 (2): 92.
38. Serrano A y Zapata O. Leche residual en el ganado criollo colombiano. ICA. 1968. 8: 36.
39. Sierra R A, Berdugo JA, Cuartas JF, Aguirre V A y Olivera M. Caracterización espermática del ganado Blanco Orejinegro (BON) y Cebú brahman para la producción de embriones bovinos *in vitro* (IVP). Proyecto de investigación. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 1998; 11 (1): 50-52.
40. Stonaker HH. Animal Breeding in the tropics of Latin América. Journal of Animal Science. 1971; 33: 1-6.
41. Vera V, Ramírez G y Villamil LC. Evaluación sanitaria de un banco de semen de razas criollas. Estudio prospectivo nacional de toros en servicio. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 1999; 12: 247.