



Caracterización genética e indicadores sanguíneos de la raza bovina criolla Macabea en la Amazonía ecuatoriana.

Genetic characterization and blood indicators of the Creole bovine breed

María Isabel Viamonte Garcés\*, Alina Ramírez Sánchez, Julio César Vargas Burgos y Diocles Benítez Jiménez.

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica. Km 2 ½ vía Tena (Paso Lateral) Pastaza 160101, Ecuador

\*Autor de correspondencia: [✉ mviamonte@uea.edu.ec](mailto:mviamonte@uea.edu.ec) (M.I. Viamonte Garcés)

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue realizar estudios básicos sobre: las bases fenotípica y genotípica intrarracial del bovino Macabeo como recurso genético endémico en peligro de extinción en la amazonia ecuatoriana; estudios de bioquímica sanguínea y; la caracterización de los sistemas productivos donde estos hatos se han desarrollado. Los principales resultados mostraron biotipos de poblaciones con alta variabilidad fenotípica con respecto al color de la piel, pero con gran similitud en la distribución de la pigmentación de la franja lineal longitudinal en el cuerpo, en correspondencia con la coloración de cabeza y extremidades; con cuernos grandes y abiertos. El acercamiento genético fue con la raza ibérica el Hartón del Valle de Colombia, lo que indica que tienen un origen común o se han producido migraciones de individuos de estas razas; existe en el hato una elevada consanguinidad de  $(0.089 \pm 0.12)$ . Entre las principales alteraciones bioquímicas sanguíneas, sobresalen los porcentajes de subnormalidad de los niveles de proteína (65,24 g/l), urea (2,08 mmol/l) y glucosa (1,97 mmol/l), todo ello se relaciona con la nutrición proteica y energética. El ganado bovino Macabeo tiene alto potencial genético, por su adaptación al trópico, por lo que se recomienda considerarlos para perfeccionar en el país el programa de conservación y mejora de este genotipo.

**Palabras claves:** bovino; recurso genético; fenotipo; metabolitos

## Abstract

The objective of carrying out basic studies on: the phenotypic and intrarracial genotypic genetic bases of the Macabeo bovine as an endemic genetic resource in danger of extinction in the Ecuadorian Amazon; blood biochemistry studies; as well as the characterization of the productive. The main results of the classic studies are shown with high phenotypic variability by skin color, but with great similarity in the pigmentation distribution of the longitudinal line in the body, in line with the coloration of the head and extremities, as well as large and open horns; the genetic approach was with the Iberian race the Hartón del Valle de Colombia, which indicates that they have a common origin or there have been migrations of individuals of these races; there is a high consanguinity of  $(0.089 \pm 0.12)$  in the herd. Among the main blood biochemistry alterations, subnormality percentages of protein levels (65.24 g / l), urea (2.08 mmol / l) and glucose (1.97 mmol / l) stand out, all related to with protein and energy nutrition. Macabeo cattle have high genetic potential due to their adaptation to the tropics, so it is recommended to consider improving in the country the program of conservation and improvement of this genotype.

**Keywords:** bovine; genetic resource; phenotype; metabolites



## **Introducción**

En la región amazónica la población de razas bovinas criolla se desconoce su origen, se remonta a la época de la colonia como un producto de los animales traídos por los españoles en el tercer viaje de Colón a las Américas en 1524 (Pizón, 1984). Cada día se encuentra en peligro de extinción por la introducción de razas exóticas especializadas importadas desde países desarrollados. De ahí que se hace necesario realizar censos, distribución geográfica y estudio del grado de pureza, que dichas poblaciones poseen (Primo, 2005). Sin embargo, una de las limitantes más importantes que los criollos han tenido, es su reducido tamaño de poblaciones, el mismo en ocasiones los hace vulnerables, llevándolos casi hasta su desaparición, como ha ocurrido en algunos países del continente. Aunado a esto, está el hecho de que el tamaño efectivo de las poblaciones de Criollo es bajo, por lo general diseminado en núcleos relativamente pequeños, está en manos de campesinos o de pequeños ganaderos de modestos recursos económicos, permitiendo posibilidades de que la consanguinidad sea alta, aunque todavía no alcanzaban a demostrar un efecto negativo sobre el comportamiento de los animales. Con estos antecedentes se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de realizar estudios básicos sobre: las bases genéticas fenotípica y genotípica intrarracial del bovino Macabeo como recurso genético endémico en peligro de extinción en la Amazonia ecuatoriana; estudios de la bioquímica sanguínea de los biotipos evaluados y; la caracterización de los sistemas de crianza de estos hatos.

## **Materiales y métodos**

El trabajo se desarrolló en un hato de hembras bovinas de la raza Criolla Macabea con una edad promedio de 14 años, ubicado en la región amazónica ecuatoriana, de un clima subtropical húmedo a muy húmedo pre-montano, lluvias permanentes y vegetación

selvática, típica de la zona. Las temperaturas oscilan levemente entre los 18° y 24° C. Las estaciones son poco marcadas distinguiéndose por su cantidad de precipitaciones pluviométricas las cuales son más o menos uniformes durante todo el año, con un rango de 1500 a 4000mm (Wikipedia, 2018).

Para recopilar la información necesaria de las características fanerópticas, se utilizó una boleta, que contiene: coloraciones del pelaje, así como el tamaño; mucosas, cuernos, pezuñas; presencia o ausencia y forma de cuernos, conformación de la ubre, según la metodología adaptada para los bovinos (Bavera et al., 2009). Para la caracterización genotípica se tomaron de cada unidad experimental, una muestra de pelos con folículo piloso, de la región del muñón de la cola. Se identificó cada muestra de pelo con la ubicación de la finca y nombre del propietario, se colocaron en sobres de papel individuales y se mantuvieron a temperatura ambiente hasta su ingreso al Laboratorio de Genética Molecular Aplicada de la empresa Animal Breeding Consulting S.L. (ABC) de la Universidad de Córdoba (España); para la diversidad genética inter-racial, la selección de las razas empleadas para este estudio se tuvo en cuenta la proximidad geográfica, posibles influencias en el bovino Macabeo o para excluir la presencia de genes cebuinos en esta raza bovina utilizando la base de datos generado a lo largo de los últimos diez años mediante el desarrollo de diversos trabajos y proyectos de investigación englobados en el proyecto BioBovis de la Red CONBIAND (<http://biobovis.jimdo.com>).

Para determinar los análisis de los indicadores bioquímicos se extrajeron 10 mL de sangre al 40% del rebaño de vacas Macabeas, y se depositaron en tubos vacutainer sin anticoagulante, posteriormente se centrifugaron a 3500 rpm x 10 minutos para la obtención del suero sanguíneo, que se congeló a -10 °C hasta su análisis. Las determinaciones de minerales (Ca, P, Mg, Fe y Cu) se

realizaron por Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) en un equipo PAY-Unicam (SP-191), según los procedimientos del fabricante. El Na y K por Fotometría de Llama (AOAC, 1995), y el P se determinó por el método colorimétrico (Fiskie Subarow, 1925). Las proteínas totales del suero y la albúmina, urea, glucosa y colesterol se determinaron por métodos fotocolorimétricos, utilizando Kits comerciales, según los procedimientos del fabricante.

La caracterización de los sistemas productivos donde se desarrollaran estos hatos se utilizó una encuesta con 32 variables, la cual se aplicó según un diseño no experimental, definido por Hernández-Sampieri *et al.*, (2006) como el diseño donde se observan los fenómenos en su contexto natural para después analizarlos. La encuesta contenía las variables de condiciones edáficas; tenencia y manejo del hato (datos de manejo, tenencia y estructura de rebaño vacuno, estructura del sistema de pastoreo, movimiento de rebaño, prácticas de alimentación y manejo del ternero). Para el estudio edáfico, se recolectaron 5 muestras de suelo alteradas y no alteradas a dos profundidades de 0-10 cm y de 10-30 cm de profundidad en cada una de las fincas y uso de tierra seleccionado. La densidad aparente ( $D_a$ ) del suelo se determinó por el método del cilindro (Blake y Hartge, 1986); la conductividad hidráulica saturada ( $K_{sat}$ ) mediante el método de carga variable y la porosidad de aireación ( $P_a$ ) se evaluó mediante la mesa de tensión en muestras no alteradas, usando un toma muestra tipo "Uhland" con cilindros de 5 cm de diámetro y 5 cm de altura (Pla, 2010). El pH fue medido por potenciometría (relación suelo-agua 1:2,5), las bases cambiables ( $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^{+1}$ ), micronutrientes y contenido de fósforo (P) fueron medidos por la metodología de Olsen modificado (Bertsh, 1995).

Los indicadores reproductivos (se estima la natalidad total del rebaño), y productivos

no se encontraron registro de datos (entrevista directa a productores).

### **Análisis estadístico**

Los datos de la caracterización faneróptica se les realizó análisis de frecuencias relativas y absoluta para la población estudiada. A los datos provenientes de los análisis sanguíneos se les realizó una estadística descriptiva y se establecieron las principales alteraciones metabólicas. Se tomaron como niveles de referencia los sugeridos por Jagos *et al.*, (1982) y Fajardo *et al.*, (2003) para la especie.

Los valores de Fis (coeficiente de consanguinidad) con un intervalo de confianza del 95% se han calculado con el programa informático GENETIX v. 4.05 (Belkhir *et al.*, 2004) y se ha realizado una prueba de equilibrio Hardy-Weinberg (HW) usando el programa GENEPOP v. 3.1c (Raymond y Rousset, 1995), que aplica el test exacto de Fisher usando el método en cadena de Monte Carlo Markov (Guo y Thompson, 1992).

### **Resultados y discusión**

#### **Las características fenotípicas- morfológicas**

En el estudio se identificaron siete biotipos de bovinos criollos, claramente diferenciadas por el color del pelaje, a estos grupos se les describió como: Blanco con cabeza Bermejo claro; Blanca con cabeza y extremidades jaspeadas en negro; Blancas con mancha Negra longitudinal del cuerpo y extremidades; Cabeza, vientre y extremidades Blancas; Cabeza, vientre y extremidades Negras; Blanca con cabeza, extremidades y cuerpo longitudinal Bermejo Oscuro; Vaca Macabea Blanca (Figuras 1-6).

La Tabla 1 muestra las variables fanerópticas relacionadas con la piel y sus anexos. Todos los biotipos localizados y caracterizados en este trabajo, a pesar de su alta variabilidad fenotípica, presentan algo en común relacionado a su color de la piel, que sus

manchas negras, rojas cereza o amarillas (cuya tonalidad del pelaje varía de oscuro a claro), se presenta de forma de línea longitudinal a lo largo de su cuerpo, de igual color aspeadas en las patas de la región anterior o posterior (Fig. 1). Estas poblaciones no se encuentran exclusivamente en un determina-

do lugar, sino incluso en una misma finca se pueden encontrar animales Macabeos de más de un biotipo, esto ha conllevado a que como veremos más adelante en el análisis genético, no haya una diferencia significativa entre estos grupos.

**Fig. 1.** Vacas Macabea blanca con cabeza, extremidades y cuerpo longitudinal Bermejo Oscuro.



**Tabla 1.** Variables fanerópticas en la piel y estructuras asociadas en vacas Macabeas

| Caracteres evaluados        | Biotipos racial              | n   | Población total     |                     | Frecuencia Porcentual |
|-----------------------------|------------------------------|-----|---------------------|---------------------|-----------------------|
|                             |                              |     | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |                       |
| Coloración piel             | Roja cereza                  | 104 | 15                  | 0,14                | 14                    |
|                             | Blanca jaspeada              |     | 13                  | 0,13                | 13                    |
|                             | Blanca tonalidades amarillas |     | 35                  | 0,33                | 33                    |
|                             | Negra cabeza                 |     | 15                  | 0,14                | 14                    |
|                             | Blanca cabeza                |     | 13                  | 0,13                | 13                    |
|                             | Blanca negra                 |     | 13                  | 0,13                | 13                    |
| Pigmentación en las pezuñas | Claras                       | 104 | 0                   | 0                   | 0                     |
|                             | Oscuras                      |     | 9                   | 0,09                | 9                     |
|                             | Negras                       |     | 95                  | 0,91                | 91                    |
| Pigmentación en mucosas     | Sonrosadas                   | 104 | 8                   | 0,08                | 8                     |
|                             | Negras                       |     | 94                  | 0,90                | 90                    |
|                             | Oscurecidas                  |     | 2                   | 0,02                | 2,0                   |

El morro pigmentado con una tonalidad que va de clara a obscura, se observan en todos los biotipos, (Fig. 2). Este biotipo está compuesta por un pelaje blanco con manchas

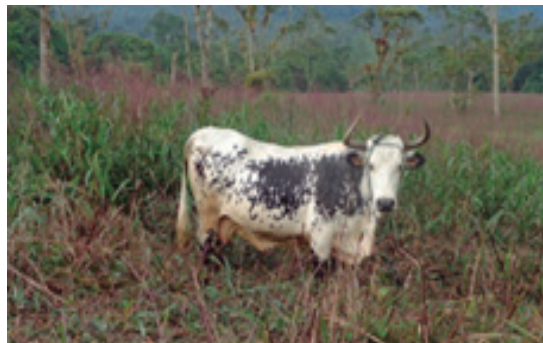
de pelo de tonalidades que van desde el negro a amarillo claro (bayo) pasando por el bermejo oscuro hasta el negro, distribuidas irregularmente en la zona de la cara, cuello,



tronco y extremidades, como se observa en las figuras 2; 3 y 4, y en la Tabla 1 se observa que el color de la capa predominantemente

en un 33% es el blanco con tonalidades amarilla.

**Fig.2.** Vacas Macabea blancas con mancha Negra longitudinal del cuerpo y extremidades.



Es de señalar una suma importante de la población (92.53%), posee la grupa algo inclinada, como se observa en todas las fotografías, lo que le permite a las hembras

criollas tengan facilidad en el parto. Al respecto similares resultados observó Cevallos, (2012) al caracterizar el bovino criollo del Ecuador en la provincia de Manabí.

**Fig. 3.** Vaca Macabea Blanco con cabeza Bermejo claro



En la Figura 4, se observa que estos biotipo presenta una capa mayormente entera de color negro y exhibe a nivel de la cabeza, en la región inguinal (ubre) y ventral, así como las extremidades de color blanco o viceversa

color de la piel blanco con cabeza negra y extremidades, región inguinal y ventral negras o cabeza amarilla bermejo con diferentes tonalidades y resto de la piel blanca.

**Fig.4.** Vacas Macabea con cabeza, vientre y extremidades Blancas.



En la Tabla 2 se muestran las características morfológicas de los cuernos, se observó entre el 45 y 46% grandes y medianos respectivamente, similares resultados fueron descritos por Tjon A San y Molina-Flores, (2016) al estudiar los bovino Criollo de

Surinam donde indica cuernos de tamaño medio de longitud ( $27,58 \pm 9,05$ ), lo que también coincide con la descripción histórica de los bovinos criollos en la literatura de América Latina.

**Tabla 2.** Características morfológicas de los cuernos en vacas Mababea

| Caracteres evaluados      | n        | Población total     |                     | Frecuencia Porcentual |
|---------------------------|----------|---------------------|---------------------|-----------------------|
|                           |          | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |                       |
| Desarrollo de los cuernos | Grande   | 47                  | 0,45                | 45                    |
|                           | Medianos | 48                  | 0,46                | 46                    |
|                           | Pequeños | 9                   | 0,09                | 9                     |
| Forma de los cuernos      | Corona   | 28                  | 0,27                | 27                    |
|                           | Lira     | 43                  | 0,41                | 41                    |
|                           | Semiluna | 15                  | 0,14                | 14                    |
|                           | Copa     | 18                  | 0,17                | 17                    |

Otra de sus similitudes fanerópticas es relacionado a sus cuernos, en forma de lira, media luna, hacia adelante, abiertos y grandes, lo que podría ser una característica fenotípica a considerar con fines de selección para ser fijada en las generaciones futuras.

Como se observa en la Figura 5, está compuesta por un biotipo con un pelaje blanco con manchas de pelo de tonalidades negro (13%), distribuidas irregularmente en la zona de la cara, cuello, tronco, región inguinal y extremidades, llama la atención las orejas y morro de color negro intenso, con características fenotípicas al bovino criollo BON reportado por Gallego *et al.* (2012). En

la historia sobre ganado español traído a América, no se menciona que se hubieran introducido animales de color blanco con las orejas negras; por el contrario, en los Estados Unidos, Santo Domingo, Venezuela, México y Colombia predominan los colores rojo o amarillo, con algunas manchas blancas o negras, sin embargo Rouse (1977), señala como posible origen de estos criollos a los ganado denominados BON, el ganado español progenitor de las Berrendas Andaluzas, que llegado a Panamá, dio origen también a los ganados Orejinegro del Beni boliviano, Ecuador, Nicaragua y Honduras.

**Fig. 5.** Vaca Macabea Blanca con cabeza y extremidades aspeadas en negro.



En la Figura 6, se observa las características de la ubre de estos animales, el 85% de los biotipos presentan una ubre glandular de color blanca, de apariencia colgante medianas y con venas mamarias bien desarrolladas, resaltando los pezones largos con forma

de ubre de chiva. A pesar que no tener una buena inserción de la ubre, refieren sus dueños poseen buena producción de leche de 12,5 L/vaca/día, para sistemas de producción con mínimos insumos y una excelente habilidad materna.

**Fig. 6.** Biotipo Vaca Macabea Blanca. Forma de la ubre.



Esto parece indicar que las razas selectas por la influencia de la interacción genotipo-ambiente, no manifiestan sus totales capacidades en el trópico. Está claro que los efectos de la adaptación al medio han hecho que los criollos en general y las Macabeas en particular presenten menor talla a lo largo de los siglos con respecto a sus ancestros Ibéricos, sin duda responde a su adaptación al trópico húmedo (Vargas *et al.*, 2015).

En la Tabla 3, se muestran los valores de heterocigosidad media esperada ( $H_e$ ) y heterocigosidad media por recuento directo ( $H_o$ ) en la población de vacas Macabeas. El

promedio de los alelos en una población, indica en cierta manera la variabilidad genética de las poblaciones. Este número de alelos es alto en el bovino Macabeo. Otra manera de apreciar la diversidad genética es mediante la proporción de individuos heterocigotos presentes o heterocigosidad. El promedio de alelos y los valores heterocigosidad indican, que el bovino Macabeo muestra una diversidad genética elevada. El valor de  $F_{is}$  no es significativo a ( $p < 0,05$ ), lo que indica que la población no muestra una desviación.

**Tabla 3.** Caracterización genética de la diversidad entre poblaciones (distancia genética, Índices de Fijación o Estadísticos  $F_{is}$ ) del Bovino Macabeo de la amazonia ecuatoriana

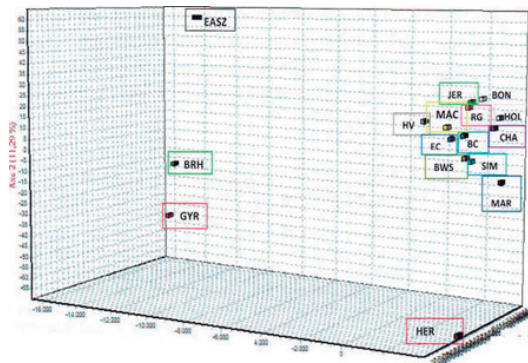
| Indicadores   | Media  | $\pm SD$                 | $N$ |
|---|--------|--------------------------|-----|
| Heterocigosidad media esperada ( $H_e$ )  | 0.7283 | $\pm 0.0208$             |     |
| Heterocigosidad media observada ( $H_o$ )                                       | 0.7187 | $\pm 0.0172$             | 25  |
| Número medio de alelos ( $N_A$ )  | 7.25   | $\pm 2.03$               |     |
| $F_{is}$ con un intervalo de confianza del 95% calculado con 1000 permutaciones |        | -0.0097 (-0.068 - 0.006) |     |

Los resultados de diversidad genética inter-racial donde se incluyeron en el análisis varias razas criollas y cebuínas, el bovino Macabeo se mostró muy distante de las razas cebuínas y del Hereford y otras razas comer-

ciales europeas (Figura 7), aunque se muestra más cercano a los demás bovinos criollos, similares resultados describieron Aguirre Riofrio *et al.* (2014) al estudiar las razas criollas en la región sur ecuatoriana.



**Figura 7.** Representación gráfica de los resultados del Análisis Factorial de Correspondencia de 16 poblaciones bovinas.



Según el modelo de distancia de Reynolds (1983), las distancias genéticas entre el bovino Macabeo y el resto de las poblaciones, incluidos los bovinos de Ecuador de la zona de Loja y las poblaciones cebuinas, especialmente la raza Gyr son mayores, que con los criollos latinoamericanos incluidos en el estudio determinando, un mayor grado de acercamiento genético con la raza ibérica Hartón del Valle de Colombia, lo que indica que tienen un origen común o que se produjo migraciones de individuos de estas razas.

En la Tabla 4 se reflejan varios estadígrafos de los indicadores sanguíneos de la población estudiada y la frecuencia de alteraciones metabólicas. Sobresalen los porcentajes de subnormalidad de los niveles de

proteína, urea y glucosa, todo ello denota alteraciones relacionadas con la nutrición proteica y energética. Similares resultados encontró Viamonte *et al.*, (2010) en hembras bovinas criollas con un sistema de alimentación solo a base de pastos naturalizados. Kane *et al.*, (2004) han demostrado la influencia de los compuestos nitrogenados y energéticos sobre el aparato reproductor del ganado vacuno, los que actúan en el Sistema Nervioso Central (SNC) la deficiencia de los mismos suprime o disminuye la amplitud y frecuencia de las descargas de GnRH de la eminencia media del hipotálamo (Butler *et al.*, 1996; Wiltbank, 1999 y Roche *et al.*, 2007).

**Tabla 4.** Comportamiento de algunos indicadores sanguíneos en vacas Macabea

| Indicadores          | n  | $\bar{X}$ | EE   | Casos Subnormales |     | Límite Crítico | Límite de Confianza al 95 % |        |
|----------------------|----|-----------|------|-------------------|-----|----------------|-----------------------------|--------|
|                      |    |           |      | N                 | %   |                |                             |        |
| P,(mmol/L)           | 10 | 1,73      | 0,09 | -                 | -   | 1,45           | 1,52                        | 1,95   |
| Ca, (mmol/L)         | 10 | 2,12      | 0,05 | -                 | -   | 1,61           | 2,01                        | 2,23   |
| Mg, (mmol/L)         | 10 | 1,33      | 0,07 | -                 | -   | 0,78           | 1,18                        | 1,48   |
| Na, (mmol/L)         | 10 | 142,33    | 0,52 | -                 | -   | 136            | 141,16                      | 143,50 |
| K, (mmol/L)          | 10 | 4,46      | 0,18 | -                 | -   | 4              | 4,05                        | 4,87   |
| Fe, (μmol/L)         | 10 | 19,45     | 2,36 | -                 | -   | 19,9           | 14,11                       | 24,80  |
| Cu, (μmol/L)         | 10 | 35,94     | 3,84 | -                 | -   | 11             | 27,25                       | 44,62  |
| Zn, (μmol/L)         | 10 | 13,83     | 0,90 | -                 | -   | 12,2           | 11,78                       | 15,87  |
| Urea, (mmol/L)       | 10 | 2,37      | 0,13 | 7                 | 70  | 2,5            | 2,08                        | 2,67   |
| Prot. Totales, (g/L) | 10 | 70,47     | 1,87 | 2                 | 20  | 65             | 66,24                       | 74,70  |
| Albúmina, (g/L)      | 10 | 35,16     | 0,95 | -                 | -   | 30             | 33,02                       | 37,30  |
| Colesterol, (mmol/L) | 10 | 3,29      | 0,25 | -                 | -   | 2,6            | 3,29                        | 4,43   |
| Glucosa (mmol/L)     | 10 | 1,97      | 0,10 | 10                | 100 | 2,5            | 1,73                        | 2,20   |
| TGP (U/L)            | 10 | 29,67     | 2,31 | -                 | -   | 6,9            | 24,45                       | 34,89  |



Teniendo en consideración que el rumiante, como plantea Poppi et al, (1995), en casos de déficit energético, la proteína consumida es utilizada como fuente de energía. Groff y Wu, (2005) señalan que la urea sanguínea refleja, entre otras cosas, la degradación ruminal de la proteína y los carbohidratos.

### Caracterización del sistema de crianza.

**Condiciones de tenencia y manejo del hato:** El tamaño promedio de la finca es de 115 ha, con 10 ha de bosques; el rebaño se maneja en sistema de pastoreo a sogueo (método de manejo donde los animales permanecen confinados a una determinada área de pastos sujetos por un cabo o sogá que se amarra a una de las extremidades posteriores o a la cabeza), en dos grupos: animales gestantes y resto del rebaño, con sistema reproductivo en monta simple (un sólo toro) con tasas de natalidad es de  $70 \pm 22\%$ . El sistema de crianza del ternero que se utiliza es el tradicional, los terneros se destetan  $0.48 \pm 0.18$  terneros/reproductora/año, a los siete meses de edad con pesos promedios de  $162 \pm 4.2$  Kg. La producción de leche individual aproximada de las vacas fue de 12,5 L/vaca/día (comunicación personal del productor).

La alimentación solamente es a base de pastos Gramalote (*Axonopus scoparius*) como pasto predominante con cargas de  $1.2 \pm 1.4$  UGM/ha, no reciben sales minerales, ni suplementos balanceados, el agua cada 4 días en bidones de 20 litros.

**Condiciones edáficas:** La provincia presenta principalmente suelos pardos oscuros con poca profundidad y fertilidad con una capa arable de 10 a 25 cm de profundidad y excelente capacidad productiva con  $PH > 7$ , dada por presentar bajos valores de densidad aparente, alta capacidad de infiltración y captación de agua relacionada con los altos valores de  $K_{sat}$  y de los poros de retención (Pr, microporos) y una alta capacidad de aireación reflejada por su porosidad total y

de aireación (Pa, macroporos), por tanto no se presentan problemas de compactación del suelo y por el contrario existe un ambiente edáfico para un adecuado crecimiento de raíces y de microorganismos, similares resultados fueron descritos por Bravo et al., (2017) en estudios realizados en los suelos ganaderos de la provincia de Pastaza. Los subsuelos son semi-compactos, de textura diversa arcillo - arenosa; excelente capacidad de intercambio, de coloración rojiza - marrón oscuro. Las rocas son semi-profundas muy variadas, calcáreas, sedimentarias y eruptivas. La topografía es irregular con pendientes que transitan desde un 25 hasta el 75%, predominando las colinas con moderadas configuraciones y ausencia de grandes valles.

### Conclusión

Se caracterizan por primera vez rebaños bovinos criollos identificados como biotipos Macabeo de la región amazónica ecuatoriana. Para lo cual se identificaron 7 biotipos de poblaciones con alta variabilidad fenotípica por el color de la piel, pero con gran similitud en la distribución de la pigmentación de la franja lineal longitudinal en el cuerpo, en correspondencia con la coloración de cabeza y extremidades, así como cuernos grandes y abiertos. Existe en el rebaño una consanguinidad elevada de  $0.089 \pm 0.12$ , elemento a tener en cuenta para abordar planes de recuperación y conservación del bovino Macabeo de Ecuador. Los principales indicadores sanguíneos diagnosticados mostraron disproteinemia, estrechamente relacionadas con la nutrición proteica, energética y los cambios nutricionales propios los alimentos disponibles de la zona de estudio.

### Recomendaciones

- Implementar programa acelerado de multiplicación y crioconservación de un banco de germoplasma por vías biotecnológicas de las poblaciones bovinas autóctonas

amazónica.

- Crear la infraestructura mínima necesaria para conservar los rebaños existentes en el país.

#### Literatura citada

- Aguirre Riofrio, L.; Apolo, G.; Chalco, L. y Martínez, A. (2014). Caracterización genética de la población bovina criolla de la Región Sur del Ecuador y su relación genética con otras razas bovinas. *Journal Animal Genetic Resources*, 54, 93-101.
- A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis. 16th. Ed. Assoc. Off. Agric. Chem. Washington, D.C. USA.
- Bavera, G.A.; Peñafort, C. Bonvillani, Adriana; Ruiz, L.E.; Dogi, F y Bavera, F.P. *El pelaje del bovino y su importancia en la producción*. 1ª edición Río Cuarto, 137 pp.
- Belkhir, K., P. Borsa, L. Chikhi, N. Raufaste y Bonhomme, F. (2004). Genetix: 4.05 Logiciel sous Windows™ pour la genetique des populations, In: U. d. Montpellier (ed.) Montpellier, France. *ScienceOpen*.
- Bertsh, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. 1 ed. San José. Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
- Blake, G.R. y Hartge, K.H. (1986). Bulk density. In Klute, A. (Ed.), *Methods of soil Analysis*, Part I. Physical and Mineralogical Methods ASA/SSSA, Madison, pp 363-375.
- Bravo, C., Ramírez, Alina; Marín, Haideé, Torres, B., Alemán, R., Torres, R., Navarrete, H. y Changoluisa, Daysi. (2017). Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoriana. *Rev. REDVET*. ISSN 1695-7504, 18(11), 16 p.
- Butler, W. R.; Calaman, J.J. y Beam, S. (1996). Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate and lactating dairy cattle, *J, Animal Sci*. 74(4), 858-865.
- Cevallos O. (2012). *Caracterización morfoestructural y faneróptica del bovino Criollo de la provincia de Manabí (Ecuador)*. Tesis de Máster. Universidad de Córdoba. España. 67 pp.
- Fajardo, H.; Viamonte, María I.; Rondón, G.; Sánchez, Magdalena; Constenla, Lourdes; Fonseca, N. y Sánchez, E. (2003). Niveles de indicadores sanguíneos en varias especies de animales. *Rev. Cubana Cienc. Vet* 28(1), 24-28.
- Gallego J.G.; Martínez R.S. y Moreno F.O. (2012). *Características fenotípicas y morfométricas de la raza BON*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. En: Colombia ISBN: 9789587401196 ed: produmedios , 1, p.17 - 30.
- Groff, E.B. y Wu, Z. (2005). Milk production and nitrogen excretion of dairy cows fed different amounts of protein and varying proportions of alfalfa and corn silage. *J. Dairy Sci*. 88, 3619-3632.
- Guo, S.W. y Thompson, E.A. (1992). Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportions for multiple alleles. *Biometrics*, 48, 361-372.
- Hernández-Sampieri, R.; Fernández, C. y Baptista, Pilar. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición, Editado en México D. F. Editorial The McGraw-Hill Companies interamericana Editores, S.A, ISBN 970-10-5753-8. 882 pp.
- Jagos, P.; Bouda, J.; Kredl, F. y Pedroso, R. (1982). Los valores bioquímicos y hematológicos de los animales domésticos y las nuevas expresiones de los resultados". CIMA, La Habana, Cuba, 17 pp.
- Kane K.K.; Hawkins, D.E.; Pulsipher, G.D.; Denniston, D.J.; Krehbiel, C.R.; Thomas, M.G.; Petersen, M.K.; Hallford, D.M.; Remmenga, M.D.; Roberts, A.J. y Keisler, D.H. (2004). Effect of increasing levels of undegradable intake protein on metabolic and endocrine factors in estrous cycling beef heifers. *J. Animal Sci*. 82, 283-291.
- Pinzón, M.E. (1984). Historia de la ganadería bovina colombiana: origen y desarrollo de la ganadería colonial: razas autóctonas, recurso natural: su formación, utilización y estado actual. *Suplemento Ganadero* 0120-4742. 4(1). Banco Ganadero. Bogotá, Colombia, 208 p.
- Pla. I. (2010). Medición y evaluación de propiedades físicas de los suelos: dificultades y errores más frecuentes. *Propiedades Mecánicas. Suelos Ecuatoriales* 40(2), 75-93.
- Poppi, D.P. y MC Lennan, S.R. (1995). Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Animal Sc*. 73(1), 276-284.
- Primo A. (2005). El ganado bovino ibérico en América 500 años después. *Arch Zoot* 14(154), 421-432.
- Raymond, M. y Rousset, F. (1995). GENEPOP (Version 1.2): Population genetics software for exact test and ecumenicism.
- Reynolds J., Weir B.S. y Cockerham C.C. (1983). Estimation of the coancestry coefficient: Basis for a short-term genetic distance. *Genetics* 105, 767-79.
- Roche, J. R., Berry, D. P., Lee, J. M., Macdonald, K. A., y Boston, R. C. (2007). Describing the body condition score change between successive calvings: A novel strategy generalizable to diverse cohorts. *J. Dairy Sci*. 90, 4378-4396.
- Rouse J.E. (1977). *The Criollo Spanish Cattle in the Americas*. University of Oklahoma Press, Norman, USA. ISBN: 0806114045, 303 pp.
- Tjon A San, G.G. y Molina-Flores, B. (2016). *Caracterización fenotípica del bovino Criollo de Surinam*

- en los distritos de Coronie y Nickerie. *Arch de zootecnia* 65(251), 399-401
- Vargas J.C., Delgado J.V., Gómez M.M., Viamonte María I. Ramírez Alina, Benítez J. (2015). Raza bovina autóctona macabea, recurso genético para el mejoramiento y adaptación a los ecosistemas amazónicos ecuatorianos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. AICA* (4)19-21.
- Viamonte, María Isabel; Fajardo, H; Benítez, D.; Rondón, G. y Sánchez Magdalena. (2010). Comportamiento de algunos indicadores metabólicos en hembras bovinas Criollas anéstricas en el Valle del Cauto. *Rev. Electrónica Granma- Ciencia* ISSN 1027-975X. 14 (3).
- Wikipedia (2018). Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Morona\\_Santiago](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Morona_Santiago).
- Wiltbank, M.C. (1999). Causas y tratamientos de procesos de anestro y ovarios quísticos: Consideraciones en base a la fisiología ovárica normal. *3 ras Jornadas ANEMBRE de Medicina Bovina*, celebrado en León 16, 17 y 18 Abril. Libro de Ponencias y Comunicaciones, p. 95-108.