



Caracterización de incisivos bovinos permanentes¹

ARTÍCULO DE
INVESTIGACIÓN

Rubén Darío Martínez², Eduardo Néstor Fernández²,
Nora Nidia Abbiati², Adrián Abal³, Jorge Cabrera⁴

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Ruta 4 km 2 Llavallol (1832) Argentina.

³ Facultad de Odontología, Universidad Nacional de La Plata, Calle 50 entre 1 y 115 La Plata (1900) Argentina.

⁴ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Complejo Universitario Juan XXIII y Ruta 4 (1836) Lomas de Zamora, Argentina.

martineruda@yahoo.com.ar

(Recibido: abril 21, 2011; aprobado: junio 6, 2011)

RESUMO: El objetivo del trabajo fue caracterizar los incisivos permanentes centrales de dos grupos de bovinos definidos según raza y ambiente. Se utilizaron ocho dientes de bovinos criollos patagónicos criados en la provincia de Buenos Aires (GCP) y siete de animales cruce índica oriundos de la provincia de Santa Fe (GCI), sobre los que se midieron: la dureza de la dentina (DD) a tres profundidades (D1), (D2) y (D3), la dureza media del esmalte (DME), la dureza media de la dentina (DMD), el ancho del diente (AD), el espesor central del esmalte (ECE) y la rugosidad del esmalte (RU). Para evaluar DD se empleó ANOVA y regresión aleatoria mediante modelos mixtos. Para el estudio de asociaciones y agrupamientos entre variables se utilizaron los análisis de correlación lineal, de componentes principales y la técnica de árboles de clasificación. La DD se incrementó con la profundidad y fue mayor en GCP. No se encontraron diferencias entre grupos en ECE y AD. La RU resultó menor en GCP, donde se asoció de manera positiva con ECE y DMD, a diferencia del GCI en el cual se encontraron correlaciones negativas de DME con ECE y DMD. La variable con mayor poder de discriminación entre grupos resultó RU. La DD aumenta con la profundidad. El GCP mostró mayor DD y menor RU. Los grupos manifestaron diferentes asociaciones entre variables y RU fue quien mejor los discriminó. Se plantea la necesidad de avanzar en el estudio del determinismo genético de las características evaluadas.

Palavras chave: dentina, dientes, dureza, esmalte

Characterization of bovine permanent incisors

ABSTRACT: The objective of this work was to characterize central permanent incisors from two groups of cattle defined according to breed and environment. Eight teeth from Patagonian native cattle raised in the province of Buenos Aires (GCP) and seven from indicus cross (GCI) native of the province of Santa Fe were used, on which measurement variables were: dentin hardness (DH) on three depths (D1), (D2) and (D3), average hardness of enamel (AEH), average dentin hardness (ADH), tooth width (TW), central enamel thickness (CET) and enamel roughness (ER). To evaluate DH ANOVA and random regression were used through mixed models. Linear correlation analysis, principal components analysis and the classification trees technique were used for the study of associations and groupings among variables. DH increased with depth and was higher in GCP. Differences between groups were not found on CET and TW. ER resulted to be lower in GCP, where it was associated in a positive way with CET and MDH, unlike GCI in which negative correlations of MDH were found with CET and ADH. ER was the variable with higher discrimination power between groups. DD increases with depth. GCP proved to have higher DH and lower ER. Groups manifested different associations among variables and ER was the one that best discriminated them. This raises the need to advance the study of genetic determinism of evaluated characteristics.

Key words: dentin, teeth, hardness, enamel

¹ Proyecto financiado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, provincia de Buenos Aires (Argentina).

Introducción

Los bovinos adultos presentan ocho dientes incisivos, dos centrales (las pinzas), dos primeros medianos, dos segundos medianos y los dos extremos (Getty *et al.*, 2001). El desgaste de los incisivos es un condicionante natural para la longitud de la vida productiva de los bovinos (Martínez *et al.*, 2011) y depende tanto de factores individuales como ambientales (Bavera, 2008). Los tejidos dentales que tienen contacto con el alimento y sufren el proceso de desgaste son el esmalte y la dentina. El esmalte es el tejido más duro del organismo, cubre a manera de casquete a la dentina y está compuesto por un 95% de matriz inorgánica, un 1-2% de matriz orgánica y un 3-5% de agua (Gómez de Ferraris & Campos-Muñoz, 2009). La dentina forma el eje estructural y es el tejido mineralizado que ocupa el mayor volumen del diente, es menos traslúcida y más elástica que el esmalte (Puentes & Rincón, 2004). Dos indicadores de la calidad de los materiales se relacionan con su desgaste: la dureza y la rugosidad. La primera es la capacidad que tiene un material para resistir la penetración de una punta bajo determinada carga (a mayor dureza menor desgaste) (Mas-López, 2002) y la segunda indica la magnitud de las irregularidades de la superficie, siendo que a menor rugosidad disminuye la fricción, lo cual reduce el desgaste (Hinojosa-Rivera & Reyes-Melo, 2001). Fernández *et al.* (2011) estudiaron la dureza del esmalte dental en incisivos centrales en dos grupos de bovinos definidos según la raza y el ambiente: criollos patagónicos criados en Buenos Aires (GCP) y cruza índica de la provincia de Santa Fe (GCI). En ambos grupos detectaron una disminución de la dureza desde el borde externo del esmalte en dirección a la conexión

amelodentinaria. El GCP presentó mayor dureza que GCI pero fue el de mayor variabilidad. El objetivo del presente trabajo fue avanzar en el estudio de las características dentales de ambos grupos estudiando la dureza de la dentina a tres profundidades (D1), (D2) y (D3), la rugosidad de la superficie dental y algunas particularidades morfológicas adicionales del diente para establecer sus posibles relaciones.

Materiales y Métodos

Recolección de muestras y determinación de variables

Se trabajó con los dientes incisivos centrales derechos de dos grupos de novillos, definidos según su genotipo y lugar de procedencia: el grupo GCP formado por 8 animales criollos patagónicos provenientes de la provincia de Buenos Aires y el grupo GCI, 7 novillos cruzados oriundos del departamento San Cristóbal, provincia de Santa Fe. En cada pieza dental se efectuó un corte transversal a la altura media de la corona mediante un torno manual con cuchilla de diamante. Se tomó la parte superior del diente y se realizó su inclusión en baquelita (Figura 1.A). Luego se realizó el pulido de cada muestra para lograr una zona más pareja que facilite la observación de la superficie. Se definió una transecta central recorriendo el diente desde el borde externo del esmalte (E) hasta el borde interno de la dentina (D) y se midió la dureza de la dentina en tres profundidades (D1), (D2) y (D3) (Figura 1.B). Los sitios de medición para D se establecieron de la siguiente manera: D1 se ubicó a 30 μ de la conexión amelodentinaria, D2 a 200 μ de D1 y D3 a 200 μ de D2. En la Figura 1.C se observa una indentación en D1.

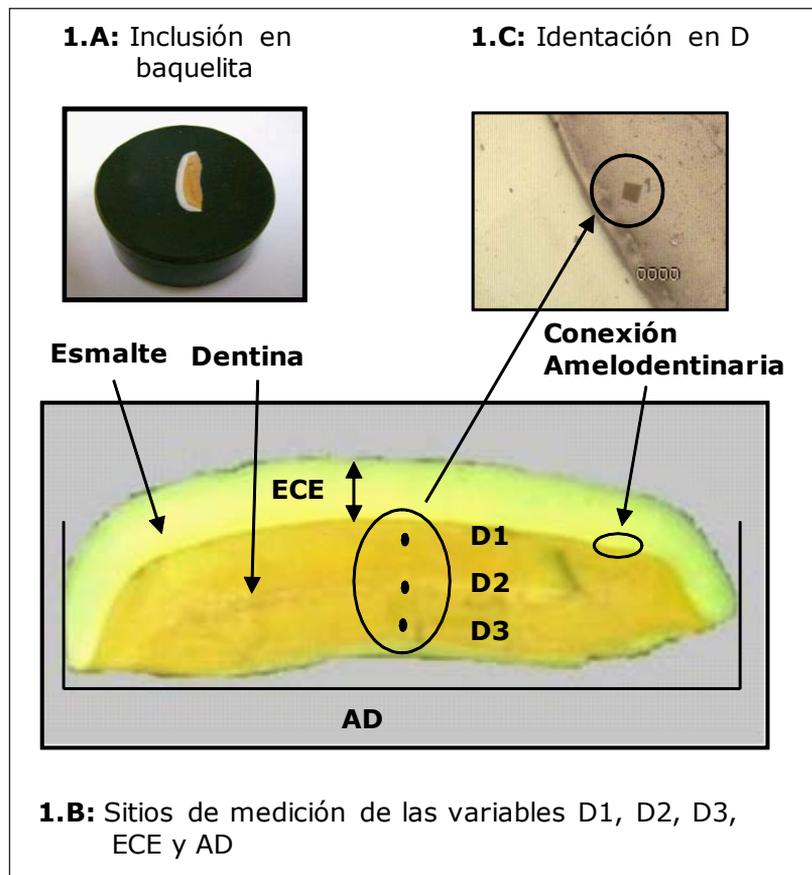


Figura 1. Corte de incisivo y sitios de mediciones.

Se registraron dos variables morfológicas: el ancho del diente (AD) y el espesor central del esmalte (ECE) (Figura 1.B). Para la medición de todas estas variables se utilizó un microdurómetro con microscopio incorporado Marca SHIMADZU Modelo HMV-2. La carga aplicada por el microdurómetro para estimar la dureza fue de 100 g, y las mediciones se hicieron en unidades Vickers. También se midió la rugosidad transversal del esmalte (RU) de los especímenes de ambos grupos, para lo cual se utilizó un rugosímetro marca Hommelwerke SH-100, que consta de una aguja palpadora que copia el perfil real de la superficie y un transductor que convierte su desplazamiento en señales eléctricas. La longitud de medición utilizada fue de 1,5 mm, obteniéndose el estadístico Ra (media aritmética de las desviaciones absolutas del perfil).

Análisis estadístico

Para el estudio de la dureza de la dentina según profundidad se utilizó un modelo de regresión aleatoria donde la parte fija contempló una ordenada al origen y una pendiente por grupo animal-ambiente, y la parte aleatoria expresó la misma relación lineal en cada pieza dental como desvío de la recta media del grupo al que pertenece. Se empleó el criterio de información de Akaike para la elección de la estructura de la matriz de varianzas y covarianzas de los efectos aleatorios. Se utilizó el procedimiento PROC MIXED de SAS, con ajuste de los grados de libertad mediante el método “containment” (Peña, 2002), que consiste en calcular los grados de libertad del denominador de cada efecto fijo como el número total de observaciones menos

el mínimo de los rangos de la matriz ampliada conformada por las matrices de incidencia de los efectos fijos y aleatorios que contienen al fijo. Se realizaron análisis de varianzas (ANDEVA) para detectar diferencias entre los grupos para el resto de las variables medidas. Además se empleó el coeficiente de correlación de Pearson para estudiar el grado de asociación lineal entre las variables.

Para explorar las direcciones de mayor variabilidad de las piezas dentarias de cada grupo en las variables medidas, se empleó análisis de componentes principales y para buscar aquellas variables con mayor poder discriminatorio entre los grupos la técnica de árboles de clasificación

(Peña, 2002). En todos los casos se trabajó con un nivel de significación del 5%. El procesamiento de los datos se realizó por medio de los software SAS (SAS Institute Inc, 2009) e Infostat (Balzarini *et al.*, 2008).

Resultados y Discusión

Análisis de la dureza de la dentina según profundidad

Desde un punto de vista descriptivo, en promedio la dureza de la dentina del GCP fue mayor y menos variable que en GCI (Tabla 1).

Tabla 1. Estadísticos de la dureza de la dentina en unidades Vickers.

| Grupo | Estadístico | DIENTE INCISIVO CENTRAL DERECHO | | | | | | | | General |
|-------|-------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| GCP | Media | 78,10 | 52,07 | 68,43 | 65,27 | 69,83 | 65,10 | 65,17 | 60,70 | 65,58 |
| | DE | 9,04 | 5,10 | 8,40 | 6,16 | 11,75 | 5,96 | 6,46 | 11,03 | 9,94 |
| GCI | Media | 39,23 | 71,60 | 73,97 | 79,83 | 66,37 | 63,10 | 50,73 | | 63,54 |
| | DE | 10,00 | 10,50 | 6,84 | 14,07 | 7,91 | 7,80 | 5,08 | ---- | 15,51 |

A medida que se incrementó la profundidad de medición de la dureza de la dentina, los valores fueron mayores en ambos grupos, aunque en las

tres profundidades resultó mayor la dureza en el GCP (Tabla 2).

Tabla 2. Dureza de la dentina en relación a la profundidad de medida.

| Profundidad | Estadístico | Grupo | |
|-------------|-------------|-------|-------|
| | | GCP | GCI |
| 1 | Media | 56,98 | 54,10 |
| | DE | 6,62 | 12,97 |
| 2 | Media | 67,34 | 65,20 |
| | DE | 8,75 | 15,67 |
| 3 | Media | 72,44 | 71,34 |
| | DE | 7,93 | 14,52 |

Una matriz de simetría compuesta resultó adecuada para modelar la matriz de varianzas y covarianzas de los efectos aleatorios. El estudio de residuos

no detectó desvíos de los supuestos. El ANDEVA parcial respecto de la dureza de la dentina, para los efectos fijos, no detectó falta de paralelismo

entre los grupos a lo largo de las profundidades ($P=0,1424$); sí mostró diferencias entre los grupos ($P=0,0248$) y entre las profundidades ($P<0,0001$). A partir de estos resultados se ajustaron rectas de igual pendiente en los grupos GCP y GCI y distinta ordenada al origen, sus estimaciones y errores estándares son: $37,991\pm 3,355$, $9,302\pm 5,567$ y $-3,885\pm 6,567$, respectivamente. Se confirma lo observado en la Tabla 2 relativo a que el GCP presenta mayor dureza que el GCI.

En las (Figuras 2 y 3) (una por cada grupo genético-ambiental) se muestran las regresiones aleatorias para cada diente y las rectas estimadas, donde puede observarse la homogeneidad en la variabilidad que manifiestan los grupos respecto a la dureza de la dentina. Por otro lado, se destaca que el rango de las profundidades de las mediciones de la dureza en la dentina es más amplio en el GCP debido a que el ECE es más variable en este grupo.

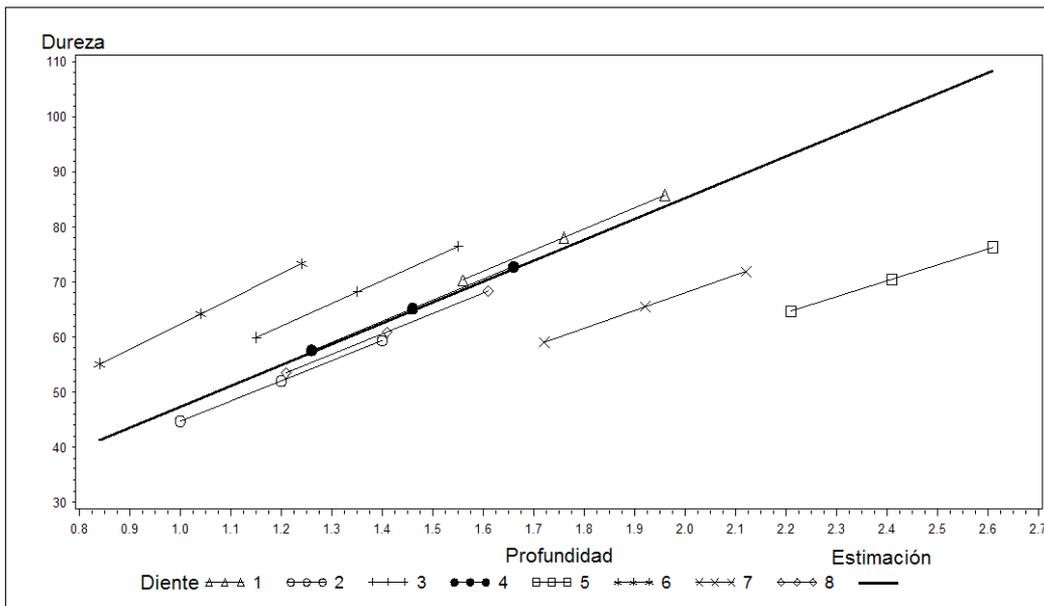


Figura 2. Regresión aleatoria y recta estimada para el GCP en dentina.

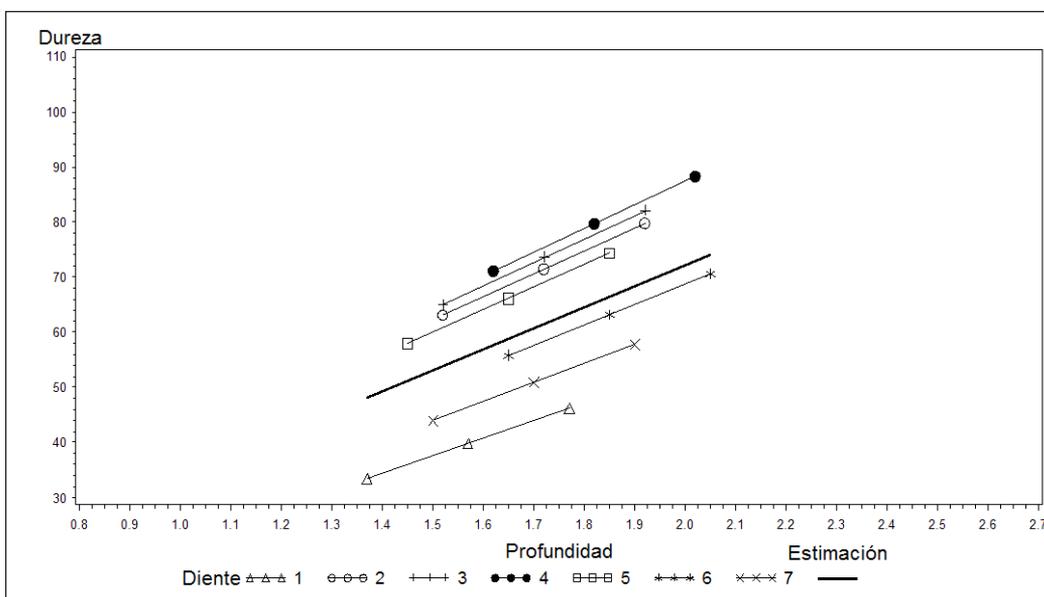


Figura 3. Regresión aleatoria y recta estimada para el GCI en dentina.

Análisis de la dureza media del esmalte (DME) y dentina (DMD), ECE, RU y AD

En la Tabla 3 se presenta el resultado del ANDEVA para el ECE, la RU y el AD de los grupos. Sólo se detectan diferencias en la RU, siendo el GCI el que presenta el esmalte más rugoso. En GCP se detectaron correlaciones significativas entre ECE y RU ($r = 0,779, P=0,017$) y entre DMD y RU ($r = 0,753, P=0,031$). En cambio para GCI se detectaron correlaciones significativa entre DMD y DME ($-0,900, P=0,006$) y entre ECE y DME ($-0,826, P=0,022$). En GCP las dos primeras componentes capturan el 83% de la variabilidad de las piezas dentarias, la primera componente

está positivamente correlacionada con RU, DMD y ECE y la segunda positivamente correlacionada con AD y negativamente con DME (Figura 4). En GCI las dos primeras componentes capturan el 85% de la variabilidad medida y la primera componente está positivamente correlacionada con DME y negativamente correlacionada con ECE, DMD y AD; la segunda componente está positivamente correlacionada con RU (Figura 5). El árbol de clasificación permitió detectar que la variable con poder discriminatorio entre ambos grupos es RU y que el punto de corte es de 0,20 Ra, mientras que la media encontrada para un grupo de noventa bovinos sin identificación racial fue de 0,1675 Ra (Sabatoski *et al.*, 2010).

Tabla 3. Resultados del ANDEVA entre grupos.

| Grupo | ESMALTE | | | | DIENTE | |
|-------|----------|------|---------|------|---------|------|
| | ECE (mm) | | RU (Ra) | | AD (mm) | |
| | Media | DE | Media | DE | Media | DE |
| GCP | 1,17a | 0,44 | 0,14a | 0,03 | 14,28a | 0,92 |
| GCI | 1,32a | 0,10 | 0,31b | 0,06 | 14,90a | 2,51 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

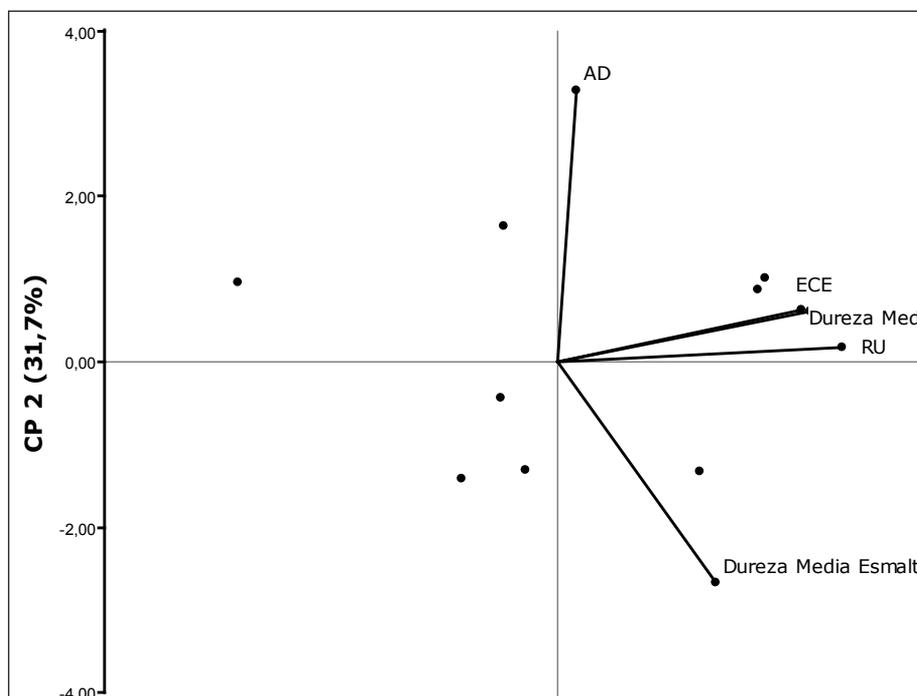


Figura 4. Biplot del Análisis de Componentes Principales para GCP.

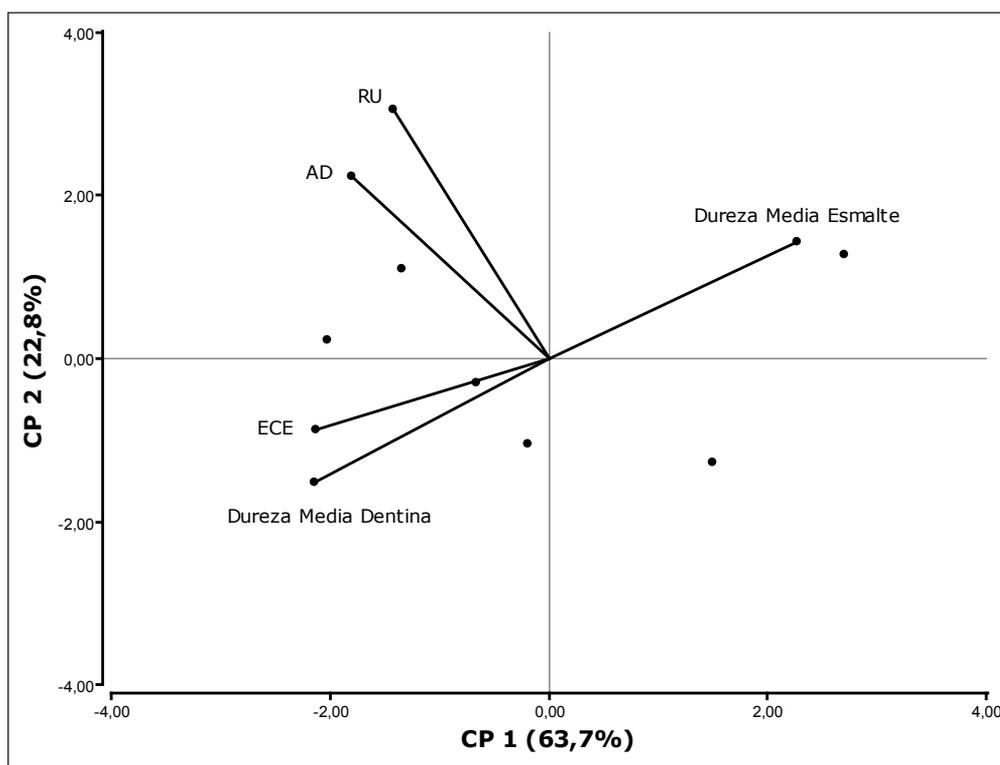


Figura 5. Biplot del Análisis de Componentes Principales para GCI.

En GCP y GCI se observó que la dureza de la dentina se incrementa a mayor profundidad, contrariamente a lo observado en humanos (Pashley *et al.*, 1985; Fuentes-Fuentes, 2004), y a la inversa, que la dureza del esmalte bovino disminuye a medida que se acerca a la conexión amelodentinaria (Fernández *et al.*, 2011). En términos medios se detecta que la dureza de la dentina del GCP es mayor que la del GCI. No hemos encontrado otros trabajos que comparen la dureza de la dentina en diferentes grupos raciales, aunque sí se han detectado diferencias entre la dureza de la dentina humana y la dentina bovina, a favor de la primera (Castanho *et al.*, 2011).

La rugosidad transversal media del esmalte fue significativamente inferior en GCP que en GCI, siendo que esta es mayor y está altamente correlacionada con la rugosidad longitudinal ($r = 0,632$) (Sabatoski *et al.*, 2010). En AD no se observaron diferencias entre ambos grupos raciales, aunque Tulloh (1962) observó

diferencias significativas en el AD de los incisivos temporales entre las razas Hereford, A. Angus y Shorthorn. Respecto de las asociaciones lineales entre variables los resultados fueron disimiles en ambos grupos; en GCP RU presenta asociaciones positivas con ECE y DMD; en cambio, en GCI la DME se asocia negativamente con la DMD y ECE. En GCP la mayor variabilidad de las piezas dentarias se relaciona con RU, DMD y ECE, en cambio en GCI con DME, ECE, DMD y AD. Se observó que RU es la variable de mayor poder discriminatorio entre grupos.

Conclusiones

La variabilidad observada entre los grupos y dentro de cada uno de ellos, sugiere la necesidad de desarrollar líneas de investigación que indaguen acerca de la importancia de los genotipos en la expresión de los caracteres estudiados.

Referencias Bibliográficas

- Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; et al. **INFOSTAT: Manual del Usuario**. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas, 2008.
- Bavera, G.A. Cronometría dentaria. **Cursos de Producción Bovina de Carne FAV UNRC**, 2008. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/información_tecnica/dentición_y_protésis Accesado en 30/10/2011.
- Castanho, G.M.; Marques-Martins, M.; Barbosa-Marques, J.; et al. Micromorphological and hardness analyses of human and bovine sclerotic dentin: a comparative study. **Braz Oral Res**, v.25, n.3, p.274-9, 2011.
- Fernández, E.N.; Abbiati, N.N.; Cabrera, J.; Martínez, R.D. Microdureza del esmalte dental en incisivos centrales permanentes de dos genotipos bovinos. **Rev. MVZ Córdoba**, v.16, n.1, p. 2310-2316, 2011.
- Fuentes-Fuentes, M^a.V. Propiedades mecánicas de la dentina humana. **Avances en Odontoestomatología**, v.20, N.2, p. 79-83, 2004.
- Getty, R.; Grossman, J.D.; Sisson, S. **Anatomía de los animales domésticos**. Tomo I. 5^a edición. Barcelona, España: Ediciones Masson, 2001. 1416p.
- Gómez de Ferraris, M.E.; Campos-Muñoz, A. **Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental**. 3^a edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2009. 454p.
- Hinojosa-Rivera, M.; Reyes-Melo M.E. La rugosidad de las superficies: topometría. **Revista Ingenierías**, v.IV, n.11, p.27-33, 2001.
- Martínez, R.D.; Fernández, E.N.; Abbiati, N.N. Factores que influyen en el desgaste dental de los bovinos. Actualización. **Revista Veterinaria Argentina**, v.XXVIII, n.277, 2011. Disponible en: <http://www.veterinariargentina.com/revista/2011/05/factores-que-influyen-en-el-desgaste-dental-de-los-bovinos-actualizacion> Accesado en: 11/11/2011.
- Mas-López, A.C. **Efecto erosivo valorado a través de la microdureza superficial del esmalte dentario producido por tres bebidas industrializadas de alto consumo en la ciudad de Lima. Estudio in Vitro**. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2002. 137p. Tesis (Doctorado en Odontología).
- Pashley, D.H.; Okabe, A.; Parham, P. The relationship between dentin microhardness and tubule density. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.1, n.5, p.176-9, 1985.
- Peña, D. **Análisis de datos multivariantes**. 1ra Edición. Madrid: Editorial McGraw-Hill, 2002. 539p.
- Puentes, H.G.; Rincón, L.P. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. **Rev. Fed. Odont. Colombiana**, n.20, p.9-19, 2004.
- Sabatoski, M.A.; Maruo, I.T.; Camargo, E.S.; et al. Influence of natural bovine enamel roughness on bond strength after etching. **The Angle Orthodontist**, v.80, n.3, p.562-9, 2010.
- SAS Institute Inc. SAS OnlineDoc® 9.2. Cary. NC: **SAS Institute Inc.**, 2009.
- Tulloh, N.M. A study of the incisor teeth of beef cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.13, n.2, p.350-361, 1962.