

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL DE TOROS REPRODUCTORES EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN DEPARTAMENTO DEL META, COLOMBIA.

Castaño-Zuluaga Alejandro¹; Bahena José L¹, Calvo-Cardona Samir J², Zoot, PhD, Elizabeth Rendón-Correa²

¹*Estudiante de pregrado en Zootecnia Universidad Católica de Oriente.* ²*Grupo de investigación en Agronomía y Zootecnia-GIAZ, Universidad Católica de Oriente.*

²*Grupo de Investigación GRICA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Código postal 1226, Medellín-Colombia (correo-e: elizarendon26@gmail.com)*

Resumen

Actualmente, el establecimiento de programas reproductivos por monta natural requiere de una adecuada evaluación de la calidad seminal, con el fin de seleccionar toros con alto potencial reproductivo, que finalmente permitan mejorar los indicadores productivos y económicos dentro de la ganadería; también es importante validar estas evaluaciones y correlacionar los resultados de estas con factores de edad, manejo y raza de los animales evaluados; ya que esto le da mayor impacto a las evaluaciones y permite tomar decisiones más asertivas que permitan mejorar a tiempo los índices reproductivos en los hatos. En el presente estudio se evaluó y validó la calidad seminal de toros reproductores y sus condiciones de edad, raza y manejo en el municipio de San Martín departamento del Meta Colombia. Para la extracción de semen, fue utilizado un electro-eyaculador (Pulsator II®), dotado de una sonda de 3 electrodos, realizándose estímulos eléctricos pulsátiles en forma creciente hasta lograr la eyaculación de los toros. Por medio de un análisis de componentes principales (PCA) se evaluaron características de calidad espermática y se evaluó la interacción de estas variables con factores como la raza y la edad de los animales y otras variables de calidad cualitativas como el color y la textura del semen. Se encontró una correlación alta y negativa ($r=-1.0$) entre porcentaje de espermatozoides normales y % de espermatozoides anormales que era de esperarse. Los resultados más relevantes de las correlaciones entre

las variables de la evaluación espermática fueron las encontradas entre EDADM y CESCROTAL con un valor de 0.55 (positiva media) que indica que a mayor edad del animal se presenta mayor circunferencia escrotal. Los resultados del PCA corrobora el buen trabajo de los expertos en la evaluación andrológica ya que las mejores calificaciones subjetivas de los toros están altamente correlacionadas con el volumen, la concentración espermática y % de espermatozoides vivos. Dentro de las razas evaluadas en este estudio se encontró que las de mejor calidad espermática son los toros Brahman blanco y Simbra. Es posible la aplicación de herramientas de estadística multivariada para encontrar interacciones entre características cuantitativas de la calidad seminal y factores cualitativos como raza, color, textura entre otras; todo esto para realizar una validación de estas evaluaciones y tomar decisiones más acertadas en el mejoramiento de los índices reproductivos de los hatos ganaderos.

Palabras claves: Ganado de carne, espermograma, reproducción bovina, análisis de componentes principales.

Abstract

Currently, the establishment of reproductive programs by natural mating requires an adequate evaluation of seminal quality, in order to select bulls with high reproductive potential, which ultimately allow improving the productive and economic indicators within livestock; It is also important to validate these evaluations and correlate their results with factors of age, management and breed of the animals evaluated; since this gives greater impact to the evaluations and allows making more assertive decisions that allow improving the reproductive rates in the herds in time. In the present study, the seminal quality of breeding bulls and their conditions of age, breed and management were evaluated and validated in the municipality of San Martín, department of Meta, Colombia. For semen extraction, an electro-ejaculator (Pulsator II®) was used, equipped with a 3-electrode probe, performing increasingly pulsating electrical stimuli until the bulls ejaculated. By means of a principal component analysis (PCA), sperm quality characteristics were evaluated and the interaction of these variables with factors such as the breed and

age of the animals and other qualitative quality variables such as the color and texture of the semen was evaluated. A high and negative correlation ($r=-1.0$) was found between the percentage of normal spermatozoa and the percentage of abnormal spermatozoa, which was expected. The most relevant results of the correlations between the variables of the sperm evaluation were those found between AGEDM and CESCROTAL with a value of 0.55 (mean positive) which indicates that the older the animal, the greater the scrotal circumference. The results of the PCA corroborate the good work of the experts in the andrological evaluation since the best subjective qualifications of the bulls are highly correlated with the volume, the sperm concentration and the % of live sperm. Among the breeds evaluated in this study, it was found that the ones with the best sperm quality are the white Brahman and Simbra bulls. It is possible to apply multivariate statistical tools to find interactions between quantitative characteristics of seminal quality and qualitative factors such as race, color, texture, among others; all this to carry out a validation of these evaluations and make more accurate decisions in the improvement of the reproductive indices of the cattle herds.

Key words: Beef cattle, spermogram, bovine reproduction, principal component analysis.

Introducción

La eficiencia productiva, en bovinos de carne, depende de una alta tasa de nacimientos en las épocas de parto, altos pesos al destete y una adecuada calidad y conformación de los animales reproductores. Hay muchos factores que determinan la fertilidad como el buen estado de las hembras, pero así de importante es también el estado reproductivo del macho (Duchens, 2010).

La Población Bovina en Colombia está distribuida en 600.578 predios y constituida aproximadamente por 26'413.227 animales, ubicados principalmente en los departamentos de Antioquia (11,5%), Córdoba (8,1%), Casanare (7,54%), Meta (7,38%), Caquetá (6,85%), Santander (6,04%), Cundinamarca (5,39%),

Cesar (5,36%), Magdalena (5,15%) y Boyacá (4,44%) que agrupan el 67,75% de la población total nacional (ICA, 2018). Esto demuestra la importancia económica de la ganadería en Colombia, sin embargo, el manejo reproductivo es deficiente y con poca tecnología. La evaluación de la aptitud reproductiva de los toros (aptitud física, calidad seminal, lívido y habilidad de servicio) es confiable para detectar toros que posean una alta fertilidad y aquellos que sean menos fértiles. Sin embargo, para evaluar los animales, se deben tomar los datos objetivos y subjetivos durante un examen de aptitud reproductiva y usarlo para clasificar a los toros como: aptos, cuestionables y no aptos (Rutter y Russo, 2006).

Para categorizar el potencial reproductivo de los machos bovinos deben ser sometidos a un examen andrológico, ya que un buen potencial genético no garantiza ser transmitido a su descendencia (Tibisay Vilanova y Ballarales, 2005). El método estándar para evaluar la fertilidad de machos reproductores, aparte de la evaluación directa de vacas gestantes en un rebaño, es el examen del semen, mediante su uso podemos predecir el potencial reproductivo de los sementales, dicha evaluación se realiza por medio de la observación de características macroscópicas y microscópicas (Asprón, 2004), siendo la motilidad unas de las más utilizadas. Sin embargo, la motilidad espermática normalmente se valora de forma subjetiva, mediante la observación de una muestra de semen a través de un microscopio de contraste de fase. Este es el método más simple, rápido y barato de evaluar la motilidad, pero tiene el inconveniente de ser altamente subjetivo. Otra evaluación altamente utilizada es la morfología espermática, Palacios (2005), señala que esta es un factor determinante en la capacidad de fertilización del semen, ya que existe una correlación entre defectos espermáticos e infertilidad.

La importancia de la evaluación andrológica de toros reproductores se evidencia en diferentes trabajos. Roa et al., (2014) evaluaron 62 sementales de la raza Brahman (Br) y Mestizos Bos indicus x Bos Taurus durante la temporada de servicio. Los animales tenían una edad promedio de $5,6 \pm 0,3$ años, manejados bajo condiciones de pastoreo y monta natural. Se evaluó, raza (R), edad (E), peso (P), condición corporal (CC) y circunferencia escrotal (CESCROTAL), sobre el volumen del eyaculado (VE), aspecto, motilidad

masal (MM) y motilidad individual (MI). En este estudio se obtuvo como resultados que el semen de toros Brahman presentó un mejor aspecto (Denso=76,5% y Denso medio=23,5%; $p<0.05$) en toros Brahman ($2,6 \pm 0,2$) y Mestizos ($2,4 \pm 0,2$), mientras que la MI de toros Mestizos fue mayor (71,9%; $p<0.05$) que la de los toros Brahman (58,1%). Concluyeron que la raza tiene influencia sobre algunos de los parámetros seminales evaluados, mientras que la edad no afectó la calidad seminal de toros con edades comprendidas entre los 4–6 años. Aranguren et al., (1997) evaluaron 16 toros jóvenes cruzados a la edad de 24 meses para detectar rasgos reproductivos. Tomaron datos de la CESCROTAL, concentración de espermatozoides, MI y % de anomalías y fueron analizadas por modelo que incluía efectos fijos de genotipo (G), temporada (S) y la interacción única (GxS). Los resultados no indicaron diferencias significativas ($P> 0.05$) para rasgos reproductivos entre genotipos, sugiriendo una adaptabilidad aceptable a condiciones tropicales para toros Bos Taurus 5/8. Valores de rasgos reproductivos encontrados en este trabajo reflejan tanto un potencial genético como una gran adaptabilidad de estos toros dentro de los planes de cruzamiento para rebaños doble propósito en los trópicos. También, Folhadella et al., (2006), Evaluaron el potencial productivo de 72 toros de la raza Gyr de cinco fincas del estado de Minas Gerais- Brasil, con edades comprendidas entre 25– 38 meses y encontraron que entre el 58,3–61,5 % de toros aptos como reproductores del total de evaluados, debido a que el 12,5–15,4% eran toros inmaduros sin desarrollar su capacidad reproductiva.

Es importante validar las evaluaciones reproductivas y correlacionar los resultados de estas con factores de edad, manejo y raza de los animales evaluados; ya que esto les da mayor impacto a las evaluaciones y permite tomar decisiones más asertivas que permitan mejorar a tiempo los índices reproductivos en los hatos. Es por lo anterior que el objetivo general de este trabajo fue evaluar la calidad seminal de toros reproductores en el municipio de San Martín departamento del Meta, Colombia.

Materiales y métodos

Animales y muestreo

El presente estudio fue realizado en la hacienda El Dorado ubicada en el Municipio de San Martín Meta, llanos orientales colombianos; ubicado en zona de vida de llanos interandinos con una temperatura promedio de 28°C y una humedad relativa de 80%. Se realizó extracción de semen de 31 toros adultos de las razas brahman gris (6), brahman rojo (18), simmental (2) y simbra (5). Para la extracción del semen, fue utilizado un electro-eyaculador (Pulsator II®), dotado de una sonda de 3 electrodos, realizándose estímulos eléctricos pulsátiles en forma creciente hasta lograr la eyaculación de los toros. Durante la recolección se descartó la primera fracción de semen (secreción de las glándulas accesorias), tomándose para la evaluación la segunda fracción del eyaculado, la cual es rica en espermatozoides, en un tubo aforado hasta 50 ml para medir el volumen del eyaculado (VOL) de cada toro. El semen fue observado en un microscopio para evaluar las características cualitativas tales como el color (COLOR), la apariencia (APAR), la calificación de motilidad (MOTILCUAL) y la calificación final (CAL); además de las características cuantitativas como la concentración en millones de espermatozoides / ml (CONMML), % de espermatozoides vivos (PVIVOS), % de espermatozoides normales (PNORM) y % de espermatozoides anormales (PANORM). Además, se tomaron registros productivos como la edad del animal (EDADM), la raza (RAZA), circunferencia escrotal (CESCROTAL) y condición corporal (CC) al momento de la colecta de semen.

Análisis de datos.

Para la caracterización de las diferentes variables de cantidad y calidad espermática se usó un análisis de componentes principales (PCA) usando las librerías FactoMineR y factoextra del software especializado R project versión 4.0.2 (R Core Team, 2021).

Resultados y discusión

Al realizar el análisis de correlación (Tabla 1) entre las variables de calidad seminal de toros evaluados en condiciones de los llanos orientales se encontró una correlación alta y negativa ($r=-1.0$) entre porcentaje de espermatozoides normales y % de espermatozoides anormales que era de esperarse, ya que entre mayor número de espermatozoides normales menor número de anormales. Las correlaciones entre las variables de la evaluación espermática fueron las encontradas entre EDADM y CESCROTAL con un valor de 0.55 (positiva media) debido a que a mayor edad del animal se presenta mayor circunferencia escrotal. Esto explicado por las dinámicas hormonales de la madurez adulta, este resultado fue similar al encontrado por Roa et al., (2014) donde las características seminales fueron incrementándose y mejorando paralelamente con la edad y la circunferencia escrotal, indiferentemente del genotipo. Sin embargo, difiere a lo reportado por Vejarano et al. (2005), donde la edad no ejerció ningún efecto sobre la circunferencia escrotal y el volumen. Estos resultados tienen una lógica fisiológica ya que a mayor edad de los reproductores hay una creciente madurez sexual, corporal y mayor desarrollo hormonal.

Los resultados de las correlaciones para las variables evaluadas de calidad seminal en estos machos se presentan en la tabla 1. También, se encontraron correlaciones medias y positivas entre la concentración espermática (CONCMML) y el % de espermatozoides vivos (PVIVOS) y % de espermatozoides normales (PNORM); esto puede ser un indicativo medible de la calidad del semen; teniendo en cuenta estas tres variables; resultado que concuerda con lo encontrado por Vergel, (2022).

Tabla 1. Análisis de correlación entre las variables de calidad seminal realizada en toros reproductores en los llanos orientales colombianos.

	EDAD	CC	CESCROTAL	VOL	PVIVOS	CONCMML	PNORM	PANORM
EDAD	1	-0.26	0.55	0.09	0.11	0.11	-0.19	0.19
CC	-0.26	1	-0.02	-0.08	-0.15	-0.11	0.02	-0.02
CESCROTAL	0.55	-0.02	1	0.24	0.06	0.22	0	0
VOL	0.09	-0.08	0.24	1	0.06	0.22	-0.17	0.17
PVIVOS	0.11	-0.15	0.06	0.06	1	0.46	0.47	-0.47
CONCMML	0.11	-0.11	0.22	0.22	0.46	1	0.21	-0.21
PNORM	-0.19	0.02	0	-0.17	0.47	0.21	1	-1
PANORM	0.19	-0.02	0	0.17	-0.47	-0.21	-1	1

EDAD= Edad en meses, CC= Condición corporal, CESCROTAL=Circunferencia escrotal, VOL= Volumen espermático, PVIVOS= % de espermatozoides vivos, CONNMML=Concentración masal en ml, PNORM= % de espermatozoides normales, PANORM= % de espermatozoides anormales.

Para el PCA (Figura 1) se logró explicar aproximadamente el 55 % del total de la variación en los dos primeros componentes. La variable de menor contribución fue la CC y las demás variables se pueden agrupar en dos componentes: COMP 1: La Edad, la CESCROTAL y el VOL; COMP 2: La CONCMML, el PVIVOS y el PNORM. El PANORM se puede excluir ya que es una función lineal del % de normales con una correlación negativa de -1. Estos resultados se hacen evidentes en la figura 1.

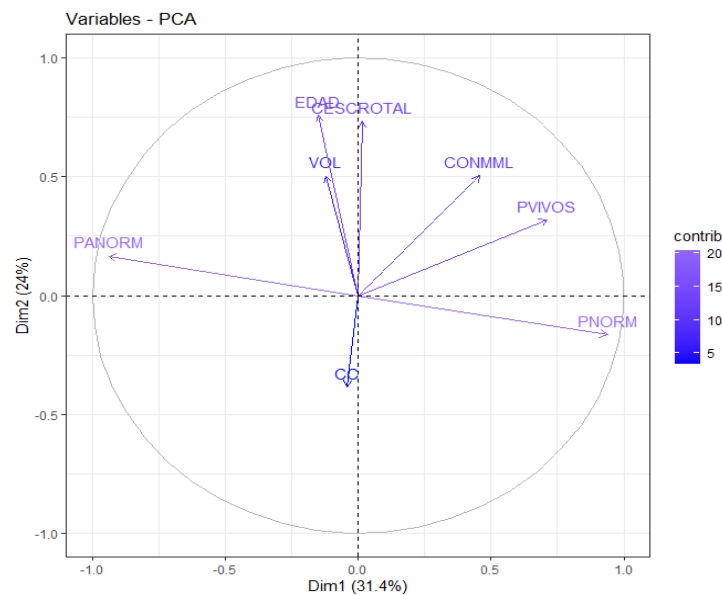


Figura 1. Gráfico del análisis PCA general para las variables de calidad espermática en toros reproductores evaluados en los Llanos Orientales colombianos.

Los resultados del PCA general muestran una asociación positiva, entre la edad del animal, la CESCROTAL y el VOL lo que corrobora los resultados de la matriz de correlación, a mayor edad del animal, mayor CESCROTAL y mayor VOL; resultados que concuerdan con lo reportado por Fields et al. (1979); y Raja y Rao (1983). Las características seminales fueron incrementando y mejorando paralelamente con la edad y la CESCROTAL, lo que coincide con lo informado por Yáñez-Cuéllar et al. (1997) donde se observó lo mismo en toros mestizos; una correlación de 0,72 ($P > 0,001$). Pero difiere de lo reportado por Vejarano et al. (2005), donde no se observó relación estadística significativa entre la edad y el volumen del eyaculado.

En el componente dos se pueden agrupar las variables de calidad espermática (PNORM, PVIVOS, CONMML). La CC tuvo poca participación en la variabilidad total; por lo cual no se puede inferir mucho de la relación entre la CC con las variables de la evaluación andrológica; resultado que concuerda con Pérez y Rendo (2016) ya que observaron que la CC no interfiere en la evaluación seminal

En la figura 2 se muestra la interacción que existe entre los componentes principales y los factores de raza y color del material espermático; en estos resultados podemos ver como las razas de mejor calidad espermática son el Brahman blanco (circulo verde) y el Simbra (cuadrado morado), mientras que las de menor calidad espermática es la raza Brahman Rojo (triangulo naranja). Con respecto al color del material espermático se puede inferir que un semen con buena concentración y alto PVIVOS es de color blanco marfil (triangulo naranja); los otros colores varían mucho en la calidad. Los presentes resultados coinciden con el encontrado por Roa et al. (2004) donde encontró que el semen de la raza brahmán presentó un mejor aspecto y resultados positivos en cuanto al análisis de componentes principales, pero difiere con los presentes hallazgos ya que para este autor la raza si tiene influencia significativa sobre los parámetros seminales. Además, concuerda con lo dicho por Vergel, (2022) donde la raza si influyó sobre el aspecto. La raza Brahman blanco tuvo mayor concentración espermática que el Brahman-rojo, teniendo en cuenta que la concentración espermática tiene que ver con el color y aspecto del semen.

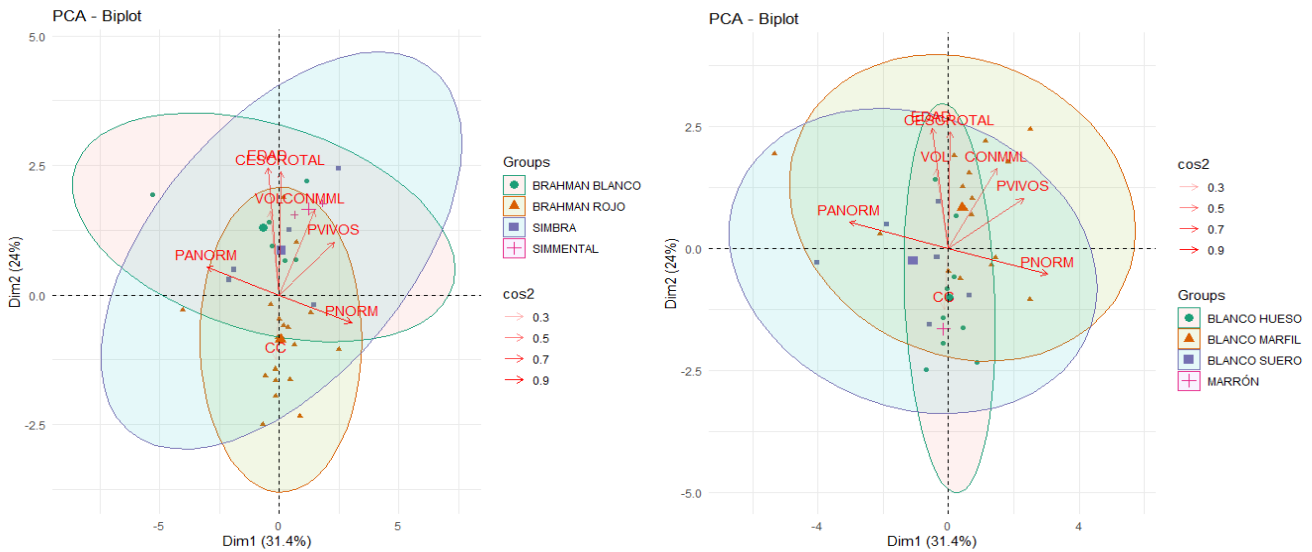


Figura 2. Interacción componentes principales con los factores raza (grafico de la izquierda) y color del semen (grafico de la derecha) en una evaluación andrológica realizada en reproductores de los llanos orientales.

La Figura 3, corrobora el buen trabajo de los expertos en la evaluación andrológica ya que las calificaciones finales “bueno” (circulo verde) y “muy bueno” (triangulo naranja); están asociadas a altos VOL con altas concentraciones totales y PIVIVOS.

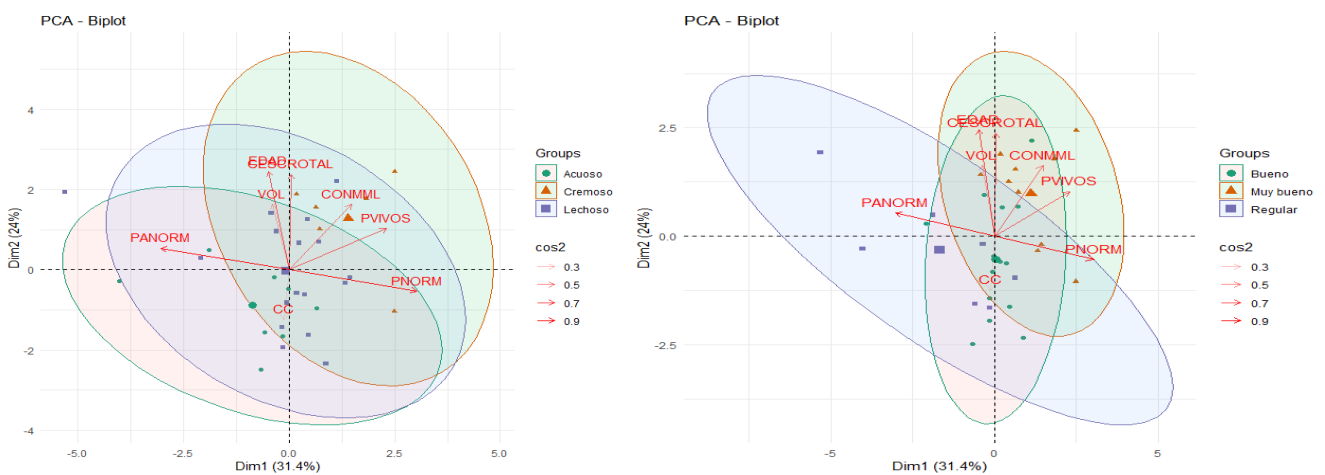


Figura 3. Interacción componentes principales con los factores textura (gráfico de la izquierda) y calificación final del semen (gráfico de la derecha) en una evaluación andrológica realizada en reproductores de los llanos orientales.

Estos resultados presentan una mirada objetiva de la evaluación espermática de toros reproductores en pastoreo y son una herramienta para mejorar los índices de fertilidad y producción en las ganaderías del país.

Conclusiones

Las evaluaciones reproductivas son una herramienta más objetiva para clasificar y seleccionar los reproductores de mejor desempeño reproductivo en pastoreo. Dentro de las razas evaluadas en este estudio se encontró que las de mejor calidad espermática son los toros Brahman blanco y Simbra. Las mayores correlaciones de la evaluación espermática fueron las encontradas entre EDADM y CESCROTAL que indica que a mayor edad del animal se presenta mayor circunferencia escrotal. Existe un buen trabajo en la evaluación andrológica de esta empresa ya que las mejores calificaciones subjetivas de los toros están altamente correlacionadas con el volumen, la concentración espermática y % de espermatozoides vivos.

Es posible la aplicación de herramientas de estadística multivariada para encontrar interacciones entre características cuantitativas de la calidad seminal y factores cualitativos como raza, color, textura entre otras; todo esto para realizar una validación de estas evaluaciones y tomar decisiones más acertadas en el mejoramiento de los índices reproductivos de los hatos ganaderos.

Referencias

- Aranguren J; Madrid N; Gonzalez O; Isea W. (1997). Evaluación comparativa postpuberal de toretes mestizos 5/8 Bos taurus. 2. Comportamiento reproductivo. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl. 1):347-349.
- Asprón, M. 2004. Manejo reproductivo del ganado bovino. IVISO. Pp. 19- 22.
- Duchens, M, De Los Reyes, M. (1999). Examen de Fertilidad potencial a toros. Disponible en:
<http://www.reproduccionanimal.net/v02/wp-content/uploads/2012/01/examentoros.pdf>.
- Duchens, M. (2010). Examen de fertilidad para selección en toros de carne. Disponible en:
<http://www.tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/viewArticle/5234/5114>.
- Fields, M., W. Burns and A. Warnick. 1979. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beefbulls. J. Anim. Sci. 48:1299
- Folhadella, I. M; Sá W.F; Ferreira A.M; Camargo L.S.A; Viana J.H.M; Ramos A.A; Silva M.V.G.B. (2006). Características andrológicas de touros da raça Gir. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia. 58:809-815.
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2018). Censo Pecuario Nacional – 2018. Disponible en:
<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- Palacios, C.J. (2005). Técnicas para la evaluación de la capacidad fecundante de espermatozoides. Memorias Posgrado de Reproducción Bovina. CGR. Colombia 235-242.
- Pérez, E., & Rendo, P. (2016). Variabilidad espacial y temporal de la temperatura del aire en la

zona cafetera colombiana. *Investigaciones geográficas*, 2(1), 23-40.

Raja , C. and R. Rao. 1983. Semen characteristics of Brown Swiss Crossbred bulls. *Indian Vet. J.* 60:23.

Roa N; D'Endel D; Linares T; Martínez N; Marín C. (2014). Características seminales de toros Brahaman y mestizos ubicados en el llano central venezolano. *Rev. Mundo pecuario*, X, N° 1, 01-08.

R Core Team. (2022). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (4.0.0). Computing, R Foundation for Statistical. <https://www.r-project.org/>

RStudio Team (2022). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

Rutter, B., Russo, A. (2006). *Bases para la Evaluación de la Aptitud Reproductiva del Toro*. 2ª. ed. Buenos Aires. Agro Vet. 270 p.

Tibisay-Vilanova, F. L., Ballarales, P. P. (2005). La evaluación andrológica: justificación y métodos. En: González-Stagnaro, C., Soto Beloso, E. *Manual de ganadería doble propósito*. Maracaibo. Astro Data. p 498-503.

Vejarano O.A; Sanabria L.R.D; Trujillo L.G.A. (2005). Diagnóstico de la capacidad reproductiva de toros en ganaderías de tres municipios del Alto Magdalena. *MVZ Córdoba*. 10:648-66.

Vergel. M. (2022). Factores que Intervienen en la Calidad Seminal en Bovinos Reproductores del. revista udes.

Yáñez-Cuéllar L; Madrid-Bury N, Contreras-Durán R; Rincón-Urdaneta E. (1997). Relaciones de circunferencia escrotal con edad y peso corporal en toros mestizos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* (Supl. 1): 479-481.

