

Evaluación de toros mestizos en el trópico seco en explotación extensiva como predictor de la relación toro/vaca



Evaluation of mongrel sires in the dry tropics under extensive exploitation conditions as a predictor of the bull / cow relationship



- Yandri Andrés Macías Moreira. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí. (Manabí, Ecuador) ORCID: 0000-0003-3377-7089
- Juan José Zambrano Villacís. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí. (Manabí, Ecuador)
- Marina Dalila Zambrano Aguayo. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí. (Manabí, Ecuador) (mazambrano@utm.edu.ec) ORCID: 0000-0001-9638-5387
- Verónica Cristina Andrade Yucailla. Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena km 1 ½ Vía a Santa Elena, La Libertad, (Santa Elena, Ecuador). ORCID: 0000-0001-7909-2128

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la condición reproductiva de los toros mestizos en el trópico seco en condiciones de explotación extensiva, analizando la calidad del semen y otras características reproductivas asociadas a la fertilidad. La investigación se realizó en los meses de septiembre a octubre del 2018, en el cantón Rocafuerte, ubicado en la zona tropical seca de la provincia de Manabí, Ecuador. Se evaluaron 60 toros mestizos de diferentes cruces raciales y edades, bajo condiciones de monta natural y sin reposo sexual antes del examen. Las muestras de semen se obtuvieron mediante electro eyaculación, con el mínimo impacto sobre el bienestar de los toros. En la evaluación de los órganos primarios se observó una circunferencia escrotal de 33,1 cm, siendo el rango más alto 39,5 cm y una mínima de 28 cm. Se encontró que el 75 % de toros están dentro de los parámetros para monta natural por la concentración y la normalidad espermática de buena a muy buena. Además, el 68,33 % presentó una concentración espermática superior al estándar mínimo, se pudo establecer que los toros están montando las vacas a una relación del 5%, sin tener en cuenta la capacidad de servicio. Por lo que es importante la aplicación del examen andrológico como un predictor de la relación toro/vaca en monta natural y descartar los toros con problemas de subfertilidad, mejorando así la eficiencia reproductiva del semental, teniendo un gran impacto socioeconómico en el sector ganadero de la región del Litoral ecuatoriano.

Palabras clave: Andrología; Circunferencia escrotal; Concentración espermática; Morfología espermática; Semen bovino

Abstract

The objective of the study was to evaluate the reproductive condition of mestizo bulls in the dry tropics under conditions of extensive exploitation, analyzing semen quality and other reproductive characteristics associated with fertility. The investigation was carried out between September and October, in the Rocafuerte canton located in the dry tropical zone

Recibido:26/04/2020 • Revisado:07/05/2020 • Aceptado: 22/02/2020 • Publicado:30/06/2020
 © 2020 Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.
 Disponible gratuitamente en revamazcyt@uea.edu.ec



of the province of Manabí, Ecuador. Sixty mongrel bulls of different racial crosses and ages were evaluated, under natural riding conditions and without sexual rest before the exam. Semen samples were obtained by electro ejaculation, with minimal impact on the well-being of bulls. In the evaluation of the primary organs a scrotal circumference of 33,1 cm was observed, the highest range being 39,5 cm and a minimum of 28 cm. It was found that 75 % of bulls are within the parameters for natural riding due to the concentration and sperm normality of good to very good. In addition, 68,33 % had a sperm concentration higher than the minimum standard, it could be established that bulls are riding cows at a 5 % ratio regardless of service capacity. Therefore, the application of the andrological examination is important as a predictor of the bull / cow relationship in natural mounts and to rule out bulls with subfertility problems, improving the reproductive efficiency of the stallion, having a great socioeconomic impact on the livestock sector of the region from the Ecuadorian coast.

Keywords: Andrology; Scrotal circumference; Sperm concentration; Sperm morphology; Bovine semen.

Introducción

La importancia del semental dentro del rebaño es uno de los factores predominantes para un nivel óptimo de pariciones. El toro es el encargado de asignar un determinado número de cromosomas capaces de generar caracteres específicos para la raza (Aranguren, 2010). Es responsable de producir un gran número de gametos por eyaculado y en toda su vida reproductiva seguirá generando gametos en sus gónadas (Rutter & Russo, 2006).

Basados en los innumerables sucesos que proporciona un macho y la importancia dentro del rebaño, no dejan de ser menos importantes otros aspectos como la nutrición, la genética, el manejo y la sanidad que podrían afectar el buen desempeño reproductivo y productivo del macho y del rebaño en general (De Cuadro, 2015).

En la selección de los reproductores se debe revisar peso corporal, la calidad de la carcasa y el tipo racial, la salud reproductiva de los animales, la evaluación clínica de los órganos reproductivos, la capacidad sexual y la capacidad de producir espermatozoides aptos para la fecundación (Pérez *et al.*, 2014). Es necesario entonces que se cumpla con

procesos de evaluación constantes del hatu o rebaño; uno de estos análisis es la evaluación productiva y reproductiva del macho, que tendrá como consecuencia su aceptabilidad o desecho (Torres, 2009).

La ganadería en la provincia de Manabí es una de las principales fuentes de ingresos del sector agropecuario con mayor producción en cuanto número de animales por año, con un territorio de 18.893,7 km² que representan el 7,36% del territorio nacional y su población de 1'369.780 habitantes que corresponde al 9,5% del total del Ecuador.

Es considerada la provincia con mayor uso del suelo en producción ganadera, representada en un 15% de la producción total del país, con 896.476 UBA (INEN- ESPAC, 2017). Para algunos analistas el mal uso de los suelos la provincia ha expandido su frontera agropecuaria; se calcula que se trabaja a una densidad bovina de 0,85 UBA / ha (INEC, 2010).

El cantón Rocafuerte tiene una población aproximada de 7.860 unidades bovinas en 422 predios, correspondientes aproximadamente al 1 % de la población total de bovinos en Manabí. Pese a la gran importancia del sector ganadero en este

cantón, no existen reportes de estudios sobre evaluación andrológica, por esta razón, el objetivo de este trabajo se justifica en gran manera, pues permitirá conocer la condición reproductiva de los toros mestizos en el trópico seco en condiciones de explotación extensiva, analizando la calidad del semen y otras características reproductivas asociadas a la fertilidad.

Materiales Y Métodos

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el cantón Rocafuerte, ubicado a 0° 55" y 6" de latitud sur y 80° 26" 10" de longitud occidental, está a una altura promedio de 215 msnm, presenta una temperatura media anual de 25 °C y una humedad relativa de 84% precipitaciones de 163.5 mm, en la zona tropical seca del centro de la provincia Manabí, Ecuador.

Diseño de la investigación

La investigación fue de carácter no experimental descriptiva y se realizó en tres fases:

1. Obtención de datos anatómicos.
2. Obtención de datos seminales.
3. Desarrollo estadístico mediante los datos obtenidos.

La recolección de datos se hizo de manera individual por cada macho evaluado. Se realizó una encuesta para obtener datos sobre montas y manejo de los toros.

Se realizó un chequeo mediante palpación transrectal para diagnóstico de gestación de hembras activamente reproductivas como un indicador de campo, para saber si los toros estaban preñando.

Obtención de datos seminales

Se evaluó 60 toros de una población aproximada de 194 toros de diferentes razas y edades, los cuales fueron evaluados bajo condiciones de monta natural y sin reposo sexual previo al examen, usando la metodología recomendada por la American Society of Therigenology (AST) siguiendo el protocolo (Hopkins y Spitzer, 1997). La colecta de semen se realizó aplicando el protocolo establecido por el Dr. Palmer, para que la extracción de muestra no afecte el bienestar del toro.

El trabajo de recolección de datos, examen y muestra, estuvo a cargo de personal capacitado; veterinarios con entrenamiento y experiencia para el manejo de animales y técnicos capacitados. Se realizó la técnica de electro-eyaculación usando para tal fin una unidad de colección de semen automatizada con programación manual y automática (ElectroJac5, Ideal Instruments, Neogen Corporation, USA) equipada con una sonda rectal de 66-mm de tres electrodos orientados ventralmente. El volumen se midió en mililitros (ml), en un tubo plástico graduado de 15 ml, haciendo la lectura por debajo del bisel donde se forma el líquido con las paredes del tubo sin considerar la espuma (Palmer, 2005).

Previo a la colecta de la muestra seminal se verificó que tanto la platina calentadora del microscopio como el baño María del termo, se encontraran a una temperatura de 37°C, debido a que el semen es muy sensible a los cambios de temperatura.

Características macroscópicas: El volumen se expresó en mililitros y su valor se obtuvo a través de la lectura directa del tubo graduado utilizado para la colecta. El color se evaluó por medio de la visualización directa del eyaculado dentro del tubo colector. El olor se evaluó mediante la olfacción, directamente de la muestra.

Apariencia y Densidad macroscópica:

Se evaluó por medio de la visualización directa de la muestra, comprobándose esta evaluación con la valoración microscópica de la concentración espermática, mediante el uso de la cámara de Neubauer. En este caso se usó la escala descrita para densidad macroscópica en bovinos, indicador indirecto de concentración; se midió en una escala de 1 a 5, como recomienda Hopkins y Spitzer (1997), descrita a continuación:

- **1:** Cremosa (asociada con una concentración mayor a 750×10^6 espermatozoides/ml).
- **2:** Lechosa (asociada con una concentración entre 400×10^6 y 750×10^6 espermatozoides/ml).
- **3:** Blanquecina lechosa (asociada con una concentración entre 250×10^6 y 400×10^6 espermatozoides/ml).
- **4:** Acuosa (asociada con una concentración menor de 250×10^6 espermatozoides/ml).
- **5:** Trasparente (asociada con una azoospermia ningún espermatozoide/ml).

El pH se determinó con unas tirillas Neutralit (Merck Millipore) y testigo (Macherey Nagel), para pH impregnada con material seminal, valorándose en una escala de 2 a 9 con variaciones de 0,5 unidades (Morillo *et al.*, 2012). El método establecido para la muestra mediante electro eyaculado puede influir en el pH por la intensiva producción de líquido proveniente de las glándulas, este líquido es alcalino (8.5) y por tanto tiende a alcalinizar el semen (Vejarano *et al.*, 2005). Además, se debe tener en cuenta la técnica aplicada y equipo, el mismo que se puede manejar manual y automático de manera que se puede aplicar disparos eléctricos de baja frecuencia (Palmer, 2005).

Vitalidad

Para la observación de las células espermáticas se utilizó la coloración eosina-nigrosina, con la cual los espermatozoides muertos aparecen teñidos de rojo o rosa, mientras que los vivos quedan sin teñirse.

Para ello se hizo un frotis y se observó al microscopio de campo claro (aumento 40X). Se evaluaron cinco (05) campos, en los cuales se contó el número de espermatozoides muertos presentes, a dicho valor se sumó y se estimó el número total de células muertas. Este parámetro se expresó en porcentaje (%) de espermatozoides vivos. El porcentaje de espermatozoides vivos fue determinado identificando los espermatozoides que no incorporan la eosina en un extendido teñido con eosina-nigrosina (Morillo *et al.*, 2012).

La evaluación de las movilidades (masal e individual) se realizó atendiendo los lineamientos de la Society for Theriogenology (Hopkins y Spitzer, 1997). La movilidad masal fue evaluada dentro del primer minuto después de la colecta, a una magnificación de 40X con un microscopio (A. KRUSS Optronic GmbH de minitube), con placa temperada, a partir de muestras de 20 μ L de semen no diluido, depositada con micro pipeta en una placa porta objetos precalentada en la placa por un minuto a 37 °C, sin colocar el cubre objetos. Se evaluó, además, de manera subjetiva, el movimiento de las células espermáticas en su conjunto. Esta característica se valoró utilizando las siguientes categorías:

- 1:** “Muy buena” -MB: Remolinos oscuros y de movimiento rápido relacionado con ++++: Actividad cinética muy buena; remolinos intensos con ondas espermáticas apreciables.
- 2:** “Buena” -B: Ondas menos oscuras que la anterior y de movimiento más lento relacionado con +++: Actividad cinética buena; remolinos apreciables, aunque menos intensos que la anterior.
- 3:** “Aceptable” -A: Ondas claras de oscilación generalizada relacionado con ++: Actividad cinética regular; pocos remolinos y con menor frecuencia que la anterior.

-4: "Mala" -M: Ondas claras esporádicas, aisladas o sin movimiento, relacionadas con +: Actividad cinética de ciento; el semen no forma remolinos sino eventualmente y sin ninguna intensidad.

A las muestras sin movimiento alguno no se les realizó el examen de movilidad individual, relacionada con -: Actividad cinética ausente.

La movilidad individual de una muestra se evaluó bajo microscopio a partir de una sub muestra 1:10 de 1 μ L, tomada a partir de una mezcla de 1 μ L de semen fresco, diluido en 9 μ L de solución salina atemperada a 37 °C, colocada sobre una lámina porta objetos y cubierta con una lámina cubreobjetos, igualmente atemperadas, y observadas a una magnificación de 400X. Para la evaluación de la movilidad individual se tuvieron en cuenta la calidad de los movimientos y la velocidad de los mismos.

Las muestras se clasificaron también en cuatro categorías:

- 1: "Muy Buena" -MB: >70 %.
- 2: "Buena" -B: 50 – 69 %.
- 3: "Aceptable" -A: 30 – 49 %.
- 4: "Mala" -M: < al 29 %.

En casos donde la muestra contenía alta concentración fue necesario realizar una dilución mayor 1:20 y 1:50, permitiendo una mejor observación del movimiento individual; sobre todo en muestras con calificación 1, 2 y 3, y por la apariencia y densidad, que se la relaciona con una alta concentración de acuerdo con sus categorías.

Finalmente, la morfología espermática debe presentar al menos un 70% de espermatozoides normales. La morfología espermática fue determinada evaluando el porcentaje de espermatozoides normales y anormales, siguiendo la técnica descrita por Barth y Oko (1989). Se leyeron un total de 200 espermatozoides por muestra

en microscopía de campo claro a una magnificación de 1000X con aceite de inmersión y se tabularon los resultados. Para evaluar este parámetro se tomó en cuenta la clasificación de malformaciones espermáticas, que las clasifica en atipias primarias y atipias secundarias. Se le dio una calificación de "Muy bueno" a muestras con menos del 10% de anomalías primarias (menos del 25% de anomalías totales), de "Bueno" a muestras con 10 a 19% de anomalías primarias (entre 26 y 39% de anomalías totales), de "Regular" a muestras con 20 a 29% de anomalías primarias (entre 40 y 59% de anomalías totales) y de "malo" a muestras con más del 29% de anomalías primarias (más del 59% de anomalías totales).

En relación al toro muestreado, recibe una de las tres calificaciones: **apto** (satisfactoria), **no apto** (insatisfactoria), **rechequeo o cuestionable** (diferido). Un toro recibe una calificación de apto cuando está libre de anomalías físicas significativas que afectarían la fertilidad. También, el aparato reproductivo del toro, incluyendo el pene, debe estar libre de cualquier defecto que pueda comprometer su desempeño reproductivo. La circunferencia escrotal de un toro debe ser igual o superior al promedio para su edad o grupo racial. La movilidad masal debe ser al menos de dos y la movilidad individual al menos en tres. (Barth y Waldner, 2002).

La calificación de no apto, se les aplica a toros que no cumplen los criterios para los aptos en uno o más de los parámetros. Se asume que es probable que los problemas del toro nunca puedan ser resueltos. Por su parte, la calificación rechequeo o cuestionable, se le otorga a toros que no pueden ser calificados como aptos pero que probablemente mejorarán con un tratamiento, el tiempo y una terapia (Hopkins y Spitzer, 1997).

Se realizó, además, el examen para conteo de células en la concentración espermática y recuento espermático, mediante el uso de la cámara de Neubauer, denominado también Hemocitómetro (Páez y Corredor, 2014). El método consiste en tomar una muestra de semen fresco y colocarla en un dilutor previamente preparado para matar y conservar los espermatozoides a una proporción de 1:100 o 1:200 de manera que sea fácil contar la muestra.

Para determinar la concentración espermática se utilizó la cámara de Neubauer; para ello se diluyó el semen 1:100, que se debe utilizar para la especie bovina. La dilución se preparó en tubos eppendorf de 1,5 ml tomando 10 μ L de semen de la muestra y 990 μ L del dilutor. El diluyente utilizado debe inmovilizar a los espermatozoides para que se pueda llevar a cabo el conteo. Se preparan 100 ml de una solución fisiológica, más 1 % de formol al 35% y 5 gr. de bicarbonato de sodio, a esta mezcla se le agrega 0,5 ml de una solución saturada de violeta de genciana, para colorear los espermatozoides y que su lectura resulte más fácil (Villar, 2010).

Espermatozoides/mL = Número de espermatozoides contados en 5 cuadrados (4 esquinas + el centro) x 5 x dilución utilizada (1:200 o 1:100) x (10 x 1000).

Concentración espermática (espermatozoides/mm³) = (a x b) x c x (d x 1000) Donde:

- a= número de espermatozoides contados en 5 cuadrados.
- b= 5, estima el total de cuadrantes de la cámara (n= 25 cuadros).
- c= 200, ya que la dilución para el semen bovino es 1:200.
- d= 10, representa la profundidad de la cámara, la cual es 0,1mm.

Posteriormente, el resultado obtenido se multiplicó por 1000 para expresar el valor de

la concentración espermática en número de espermatozoides/mL.

Obtención de datos anatómicos

La comprensión de la importancia del examen andrológico como predictor de la aptitud reproductiva y de la obtención de parámetros, fundamenta los estudios genéticos en la búsqueda de nuevos criterios de selección de toros. El conocimiento del perfil cuantitativo y cualitativo de la producción seminal de reproductores, dotados de alta fertilidad y superiores genéticamente, es importante en el incremento de la fertilidad general del rebaño (Silva *et al.*, 2012).

Se analizaron toros mestizos de varios cruces, en algunos casos predominantes para *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus* y *Bos taurus*. La identificación del toro se hizo con una caravana o arete enumerado dependiendo de la finca; ya que, a algunos ganaderos no les agrada colocar el arete a sus animales por problemas de miasis, por lo tanto, se procedió al examen basado en el registro por finca, propietario y número de caso (Palmieri *et al.*, 2004).

Los puntos de datos incluyeron el año, el mes y el día de la evaluación, edad en meses aproximados, raza estimada por el fenotipo (Palmieri *et al.*, 2004), condición corporal y anomalías físicas de las patas, las piernas y el tracto reproductivo, también la medición de la circunferencia escrotal (Páez y Corredor, 2014).

Los toros se clasificaron según su potencial de reproducción en aptos, cuestionables y no aptos, según el método de la Society for Theriogenology, utilizado desde 1986–1993 y la Asociación Canadiense de Profesionales Bovinos del Oeste (WCABP), utilizado desde 1994 a 1999 (Troxel, 2006). Sin embargo, la clasificación final se basó en el juicio del veterinario examinador de acuerdo como menciona Barth y Waldner (2002). También

se incluyeron en este estudio los toros que habían alcanzado los 18 meses de edad, ya que por cuestiones del lugar y el manejo, el crecimiento y la pubertad pueden tener retraso. Sin embargo, los toros evaluados fueron animales en servicio y con edades de 24 meses a 72 meses, aproximadamente. La edad en meses, se ingresó en la base de datos como el número entero más cercano en años (Barth y Waldner, 2002). Así, los toros que tenían entre 18 y 29 meses de edad se asignaron al grupo 1, toros de 30 a 41 meses de edad al grupo 2, los toros de 42 a 53 meses de edad al grupo 3 y los de 54 a 65 > meses de edad al grupo 4.

Se evaluaron las características físicas de los toros, principalmente aplomos sin cojeras, caderas y grupa normal, pene, prepucio, glándula y testículos. El chequeo de las glándulas fue por palpación rectal, que al mismo tiempo tenía como objetivo estimular al toro como rutina (Monina *et al.*, 2017). Se utilizó un equipo (MINDRAY Dp 30 vet) para ultrasonografía en los casos donde se sospechaba de inflamación de las glándulas. Se pueden identificar brosis, varicocele, orquitis, epididimitis, adherencias, pero en este caso no se encontró anormalidad. Se midió la circunferencia escrotal y en monta natural mediante la utilización de un escrotímetro basado en el modelo del Dr. Albert D. Barth, el peso se tomó con cinta bovino métrica en el perímetro torácico. Se evaluaron toros con un peso mínimo de 300 kg en adelante teniendo en cuenta el mestizaje y el uso de toretes desde los 18 meses en reproducción y con una alzada de 1,20 metros, ya que, se encontraron toros con cruce Jersey; la condición corporal de 1 a 5 para cruce de leche y de 1 a 9 para cruces de carne; esas son las características mínimas de aspectos reproductivos para sementales (Hopkins y Spitzer, 1997). En el pene se chequeó su anatomía palpable, cuerpo, glándula y prepucio, sobre todo con énfasis en el glándula y prepucio, teniendo en cuenta las posibles patologías.

Población y Muestra

Población

Rocafuerte, tiene una población aproximada de 7 860 unidades bovinas, correspondientes a 422 predios, aproximadamente el 1% de la población total de bovinos en Manabí, según el último dato del programa de vacunación de fiebre aftosa realizado por esta institución (AGROCALIDAD, 2018).

Muestra

La muestra (n) fue seleccionada considerando 7 860 bovinos totales, la relación toro/vaca estimada fue 1:25, que corresponde al 4% de toros, que es la que normalmente se utiliza, y de una población de 194 toros registrados en AGROCALIDAD; algunos estudios establecen que el 25% de los toros pueden tener problemas de infertilidad como lo menciona Bó y Barth (2013). La n escogida fue basada en consideración de este porcentaje.

N total= 194 toros corresponden al 100 %, la muestra será del 25% de estos toros que representan a 48,5 toros; obtenido este dato se decidió aumentar la muestra a 60 toros que permitieron obtener información de la situación andrológica de los bovinos en este Cantón.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas de recolección de datos fueron: encuestas escritas (cuestionario), la entrevista con los ganaderos y el análisis documental de la información. Se usó una ficha elaborada con todos los datos que se deseaba tomar del toro, una cámara fotográfica, grabadora de audio y video. La ficha utilizada, además, permitió la evaluación seminal en el laboratorio y el uso del ecógrafo.

Técnicas para el procesamiento de datos

Se realizó la recolección de datos utilizando dos fichas bases que son recomendadas por la Society for Theriogenology (Hopkins y Spitzer, 1997), y otra por (Troxel, 2006), las cuales se modificaron para efectos de practicidad de campo, para que los cuadros sean marcados con una x, con área para observación y comentarios en el caso de que fuera necesario. Al final se tabularon los datos de las fichas en el programa Excel, luego se

utilizó el programa Minitad 18 para obtener la estadística descriptiva.

Resultados y discusión

Después de haber analizados los datos de los 60 toros se procedió a clasificarlos de acuerdo a la edad, encontrando que el mayor porcentaje, 35.00 %, tiene la edad de 3 años (Tabla 1). Sin embargo, en el estadístico descriptivo (Tabla 2) se obtuvo que los toros en servicio presentan una edad media de 43,10 meses.

Tabla 1. Agrupación de toros mestizos del trópico seco en condiciones de explotación extensiva

Edad (mes)	Grupo	N° toros categoría	% toros grupo	Promedio CE (cm)
18 – 29	1	10	16,67	31,15
30 – 41	2	21	35,00	33,10
42 – 53	3	15	25,00	33,19
54 – 65>	4	14	23,33	34,60

CE: circunferencia escrotal

Los resultados físicos sobre la circunferencia escrotal confirmaron que la media fue de 33,1 cm en los 60 toros evaluados. El rango encontrado fue de 28 cm para toros de 24 meses, y de 39,5 cm la medida máxima encontrada en toros de mayor edad

(Tabla 2), resultados que concuerdan con los establecidos por Hopkins & Spitzer (1997), quienes consideran que los toros por lo menos deben tener 30 centímetros a los 24 meses y no menos de 32 centímetros a los 36 meses o más.

Tabla 2. Análisis estadísticos de toros mestizos del trópico seco en condiciones de explotación extensiva

Variable	Media	EE	DE	V
Edad (mes)	43,1	1,66	12,88	165,79
Alzada (cm)	137,5	0,61	4,70	22,12
Perímetro torácico (cm)	192,62	2,38	18,44	340,04
Peso (kg)	529,8	13,9	107,6	11586,4
Circunferencia escrotal (cm)	33,1	0,3	2,4	5,6
Volumen seminal (ml)	8,23	0,280	2,166	4,691
Concentración espermática (millones/ml)	625x10 ⁶	454x10 ⁵	351x10 ⁶	1.24E+17

EE: Error Estándar de la Media; DE: Desviación Estándar; V: Varianza

Al agrupar los toros por rangos de circunferencia escrotal se observó que 37 toros, que corresponde un 61,67 %, presentaron un promedio de 34,56 cm de circunferencia escrotal para una edad promedio de 45,9 meses; por otra parte, el 31,67% de los toros presentó una circunferencia escrotal superior o igual a 30 cm, y solo un 6,66 % de los toros presentó una circunferencia escrotal <30 cm (Tabla 3). Esto difiere de lo encontrado por Ramírez et al. (2016), quienes relacionaron la biometría testicular y la circunferencia escrotal teniendo una media de 33,6 cm para una edad entre los 19 y 23 meses, siendo superior la circunferencia escrotal para una

menor edad en relación a lo observado en este estudio. Es probable que la causa y falta de conocimiento desestima la selección de toros por este factor altamente heredable, como se demuestra en el estudio realizado por Barth y Waldner (2002), que la circunferencia escrotal es un factor de selección de los toros. Estos mismos autores en un trabajo realizado en el 2008 mencionan que seleccionar toros con mayor circunferencia escrotal en edad temprana aumenta la probabilidad de una mayor producción de espermatozoides en edad adulta Barth et al., (2008).

Tabla 3. Agrupación de toros mestizos del trópico seco en condiciones de explotación extensiva por rango de circunferencia escrotal

Edad promedio (mes)	Edad mínimo	Edad Máximo	N° toros por grupo	%	Promedio CE (cm)	RC (cm)
40,0	24	60	4	6,66	28,63	<30
38,3	24	60	19	31,67	31,34	>30<32
45,9	28	72	37	61,67	34,56	>33

CE: circunferencia escrotal; **RC:** Rango de la circunferencia

Un 68,33% de toros presentaron una concentración espermática mayor a 750 millones de espermatozoides por ml, lo que supone que más de un 31,67 % de los

sementales, al momento de la evaluación, tenían alguna limitación como: baja circunferencia escrotal para la edad, baja o nula concentración espermática. (Tabla 4).

Tabla 4. Relación de servicios toro/vaca por la concentración, similar o superior al estándar de millones de espermatozoides/ml del trópico seco en condiciones de explotación extensiva

N° toros	% TCE	ACE	ACCE	CE (ml)TM	RC (ml)	CT	# RT/V
24	40,00	1	Cremoso	949x10 ⁶	>750	Aptos	21,67
17	28,33	2	Lechoso	582x10 ⁶	>400<750	Aptos	20,59
10	16,67	3	Blanco lechoso	362x10 ⁶	>250<400	Cuestionables	20,50
7	11,17	4	Acuosa	175x10 ⁶	<250	No aptos	17,86
2	3,33	5	Transparente	100x10 ⁶	<100 Azoospermia	No aptos	22,50

TCE: toros por concentración espermática; **ACCE:** Apariencia y color de la concentración espermática; **CE:** concentración espermática; **RC (ml):** Relacionado con concentración millones por ml; **CT:** Clasificación de los toros; **RT/V:** Relación toro-vaca

Una vez evaluadas las muestras de los eyaculados, en el laboratorio se logró conocer la concentración espermática por ml de eyaculado y el recuento espermático por el total de eyaculado, 24/60 toros evaluados o sea el 40 % presentaron una concentración que supera $>750 \times 10^6/\text{ml}$ de espermatozoides, relacionado con la apariencia cremoso. 17/60 toros evaluados, es decir el 28,33%, presentaron una concentración que supera $>400 < 750 \times 10^6/\text{ml}$ de espermatozoides, relacionado con la apariencia lechoso. 10/60 toros evaluados, que representa el 16,67%, presentaron una concentración que supera $>250 < 400 \times 10^6/\text{ml}$ de espermatozoides,

relacionado con la apariencia blanco lechoso. Una alta concentración de espermatozoides por ml se relaciona con una buena fertilidad y morfología. El 11,17% está por debajo de $250 \times 10^6/\text{ml}$ de espermatozoides y el 3,33% fueron considerados azoospermicos, relacionados con una apariencia 5 transparente sin presencia de espermatozoides, (Tabla 4). Se corroboró que toros con baja y nula concentración espermática estaban sirviendo vacas a una relación del 5%, algunos trabajos mencionan que más del 25% de toros pueden tener problemas de fertilidad por varias causas y factores (Barth y Waldner, 2002); (Vejarano *et al.*, (2005).

Tabla 5. Motilidad masal de toros mestizos del trópico seco en condiciones de explotación extensiva

CMM	N° Toros MM	% Toros MM	Motilidad Masal
1	36	60	Muy Buena
2	12	20	Buena
3	8	13	Aceptable
4	2	3	Mala
5	2	3	Nula

CMM: Categoría Motilidad Masal; **MM:** Motilidad Masal

36 toros, correspondientes al 60%, presentaron una motilidad masal muy buena, de los cuales solo 15 toros presentaron una motilidad progresiva >70 %. 12/60 toros

tuvieron una motilidad masal buena que corresponde al 20 % de la masa estudiada. El 13,5% presentó una motilidad masal aceptable y el 6,5 % nula y mala (Tabla 5).

Tabla 6. Motilidad individual de toros mestizos del trópico seco en condiciones de explotación extensiva

Categoría MI	N° toros MI	% de toros MI	MI %	Motilidad Individual
1	15	25,0	>70	Muy Buena
2	30	50,0	50-69	Buena
3	11	18,3	30 - 49	Aceptable
4	2	3,3	<29	Mala
5	2	3,3	0	Nula

MI: Motilidad individual

En la motilidad individual, factor predominante para la fertilización del ovocito y también denominada motilidad progresiva, solo el 25% de los toros presentó una motilidad muy buena; >70%, correspondiente a 15/60 toros. Se mostraron 30 toros dentro del rango 50 a 69 % de motilidad individual, que corresponde al 50% de la masa estudiada. En general el 75% de los toros evaluados en campo, en monta

natural y sin descanso, presentaron una motilidad progresiva buena a muy buena, un 18,3%, aceptable y el 6,6% restante, mala. (Tabla 6). Los resultados obtenidos también presentan una diferencia entre las muestras en el total de anomalías, lo que permitió clasificar a los toros de la siguiente manera: toros aptos 70,0 %, cuestionables 21,67% y no aptos 8,33% (Tabla 7).

Tabla 7. Normalidad espermática individual de toros mestizos del trópico seco en condiciones de explotación extensiva

N° toros	% de toros	Total de anomalía espermática (%)	Clasificación de toros
22	36,67	<25	Aptos
20	33,33	>26 <39	Aptos
13	21,67	>40<59	Cuestionables
5	8,33	>59	No aptos

Los resultados para la viabilidad, que es el porcentaje de espermatozoides vivos, aquellos que no incorporaron eosina, mostraron que el 83,4% de los toros tuvieron una viabilidad mayor al 50% de espermatozoides. Sin embargo, debe interpretarse la morfología, porque el tener el 100% de espermatozoides vivos no es un indicativo de fertilidad. Por lo tanto, en el 16,6% de toros con viabilidad reducida con menos del 49% a nula con menos de 29%, este último dato al sumar el % de toros aceptables, regulares y malos (Tabla.8), puede ser mayor al relacionarlo por el factor morfológico, ya que 30% de los toros fueron cuestionables y no aptos, con un alto porcentaje de células con defectos (Tabla 7). Porque, que el toro tenga un alto porcentaje de células vivas

no es indicativo de que todas serán viables, esto por causa de algún defecto morfológico. En conclusión los resultados demuestran que el 75% de los toros con muy buena y buena motilidad progresiva, están sirviendo al 5%. Por otro lado, en la relación con la clasificación de toros aptos, cuestionables y no aptos, los sementales clasificados como no aptos están sirviendo a las vacas en la misma proporción que los toros aptos, es por ello que el toro juega un rol definitivo en el desempeño reproductivo y productivo de un rebaño, como lo señala Barth (2013). En procesos de servicio natural la relación toro-hembra está alrededor de 1/25 a 1/50, razón por la cual es fundamental realizar la evaluación andrológica.

Tabla 8. Viabilidad espermática de toros mestizos del trópico seco en condiciones de explotación extensiva

Rango del número de células vivas	Numero de toros	(%) de toros	Clasificación de toros
>70%	31	51,7%	Muy buena
50-69%	19	31,7%	Buena
40- 49%	5	8,3%	Aceptable
30-39 %	3	5,0%	Regular
<29%	2	3,3%	Malo

Bibliografía

- Agüero, E. G. G. (2012). Evaluación de las Características Seminales de Sementales Bovinos mediante el Analizador Seminal Computarizado (CASA).
- Aranguren, J. A. (2010). Selección y manejo de machos reproductores bovinos. (S. Ediciones Astro Data, Ed.). (<https://doi.org/10.13140/2.1.4218.3685>).
- Barth, A. D., Brito, L. F. C., y Kastelic, J. P. (2008). The effect of nutrition on sexual development of bulls. *Theriogenology*, 70(3), 485–494. (<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.05.031>).
- Barth, A.L. y Oko, R.J. (1989) Abnormal Morphology of Bovine Spermatozoa. Libro: Morfología anormal de los espermatozoides bovinos. 1989 285pp., Iowa State.University Press : Ames, Iowa. ISBN: 0813801125.
- Barth, A. D., y Waldner, C. L. (2002). Factors affecting breeding soundness classification of beef bulls examined at the Western College of Veterinary Medicine. *Canadian Veterinary Journal*, 43(4), 274–284.
- Bó G.A. y Barth A. (2018) Evaluación de la aptitud reproductiva de los toros para servicio. *Rev AnG* 2013; 261:32-37. Consultado y recuperado Agosto del 2018 (http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_toros/73-Evaluacion.pdf).
- De cuadro Hansen, D. (2015). Uso de la ultrasonografía testicular en la evaluación de la fertilidad potencial de los toros. *Maskana*, 9–19. Retrieved from (<https://www.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/647>).
- Fordyce, G., McGowan, M. R., Lisle, A., Muller, T., Allen, J., Duff, C. y Burns, B. M. (2014). Scrotal circumference of Australian beef bulls. *Theriogenology*, 81(6), 805–812. (<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.12.020>).
- Hopkins, F. M., y Spitzer, J. C. (1997). The new Society for Theriogenology breeding soundness evaluation system. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 13(2), 283–293. ([https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30341-8](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30341-8)).
- INEN- ESPAC. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2017 Contenidos Consultado y recuperado el 20 de julio del 2018 de, (<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>).
- Monina, M. I., Heritier, J. M., Croce, M. R. Della, Galetti, E. J. R., Ierace, A., Olivares, M., Pucheu, M. V. V. (2017). Evaluación ultrasonográfica de las gónadas del toro. *Ciencia Veterinaria*, 2(1), 91–102. Retrieved from (<https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/2019/1971>).

- Morillo, M., Salazar, S., y Castillo, E. (2012). Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino. Retrieved from (<https://es.calameo.com/books/004500310f999b934c680>).
- Palmer, C. W. (2005). Welfare aspects of theriogenology: Investigating alternatives to electroejaculation of bulls. *Theriogenology*, 64(3), 469–479. (<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.05.032>).
- Palmieri, R., Suárez, D., Espitia, A., González, M., y Prieto, E. (2004). Costeño With Horns and Romosinuano. *Revista MVZ Córdoba*, 9, 381–385.
- Páez, Edwin M. y Corredor, Emma S., E. S. (2014). Evaluación de la aptitud reproductiva del toro. *Revista Ciencia Y Agricultura*, ISSN 0122-8420, Vol. 11, No. 2, 2014, Págs. 49-59, 11(2), 49–59. Retrieved from (<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5178282>).
- Pérez, J., Liliana, O., Jaramillo, C., José, R., Arroyo, O., & Cardona, J. (2014). Crecimiento testicular y parámetros de calidad de semen en toros de raza Guzerat , desde la pubertad hasta los 36 meses de edad. *Rev.Med.Vet*, 27, 73–88.
- Ramírez, L. C., Rugeles, C. Domingos, G. J. y Vergara, G. O.. (2016). Relación Entre Biometría Testicular Y Circunferencia, *Revista Cientí ca, FCV-LUZ / Vol. XXVI, N° (1)*, 49-54,2016. Retrieved from. (<https://www.redalyc.org/pdf/959/95944832009.pdf>).
- Rutter, B. y Russo, A. (2006) Bases para la evaluación de la aptitud reproductiva del toro. Buenos Aires 2006. Prologo a la Segunda Edición. Disponible en: (<http://www.buiatriaecuador.org/wp-content/uploads/2016/12/BASES-PARA-LA-EVALUACION-DE-LA-APTITUD-REPRODUCTIVA-DEL-TORO.pdf>).
- Silva, M. R., Pedrosa, V. B., Silva, J., Herrera, L., Eler, J. P., y Albuquerque, L. G. (2012). Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina. *Arch Med Vet (Vol. 44)*. Retrieved from (<https://scielo.conicyt.cl/pdf/amv/v44n1/art02.pdf>).
- Torres, T. (2009). Crecimiento y desarrollo corporal y gonadal en futuros sementales Holstein - The bovine sires selection in Cuba . 1 . Body and gonad grow and development in Holstein future sire. *Revista electronica de Verterinaria (Vol. 10)*. Retrieved from (<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209/120904.pdf>).
- Troxel, T. (2006). Division of Agriculture R E S E A R C H & E X T E N S I O N Beef Bull Breeding Soundness Evaluation. Retrieved from (<https://www.uaex.edu/publications/PDF/CES413.pdf>).
- Vejarano, O., Sanabria, L., y Trujillo, G. (2005). Diagnostic of Bulls Reproduction Capability From. *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España Y Portuga*, 10, 648–662.
- Villar, L. S. (2010). Según los criterio de OMS, (1982). Consultado y recuperado Agosto del 2018 de (<http://pp.centramerica.com/pp/bancofotos/230-31110.pdf>).

Como citar este artículo

Zambrano, M. D., Macias, Y. A., Zambrano, J. J., Andrade, V. C. (2020). Evaluación de toros mestizos en el trópico seco en explotación extensiva como predictor de la relación toro/vaca. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*. 9(1). 82–94.