

## **Análisis de la calidad seminal de los toros criollos adaptados a las zonas climáticas de la provincia Manabí: perspectivas en la eficiencia reproductiva**

### **Analysis of the semen quality of creole bulls adapted to the climatic zones of the Manabí province: perspectives on reproductive efficiency**

### **Análise da qualidade do sêmen de touros crioulos adaptados às zonas climáticas da província Manabí: perspectivas de eficiência reprodutiva**

**María Verónica Taipe Taipe<sup>1\*</sup>, Carlos Alberto Molina Hidrovo<sup>2</sup>, Jorge Washington Tumbaco Vera<sup>3</sup>, José Francisco Díaz Izurieta<sup>4</sup>, Francisco Iván Caiza de la Cueva<sup>5</sup>, José Atilio Aranguren Méndez<sup>6</sup>**

<sup>1\*</sup>Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador -Mocache, <https://orcid.org/0000-0002-0507-715X>, [maria.taipe@iniap.gob.ec](mailto:maria.taipe@iniap.gob.ec)

<sup>2</sup>Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador-Mocache, <https://orcid.org/0000-0002-4980-2667>, [carlos.molina@iniap.gob.ec](mailto:carlos.molina@iniap.gob.ec)

<sup>3</sup>Estación Experimental Portoviejo, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador-Portoviejo, <https://orcid.org/0009-0008-8308-679X>, [jorge.tumbaco@iniap.gob.ec](mailto:jorge.tumbaco@iniap.gob.ec)

<sup>4</sup>Ambicorp S.A. Ecuador-Portoviejo, <https://orcid.org/0009-0006-5723-0319>, [fd\\_ambiental@hotmail.com](mailto:fd_ambiental@hotmail.com)

<sup>5</sup>Biogensa, Ecuador-Machachi, <https://orcid.org/0000-0002-9020-6971>, [fcaiza@biogensa.com.ec](mailto:fcaiza@biogensa.com.ec)

<sup>6</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Venezuela-Maracaibo, <https://orcid.org/0000-0002-8670-4679>, [atilio.aranguren@fcv.luz.edu.ve](mailto:atilio.aranguren@fcv.luz.edu.ve)

#### **Resumen**

La inseminación artificial (IA) permite optimizar la tasa de natalidad en un hato ganadero. La calidad seminal influye en la tasa de éxito de la IA. Los bovinos criollos poseen un conjunto de genes únicos para el ambiente específico donde subsisten, mostrando cualidades en producción, reproducción y/o su habilidad de adaptarse a las condiciones ambientales adversas, por ello nace el interés de analizar la calidad seminal del toro criollo. Se recorrió los hatos ganaderos de la provincia de Manabí, por un periodo de 12 meses, seleccionando fincas en cada cantón, considerando sistemas de ganadería extensiva, que tenían deficiente manejo zootécnico, nutricional y reproductivo, escasa o nula implementación de tecnología, se consideró toros entre 2 y 5 años libre de enfermedades reproductivas. Las muestras de semen se obtuvieron por el método de electro-eyaculación, se analizó los parámetros macroscópicos (volumen) y microscópicos (concentración, motilidad, morfología y vitalidad). Se observó un promedio de  $13,89 \pm 4,12$  mL en el volumen,  $1300 \times 10^6 \pm 192,06 \times 10^6$  espermios/mL de concentración,  $73,51 \pm 1,16$  % de motilidad masal,  $73,40 \pm 1,56$  % de motilidad individual,  $75 \pm 0,75$  % de motilidad rectilínea  $96,72 \pm 0,49$ % de vitalidad,  $1,89 \pm 0,27$ % anomalías de la cabeza,  $1,67 \pm 0,30$ % anomalías de la cola y  $1,06 \pm 0,13$ % anomalías del cuello. La calidad seminal de los toros criollos, se encuentran dentro de los rangos establecidos para la especie *Bos Taurus*, pudiendo ser utilizados como donantes de material seminal, lo que serviría para la preservación de la especie y futuros trabajos de mejoramiento de la producción con animales resilientes a las condiciones adversas del litoral ecuatoriano.

**Palabras clave:** toro criollo, calidad seminal, conservación, mejoramiento de la producción

#### **Summary**

Artificial insemination (AI) allows for optimizing the birth rate in a cattle herd. Semen quality influences the success rate of AI. Criollo cattle possess a set of genes unique to the specific environment in which they survive, demonstrating qualities in production, reproduction, and/or their ability to adapt to adverse environmental conditions. Therefore, the interest in analyzing the semen quality of the Criollo bull was born. Cattle herds in the province of Manabí were visited for a period of 12 months, selecting farms in each canton, considering extensive livestock systems that had poor zootechnical, nutritional, and reproductive management, and little or no implementation of technology. Bulls between 2 and 5 years old were considered free of reproductive diseases. Semen samples were obtained by the electro-ejaculation method, macroscopic (volume) and microscopic (concentration, motility, morphology and vitality) parameters were analyzed. An average of  $13.89 \pm 4.12$  mL in volume,  $1300 \times 10^6 \pm 192.06 \times 10^6$  sperm/mL concentration,  $73.51 \pm 1.16$  % mass motility,  $73.40 \pm 1.56$  % individual motility,  $75 \pm 0.75$  % rectilinear motility  $96.72 \pm 0.49$  % vitality,  $1.89 \pm 0.27$  % head abnormalities,  $1.67 \pm 0.30$  % tail abnormalities and  $1,06 \pm 0.13$  % neck abnormalities were observed. The seminal

quality of the Creole bulls falls within the ranges established for the Boss Taurus species, and they can be used as seminal material donors. This would serve to preserve the species and future efforts to improve production with animals resilient to the adverse conditions of the Ecuadorian coast.

**Keywords:** Criollo bull, seminal quality, conservation, production improvement

### Resumo

A inseminação artificial (IA) permite otimizar a taxa de natalidade num efetivo pecuário. A qualidade do sêmen influencia a taxa de sucesso da IA. O gado crioulo possui um conjunto de genes únicos ao meio específico onde subsiste, apresentando qualidades na produção, reprodução e/ou capacidade de adaptação a condições ambientais adversas, pelo que surge o interesse em analisar a qualidade do sêmen do touro crioulo. Os rebanhos pecuários da província de Manabí foram visitados por um período de 12 meses, selecionando fazendas de cada cantão, considerando sistemas de pecuária extensiva, que apresentavam mau manejo zootécnico, nutricional e reprodutivo, pouca ou nenhuma implementação de tecnologia, touros entre os 2 e os 5 anos foram considerados livres de doenças reprodutivas. As amostras de sêmen foram obtidas pelo método de eletroejaculação, sendo analisados parâmetros macroscópicos (volume) e microscópicos (concentração, motilidade, morfologia e vitalidade). Observou-se uma média de  $13,89 \pm 4,12$  mL no volume,  $1300 \times 106 \pm 192,06 \times 106$  concentração de espermatozoides/mL,  $73,51 \pm 1,16\%$  de motilidade de massa,  $73,40 \pm 1,56\%$  de motilidade individual,  $75 \pm 0,75\%$  de motilidade rectilínea  $96,72 \pm 0,49\%$  de vitalidade,  $1,89 \pm 0,27\%$  de anomalias na cabeça,  $1,67 \pm 0,30\%$  de anomalias na cauda e  $1,06 \pm 0,13\%$  de anomalias no pescoço. A qualidade seminal dos touros crioulos está dentro dos limites estabelecidos para a espécie Boss Taurus, podendo ser utilizados como doadores de material seminal, o que serviria para a preservação da espécie e trabalhos futuros para melhorar a produção com animais resistentes às condições adversas da costa equatoriana.

**Palavras-chave:** touro crioulo, qualidade seminal, conservação, melhoria da produção

### Introducción

La inseminación artificial (IA) es la tecnología que permite optimizar la tasa de natalidad en un hato ganadero. La calidad seminal influye en gran medida en la tasa de éxito de la IA (Febriana et al., 2022). Los toros presentan cambios significativos en la calidad del semen que dependen de factores genéticos (raza) y no genéticos (edad, peso, condición corporal, nutrición, manejo, estación, condiciones ambientales, entre otras) (Snoj et al., 2013; Konenda et al., 2020; Ramajayan et al., 2023; Tripathi et al., 2023).

Toros con diferentes genotipos también tienen diferente calidad de semen (Landaeta et al., 2020). Los factores genéticos se pueden observar en diferentes razas o especies de ganado. Muchos estudios se centran en dos especies diferentes los *Boss taurus* y los *Boss indicus*, y cada especie tiene características diferentes basadas en el entorno en donde viven (Konenda et al., 2020). Sin embargo, no se evidencian estudios en toros criollos, a pesar de ser una especie del *Boss taurus*. Los bovinos criollos en América Latina y el Caribe se encuentran distribuidos en diferentes regiones y países, sosteniendo sistemas de producción tanto para leche como para carne (Tewolde & Van Dijk, 1993), distribuidos desde zonas muy bajas como es el trópico húmedo hasta los ecosistemas Andinos, con cierto grado de adaptación al medio ambiente, donde han evolucionado, indicando que pueden poseer un conjunto de genes únicos para el ambiente específico donde subsisten (Mariante & Mezzadra, 1993). Mostrando cualidades ya sea en producción, reproducción y/o su habilidad de adaptarse a las condiciones ambientales adversas, sobre todo aquellos referentes a la fluctuación errática de alimentos y enfermedades. Una de las limitantes importantes del ganado criollo es su reducido tamaño de poblaciones, casi extintos, aunado a esto, está la posibilidad de consanguinidad (Ruiz, 1992).

Ante los avances de la biotecnología y genética molecular, los méritos antes descritos podrían conferir al ganado criollos la posibilidad de contribuir en forma estratégica para que los sistemas de producción animal, sean sustentables. Es por esto el interés de analizar la calidad seminal del toro criollo adaptado a las zonas climáticas de la provincia de Manabí, para su conservación y uso en los procesos del mejoramiento de la producción en condiciones adversas.

### Materiales y Métodos

#### Ubicación

El proyecto se ejecutó en la provincia de Manabí, que se encuentra en el centro norte de la región costera del Ecuador, entre las coordenadas geográficas: Punto Noroccidental:  $01^{\circ}03'33''$ S y  $80^{\circ}54'40''$ W. Punto Nororiental:  $01^{\circ}03'25''$ S y  $80^{\circ}51'28''$ W. Punto Suroccidental:  $01^{\circ}09'60''$ S y  $80^{\circ}51'59''$ W. Punto Suroriental:  $01^{\circ}07'41''$ S y  $80^{\circ}50'25''$ , Datum WGS84, Zona 17 S, Proyección Universal Transversal de Mercator (Cartaya, Zurita & Montalvo, 2016). Según Mora (2017), la provincia de Manabí, limita al Norte con la provincia Esmeraldas; al Sur con la provincia Santa Elena; al Este con las provincias Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayas; y al Oeste con el Océano Pacífico (Figura 1). La provincia se ha subdividido en tres zonas, seis microrregiones, 22 cantones y 55 parroquias (Gobernación de Manabí, 2021) con  $19516,6$  Km<sup>2</sup> de superficie (Comisión Especial de Límites Internos de la República [CELIR], 2019)

PROVINCIA DE MANABÍ



**Figura 1.** Límites  
**Fuente:** Taipe et al., 2022



**Figura 2.** Mapa político  
**Fuente:** Taipe et al., 2022

**Clima**

**Tabla 1.** Características climáticas en la provincia de Manabí aplicando el Índice de Humedad de Lang (iL)

Clima	iL	Cantón	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Desierto	0-20	Rocafuerte	269,92	1
Semidesierto	20-25	Desde Jaramijó hasta San Vicente	1251,89	7
Árido	25-40	Desde Puerto López hasta Jama	5336,36	28
Húmedo de sabanas	40-60	Desde Paján hasta Junín	6755,09	36
Húmedo de bosques claros	60-100	Desde Pichincha hasta Pedernales	4472,60	24
Húmedo de grandes selvas pluviales	100-160	El Carmen	729,88	4

**Fuente:** Taipe et al., 2022 como se citó en Cartaya, Zurita y Montalvo, 2016

**Características del toro criollo.-** Los toros se han seleccionado por las siguientes características fenotípicas: perfil frontonasal rectilíneo, eumétrico, generalmente de capa roja en sus distintos matices, aunque se encuentran también los negros, blancos, bayos y jaspeados, de pelo corto y liso, mucosas y pezuñas pigmentadas, los cuernos nacen delante de la línea de la nuca, orejas medianas en posición horizontal, pliegues de la papada continua o discontinua, con ausencia de giba y de pliegue umbilical (Cevallos et al., 2016).

**Análisis estadístico.** -Para este estudio se realizó estadística descriptiva (medidas de tendencia central y medidas de desviación).

**Variables**

**Volumen.-** Se determinó por observación directa en los tubos colectores graduados (Pirec® de 15 mL) utilizados para la colección, el valor expresado en mL. **Concentración espermática.-** en una microcubeta se agregó 7 µL de semen puro y se colocó en el espectrofotómetro (Spermacue-Minitub) calibrado para la especie bovina. **Motilidad masal.-** la valoración subjetiva se realizó mediante la observación en un microscopio óptico (Olympus, CX-21) con aumento de 10X de una gota de semen sin diluir (5 µL) sobre un porta-objetos atemperado a 37 °C, el porcentaje de espermatozoides con movimiento se valoró en una escala de 0 a 100 % (Muiño et al., 2005). **Motilidad individual y motilidad rectilínea.-** Se diluyó el semen a una relación 1:10 con citrato de sodio al 2,9% y se agregó una gota de 5 µL de dilución sobre un portaobjetos debidamente atemperado (37 °C), para su valoración subjetiva mediante la observación, a través de un microscopio óptico (Olympus, CX-21) con aumento de 100X utilizando el criterio de Muiño et al. (2005). **Vitalidad y morfología espermática.-** Valoradas subjetivamente en porcentaje a través de un microscopio de contraste de fase (Olympus) con aumento de 1000X de una gota de semen diluida (5 µL) y teñida con eosina- nigrosina.

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

El enfoque epistemológico en este estudio fue: Empirista Inductivo, pues se basó en un estilo de pensamiento sensorial con orientación concreta y objetiva de la fenomenología en un tiempo y espacio determinado (Padrón, 1998); Descriptiva, porque se limitó a describir lo que se presentaba en el campo, como si se hubiera tomado una fotografía de algo que sucedió; No experimental o Ex Post Facto, porque no se manipuló las variables, se basó en la observación de los fenómenos en su ambiente natural sin control sobre las variables independientes porque ya ocurrieron los hechos (Kerlinger, 1983); Transeccional, porque se recopiló y analizó los parámetros en estudio en un solo momento, en un tiempo único (Popper, 2008).

Para ello se recorrió los hatos ganaderos de la provincia de Manabí en la búsqueda de toros criollos, por un periodo de 12 meses comprendido entre junio 2022 a mayo 2023. Para minimizar el efecto de las variables ambientales y de manejo sobre las mediciones, se seleccionaron toros de diferentes fincas en cada cantón, considerando sistemas de ganadería extensiva, que tenían deficiente manejo zootécnico especialmente en el manejo nutricional y reproductivo, escasa o nula implementación de tecnología, vinculado a la ausencia de planes estratégicos para mejorar la eficiencia de las unidades de producción.

Se procedió a su caracterización fenotípica y morfométrica, lo cual permitió calificar a los toros como criollo. Una vez identificado los animales se pre - seleccionaron considerando la edad (entre 2 y 5 años) y el estado de salud (perfil reproductivo) como criterios de selección. Para el análisis del perfil reproductivo, se extrajo sangre de los toros a nivel de la 5ta vertebra coccígea en la línea media, a una profundidad de 8 milímetros en ángulo recto, en tubos vacutainer sin anticoagulante (tapa roja) y se refrigeró en una nevera a 4°C (Andriolo et al., 2010), las muestras se enviaron al laboratorio Vetelab con certificado de acreditación N.- SAE LEN 14-006.

Para la extracción y evaluación del semen, se seleccionaron los toros cuyos resultados serológicos de: Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), Diarrea Viral Bovina (BVD), Leptospira y Brucella, dieron negativo. Las muestras de semen se obtuvieron por el método de electro-eyaculación, preparando a los toros de acuerdo a los protocolos establecidos, el eyaculado se recogió en un tubo graduado de 15 mL cubierto con papel aluminio para protegerlo, de la luz solar directa, cambios de temperatura y contaminación. Se identificó la muestra, se refrigeró a 4°C para el traslado al laboratorio donde se evaluó los parámetros macroscópicos (volumen, aspecto, color y olor) y microscópicos (concentración, motilidad, morfología y vitalidad).

Se registró la información en hojas individuales, luego se organizó en una de Excel y se subió al software estadístico Infostat, versión estudiantil, donde se analizó las medidas de tendencia central y de desviación. Para asegurar la validez y confiabilidad de la información obtenida, se tomaron diversas medidas para minimizar los posibles sesgos durante todo el proceso. Se utilizó un protocolo estandarizado, equipos de alta precisión, además, se contó con el personal especializado de la empresa Produ-biogensa. Se aseguraron condiciones óptimas de calma, para evitar el estrés en los animales, lo que minimizó la variabilidad, garantizando que las evaluaciones fueran objetivas y reproducibles.

### Resultados y Discusiones

#### Volumen (mL)

El volumen del eyaculado es el resultado de las secreciones de varias glándulas. Los testículos y el epidídimo contribuyen con el 5%, las vesículas seminales del 46 al 80%, la próstata del 13 al 33% y las glándulas bulbo-uretrales y uretrales del 2 al 5% (Taipe, 2015, como se citó en Baker, 2007).

Del análisis subjetivo de la calidad seminal de los toros adaptados a las zonas climáticas de la provincia de Manabí de observa (Tabla 2) un volumen promedio de  $13,89 \pm 4,12$  mL, con un mínimo de 7,33 mL y un máximo de 18,33 mL.

Algunos estudios en toros Boss Taurus reportan variabilidad en cuanto al volumen, así por ejemplo en Romosinuano:  $3,5 \pm 1,1$  mL, Boss taurus (promedio de las razas Suizo Americano, Suizo Europeo, Holstein, Limosin, Charolais y Simbrah): 3,78 mL (Ruiz et al., 2010), Criollo Costeño con Cuerno:  $3,9 \pm 1,4$  mL (Palmieri et al., 2004), Pardo Suizo:  $4,21 \pm 1,80$  mL, Holstein:  $4,25 \pm 2,13$  mL (Valle et al., 2005), Limonero:  $4,43 \pm 0,25$  mL (Crespo & Quintero, 2014), Negra Andaluza: 7 mL (Vallecillo et al., 2011), criollo Encerado:  $14 \pm 2,7$  mL (Aguirre et al., 2012), Holstein Friesian: 17,09 mL (Taipe & Caiza, 2022), los dos últimos es la sumatoria de tres extracciones.

El rango normal para los bovinos varía entre 3 y 15 mL (Madrid, 2010), por lo que todos los valores que están dentro de este rango, son normales. Volúmenes reducidos pueden ser resultado de trastornos de la eyaculación, enfermedades de las glándulas sexuales o factores de estrés (Vallecillo, 2011), volúmenes mayores se asocian con varicocele o periodos largos de abstinencia (Taipe 2015, como se citó en Comhaire & Vermeulen, 1995).

Es importante tener en cuenta que el volumen del eyaculado varía en el mismo individuo y entre individuos, debido a múltiples factores como la edad, época del año, estrés calórico (Rao & Rao, 1975; Gauthier, 1984; Cardozo, 2000; Prieto et al., 2007), método de extracción (Ruiz et al., 2007), frecuencia de colección, alimentación, tiempo de excitación sexual previo a la eyaculación (Kommisrud & Andersen, 1996), entre otros.

### **Concentración espermática ( $\times 10^6$ espermios/mL)**

Es el número de espermatozoides existentes por unidad de volumen, en el toro varía de 6 a 8 mil millones por eyaculado (Taípe, 2015, como se citó en Busch & Waberski, 2010). De este parámetro depende el número de hembras que se pueden inseminar (Hidalgo et al., 2005).

En la tabla 2 se observa como promedio  $1300 \times 10^6 \pm 192,06 \times 10^6$  espermios/mL con un mínimo de  $1066,67 \times 10^6$  espermios/mL y un máximo de  $1566,67 \times 10^6$  espermios/mL es decir que se encuentra dentro de los rangos normales de concentración espermática.

Estudios en diferentes razas de la especie *Bos Taurus* presentan promedios inferiores y superiores a los encontrados en este estudio, como se presenta a continuación: *Bos Taurus* (promedio de las razas Suizo Americano, Suizo Europeo, Holstein, Limosin, Charolais y Simbrah):  $498,48 \times 10^6$  espermios/mL (Ruiz et al., 2010), criollo Encerrado:  $745 \times 10^6 \pm 180 \times 10^6$  espermios/mL (Aguirre et al., 2012), criollo Limonero:  $839,50 \times 10^6 \pm 35,32 \times 10^6$  espermios/mL (Crespo & Quintero, 2014), Negra Andaluza:  $945 \times 10^6$  espermios/mL (Vallecillo et al., 2011), criollo Costeño con Cuerno:  $1009 \times 10^6 \pm 0,6 \times 10^6$  espermios/mL (Palmieri et al., 2004), Romosinuano:  $1013 \times 10^6 \pm 0,5 \times 10^6$  espermios/mL (Palmieri et al., 2004), Criollo Limonero:  $1087,6 \times 10^6 \pm 38,3 \times 10^6$  espermios/mL (Madrid et al., 1999), Brown Swiss:  $1147,61 \times 10^6$  espermios/mL y Holstein:  $1424,44 \times 10^6$  espermios/mL (Taípe & Caiza, 2022).

Todos estos valores se encuentran dentro del rango normal para la especie bovina, que es de  $800$  a  $2000 \times 10^6$  espermios/mL (Garner & Hafez, 2000). Gómez & Migliorisi (2007) mencionan que la concentración mínima aceptable es de  $500 \times 10^6$  células espermáticas/mL.

Recuentos muy elevados (polizospermia) se asocia con anomalías cromosómicas, bajo contenido de ATP, función acrosomal alterada. Lo que puede causar esterilidad, ya que dificulta el movimiento progresivo de los mismos (Chan et al., 1986; Calamera et al., 1987; Topfer et al., 1987).

Recuentos muy bajos (oligozospermia) se asocia con alteraciones cromosómicas, varicocele, orquitis, problemas endocrinos, medicamentos y productos químicos, o por alteraciones en la espermatogénesis u obstrucción de la vía seminal (Taípe, 2015, como se citó en López et al., 2012).

La ausencia de espermatozoides (azoospermia), puede ser de origen obstructivo que impide la liberación de los espermatozoides o no obstructivo causado por falla testicular severa que impide la producción de espermatozoides (Dohle et al., 2002).

### **Motilidad masal (%)**

La motilidad masal se refiere al movimiento en masa de los espermatozoides o la denominada formación de "olas". Está directamente relacionada con la concentración espermática, así, a mayor cantidad de espermatozoides, se formará una mayor cantidad de olas; se expresa en una escala de calificación subjetiva de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 excelente (Angelino, 2009), aunque también se lo presenta en porcentaje considerando como muy bueno valores superiores al 80%, bueno del 60 al 79%, regular del 40 al 59% y malo menor al 39%. El semen es utilizado para inseminación artificial cuando la motilidad masal es muy buena (4) o excelente (5).

Del análisis subjetivo de la calidad seminal de los toros adaptados a las zonas climáticas de la provincia de Manabí se observa (Tabla 2) un promedio de  $73,51 \pm 1,16$  % de motilidad masal con un mínimo de 72,23 % y un máximo de 75,24% por lo que se lo considera como bueno.

Varios autores han reportado los siguientes valores para las diferentes razas, Cachena: 2,63; Alistano Sanabresa: 2,8; Vianesa: 2,87; Caldelana: 2,88; Sayagueza 2,9 (Sánchez et al., 1993), Pardo Suizo:  $2,96 \pm 1,60$ ; Holstein:  $2,97 \pm 1,32$  (Valle et al., 2005); Negra Andaluza: 3,16 (Vallecillo et al., 2011); Criollo Limonero:  $3,2 \pm 0,08$  (Crespo & Quintero, 2014), Criollo Encerrado:  $3,4 \pm 0,8$  (Aguirre et al., 2012) considerándolo de regular a bueno.

La motilidad masal puede verse afectado por algunos factores, por mencionar el varicocele, desordenes endocrinos, infecciones genitales, anticuerpos, bacteriospermia, defectos de la cola, anomalías en las secreciones de la próstata o vesícula seminal y el estrés (Taípe, 2015, como se citó en Toro, 2009)

### **Motilidad individual (%)**

Mide el porcentaje de espermatozoides que presentan un movimiento rectilíneo y continuo, descartando los que presentan movimiento circular, se expresa en porcentaje, el valor mínimo aceptado para una muestra es del 50% (Páez & Corredor, 2014). Chenoweth et al. (1993) señalan que toros con una motilidad individual inferior a 30% no deben ser seleccionados como reproductores en los centros de IA.

En la tabla 1 se observa el promedio de la motilidad individual en los toros criollos encontrados en Manabí es de  $73,40 \pm 1,56$  % con un mínimo de 72,29% y un máximo de 76,36 %. Investigaciones en otras razas, reportan la siguiente motilidad individual: Negra Andaluza: 60,8% (Vallecillo et al., 2011), Criollo Costeño con Cuerno:  $67 \pm 7,1$ %, Romosinuano:  $68 \pm 8,0$ % (Palmieri et al., 2004), Criollo Limonero:  $70,50 \pm 0,81$ % (Crespo & Quintero, 2014), *Bos Taurus* (promedio de las razas Suizo Americano, Suizo Europeo Holstein, Limosin, Charolais y Simbrah): 73 % (Ruiz et al., 2010), Criollo Encerrado:  $82,7 \pm 7,1$ % (Aguirre et al., 2012), encontrándose sobre el valor mínimo aceptado.

### Motilidad rectilínea (%)

Es la capacidad de los espermatozoides para moverse rápido y en línea recta. Christensen et al. (2004) indican que existe una correlación positiva entre el movimiento rectilíneo progresivo de los espermatozoides y la fertilidad.

En los toros criollos adaptados a las zonas climáticas de la provincia de Manabí (Tabla2), se observa como promedio de motilidad rectilínea  $75 \pm 0,75$  %, como valor mínimo 74,09 y como valor máximo 76,27 %, valores aceptados como normales.

### Vitalidad (%)

La vitalidad o viabilidad espermática se utiliza para referirse a los espermatozoides con membrana plasmática intacta, necesaria para mantener las actividades metabólicas intracelulares e interactuar con la zona pelúcida y plasmalema de un ovocito para una fertilización exitosa (Taípe, 2015, como se citó en Toro, 2009).

La vitalidad de los toros criollos adaptados a las condiciones climáticas de la provincia de Manabí, superaron el mínimo aceptado con un promedio de  $96,72 \pm 0,49\%$ , como valor mínimo 96,33% y como valor máximo 97,67% (Tabla 2).

Estudios realizados en otras razas pertenecientes a los Boss Taurus reportan los siguientes promedios de vitalidad: Pardo Suizo:  $72,30 \pm 22,03\%$ , Holstein:  $72,68 \pm 26,31\%$  (Valle et al., 2005), Criollo Limonero:  $72,77 \pm 1,46\%$  (Crespo & Quintero, 2014).

Chenoweth et al. (1993) señalan que un semen fresco de bovinos para que sea de buena calidad debe tener al menos un 60% de vitalidad. La vitalidad es importante al momento de evaluar un semen que se desea congelar, debido a que está descrito que existe una rápida y marcada disminución del número de espermatozoides vivos inmediatamente después de la eyaculación (Rodríguez, 2000), por lo que si se parte de un valor muy bajo el semen criopreservado será de muy baja calidad.

### Morfología espermática (%)

Según Alexander (2008), las anomalías espermáticas pueden afectar el potencial reproductivo del toro. Las anomalías pueden presentarse en la cabeza, en la pieza intermedia (cuello) y en la cola. Purwantara et al. (2010) clasifican las anomalías en tres grupos: primarias (aquellas que afectan la cabeza y el acrosoma del espermatozoide), secundarias (las que afectan la pieza intermedia o cuello) y terciarias (las que causan daño de la cola). Hidalgo et al. (2005) clasifica acorde al órgano donde pudo haberse generado la anomalía en dos grupos: anomalías primarias y secundarias. Se acepta un máximo de 30% de espermatozoides anormales (Páez & Corredor, 2014), sin embargo, Olivares & Urdaneta (1985) mencionan que las anomalías no deben ser mayores al 14%.

En la tabla 2 se observa como promedio  $1,89 \pm 0,27\%$  de anomalías de la cabeza,  $1,67 \pm 0,30\%$  de anomalías de la cola y  $1,06 \pm 0,13\%$  de anomalías del cuello. Varios estudios en valoración de calidad espermática en toros Boss Turus reportan anomalías: menor a 10% en el criollo limonero (Madrid et al., 1999), 12 % considerando como promedio de las razas Suizo Americano, Suizo Europeo, Holstein, Limosin, Charolais y Simbrah (Ruiz et al., 2010),  $12,4 \pm 2\%$  en el criollo Encerado (Aguirre et al., 2012),  $14,07 \pm 0,77\%$  en el criollo Limonero (Crespo & Quintero, 2014),  $18 \pm 7,7\%$  en el criollo Costeño con Cuerno,  $20 \pm 8,5\%$  en el Romosinuano (Palmieri et al., 2004).

Chenoweth et al. (1993) señalan que un semen fresco de bovinos para que sea de buena calidad debe de tener menos del 30% de anomalías espermáticas, se puede aceptar hasta un 20% de anomalías de la cabeza y hasta un 25% de anomalías de flagelo (Chenoweth et al., 1993). Existen evidencias de la relación positiva entre el porcentaje de espermatozoides normales presentes en un eyaculado y la fertilidad de los toros (Barth, 1992; Madrid et al., 1999; Palacios, 2005; Saacke, 2008).

**Tabla 2.** Medias de desviación y tendencia central análisis subjetivo de la calidad seminal de los toros criollos adaptados a las zonas climáticas de la provincia Manabí

VARIABLE	MEDIA	D.E.	VAR	E.E.	CV	MIN	MAX
Volumen (ml)	13,89	4,12	14,14	1,68	29,33	7,33	18,33
Concentración ( $\times 10^6$ /ml)	1300,00	192,06	30740,59	78,41	14,77	1066,67	1566,67
Motilidad masal (%)	73,51	1,16	1,12	0,47	1,58	72,23	75,24
Motilidad individual (%)	73,40	1,56	2,02	0,64	2,12	72,29	76,36
Motilidad rectilínea (%)	75,00	0,75	0,47	0,31	1,00	74,09	76,27
Vitalidad (%)	96,72	0,49	0,20	0,20	0,51	96,33	97,67
Anomalías de cabeza (%)	1,89	0,27	0,06	0,11	14,26	1,67	2,33
Anomalías de cola (%)	1,67	0,30	0,07	0,12	17,98	1,33	2,00
Anomalías de cuello (%)	1,06	0,13	0,02	0,06	12,77	1,00	1,33

D.E. (Desviación Estándar), VAR (Variación), E.E. (Error experimental), CV (Coeficiente de Variación), MIN (Mínimo), MAX (Máximo)

Las variaciones observadas en los valores reportados en los diferentes estudios en la calidad seminal, pueden deberse a la subjetividad con la cual se realizan las evaluaciones de estos parámetros, pudiendo variar el criterio de evaluación entre un evaluador y otro (Chenoweth et al., 1993). Es importante destacar que los valores obtenidos están dentro de los parámetros aceptados de calidad de semen fresco para la especie Boss Taurus.

La valoración de calidad seminal es indispensable en la selección de toros de alto valor genético, utilizados como donantes de material seminal destinado a la criopresevación y posterior utilización en IA (Taípe & Caiza, 2022). La capacidad de producción de espermatozoides se encuentra afectado por la raza. En general razas grandes producen mayor cantidad de semen por eyaculado y mayor cantidad de células espermáticas (Quiles & Hevia, 2002). Pero al parecer ninguna raza es mejor que otra, pues hay razas que tienen mejor motilidad, otras tienen mayor concentración espermática, generalmente los cruces tienen mayor motilidad y volumen, y menor número de células anormales (Martínez, 1998).

### Conclusión

La calidad seminal de los toros criollos adaptados a las zonas climáticas de la provincia Manabí, se encuentran dentro de los rangos establecidos para la especie *Bos Taurus*, por lo que estos toros pueden ser utilizados como donantes de material seminal, esto serviría para la preservación de la especie y futuros trabajos de mejoramiento de la producción con animales resilientes a las condiciones adversas del litoral ecuatoriano.

### Referencias

1. Aguirre, L., Uchuari, M., & Briceño, P. (2012). Evaluación fenotípica y seminal con fines de conservación del bovino “Encerado” presente en la región alto andina del Ecuador. *AICA*, 2, 185-189. [http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo\\_110\\_lin\\_photo/articulos/2012/Trabajo062\\_AICA2012.pdf](http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo062_AICA2012.pdf)
2. Alexander, J. H. (2008). Bull breeding soundness evaluation: A practitioner’s perspective. *Theriogenology*, 70(3), 469-472.
3. Andriolo, A., Rodrigues, A., Franco, C., Barbosa, I., Mendes, M., Melo, M., Sumita, N., Romano, P., & Trindade, P. (2010). *Recomendaciones de la sociedad brasileña de patología clínica/medicina laboratorio para la extracción de sangre venosa* (2ª ed., pp. 16-31). Manole Ltda.
4. Angelino Olivera, J. N. (2009). *Manual de evaluación de semen en bovinos*. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
5. Barth, A. D. (1992). Relationship between sperm abnormalities and fertility. In *Proceedings of the 14th Technical Conference on Artificial Insemination and Reproduction* (pp. 47-63). Milwaukee, USA.
6. Cardozo, C. J. (2000). *Evaluación reproductiva y de fertilidad de toros, y su utilización para aumentar la eficiencia reproductiva en sistemas del trópico bajo* (257 p.). Regional I C.I. Tibaitatá.
7. Cartaya, L., Zurita, A., & Montalvo, C. (2016). Métodos de ajuste y homogenización de datos climáticos para determinar índice de humedad de Lang en la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista LA TÉCNICA*, 16, 94-106. [https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/16\\_pag\\_94\\_106](https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/16_pag_94_106)
8. Cevallos, O., Barba, C., Delgado, J. V., González, A., Perea, J., Angón, E., & García, A. (2016). Caracterización zoométrica y morfológica del ganado criollo de Manabí (Ecuador). *Revista Científica, FCV-LUZ*, 26(5), 313-323.
9. Chenoweth, P. J., Hopking, F. M., Spiter, J. C., & Larsen, R. E. (1993). Guidelines for using the bull breeding soundness evaluation form. *Theriogenology Handbook B-10*, 1-5. SFT.
10. Christensen, P., Stenvang, J., & Godfrey, W. L. (2004). A flow cytometric method for rapid determination of sperm concentration and viability in mammalian and avian semen. *Journal of Andrology*, 25(2), 255-264.
11. Crespo, E., & Quintero Moreno, A. (2014). Calidad seminal de toros criollo limonero. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 24(6), 518-525. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95932690011.pdf>
12. Febriana, A., Kurnianto, E., Bakar, A., Sabir, S., Pramono, Y. B., & Sutopo, S. (2022). Novel g.2055A>C and g.2064T>A polymorphisms of KISS1 gene and its association with reproductive traits in local Indonesian goats. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 32(4), 766-774. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1136214>
13. Garner, D. L., & Hafez, E. S. (2000). Espermatozoides y plasma seminal. En E. S. Hafez (Ed.), *Reproducción e inseminación artificial en animales* (7ª ed., pp. 3-12). McGraw-Hill Interamericana.
14. Gauthier, D. (1984). Variations saisonnières de la production spermatique et du comportement sexuel des taurillons créoles en Guadeloupe. En *Reproduction des ruminants en zone tropicale: Réunion Internationale* (pp. 501-508). Point-à-Pitre, Guadeloupe.
15. Gómez, M. V., & Migliorisi, A. L. (2007). *Protocolo para la evaluación de semen en rumiantes*. Cátedra Reproducción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP.
16. Hidalgo Ordoñez, C. O., Tamargo Miguel, C., & Diez Monforte, C. (2005). Análisis del semen bovino. *Tecnología Agropecuaria*, 2, 39-43.
17. Kerlinger, F. (1983). *Investigación del comportamiento: Técnicas y metodología* (2ª ed.). Editorial Interamericana.
18. Kommisrud, E., & Andersen, K. (1996). The influence of duration of sexual preparation on bovine semen characteristics and fertility rates. *Reproduction in Domestic Animals*, 31, 369-371.
19. Konenda, M. T. K., Ondho, Y. S., Samsudewa, D., Herwijanti, E., Amaliya, A., & Setiawan, I. A. (2020). Seasonal variation and age-related changes in semen quality of Limousin bull in Indonesian Artificial Insemination Center. *International Journal of Veterinary Science*, 9(4), 553-557. <https://doi.org/10.37422/ijvs/20.061>

20. Landaeta-Hernández, A. J., Gil-Araujo, M. A., Ungerfeld, R., Owen Rae, D., Urdaneta-Moyer, A., Parra-Núñez, A., Kaske, M., Bollwein, H., & Chenoweth, P. J. (2020). Effect of season and genotype on values for bull semen variables under tropical conditions. *Animal Reproduction Science*, 221, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106592>
21. Madrid-Bury, N. (2010). Manejo y determinación de la aptitud reproductiva del toro. En N. Madrid-Bury (Ed.), *Selección y manejo de machos bovinos* (pp. 147-160). Ediciones Astro Data S.A. Fundación GIRARZ.
22. Madrid-Bury, N., Hernández, A., Yáñez-Cuella, F., Aranguren-Méndez, J., & González-Stagnaro, C. (1999). Efecto de la época sobre las características seminales de los toros Criollo Limonero. *ITEA*, 20(2), 600-602.
23. Mariante, A., & Mezzadra, C. (1993). Monitoring animal genetic resources with emphasis on Latin America. En *Simpósio sobre los recursos genéticos animales en América Latina*. ALPA/FAO/CATIE.
24. Mora, H. (2017). *Blog sobre provincia de Manabí*. <http://sbolivar1chector.blogspot.com/2017/01/blog-sobre-provincia-de-manabi-mapa-de.html>
25. Morillo, M., Salazar, S., & Castillo, E. (2012). *Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino* (60 p.). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
26. Muiño, R., Fernández, M., Areán, H., Viana, J., López, M., Dernández, A., & Peña, A. (2005). Nuevas tecnologías aplicadas al procesado y evaluación del semen bovino en centros de inseminación artificial. *Vol*, 101(3), 175-191.
27. Olivares, R., & Urdaneta, R. (1985). Colección, evaluación y procesamiento del semen de toros. *Fonaiap Divulga*, 17, 4-9.
28. Padrón, J. (1998). *La estructura de los procesos de investigación*. Caracas, Venezuela. <http://www.monografias.com/trabajos/estruprocinv/estruprocinv.shtml>
29. Páez-Barón, E. M., & Corredor-Camargo, E. S. (2014). Evaluación de la aptitud reproductiva del toro. *Ciencia y Agricultura*, 11(2), 49-59. ISSN 0122-8420.
30. Palacios, C. (2005). Técnicas para la evaluación de la capacidad fecundante de espermatozoides. En *Memorias Posgrado de Reproducción Bovina: Biotecnología Reproductiva* (pp. 235-242). C.G.R®. Colombia.
31. Palmieri, R., Suárez, D., Espitia, A., González, M., & Prieto, E. (2004). Variables seminales en toros Criollos Colombianos Costeño con Cuernos y Romosinuano. *MVZ-Córdoba*, 9(1), 381-385. <https://www.redalyc.org/pdf/693/69390104.pdf>
32. Gobernación de Manabí. (2021). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Manabí 2030*. [https://www.manabi.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/I\\_PDOT\\_Manabi\\_2030\\_compressed.pdf](https://www.manabi.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/I_PDOT_Manabi_2030_compressed.pdf)
33. Popper, K. (2008). *La lógica de la investigación científica*. TECNOS.
34. Prieto, M. E., Espitia, P. A., & Cardozo, N. J. (2007). Effect of winter and summer on the reproductive behavior of the crossbred bulls. *Revista MVZ*, 12(1), 921-928.
35. Purwantara, B., Arifiantini, R. I., & Riyadhi, M. (2010). Sperm morphological assessments of Friesian Holstein bull semen collected from three artificial insemination centers in Indonesia. *Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 35(2).
36. Ramajayan, P., Sivaselvam, S. N., Karthickeyan, S. M. K., Venkataramanan, R., & Gopinathan, A. (2023). Non-genetic effects and repeatability estimates of semen production traits in Murrah buffalo bulls. *Tropical Animal Health and Production*, 55(2), 73. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03493-8>
37. Rao, M., & Rao, R. (1975). Studies on semen characteristics of Tharparkar and Jersey bulls. *Indian Veterinary Journal*, 52, 889-900.
38. Rodríguez-Martínez, H. (2000). Evaluación del semen congelado: Métodos tradicionales y de actualidad. *International Veterinary Information Service*. Ithaca, New York, USA. [http://www.ivos.org/advances/Repro\\_Chenoweth/Rodriguez\\_Martinez\\_es/chapter.asp?LA=2](http://www.ivos.org/advances/Repro_Chenoweth/Rodriguez_Martinez_es/chapter.asp?LA=2)
39. Ruiz Flores, A. (1992). *Determinación de niveles críticos y efectos de consanguinidad sobre características productivas, reproductivas y de crecimiento en ganado criollo lechero centroamericano y romosinuano de trópicos húmedos* (Tesis de maestría, CATIE). CATIE, Turrialba, Costa Rica.
40. Ruiz, S. B., Herrera, H. J. G., Ruiz, H. H., Lemus, F. C., Hernández, G. A., Gómez, C. H., Barcena, J. R., & Rojas, M. R. I. (2007). Capacidad reproductiva de sementales activos en un sistema de monta abierta de los GGAVATT en el municipio de Villaflores, Chiapas. En *II Congreso Internacional de Producción Animal: I Simposio Internacional de Producción de Rumiantes* (PR 50, pp. 1-6). Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
41. Ruíz Sesma, B., Ruíz Hernández, H., Mendoza Nazar, P., Oliva Llaven, M. A., Gutiérrez Miceli, F. A., Rojas Martínez, R. I., Herrera Haro, J. G., Ruíz Sesma, D. L., Aguilar Tipacamu, G., León Velasco, H., Bautista Trujillo, G. U., Ruíz Moreno, A., Ibarra Martínez, C. E., & Villalobos Enciso, A. (2010). Caracterización reproductiva de toros Bos taurus y Bos indicus y sus cruizas en un sistema de monta natural y sin reposo sexual en el trópico Mexicano. *Revista Científica UDO Agrícola*, 10(1), 94-102.
42. Saacke, R. G. (2008). Sperm morphology: Its relevance to compensable and uncompensable traits in semen. *Theriogenology*, 70(3), 473-478.
43. Sánchez García, L., Fernández Rodríguez, M., & Vallejo Vicente, M. (1993). Formación de un banco de germoplasma (semen y embriones congelados) en el programa de preservación de las razas bovinas morenas gallegas. *Archivos de Zootecnia*, 41(154), extra.

44. Snoj, T., Kobal, S., & Majdic, G. (2013). Effects of season, age, and breed on semen characteristics in different *Bos taurus* breeds in a 31-year retrospective study. *Theriogenology*, 79(5), 847–852. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.12.014>
45. Taipe Taipe, M. V., Duicela Guambi, L. A., Solórzano Solórzano, J. A., Molina Hidrovo, C. A., López Tito, Z., Caiza de la Cueva, F. I., & Aranguren Méndez, J. A. (2022). Realidades de la ganadería bovina en la provincia de Manabí. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 311-338. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i4.2588](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2588)
46. Taipe Taipe, M. V., & Caiza de la Cueva, F. I. (2022). *Minerals and fertilizing capacity: Minerals in seminal plasma as the key to successful sperm fertilization capacity*. Our Knowledge Publishing. ISBN-10: 6204463349.
47. Taipe Taipe, M. V. (2015). *Análisis y efectos de la suplementación con mezcla mineral sobre la calidad seminal pre y pos criopreservación en toros *Bos taurus** (Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Equinoccial, Sede Santo Domingo). Universidad Tecnológica Equinoccial.
48. Tewolde, A., & Van Dijk, J. (1993). Conservation and management of animal genetic resources and beef and dairy production in Latin America. En *International Conference on Tropical Livestock* (pp. 78-89). University of Florida, Gainesville, Florida.
49. Tripathi, U. K., Kumaresan, A., Saraf, K. K., Golher, D. M., Chhillar, S., Nayak, S., Lathika, S., Nag, P., & Mohanty, T. K. (2023). Seasonal and climatic factors have a significant influence on fertility associated sperm phenomic attributes in crossbred breeding bulls (*Bos taurus* × *Bos indicus*). *International Journal of Biometeorology*, 67(2), 311–320. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02407-x>
50. Valle, A., Fuentes, A., & Puerta, M. (2005). Influencia de factores climáticos sobre las características seminales de toros Holstein y Pardo Suizo nacidos en el trópico. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 22, 52-61.
51. Vallecillo, A., Miro, M., & Camacho, E. (2010). Caracterización seminal: una herramienta útil en la conservación de la raza Negra Andaluza. En *Memorias del XI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos* (pp. 440-442). João Pessoa, Brasil.