

Article: Original

Evaluation of semen production and quality in Landrace and Hampshire boars under regime of two weekly collections**Evaluación de la producción y calidad del semen en verracos Landrace y Hampshire bajo régimen de dos colectas semanales**

Carlos Enrique Aroca Izurieta^{1*} , Jorge Raúl Tène Chillin² , Jenny Veronica Gutama Criollo³ ,
Liseth Azucena Chalco Jada⁴ .

¹ Instituto Superior Tecnológico la Troncal, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico la Troncal, Ecuador

³ Instituto Superior Tecnológico la Troncal, Ecuador

⁴ Instituto Superior Tecnológico la Troncal, Ecuador

***Corresponding author: Carlos Enrique Aroca Izurieta** 

Submitted: 02-05-2026 **Revised:** 15-05-2026 **Accepted:** 30-05-2026 **Published:** 11-06-2026

Cite as:

Aroca Izurieta, C. E., Tène Chillin, J. R., Gutama Criollo, J. V., & Chalco Jadan, L. A. (2026). Evaluación de la producción y calidad del semen en cerdos Landrace y Hampshire bajo un régimen de dos colectas semanales. *Sapiens Discoveries International Journal*, 4(2), 1-16. <https://doi.org/10.71068/SDIJ0001>

ABSTRACT

The assessment of boar semen quality is an essential component of swine artificial insemination programs. This study aimed to compare semen production and quality in Landrace and Hampshire boars subjected to two collections per week for eight weeks. Four adult boars, two from each breed, were selected using non-probability convenience sampling. Ejaculate volume, sperm concentration, motility, and viability were evaluated at each collection. Data were organized by breed, animal, week, and collection number and summarized using descriptive statistics. Under the conditions of this study, the two Hampshire boars showed descriptively higher ejaculate volume, sperm concentration, motility, and viability than the two Landrace boars. In both breeds, semen parameters remained within the observed ranges throughout the eight-week period, without progressive decreases associated with the collection protocol. Differences between the first and second weekly collections were small. It was concluded that all four animals maintained semen characteristics compatible with their use in artificial insemination programs. However, because of the limited number of boars, the findings were restricted to the animals and conditions evaluated and did not support generalizing the reproductive superiority of either breed or comparing the collection regime with other collection frequencies.

Keywords: Boars; Semen Quality; Landrace; Hampshire; Artificial Insemination.

RESUMEN

La evaluación de la calidad seminal de los verracos constituye un componente esencial de los programas de inseminación artificial porcina. El objetivo del estudio fue comparar la producción y la calidad seminal de verracos Landrace y Hampshire sometidos a dos colectas semanales durante ocho semanas. Se emplearon cuatro verracos adultos, dos de cada raza, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. En cada colecta se evaluaron el volumen del eyaculado, la concentración espermática, la

motilidad y la vitalidad. Los datos se organizaron por raza, animal, semana y número de colecta, y se resumieron mediante estadística descriptiva. En las condiciones del estudio, los dos verracos Hampshire presentaron, de manera descriptiva, mayores valores de volumen, concentración, motilidad y vitalidad que los dos verracos Landrace. En ambas razas, los parámetros seminales se mantuvieron dentro de los intervalos observados durante las ocho semanas, sin disminuciones progresivas asociadas con el protocolo aplicado. Las diferencias entre la primera y la segunda colecta semanal fueron reducidas. Se concluyó que los cuatro animales mantuvieron características seminales compatibles con su utilización en programas de inseminación artificial. No obstante, debido al reducido número de verracos, los resultados se limitaron a los animales y condiciones evaluados y no permitieron generalizar la superioridad reproductiva de una raza ni comparar el régimen aplicado con otras frecuencias de colecta.

Palabras clave: Verracos; Calidad Seminal; Landrace; Hampshire; Inseminación Artificial.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva de los verracos constituye un componente fundamental de los sistemas modernos de producción porcina, especialmente en los programas de inseminación artificial. Knox (1) explicó que esta tecnología permite aprovechar de manera más eficiente a los reproductores seleccionados, ampliar la distribución del material genético y producir múltiples dosis seminales a partir de un mismo eyaculado. Desde la perspectiva del control de calidad, Schulze et al. (2) señalaron que la producción de semen porcino requiere procedimientos estandarizados de colecta, evaluación, procesamiento y conservación para mantener la calidad de las dosis destinadas a inseminación artificial.

La calidad seminal se valora mediante indicadores relacionados con el volumen del eyaculado, la concentración espermática, la motilidad, la vitalidad y la integridad de la membrana celular. Tanga et al. (3) indicaron que ningún parámetro aislado permite explicar por completo la capacidad fecundante del semen y recomendaron una evaluación integral. Llanvera (4) añadió que los análisis convencionales pueden complementarse con marcadores moleculares, aunque estos todavía requieren validación antes de incorporarse de manera rutinaria en los centros de inseminación artificial.

La producción y la calidad seminal están condicionadas por factores genéticos, fisiológicos, ambientales, nutricionales, sanitarios y de manejo. Flowers (5) explicó que la edad, el estado reproductivo, la alimentación y la frecuencia de colecta pueden modificar el volumen del eyaculado, la concentración y el número de dosis obtenidas. Hensel et al. (6) también comprobaron que la edad, la raza y la estación se relacionan con variaciones en la calidad del semen conservado a baja temperatura. A su vez, Wysokińska et al. (7) observaron cambios estacionales y dependientes del tiempo de conservación en la morfología y la integridad funcional de los espermatozoides.

Entre las razas empleadas en la producción porcina se encuentran Landrace y Hampshire. Landrace se utiliza ampliamente en programas de cruzamiento por sus características reproductivas y maternas, mientras que Hampshire se valora por su rusticidad, desarrollo muscular y desempeño productivo. Górski et al. (8) encontraron diferencias asociadas con la raza y el volumen del eyaculado en la morfología espermática y en varios parámetros seminales. Sin embargo, estos resultados no

permiten establecer una jerarquía universal entre razas, porque el comportamiento seminal también puede variar entre individuos según su edad, estado sanitario, alimentación y manejo.

La frecuencia de colecta representa otro factor relevante para la producción de semen porcino. Flowers (5) sostuvo que la planificación de las extracciones debe considerar la edad, la capacidad espermática, el estado fisiológico y el tiempo de recuperación de cada animal. Una utilización excesiva puede reducir el rendimiento de colectas posteriores, mientras que una frecuencia insuficiente limita el aprovechamiento del reproductor. Por ello, el seguimiento temporal del volumen, la concentración, la motilidad y la vitalidad permite describir el comportamiento del semen bajo un protocolo determinado.

Los procedimientos de recolección, manipulación y conservación también pueden modificar las características de las muestras. Balogun y Stewart (9) observaron que la exposición al aire y la agitación durante el almacenamiento podían afectar la calidad del semen porcino. Ciornei et al. (10) resaltaron la importancia de la asepsia, la bioseguridad y el control microbiológico durante la obtención y el procesamiento. En la misma línea, McAnally et al. (11) relacionaron la composición del microbioma del semen con parámetros de calidad espermática. Estos antecedentes justifican el uso de condiciones estandarizadas para reducir la influencia de factores externos y obtener mediciones comparables.

A pesar de los avances registrados en la evaluación reproductiva de los verracos, en Ecuador todavía existe información científica limitada sobre el comportamiento seminal comparativo de animales Landrace y Hampshire sometidos a un mismo protocolo de colecta. La ausencia de evidencia obtenida bajo condiciones locales dificulta describir las posibles diferencias entre los ejemplares de ambas razas. Además, la variabilidad individual obliga a interpretar con cautela los resultados procedentes de estudios realizados con un número reducido de animales.

A partir de esta brecha de conocimiento se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué diferencias existen en la producción y calidad seminal entre verracos Landrace y Hampshire sometidos a un régimen de dos colectas semanales?

El objetivo general fue comparar la producción y la calidad seminal de verracos Landrace y Hampshire sometidos a dos colectas semanales durante ocho semanas, mediante la evaluación del volumen del eyaculado, la concentración espermática, la motilidad y la vitalidad.

La investigación se justificó por la necesidad de generar información sobre el comportamiento seminal de verracos mantenidos bajo condiciones similares en una unidad productiva ecuatoriana. Los resultados permitieron describir las variaciones observadas entre los cuatro animales evaluados y aportar información para el seguimiento técnico de los reproductores y la planificación de las colectas. Debido al reducido tamaño de la muestra, los hallazgos debieron interpretarse como evidencia exploratoria limitada a los animales estudiados y no como una demostración de la superioridad general de una raza o de la eficacia del protocolo frente a otras frecuencias de colecta.

LITERATURE REVIEW

2.1 Producción seminal en verracos

La producción seminal resulta de la interacción entre la espermatogénesis, la maduración espermática y la secreción de las glándulas sexuales accesorias. Johnson et al. (12) explicaron que la espermatogénesis ocurre en los túbulos seminíferos y comprende la proliferación, diferenciación y maduración de las células germinales hasta la formación de espermatozoides funcionales.

Rodríguez-Martínez (13) señaló que los espermatozoides completan parte de su maduración en el epidídimo, donde adquieren las propiedades funcionales necesarias para desplazarse y participar en la fecundación. França et al. (14) añadieron que la duración de la espermatogénesis y del tránsito epididimario condiciona la capacidad de reposición espermática del verraco.

El volumen del eyaculado depende en buena medida de las secreciones de las glándulas sexuales accesorias, que aportan el plasma seminal necesario para el transporte y la supervivencia de los espermatozoides. Flowers (5) explicó que la producción de eyaculados de calidad también está condicionada por la función testicular, el estado fisiológico y el manejo del reproductor.

La capacidad espermática no es uniforme entre animales. Flowers (5) describió distintos factores fisiológicos y de manejo capaces de modificar la calidad seminal, mientras que Górski et al. (8) identificaron variaciones relacionadas con la raza y el volumen del eyaculado. Por ello, la valoración de los reproductores debe combinar la comparación entre grupos con el seguimiento individual.

2.2 Factores que afectan la calidad seminal

La calidad seminal está determinada por la interacción de factores genéticos, fisiológicos, nutricionales, ambientales y de manejo. Smital (15) indicó que estos elementos pueden modificar tanto las características del eyaculado como su relación con la fertilidad.

Genética

La raza constituye una fuente potencial de variación en el volumen, la concentración y la morfología espermática. Górski et al. (8) confirmaron que determinadas características del semen pueden diferir entre grupos raciales. Estas asociaciones no sustituyen la evaluación individual de cada reproductor ni permiten establecer una superioridad general de una raza.

Edad

La edad influye en la madurez sexual y en la capacidad reproductiva. Hensel et al. (6) observaron que este factor, junto con la raza y la estación, se relaciona con la calidad del semen de verraco almacenado a baja temperatura. Por ello, la comparación entre animales requiere considerar su etapa reproductiva.

Alimentación

Una alimentación equilibrada contribuye al mantenimiento de la función testicular y de la producción espermática. Flowers (5) incluyó la nutrición entre los factores de manejo que deben controlarse para

obtener eyaculados de calidad, por lo que las diferencias observadas entre reproductores deben interpretarse a la luz de sus condiciones alimentarias.

Temperatura y estación

La temperatura ambiental y la estación pueden afectar la producción y la conservación seminal. Wysokińska et al. (7) encontraron que las muestras obtenidas en verano mostraron mayor sensibilidad durante el almacenamiento que las recolectadas en invierno. Hensel et al. (6) también identificaron una influencia estacional sobre la calidad del semen conservado a baja temperatura.

Frecuencia de colecta

La frecuencia de extracción debe mantener un equilibrio entre el aprovechamiento del reproductor y su capacidad de reposición espermática. Flowers (5) explicó que el intervalo entre colectas puede modificar la producción de espermatozoides y la calidad del eyaculado. En consecuencia, un régimen de dos colectas semanales describe una condición específica de manejo, pero no demuestra por sí mismo que sea superior a otras frecuencias.

2.3 Características reproductivas de la raza Landrace

Los verracos Landrace se emplean con frecuencia en programas de reproducción porcina. Górski et al. (8) observaron en esta raza diferencias de volumen, concentración, número total y morfología espermática al compararla con otros animales. Estos resultados respaldan la evaluación de la raza como factor de comparación, aunque no permiten anticipar el desempeño de cada ejemplar.

La utilidad de los reproductores Landrace en programas de cruzamiento también depende de su desempeño individual y del manejo aplicado. França et al. (14) explicaron que la producción espermática se relaciona con procesos fisiológicos y temporales propios del animal; por tanto, la raza debe analizarse junto con la edad, la frecuencia de colecta y las condiciones de crianza.

2.4 Características reproductivas de la raza Hampshire

La raza Hampshire se reconoce por su desarrollo muscular y su utilización en sistemas comerciales. No obstante, la literatura reciente no permite asumir que todos sus verracos produzcan eyaculados de mayor volumen o concentración que otras razas. Górski et al. (8) mostraron que la raza puede relacionarse con diferencias seminales, pero también evidenciaron variabilidad entre los parámetros evaluados.

La motilidad y la vitalidad deben determinarse directamente en cada eyaculado antes de atribuir ventajas reproductivas a una raza. Flowers (5) subrayó que la calidad final resulta de múltiples factores propios del animal y de su manejo. En consecuencia, las comparaciones entre Hampshire y Landrace deben limitarse a los ejemplares y condiciones efectivamente estudiados.

2.5 Parámetros de evaluación seminal

La evaluación seminal permite describir el potencial reproductivo del verraco, pero requiere integrar varios indicadores. Llanvenera (4) advirtió que el seminograma convencional posee una capacidad

limitada para predecir por sí solo la fertilidad y propuso complementarlo, cuando sea posible, con indicadores funcionales o moleculares.

Volumen seminal

El volumen corresponde a la cantidad de semen recuperada durante la colecta y refleja principalmente el aporte de las glándulas sexuales accesorias. Flowers (5) señaló que este parámetro contribuye a estimar el rendimiento del eyaculado, aunque debe interpretarse junto con la concentración y la calidad de los espermatozoides.

Concentración espermática

La concentración representa el número de espermatozoides por mililitro de semen y permite calcular el número potencial de dosis. Tanga et al. (3) recomendaron interpretarla en conjunto con la motilidad, la morfología, la vitalidad y otros indicadores funcionales.

Motilidad espermática

La motilidad expresa la proporción de espermatozoides móviles y constituye uno de los indicadores empleados habitualmente en la valoración seminal. Llavanera (4) señaló que, aunque es útil para el control rutinario, su capacidad predictiva mejora cuando se combina con otras mediciones de calidad y fertilidad.

Vitalidad espermática

La vitalidad estima la proporción de espermatozoides con membrana plasmática funcional. Hallberg et al. (16) evaluaron la integridad de la membrana junto con otros indicadores para comparar condiciones de conservación, lo que demuestra que la viabilidad debe analizarse en relación con el tiempo y la temperatura de almacenamiento.

2.6 Régimen de colecta seminal

La frecuencia de colecta es un componente central del manejo reproductivo. Strzezek et al. (17) estudiaron su influencia sobre la calidad seminal y los marcadores bioquímicos, mientras que Flowers (5) destacó la necesidad de ajustar el ritmo de extracción a la capacidad productiva de cada verraco.

Schulze et al. (2) recomendaron mantener registros continuos y procedimientos de control que permitan detectar cambios en la producción y la calidad de las dosis. Safranski (18) añadió que la selección y el manejo de los reproductores deben orientarse a un aprovechamiento eficiente sin ignorar la variabilidad individual.

2.7 Importancia de la inseminación artificial

La inseminación artificial es una de las biotecnologías reproductivas más utilizadas en la porcicultura moderna. Gadea (19) explicó que su eficacia depende de factores espermáticos relacionados con la fertilidad, mientras que Roca et al. (20) señalaron desafíos técnicos asociados con el procesamiento y la utilización de las dosis seminales.

La calidad de una dosis puede verse afectada desde la selección de la fracción del eyaculado hasta su dilución y conservación. Sebastián-Abad et al. (21) comprobaron que estas decisiones de procesamiento influyen en la calidad espermática. Asimismo, McAnally et al. (11) mostraron que el microbioma seminal se asocia con distintos parámetros de calidad, lo que refuerza la necesidad de aplicar controles higiénicos y evaluar periódicamente el semen.

METHOD

Enfoque, alcance y diseño de la investigación

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo-comparativo y diseño no experimental longitudinal de medidas repetidas. El estudio permitió describir y comparar el volumen seminal, la concentración espermática, la motilidad y la vitalidad de verracos Landrace y Hampshire sometidos a dos colectas semanales durante ocho semanas consecutivas.

La raza constituyó el factor de comparación entre los animales, mientras que la semana y el número de colecta representaron los factores temporales. Debido a que se realizaron varias mediciones sobre los mismos verracos, las colectas no se consideraron unidades experimentales independientes. Cada verraco representó una unidad experimental y cada eyaculado constituyó una medición repetida dentro del animal.

Lugar y periodo del estudio

El estudio se desarrolló en granja porcina verito centro de procesamiento seminal de mejoramiento genético ubicado en el cantón La Troncal, provincia de Cañar, Ecuador. La recopilación de los datos se efectuó durante ocho semanas consecutivas, entre fecha inicial 18 de mayo y fecha final 12 de julio 2026.

Durante el periodo experimental, los verracos permanecieron bajo condiciones similares de alojamiento, alimentación, manejo sanitario y disponibilidad de agua. Se procuró mantener horarios y procedimientos constantes durante las colectas para disminuir la variabilidad asociada con factores externos.

Deben añadirse, si se encuentran disponibles:

- Temperatura ambiental promedio.
- Tipo de alojamiento.
- Régimen de alimentación.
- Edad y peso de los verracos.
- Estado sanitario y reproductivo.
- Experiencia previa de los animales con la colecta seminal.

Población, muestra y muestreo

La población accesible estuvo constituida por los verracos reproductores disponibles en la unidad productiva durante el periodo de estudio. La muestra estuvo integrada por cuatro verracos adultos: dos de la raza Landrace y dos de la raza Hampshire.

Los animales fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, de acuerdo con su disponibilidad en la unidad productiva. Se incluyeron verracos reproductores clínicamente sanos, con capacidad para responder al procedimiento de colecta y mantenidos bajo condiciones semejantes de alimentación, sanidad y manejo.

Tabla 1

Distribución de los verracos y de las mediciones seminales según la raza

Raza	Número de verracos	Colectas semanales	Semanas	Mediciones por verraco
Landrace	2	2	8	16
Hampshire	2	2	8	16
Total	4			64 colectas

Nota. Cada verraco constituyó una unidad experimental; las colectas fueron mediciones repetidas. Fuente. Elaboración propia.

Cada verraco constituyó una unidad experimental. Las 16 colectas efectuadas en cada animal correspondieron a mediciones repetidas y no a unidades experimentales independientes.

Debido al reducido número de animales dos por raza, el estudio tuvo un carácter exploratorio. Esta condición limitó la potencia estadística y la generalización de los resultados al conjunto de las razas Landrace y Hampshire.

Variables evaluadas

La variable de agrupación fue la raza de los verracos, con dos categorías: Landrace y Hampshire.

Tabla 2

Operacionalización de las variables empleadas para evaluar la producción y la calidad seminal

Variable	Definición operacional	Unidad de medición
Volumen seminal	Cantidad de semen obtenida en cada eyaculado	Millilitros
Concentración espermática	Número de espermatozoides presentes por mililitro de semen	Millones de espermatozoides/ml
Motilidad espermática	Proporción estimada de espermatozoides con movimiento progresivo	Porcentaje
Vitalidad espermática	Proporción de espermatozoides vivos identificados mediante tinción diferencial	Porcentaje
Semana	Momento temporal de evaluación	Semanas 1–8
Número de colecta	Orden de la colecta efectuada dentro de cada semana	Primera o segunda

Nota. La raza fue el factor comparativo y los parámetros seminales fueron variables de resultado. Fuente. Elaboración propia.

Se eliminó la variable “porcentaje de producción seminal” porque no fue desarrollada de manera consistente en los resultados. Si los autores deciden conservarla, deberán presentar su definición, fórmula, resultados e interpretación.

Procedimiento de colecta seminal

Las colectas seminales se realizaron mediante la técnica de mano enguantada. Antes de cada procedimiento se limpió la zona prepucial y se preparó el material requerido para evitar la contaminación de la muestra. El semen se recolectó en un recipiente previamente acondicionado y protegido con un filtro para separar la fracción gelatinosa del eyaculado.

Cada verraco fue sometido a dos colectas semanales durante ocho semanas consecutivas, para un total de 16 colectas por animal y 64 colectas en el estudio. Entre ambas colectas semanales se mantuvo un intervalo de días lunes y jueves. Los procedimientos se efectuaron aproximadamente en el mismo horario y bajo condiciones similares de manejo.

Después de la colecta, las muestras se identificaron mediante un código correspondiente a la raza, el animal, la semana y el número de colecta. Posteriormente, fueron trasladadas al área de evaluación seminal y se mantuvieron a una temperatura de 38.50°C hasta la realización de los análisis.

Evaluación del volumen seminal

El volumen del eyaculado se determinó inmediatamente después de la colecta mediante una probeta graduada con capacidad de 20ml. Los resultados se expresaron en mililitros.

Debe sustituirse en todo el manuscrito la unidad “milímetros” por “mililitros”, debido a que el volumen seminal representa una medida de capacidad y no de longitud.

Evaluación de la concentración espermática

La concentración espermática se determinó mediante una cámara de Neubauer previamente limpiada y calibrada. La muestra se diluyó en una proporción de 10ml y se colocó en la cámara siguiendo el procedimiento convencional de llenado por capilaridad.

El conteo se realizó con un microscopio monocular con platina de temperatura constante 0,50°C pantalla led de 7 pulgadas, utilizando un aumento de 0,40x. Se examinaron 10 cuadrantes y se contabilizaron aproximadamente 250 y 400 espermatozoides por muestra. La concentración se calculó considerando el número de células contadas, el factor de dilución y el volumen de la cámara. Los resultados se expresaron en millones de espermatozoides por mililitro.

Todas las mediciones fueron efectuadas por 64 veces. Si participó más de un evaluador, debe explicarse cómo se estandarizaron los conteos el tipo de cámara de conteo (Neubauer, de dilución empleado 1:100 o 1:200, la fórmula utilizada para calcular la concentración, ya que estos elementos son indispensables para que la metodología sea reproducible y científicamente válida.

Evaluación de la motilidad espermática

La motilidad espermática se evaluó inmediatamente después de la colecta. Se colocó una gota de semen previamente atemperada sobre un portaobjetos limpio y se cubrió con un cubreobjetos. La muestra se examinó mediante un microscopio un microscopio monocular con platina de temperatura constante 0,50°C pantalla led de 7 pulgadas, con un aumento de 0,60x y una platina mantenida a 37,5°C.

Se observaron 2 campos microscópicos por muestra y se estimó la proporción de espermatozoides que presentaron movimiento progresivo. El resultado se expresó como porcentaje de espermatozoides móviles.

Debido a que la estimación visual puede estar influida por el evaluador, debe indicarse si todas las observaciones fueron realizadas por la misma persona y si se efectuaron mediciones duplicadas.

Evaluación de la vitalidad espermática

La vitalidad se determinó mediante la técnica de tinción con eosina-nigrosina. Se mezcló una alícuota de semen con el colorante en una proporción de una gota y se preparó un frotis sobre un portaobjetos limpio. Después del secado, la muestra fue observada mediante un microscopio un microscopio monocular con platina de temperatura constante 0,50°C pantalla led de 7 pulgadas utilizando un aumento de 0,60x.

Se contabilizaron de 200 a 400 espermatozoides por muestra. Las células que no incorporaron el colorante fueron clasificadas como vivas, mientras que las células teñidas fueron consideradas muertas. La vitalidad se calculó mediante la siguiente expresión:

Vitalidad espermática (%) = $\frac{\text{Número de espermatozoides vivos}}{\text{Número total de espermatozoides evaluados}} \times 100$

Vitalidad espermática (%) = $\frac{\text{Número de espermatozoides vivos}}{\text{Número total de espermatozoides evaluados}} \times 100$

Organización y control de los datos

Los resultados de cada colecta se registraron en una matriz electrónica que incluyó:

- Código del verraco.
- Raza.
- Semana de evaluación.
- Número de colecta semanal.
- Volumen seminal.
- Concentración espermática.
- Motilidad.
- Vitalidad.

Antes del análisis se verificó la correspondencia entre los registros originales y la matriz digital. También se revisaron los valores faltantes, posibles errores de digitación, unidades de medición y valores atípicos. No se sustituyeron datos sin contar con una justificación documentada.

Análisis estadístico

El análisis fue exclusivamente descriptivo. Para cada variable seminal se calcularon la media y la desviación estándar, y los resultados se organizaron por raza, verraco, semana y número de colecta. Las medias semanales se obtuvieron a partir de cuatro mediciones por raza, correspondientes a dos

verracos con dos colectas cada uno. Los resúmenes generales se calcularon con las 32 mediciones disponibles para cada raza durante las ocho semanas.

Las colectas sucesivas se consideraron mediciones repetidas de los mismos animales y no réplicas biológicas independientes. Debido a que solo participaron dos verracos por raza y no se dispuso de una salida verificable del modelo mixto declarado inicialmente, no se calcularon pruebas t, valores F ni valores p. En consecuencia, las diferencias se interpretaron únicamente como patrones descriptivos de los cuatro verracos evaluados, sin realizar inferencias sobre las poblaciones Landrace y Hampshire.

Consideraciones éticas y bienestar animal

Durante el estudio se aplicaron procedimientos orientados a preservar el bienestar de los verracos y reducir el estrés asociado con la manipulación y la colecta seminal. Los animales no fueron sometidos a procedimientos invasivos distintos de las prácticas habituales de manejo reproductivo.

La Granja Verito, Centro de Procesamiento Seminal y Mejoramiento Genético, autorizó la ejecución del estudio en sus instalaciones y el uso de los registros generados durante las colectas.

El protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética para el Uso de Animales de la Granja Verito, conforme al Instructivo Operativo ISTLT-IO-UIC-001, de 6 de abril de 2026.

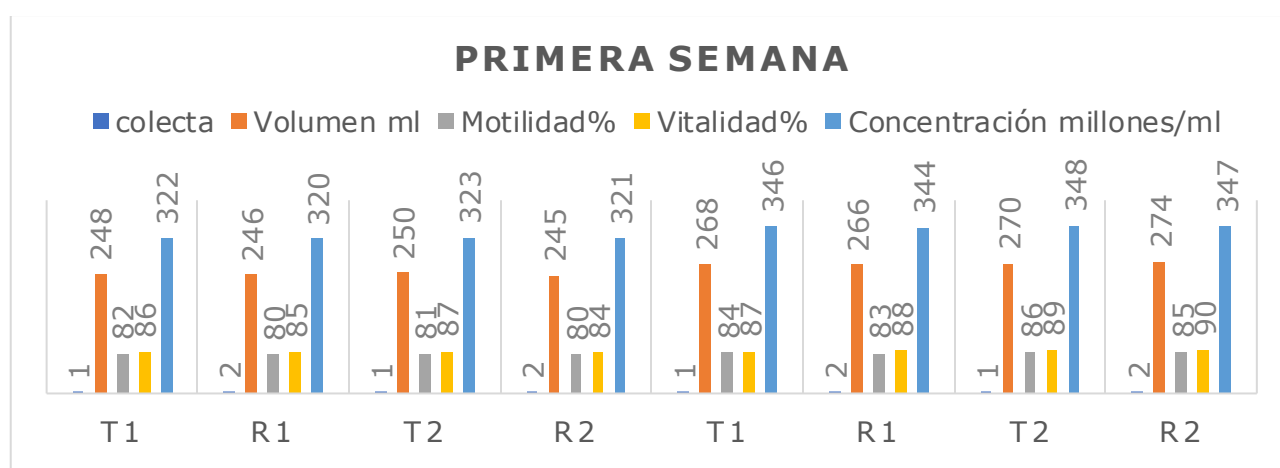
RESULTS

Durante las ocho semanas se obtuvieron 64 muestras seminales procedentes de cuatro verracos: dos Landrace y dos Hampshire. Cada animal fue sometido a dos colectas semanales, equivalentes a 16 mediciones repetidas por verraco. Se evaluaron el volumen del eyaculado, la concentración espermática, la motilidad y la vitalidad.

Los resultados se presentan primero mediante ocho figuras que describen el comportamiento semanal de las variables. Posteriormente, se incluyen cuatro tablas consolidadas con los resultados descriptivos generales de cada parámetro seminal.

Comportamiento semanal de los parámetros seminales

Figura 1. Comportamiento de los parámetros seminales de los verracos Landrace y Hampshire durante la primera semana.

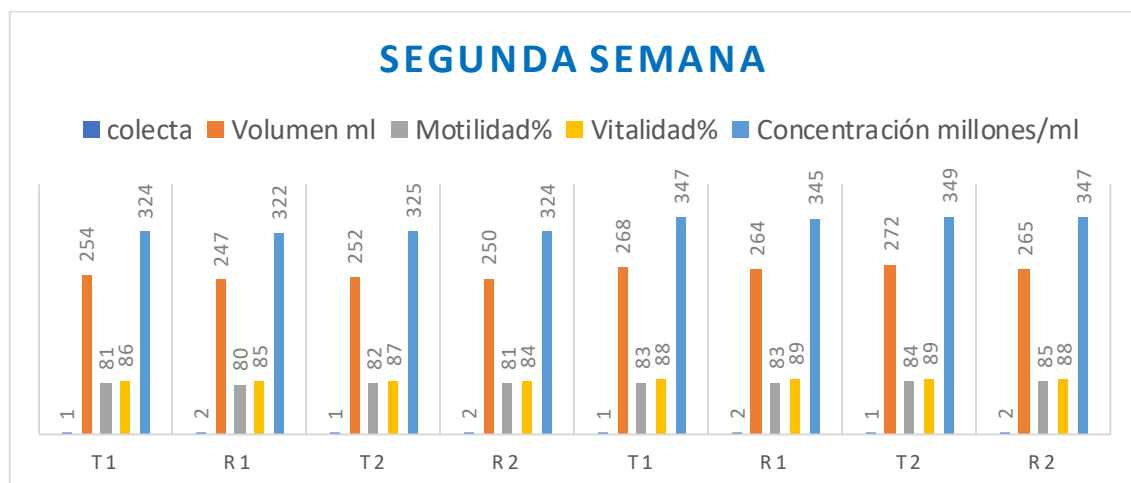


Nota. Valores medios de cuatro colectas por raza durante la primera semana. Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Figura 1

Durante la primera semana, los verracos Hampshire presentaron valores medios descriptivos superiores a los Landrace en variables seminales evaluadas. El volumen seminal promedio fue de 270,00 ml en Hampshire y 247,50 ml en Landrace, con una diferencia de 22,50 ml. La concentración espermática alcanzó 346,00 millones/ml en el Hampshire frente a 321,50 millones/ml en el Landrace. Asimismo, la motilidad espermática registró un promedio de 84,00% en el Hampshire y 81,00% en el Landrace, mientras que la vitalidad fue de 88,50% y 85,50%, respectivamente. Estos resultados evidencian una tendencia descriptiva favorable para la raza Hampshire durante la primera semana de evaluación; sin embargo, debido al reducido número de animales por grupo, las diferencias observadas deben interpretarse únicamente como descriptivas y no permiten establecer una superioridad estadísticamente demostrada entre las razas

Figura 2. Comportamiento de los parámetros seminales de los verracos Landrace y Hampshire durante la segunda semana.



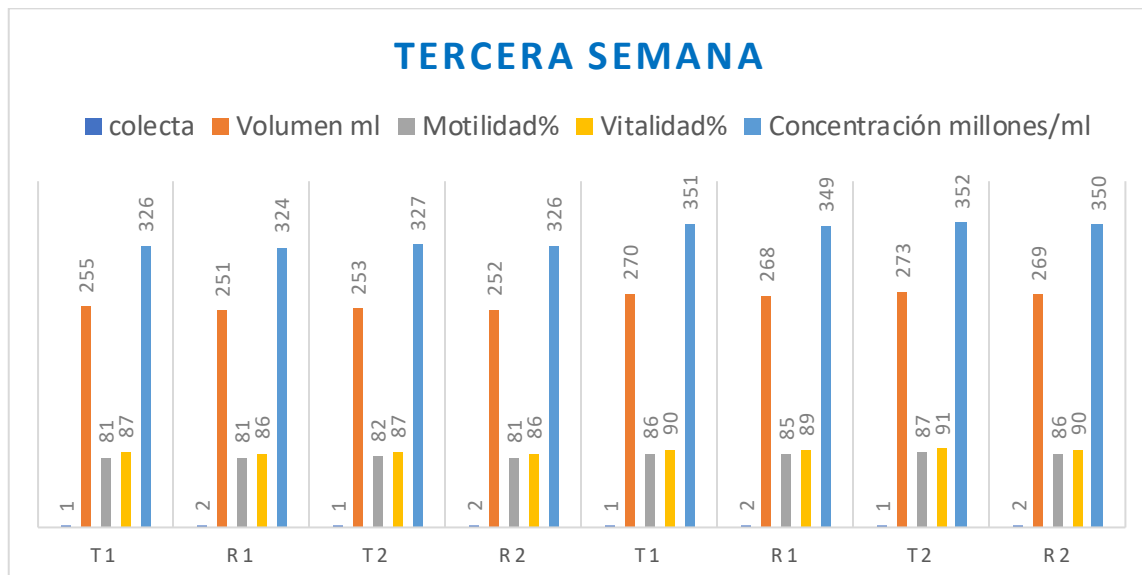
Nota. Valores medios de cuatro colectas por raza durante la segunda semana. Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Figura 2

Durante la segunda semana, los verracos Hampshire presentaron valores medios descriptivos superiores a los Landrace en variables seminales evaluadas. El volumen seminal promedio fue de 268,00 ml en Hampshire y 250,50 ml en Landrace, con una diferencia de 17,50 ml. La concentración espermática alcanzó 347,00 millones/ml en el Hampshire frente a 323,50 millones/ml en el Landrace. Asimismo, la motilidad espermática registró un promedio de 83,50% en el Hampshire y 81,00% en el Landrace, mientras que la vitalidad fue de 86,50% y 85,50%, respectivamente. Estos resultados evidencian una tendencia descriptiva favorable para la raza Hampshire durante la segunda semana de evaluación; sin embargo, debido al reducido número de animales por grupo, las diferencias

observadas deben interpretarse únicamente como descriptivas y no permiten establecer una superioridad estadísticamente demostrada entre las razas

Figura 3. Comportamiento de los parámetros seminales de los verracos Landrace y Hampshire durante la tercera semana.

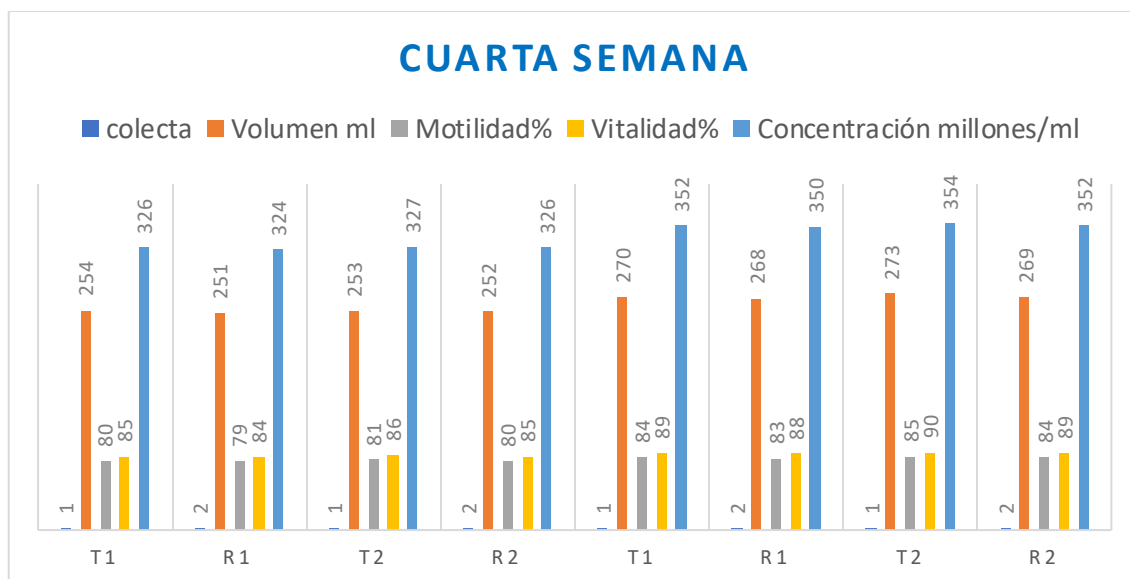


Nota. Valores medios de cuatro colectas por raza durante la tercera semana. Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Figura 3

Durante la tercera semana, los verracos Hampshire presentaron valores medios descriptivos superiores a los Landrace en variables seminales evaluadas. El volumen seminal promedio fue de 270,50 ml en Hampshire y 253,50 ml en Landrace, con una diferencia de 17,50 ml. La concentración espermática alcanzó 350,50 millones/ml en el Hampshire frente a 325,50 millones/ml en el Landrace. Asimismo, la motilidad espermática registró un promedio de 83,50% en el Hampshire y 81,00% en el Landrace, mientras que la vitalidad fue de 90,00% y 86,50%, respectivamente. Estos resultados evidencian una tendencia descriptiva favorable para la raza Hampshire durante la tercera semana de evaluación; sin embargo, debido al reducido número de animales por grupo, las diferencias observadas deben interpretarse únicamente como descriptivas y no permiten establecer una superioridad estadísticamente demostrada entre las razas

Figura 4. Comportamiento de los parámetros seminales de los verracos Landrace y Hampshire durante la cuarta semana.

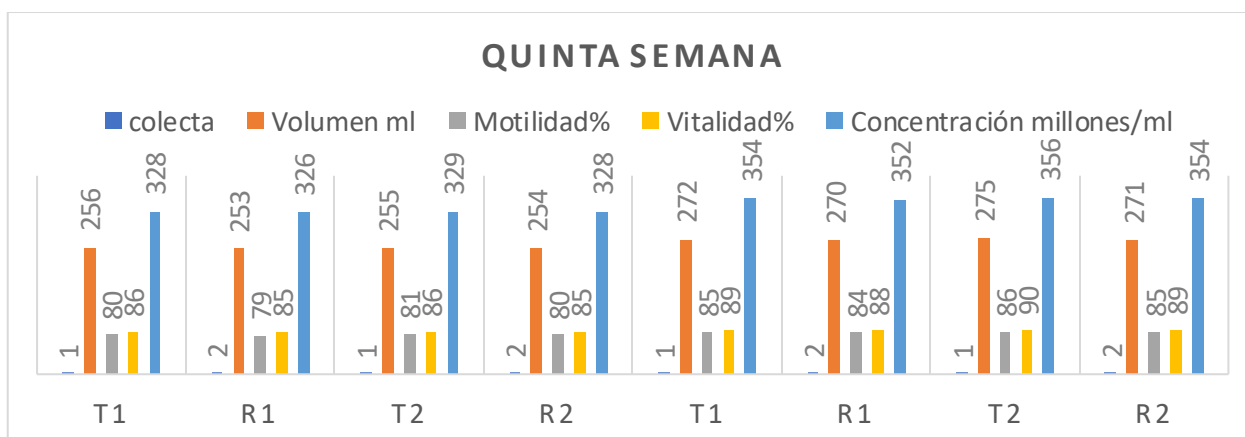


Nota. Valores medios de cuatro colectas por raza durante la cuarta semana. Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Figura 4

Durante la cuarta semana, los verracos Hampshire y Landrace mostraron diferencias descriptivas en las variables seminales evaluadas. El volumen seminal promedio fue de 270,50 ml en Hampshire y 252,50 ml en Landrace, con una diferencia de 18,00 ml. La concentración espermática alcanzó 352,00 millones/ml en el Hampshire frente a 325,50 millones/ml en el Landrace. Asimismo, la motilidad espermática registró un promedio de 84,00% en el Hampshire y 85,00% en el Landrace, mientras que la vitalidad fue de 89,00% y 85,50%, respectivamente. En conjunto, Hampshire presentó mayores valores descriptivos en volumen, concentración y vitalidad, mientras que Landrace mostró una motilidad ligeramente superior durante la cuarta semana de evaluación; sin embargo, debido al reducido número de animales por grupo, las diferencias observadas deben interpretarse únicamente como descriptivas y no permiten establecer una superioridad estadísticamente demostrada entre las razas.

Figura 5. Comportamiento de los parámetros seminales de los verracos Landrace y Hampshire durante la quinta semana.

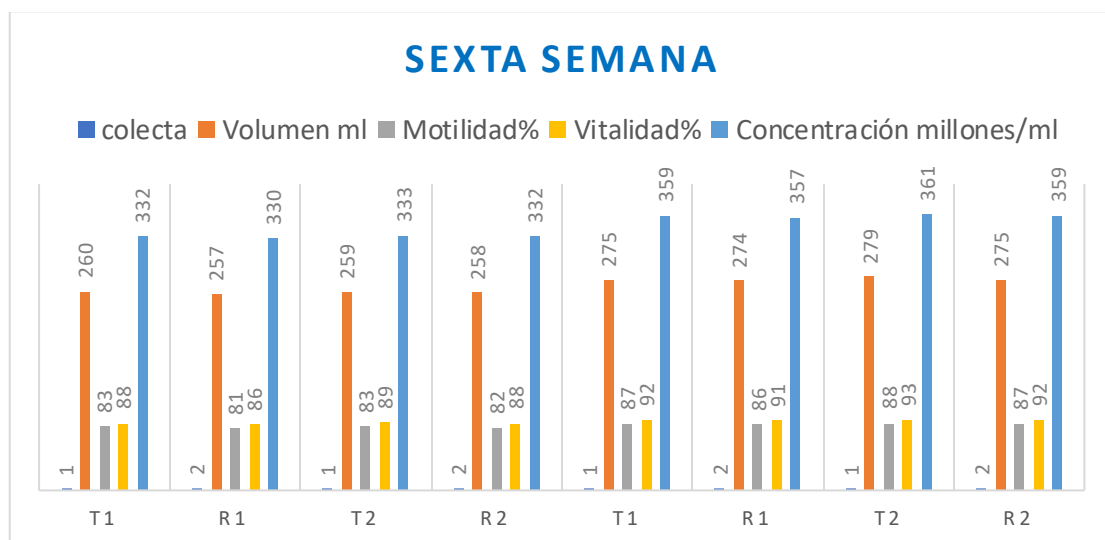


Nota. Valores medios de cuatro colectas por raza durante la quinta semana. Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Figura 5

Durante la quinta semana, los verracos Hampshire y Landrace mostraron diferencias descriptivas en las variables seminales evaluadas. El volumen seminal promedio fue de 272,50 ml en Hampshire y 254,50 ml en Landrace, con una diferencia de 18,00 ml. La concentración espermática alcanzó 354,00 millones/ml en el Hampshire frente a 327,50 millones/ml en el Landrace. Asimismo, la motilidad espermática registró un promedio de 85,00% en el Hampshire y 85,50% en el Landrace, mientras que la vitalidad fue de 89,00% y 85,50%, respectivamente. En conjunto, Hampshire presentó mayores valores descriptivos en volumen, concentración y vitalidad, mientras que Landrace mostró una motilidad ligeramente superior durante la quinta semana de evaluación; sin embargo, debido al reducido número de animales por grupo, las diferencias observadas deben interpretarse únicamente como descriptivas y no permiten establecer una superioridad estadísticamente demostrada entre las razas

Figura 6. Comportamiento de los parámetros seminales de los verracos Landrace y Hampshire durante la sexta semana.



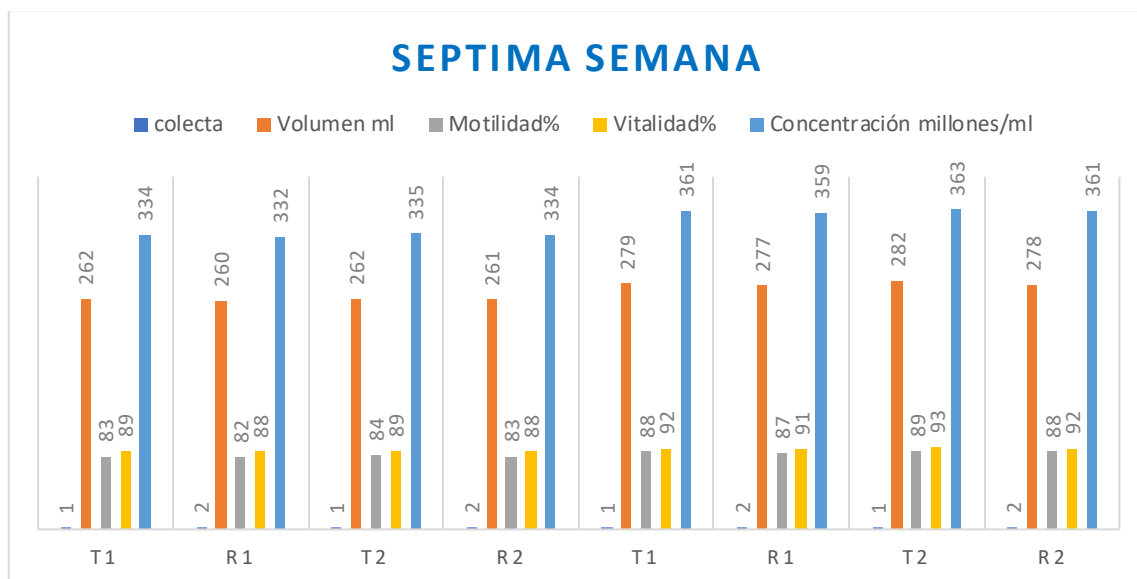
Nota. Valores medios de cuatro colectas por raza durante la sexta semana. Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Figura 6

Durante la sexta semana, los verracos Hampshire presentaron valores medios descriptivos superiores a los Landrace en variables seminales evaluadas. El volumen seminal promedio fue de 276,50 ml en Hampshire y 258,50 ml en Landrace, con una diferencia de 18,00 ml. La concentración espermática alcanzó 359,00 millones/ml en el Hampshire frente a 321,50 millones/ml en el Landrace. Asimismo, la motilidad espermática registró un promedio de 87,00% en el Hampshire y 82,00% en el Landrace, mientras que la vitalidad fue de 92,00% y 87,50%, respectivamente. Estos resultados evidencian una tendencia descriptiva favorable para la raza Hampshire durante la sexta semana de evaluación; sin

embargo, debido al reducido número de animales por grupo, las diferencias observadas deben interpretarse únicamente como descriptivas y no permiten establecer una superioridad estadísticamente demostrada entre las razas

Figura 7. Comportamiento de los parámetros seminales de los verracos Landrace y Hampshire durante la séptima semana.

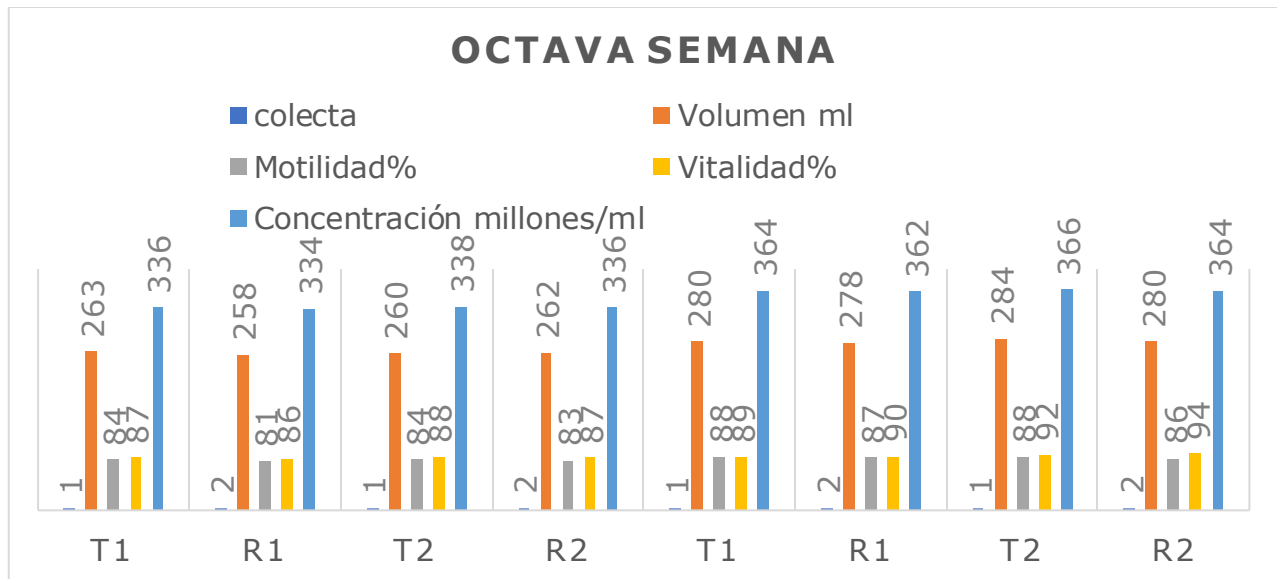


Nota. Valores medios de cuatro colectas por raza durante la séptima semana. Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Figura 7

Durante la séptima semana, los verracos Hampshire presentaron valores medios descriptivos superiores a los Landrace en variables seminales evaluadas. El volumen seminal promedio fue de 279,50 ml en Hampshire y 261,00 ml en Landrace, con una diferencia de 18,50 ml. La concentración espermática alcanzó 361,00 millones/ml en el Hampshire frente a 333,50 millones/ml en el Landrace. Asimismo, la motilidad espermática registró un promedio de 88,00% en el Hampshire y 83,00% en el Landrace, mientras que la vitalidad fue de 92,00% y 88,50%, respectivamente. Estos resultados evidencian una tendencia descriptiva favorable para la raza Hampshire durante la séptima semana de evaluación; sin embargo, debido al reducido número de animales por grupo, las diferencias observadas deben interpretarse únicamente como descriptivas y no permiten establecer una superioridad estadísticamente demostrada entre las razas

Figura 8. Comportamiento de los parámetros seminales de los verracos Landrace y Hampshire durante la octava semana.



Nota. Valores medios de cuatro colectas por raza durante la octava semana. Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Figura 8

Durante la octava semana, los verracos Hampshire presentaron valores medios descriptivos superiores a los Landrace en variables seminales evaluadas. El volumen seminal promedio fue de 282,00 ml en Hampshire y 260,50 ml en Landrace, con una diferencia de 21,50 ml. La concentración espermática alcanzó 364,00 millones/ml en el Hampshire frente a 336,00 millones/ml en el Landrace. Asimismo, la motilidad espermática registró un promedio de 88,00% en el Hampshire y 82,50% en el Landrace, mientras que la vitalidad fue de 91,50% y 87,00%, respectivamente. Estos resultados evidencian una tendencia descriptiva favorable para la raza Hampshire durante la octava semana de evaluación; sin embargo, debido al reducido número de animales por grupo, las diferencias observadas deben interpretarse únicamente como descriptivas y no permiten establecer una superioridad estadísticamente demostrada entre las razas.

Resultados generales por variable seminal

Los promedios se calcularon a partir de las 32 mediciones repetidas registradas para cada raza durante las ocho semanas.

El análisis se mantuvo en el nivel descriptivo; no se calcularon estadísticos t o F ni valores p, debido al reducido número de unidades experimentales y a la dependencia entre las mediciones sucesivas.

Tabla 3. Volumen seminal de los verracos Landrace y Hampshire durante las ocho semanas

Raza	Verracos, n	Mediciones, n	Media descriptiva ± DE (ml)
Landrace	2	32	254,78 ± 5,01
Hampshire	2	32	273,00 ± 5,14

Nota. Medias descriptivas de 32 mediciones repetidas por raza; no se realizó inferencia estadística.

Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Tabla 3

Al considerar las 32 mediciones repetidas registradas para cada raza durante las ocho semanas, el volumen seminal medio descriptivo fue de $273,00 \pm 5,14$ ml en Hampshire y de $254,78 \pm 5,01$ ml en Landrace. La diferencia entre ambas medias fue de 18,22 ml. Los valores semanales mostraron una tendencia ascendente en los dos grupos, aunque se observaron pequeñas variaciones durante las primeras semanas. En las condiciones estudiadas, los dos verracos Hampshire produjeron, en promedio, un mayor volumen que los dos Landrace. Este resultado se restringe a los cuatro animales evaluados y no constituye evidencia inferencial de una diferencia poblacional entre razas.

Tabla 4. Concentración espermática de los verracos Landrace y Hampshire durante las ocho semanas

Raza	Verracos, n	Mediciones, n	Media descriptiva $\pm$ DE (millones/ml)
Landrace	2	32	$328,25 \pm 4,97$
Hampshire	2	32	$354,22 \pm 6,37$

Nota. Medias descriptivas de 32 mediciones repetidas por raza; no se realizó inferencia estadística.

Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Tabla 4

La concentración espermática media descriptiva alcanzó $354,22 \pm 6,37$ millones de espermatozoides/ml en Hampshire y $328,25 \pm 4,97$ millones de espermatozoides/ml en Landrace. La diferencia entre las medias fue de 25,97 millones de espermatozoides/ml. En ambas razas, la concentración aumentó gradualmente desde la primera hasta la octava semana, aunque los dos verracos Hampshire mantuvieron valores descriptivos mayores durante todo el periodo. Las desviaciones estándar mostraron una dispersión moderada. Debido a que las mediciones procedieron de los mismos cuatro animales, estos resultados describen exclusivamente su comportamiento durante el seguimiento.

Tabla 5. Motilidad espermática de los verracos Landrace y Hampshire durante las ocho semanas

Raza	Verracos, n	Mediciones, n	Media descriptiva $\pm$ DE (%)
Landrace	2	32	$81,41 \pm 1,41$
Hampshire	2	32	$85,69 \pm 1,73$

Nota. Medias descriptivas de 32 mediciones repetidas por raza; no se realizó inferencia estadística.

Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Tabla 5

La motilidad espermática media descriptiva fue de $85,69 \pm 1,73$ % en Hampshire y de $81,41 \pm 1,41$ % en Landrace, con una diferencia de 4,28 puntos porcentuales. En ambas razas, las medias semanales se mantuvieron alrededor o por encima del 80 % durante las ocho semanas. Se observaron variaciones temporales moderadas, seguidas de un incremento hacia la séptima semana. En el promedio general, los dos verracos Hampshire mostraron una motilidad mayor que los dos Landrace. Esta comparación fue descriptiva y no permite atribuir la diferencia exclusivamente a la raza ni generalizarla a otros reproductores.

Tabla 6. Vitalidad espermática de los verracos Landrace y Hampshire durante las ocho semanas

Raza	Verracos, n	Mediciones, n	Media descriptiva $\pm$ DE (%)
Landrace	2	32	86,41 $\pm$ 1,46
Hampshire	2	32	90,03 $\pm$ 1,75

Nota. Medias descriptivas de 32 mediciones repetidas por raza; no se realizó inferencia estadística.

Fuente. Elaboración propia.

Análisis de la Tabla 6

La vitalidad espermática media descriptiva fue de 90,03 $\pm$ 1,75 % en Hampshire y de 86,41 $\pm$ 1,46 % en Landrace, con una diferencia de 3,62 puntos porcentuales. Ambas razas mantuvieron medias semanales iguales o superiores al 85 % durante el periodo de evaluación. Los valores más altos se registraron en la sexta y séptima semanas, mientras que en la octava se observó una reducción moderada. Los dos verracos Hampshire presentaron una media mayor que los dos Landrace; sin embargo, este resultado describe únicamente las mediciones disponibles y no demuestra una superioridad poblacional de la raza.

Síntesis de los resultados

Durante las ocho semanas se observó un patrón descriptivo consistente: los dos verracos Hampshire presentaron medias generales mayores que los dos Landrace en volumen, concentración, motilidad y vitalidad. En ambas razas, los valores variaron moderadamente a lo largo del periodo y no mostraron un deterioro progresivo.

Las diferencias entre la primera y la segunda colecta semanal fueron reducidas. Sin embargo, estos resultados no permiten afirmar que el protocolo de dos colectas fuera superior o que careciera de efectos, porque no se evaluó otra frecuencia de colecta.

DISCUSSION

El estudio comparó descriptivamente el volumen seminal, la concentración espermática, la motilidad y la vitalidad de dos verracos Landrace y dos Hampshire sometidos a dos colectas semanales durante ocho semanas. En las condiciones evaluadas, los ejemplares Hampshire presentaron medias mayores en las cuatro variables. Sin embargo, estas diferencias describieron únicamente el comportamiento de los animales incluidos y no demostraron la superioridad reproductiva general de una raza. Górski et al. (8) mostraron que los rasgos seminales presentan variaciones genéticas y fenotípicas entre razas y entre individuos de una misma población. Por consiguiente, los resultados debieron interpretarse considerando simultáneamente la raza, la variabilidad individual, el reducido número de unidades experimentales y la repetición temporal de las mediciones.

El volumen seminal medio descriptivo fue de 273,00 $\pm$ 5,14 ml en Hampshire y de 254,78 $\pm$ 5,01 ml en Landrace, con una diferencia de 18,22 ml. Flowers (5) señaló que el volumen del eyaculado depende principalmente de las secreciones de las glándulas sexuales accesorias, aunque también puede variar según la edad, el estado fisiológico, la frecuencia de colecta y la capacidad reproductiva individual. Knox (1) añadió que el manejo, la alimentación y las condiciones sanitarias influyen sobre el rendimiento de los verracos. En este estudio no se midieron el desarrollo testicular ni la actividad

glandular; por ello, dichos mecanismos solo pueden plantearse como explicaciones biológicas posibles y no como causas demostradas de las diferencias observadas.

La concentración espermática alcanzó una media descriptiva de $354,22 \pm 6,37$ millones de espermatozoides/ml en Hampshire y de $328,25 \pm 4,97$ millones/ml en Landrace. Tanga et al. (3) indicaron que este parámetro es esencial para estimar la producción espermática y calcular el número potencial de dosis seminales, pero advirtieron que debe interpretarse junto con la motilidad, la vitalidad, la morfología y la integridad funcional. Flowers (5) sostuvo que la concentración puede modificarse por el intervalo entre extracciones y por la capacidad espermatogénica de cada animal. El incremento observado durante las ocho semanas podría relacionarse con adaptación al procedimiento, variación individual o condiciones de manejo, aunque el diseño no permitió identificar cuál factor explicó esa tendencia.

La motilidad espermática media fue de $85,69 \pm 1,73$ % en Hampshire y de $81,41 \pm 1,41$ % en Landrace. Ambas razas mantuvieron medias semanales cercanas o superiores al 80 %, con fluctuaciones moderadas a lo largo del periodo. Rodríguez-Martínez (13) destacó que la motilidad constituye uno de los indicadores más utilizados para valorar el semen porcino, porque refleja la capacidad de desplazamiento de los espermatozoides. No obstante, Tanga et al. (3) explicaron que la estimación visual puede variar según el evaluador, la temperatura, el tiempo transcurrido y la preparación de la muestra. Como el estudio empleó observación microscópica convencional, la diferencia de 4,28 puntos porcentuales debe interpretarse con prudencia y sin atribuirle exclusivamente a la raza.

La vitalidad espermática media descriptiva fue de $90,03 \pm 1,75$ % en Hampshire y de $86,41 \pm 1,46$ % en Landrace. Gadea (19) explicó que la vitalidad permite estimar la proporción de células con membranas funcionales y complementa la información proporcionada por la motilidad. Wysokińska et al. (7) observaron que la integridad de la membrana puede variar entre genotipos y durante la conservación del semen, pero también destacaron la importancia de las características individuales y del procesamiento. En esta investigación, la vitalidad se determinó mediante eosina-nigrosina inmediatamente después de la colecta. Por tanto, los resultados describieron la viabilidad inicial de las muestras, pero no permitieron establecer su resistencia durante el almacenamiento ni su capacidad fecundante en condiciones de campo.

Los procedimientos de colecta, manipulación y conservación también pueden influir en las características seminales. Balogun y Stewart (9) observaron que la exposición al aire y la agitación durante el almacenamiento podían alterar la calidad de las muestras de semen porcino. Ciornei et al. (10) señalaron que la contaminación microbiológica representa un riesgo para la bioseguridad y la conservación de las dosis destinadas a inseminación artificial. Aunque en el estudio se procuró mantener horarios y procedimientos semejantes, no se presentaron análisis microbiológicos, controles de temperatura durante el procesamiento ni evaluaciones posteriores al almacenamiento. En consecuencia, no fue posible determinar la influencia de estos factores, y la calidad observada debe restringirse al momento inmediato de evaluación de cada eyaculado.

En relación con el comportamiento temporal, el volumen y la concentración mostraron una tendencia ascendente entre la primera y la octava semana, mientras que la motilidad y la vitalidad presentaron

pequeñas fluctuaciones sin una reducción progresiva. Flowers (5) señaló que dos colectas semanales pueden aplicarse en verracos adultos cuando se consideran la capacidad individual y los intervalos de recuperación. Knox (1) también indicó que la frecuencia debe ajustarse al desempeño de cada reproductor para evitar una utilización insuficiente o excesiva. Sin embargo, el estudio no incluyó animales sometidos a otras frecuencias. Por ello, únicamente puede afirmarse que los parámetros se mantuvieron dentro de los intervalos observados bajo el protocolo aplicado, sin demostrar que dicho régimen fuera mejor o equivalente a otros.

Desde una perspectiva aplicada, los resultados aportaron información preliminar sobre el seguimiento seminal de cuatro verracos mantenidos en una unidad productiva ecuatoriana. Schulze et al. (2) señalaron que los centros de procesamiento deben evaluar individualmente a sus reproductores y conservar registros continuos del volumen, la concentración, la motilidad y la vitalidad. El seguimiento efectuado permitió identificar diferencias entre animales y cambios a lo largo de las ocho semanas. No obstante, no se recomienda priorizar de manera general a Hampshire basándose en dos ejemplares. Górski et al. (8) destacaron que la variación individual puede ser considerable dentro de una misma raza. En consecuencia, la selección de verracos debe complementarse con antecedentes sanitarios, edad, morfología espermática, integridad funcional y resultados reales de fertilidad.

El estudio presentó limitaciones relacionadas con la muestra, el diseño y las mediciones. Solo se evaluaron cuatro verracos, dos por raza, seleccionados por conveniencia en una única unidad productiva. El seguimiento tuvo una duración de ocho semanas y no incluyó morfología espermática, integridad acrosómica, contaminación microbiológica, conservación prolongada, tasa de concepción, tamaño de camada ni fertilidad en campo. Tampoco se compararon diferentes frecuencias de colecta ni se controlaron completamente variables como edad, alimentación, ambiente y experiencia reproductiva. Estas condiciones redujeron la capacidad de generalización y obligaron a interpretar los resultados como evidencia exploratoria. Los promedios obtenidos describieron a los animales evaluados, pero no representaron necesariamente el comportamiento de las poblaciones Landrace y Hampshire.

Una limitación crítica correspondió a la estructura de los datos. Las colectas sucesivas pertenecieron a los mismos animales y no constituyeron unidades experimentales independientes; tratarlas como réplicas autónomas habría producido pseudorreplicación. Por esta razón, se eliminaron los valores t , F y p del análisis original y se mantuvo una presentación exclusivamente descriptiva. Los patrones observados en los dos verracos Hampshire y los dos Landrace requieren confirmación mediante estudios con un mayor número de animales, distintas unidades productivas y un diseño que permita ajustar un modelo de medidas repetidas con potencia estadística suficiente.

CONCLUSIONS

En las condiciones particulares del estudio, los dos verracos Hampshire presentaron valores descriptivos mayores que los dos Landrace en volumen seminal, concentración espermática, motilidad y vitalidad. Este comportamiento se mantuvo durante la mayor parte del periodo de evaluación y permitió identificar diferencias entre los animales examinados. Sin embargo, los

resultados no demostraron una superioridad reproductiva general de la raza Hampshire, debido al reducido número de verracos incluidos. En consecuencia, los hallazgos deben limitarse a los cuatro animales estudiados y a las condiciones de manejo de la unidad productiva donde se desarrolló la investigación.

El seguimiento desarrollado durante ocho semanas mostró una tendencia ascendente del volumen y la concentración espermática en los verracos de ambas razas. La motilidad y la vitalidad presentaron fluctuaciones moderadas entre las semanas, pero no evidenciaron una disminución progresiva durante el periodo analizado. Los parámetros seminales se mantuvieron relativamente estables bajo el régimen de dos colectas semanales. No obstante, el estudio no permitió determinar si esta frecuencia fue mejor, equivalente o más conveniente que otros protocolos, porque todos los animales fueron sometidos al mismo régimen y no existió un grupo con una frecuencia diferente.

La evaluación periódica del volumen, la concentración, la motilidad y la vitalidad permitió describir el desempeño individual de los verracos e identificar cambios durante el periodo de colecta. Este seguimiento puede ser útil para organizar las actividades de los centros de procesamiento seminal y detectar variaciones que requieran ajustes en el manejo de los reproductores. Sin embargo, la selección de los animales no debe fundamentarse únicamente en la raza ni en los parámetros examinados. También deben considerarse la edad, el estado sanitario, la morfología espermática, la integridad funcional, la conservación del semen y los resultados de fertilidad registrados en condiciones productivas.

El alcance del estudio fue exploratorio porque la muestra estuvo integrada por cuatro verracos seleccionados por conveniencia en una única unidad productiva. Las colectas sucesivas correspondieron a mediciones repetidas de los mismos animales y no representaron réplicas biológicas independientes. Estas condiciones limitaron la potencia estadística y la generalización de los resultados. Las investigaciones futuras deberán incluir un mayor número de verracos, diferentes unidades productivas, periodos de seguimiento más extensos y otros regímenes de colecta. También deberán evaluar la morfología espermática, la conservación de las muestras, la tasa de concepción, el tamaño de camada y otros indicadores de fertilidad en campo.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

1. Knox RV. Artificial insemination in pigs. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2016;32(2):377-387. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.009>
2. Schulze M, Jung M, Hensel B. Science-based quality control in boar semen production. *Mol Reprod Dev.* 2023;90(7):612-620. <https://doi.org/10.1002/mrd.23566>
3. Tanga BM, Qamar AY, Raza S, Bang S, Fang X, Yoon K, et al. Semen evaluation: methodological advancements in sperm quality-specific fertility assessment. *Anim Biosci.* 2021;34(8):1253-1270. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0072>
4. Llanvenera M. Evaluation of sperm quality and male fertility: the use of molecular markers in boar sperm and seminal plasma. *Anim Reprod Sci.* 2024;269:107545. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107545>

5. Flowers WL. Factors affecting the production of quality ejaculates from boars. *Anim Reprod Sci.* 2022;246:106840. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106840>
6. Hensel B, Pieper L, Jung M, Schulze M. Influence of age, breed, and season on the quality of boar semen stored at low temperature. *Theriogenology.* 2023;208:102-108. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.06.010>
7. Wysokińska A, Szablicka D, Dziekońska A, Wójcik E. Analysis of changes in the morphological structures of sperm during preservation of liquid boar semen in two different seasons of the year. *Anim Reprod Sci.* 2023;256:107297. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2023.107297>
8. Górski K, Kondracki S, Iwanina M, Kordan W, Fraser L. Effects of breed and ejaculate volume on sperm morphology and semen parameters of boars. *Anim Sci J.* 2021;92(1):e13629. <https://doi.org/10.1111/asj.13629>
9. Balogun KB, Stewart KR. Effects of air exposure and agitation on quality of stored boar semen samples. *Reprod Domest Anim.* 2021;56(9):1200-1208. <https://doi.org/10.1111/rda.13975>
10. Ciornei Ș, Drugociu D, Ciornei LM, Mareș M, Roșca P. Total asepsitization of boar semen to increase the biosecurity of reproduction in swine. *Molecules.* 2021;26(20):6183. <https://doi.org/10.3390/molecules26206183>
11. McAnally BE, Smith MS, Wiegert JG, Palanisamy V, Chitlapilly Dass S, Poole RK. Characterization of boar semen microbiome and association with sperm quality parameters. *J Anim Sci.* 2023;101:skad243. <https://doi.org/10.1093/jas/skad243>
12. Johnson LA, Weitze KF, Fiser P, Maxwell WMC. Storage of boar semen. *Anim Reprod Sci.* 2000;62(1-3):143-172. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00157-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00157-3)
13. Rodríguez-Martínez H. State of the art in farm animal sperm evaluation. *Reprod Fertil Dev.* 2007;19(1):91-101. <https://doi.org/10.1071/RD06120>
14. França LR, Avelar GF, Almeida FFL. Spermatogenesis and sperm transit through the epididymis in mammals with emphasis on pigs. *Theriogenology.* 2005;63(2):300-318. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.09.014>
15. Smital J. Effects influencing boar semen. *Anim Reprod Sci.* 2009;110(3-4):335-346. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.01.024>
16. Hallberg I, Morrell JM, Malaluan P, Johannisson A, Sjunnesson Y, Laskowski D. Sperm quality and in vitro fertilizing ability of boar spermatozoa stored at 4 °C versus conventional storage for 1 week. *Front Vet Sci.* 2024;11:1444550. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1444550>
17. Strzezek J, Kordan W, Glogowski J, Wysocki P, Borkowski K. Influence of semen collection frequency on sperm quality of boars, with special reference to biochemical markers. *Reprod Domest Anim.* 1995;30(4):85-94. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.1995.tb00609.x>
18. Safranski TJ. Genetic selection of boars. *Theriogenology.* 2008;70(8):1310-1316. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.06.020>
19. Gadea J. Sperm factors related to in vitro and in vivo porcine fertility. *Theriogenology.* 2005;63(2):431-444. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.09.023>
20. Roca J, Vázquez JM, Gil MA, Cuello C, Parrilla I, Martínez EA. Challenges in pig artificial insemination. *Reprod Domest Anim.* 2006;41(Suppl 2):43-53. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2006.00718.x>

21. Sebastián-Abad B, Llamas-López PJ, García-Vázquez FA. Relevance of the ejaculate fraction and dilution method on boar sperm quality during processing and conservation of seminal doses. Vet Sci. 2021;8(12):292. <https://doi.org/10.3390/vetsci8120292>
22. Declaración de Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no presentan conflictos de intereses relacionados con este estudio y confirman que todos los procedimientos éticos establecidos por esta revista han sido rigurosamente respetados. Asimismo, garantizan que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra revista académica.

FUNDING:

Los autores declaran que este estudio no recibió ningún tipo de financiación externa por parte de agencias públicas, privadas, ni de organizaciones sin ánimo de lucro. Todas las actividades de investigación, análisis y desarrollo fueron realizadas con recursos propios.

CONFLICT OF INTEREST:

Los autores declaran que no presentan conflictos de intereses relacionados con este estudio y confirman que todos los procedimientos éticos establecidos por esta revista han sido rigurosamente respetados. Asimismo, garantizan que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra revista académica.

AUTHOR CONTRIBUTION

Nombres de autores e iniciales: Carlos Enrique Aroca Izurieta (CEAI), Jorge Raúl Tène Chillin (JRTC), Jenny Verónica Gutama Criollo (JVGC), Lisseth Azucena Chalco Jadan (LACJ)

1. Conceptualización: (CEAI) (JRTC)
2. Curación de datos: (JVGC)
3. Análisis formal: (JRTC)
4. Adquisición de fondos:
5. Investigación: (CEAI) (JRTC)
6. Metodología: (CEAI)
7. Administración del proyecto:
8. Recursos:
9. Software: (JRTC)
10. Supervisión: (CEAI)
11. Validación: (JRTC) (CEAI)
12. Visualización: (LACJ)
13. Redacción – borrador original: (CEAI)
14. Redacción – revisión y edición: (JRTC) (JVGC) (LACJ)