



Efecto de la hora de colecta e índice temperatura-humedad sobre las características seminales porcinas

Effect of collection time and temperature-humidity index on porcine semen characteristics

Efeito do tempo de coleta e do índice de temperatura e umidade nas

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil

o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i25.332>

Adrian Israel Vergara-Moncayo

adrian.vergara@espam.edu.ec

Jexon Stalin Centeno-Mendoza

jexon.centeno@espam.edu.ec

Carlos Octavio Larrea-Izurietta

clarrea@espam.edu.ec

Marco Antonio Alcívar-Martínez

marco.alcivar@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". Calceta, Ecuador

Artículo recibido: 6 de noviembre 2024 / Arbitrado: 30 de diciembre 2024 / Publicado: 27 de enero 2025

RESUMEN

La calidad seminal en porcinos es un campo de investigación en la producción porcina, ya que tiene un impacto directo en la eficiencia reproductiva y, por consiguiente, en la rentabilidad de las granjas. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del índice de temperatura y humedad (ITH) sobre las características seminales porcinas colectadas en diferentes horarios. El enfoque es cuantitativo, descriptivo, diseño experimental. Se realizó en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación Hato Porcino de la ESPAM-MFL. Materiales y métodos: Se usaron tres verracos mestizos y se extrajo un eyaculado de cada animal semanalmente durante 14 semanas. La unidad experimental fue el eyaculado extraído individualmente. Se evaluó volumen de eyaculado, concentración espermática, motilidad masal, motilidad individual y rectilínea, vitalidad, pH y morfología espermática. Se aplicó un modelo lineal general mixto considerando la hora de colecta e ITH como efectos fijos y los verracos como efecto aleatorio. Las horas de colecta fueron a las 8:00 h, 12:00 h y 16:00 h. Los resultados registraron una temperatura ambiental promedio de $29,24 \pm 3,13$ °C, acompañada de una humedad relativa promedio de $81,14 \pm 13,02$. El ITH presentó un valor promedio de $80,69 \pm 3,25$, lo que indica presencia de estrés calórico durante el experimento. Sin embargo, las variables macroscópicas y microscópicas del eyaculado porcino no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$), a pesar de ello, se observó que el volumen del semen variaba en función del horario de colecta. Se concluye que el ITH dentro del rango evaluado en este estudio, no afecta la calidad espermática.

Palabras clave: Biotecnología; Colecta; Macroscópico; Reproducción; Termorregulación

ABSTRACT

Semen quality in pigs is a field of research in pig production, as it has a direct impact on reproductive efficiency and, consequently, on farm profitability. The objective of the study was to evaluate the effect of the temperature and humidity index (THI) on the characteristics of pig semen collected at different times. The approach is quantitative, descriptive, experimental design. It was carried out at the Teaching, Research and Pig Herd Linkage Unit of ESPAM-MFL. Materials and methods: Three crossbred boars were used and an ejaculate was extracted from each animal weekly for 14 weeks. The experimental unit was the ejaculate extracted individually. Ejaculate volume, sperm concentration, mass motility, individual and rectilinear motility, vitality, pH and sperm morphology were evaluated. A mixed general linear model was applied considering the collection time and THI as fixed effects and the boars as a random effect. The collection times were 8:00 h, 12:00 h and 16:00 h. The results recorded an average environmental temperature of 29.24 ± 3.13 °C, accompanied by an average relative humidity of 81.14 ± 13.02 . The THI presented an average value of 80.69 ± 3.25 , which indicates the presence of heat stress during the experiment. However, the macroscopic and microscopic variables of the boar ejaculate did not show significant differences ($p > 0.05$), despite this, it was observed that the semen volume varied depending on the collection time. It is concluded that the THI within the range evaluated in this study does not affect sperm quality.

Key words: Biotechnology; Collection; Macroscopic; Reproduction; Thermoregulation

RESUMO

A qualidade do sêmen em suínos é um campo de pesquisa na produção suína, pois tem impacto direto na eficiência reprodutiva e, consequentemente, na lucratividade da fazenda. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito do índice de temperatura e umidade (ITU) nas características do sêmen suíno coletado em diferentes momentos. A abordagem é quantitativa, descritiva, de delineamento experimental. Foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Articulação Suinocultor da ESPAM-MFL. Materiais e métodos: Foram utilizados três javalis mestiços e um ejaculado foi extraído de cada animal semanalmente durante 14 semanas. A unidade experimental foi o ejaculado extraído individualmente. Foram avaliados o volume ejaculado, a concentração espermática, a motilidade da massa, a motilidade individual e retilínea, a vitalidade, o pH e a morfologia espermática. Foi aplicado um modelo linear geral misto considerando o tempo de coleta e o ITH como efeitos fixos e os javalis como efeito aleatório. Os horários de coleta foram às 8h, 12h e 16h. Os resultados registraram uma temperatura ambiente média de $29,24 \pm 3,13$ °C, acompanhada de uma umidade relativa média de $81,14 \pm 13,02$. O ITH apresentou valor médio de $80,69 \pm 3,25$, o que indica a presença de estresse térmico durante o experimento. Entretanto, as variáveis macroscópicas e microscópicas do ejaculado suíno não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), apesar disso, observou-se que o volume do sêmen variou em função do momento da coleta. Conclui-se que o ITH dentro da faixa avaliada neste estudo não afeta a qualidade do esperma.

Palavras-chave: Biotecnologia; Coleção; Macroscópico; Reprodução; Termorregulação

INTRODUCCIÓN

El estudio de la calidad seminal en porcinos es un campo de investigación de gran relevancia en la producción porcina, ya que tiene un impacto directo en la eficiencia reproductiva y, por ende, en la rentabilidad de las granjas. En este contexto, la hora de colecta y las condiciones ambientales, específicamente el índice temperatura-humedad, han sido identificadas como factores que pueden influir significativamente en las características seminales.

La frecuencia e intensidad de los cambios climáticos se ha convertido actualmente en una de las principales problemáticas que afrontan las producciones porcinas (1). Aquello se puede evidenciar mediante los resultados de un estudio (2) en el cual se pudo evidenciar que los cerdos son hipersensibles a las altas temperaturas ambientales por su elevada producción de calor metabólico basal, el rápido crecimiento en la etapa de desarrollo y también por sus glándulas sudoríparas funcionales atrofiadas. Esto se ve agravado por sus pulmones relativamente pequeños, por lo cual utilizan el jadeo como mecanismo para disipar el calor corporal a través de la respiración (3, 4).

En este sentido, algunos autores (5) manifestaron que en las regiones cálidas del mundo los cerdos están sometidos a un estrés térmico. Dicho esto, la rentabilidad de las granjas porcinas se vería afectadas en sus costos e ingresos de inversión (6). En función de lo planteado, las

nuevas líneas genéticas de cerdos producen casi un 20% más de calor que las razas de principios de los años 1980 (7, 8). Asimismo, por medio de un estudio efectuado (9) se expuso que, el aumento de la productividad porcina a través del tiempo enfrenta un mayor riesgo de sufrir estrés térmico, considerando que uno de los principales signos del estrés calórico es la disminución del consumo voluntario de alimento (10).

Cabe resaltar, que en las regiones ecuatoriales los efectos de la temperatura y la humedad dominan la estacionalidad, con un impacto limitado atribuido a los cambios en la duración del día (11, 12). Por lo tanto, estos efectos en la parte reproductiva de los verracos pueden desencadenar el síndrome de sufrimiento testicular que se manifiesta por la disminución de espermatozoides viables, reducción en la motilidad, aumento en la aglutinación y una mayor incidencia de células anormales que repercute severamente en su fertilidad (13, 14).

Ahora bien, la descripción de los factores adversos tiene un impacto significativo en las funciones reproductivas de los cerdos, lo que conlleva directamente a un detrimento en el bienestar del animal (15). Por otra parte, la alta humedad también provoca la propagación de bacterias y enfermedades infecciosas (16). En este contexto, resulta fundamental adoptar estrategias de mitigación más eficaces frente a los efectos perjudiciales de las altas temperaturas y la humedad. Así pues, existen dos métodos

(enfriamiento nasal y refrescamiento por goteo) que permiten el flujo de aire a la temperatura circundante posibilite a los cerdos la humectación de su piel, lo cual se ha demostrado como un procedimiento efectivo (17).

Los estudios llevados a cabo por Olivera, et al. (18) exponen cómo el estrés calórico ejerce efectos perjudiciales en la industria porcina, provocando pérdidas económicas y de productividad significativas. De manera similar, en una investigación realizada por Ek-Mex (19), sugieren la implementación de técnicas de enfriamiento para reducir el estrés térmico en ambientes de altas temperaturas, lo que a su vez contribuye a alcanzar niveles óptimos en la producción porcina. Con base a lo planteado, se comprueba que estas técnicas de ventilación garantizan una mejor condición de bienestar, permitiendo expresar comportamientos naturales que a su vez ofrece un ambiente dentro de los límites de termorregulación (20).

Ante lo anterior expuesto, este estudio se justifica por la necesidad de generar conocimiento científico sobre el efecto del ITH en la calidad seminal de verracos bajo condiciones tropicales, donde las altas temperaturas y humedad son comunes, por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento del índice temperatura- humedad sobre las características seminales porcinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de enfoque cuantitativo, descriptivo, de diseño experimental, se realizó en

la Unidad de Docencia Investigación y Vinculación (UDIV) Hato Porcino y en el Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción Porcina de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” (ESPAM-MFL) ubicada en el Limón, cantón Bolívar, parroquia Calceta, situado geográficamente entre las coordenadas 00 49'45" de Latitud Sur 800 11'08" de Longitud Oeste, y a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar. Además, presenta las características climáticas de precipitación media anual 996,7 mm, temperatura media anual 26,05 °C, humedad relativa anual 81,40% y heliofanía anual de 1109,80 horas/sol (Estación Meteorológica de la ESPAM MFL, 2024). La unidad experimental se consideró la dosis seminal que se extrajo de tres verracos mestizos de 18 meses de edad y 150 kg de peso vivo promedio que rotaron semanalmente en función de las horas de extracción del eyaculado durante 14 semanas, en total se obtuvieron 42 unidades experimentales. El material seminal se colectó a las 8:00 h, 12:00 h y 16:00 h.

Procedimiento experimental

Los valores de temperatura ambiental en bulbo seco (TDW) y humedad relativa (HR) se obtuvieron con un termómetro/hidrómetro de doble sonda modelo IAT50 antes y después de la colecta; para calcular la temperatura ambiental en bulbo húmedo (TWB), se aplicó la ecuación (21) como sigue:

$$T_{WB} = T_{DB} * \tan^{-1}(0,151977 * \sqrt{(HR + 8,313659)}) + \tan^{-1}(T_{DB} + HR) - \tan^{-1}(HR - 1,676331) + 0,00391838 * HR^{3/2} * \tan^{-1}(0,023101 * HR) - 4,686035$$

Donde:

T_{DB} = Temperatura ambiental en bulbo seco (°C)

T_{WB} = Temperatura ambiental en bulbo húmedo (°C)

HR= Humedad relativa (%)

Los datos obtenidos de las condiciones climáticas, como la temperatura seca (T_{DB}), la temperatura húmeda (T_{WB}) y la humedad relativa (HR), se utilizaron para calcular el índice de temperatura y humedad (ITH). Según Licona (22), el umbral de confort para los cerdos se define cuando el ITH es inferior a 75 unidades. Valores superiores a este se clasifican en tres niveles: leve ($75 \leq ITH < 79$), moderado ($79 \leq ITH < 83$) y peligroso ($ITH \geq 83$). Este valor combina la temperatura ambiente y la humedad relativa, se aplicó la ecuación indicada por De Prekel et al. (21,22) como sigue:

$$ITH = 0,72 * T_{DB} + 0,72 * T_{WB} + 40,6$$

Donde:

ITH= Índice temperatura-humedad

T_{DB} = Temperatura ambiental en bulbo seco (°C)

T_{WB} = Temperatura ambiental en bulbo húmedo (°C)

A la hora prevista, se realizaron las colectas de semen programadas de cada verraco según el horario que le correspondió en la rotación semanal en área de colecta. Para la recolección de semen, se utilizó la técnica de mano enguantada, siguiendo un protocolo establecido por Córdova et al. (23), que abarca los siguientes pasos: asegurar que el recipiente (termo) esté identificado con el número del verraco; esperar que el pene sobresalga del prepucio mientras el verraco se excita sobre el potro; tomar el pene con la mano (sin apretar) para que el verraco se acostumbre al contacto; mantener el pene horizontalmente para evitar derrames sobre las manos, capaces de contaminar la colecta; excitar la extremidad del pene con los dedos pulgar o meñique; cuando el pene sobresalga del prepucio, apretar la extremidad del pene teniendo la precaución de dejar sobrepasar la punta fuera de la mano.

Al comienzo de la eyaculación se debe seguir apretando la extremidad del pene, aplicando presión discontinua para estimular la eyaculación. Desechar la primera parte del eyaculado (fracción pre-espermática: fluido claro, acuoso y con elevado recuento bacteriano). Recoger la fracción siguiente

(fracción espermática, rica en espermatozoides, reconocible como un fluido blanquecino) en un vaso de cartón tapado con gasa. Esta porción contiene el 80-90% de todas las células espermáticas presentes en el eyaculado. La emisión deberá ser recolectada hasta que su aspecto cambie a un fluido más claro y acuoso (fracción post-espermática), el cual deberá ser desechado. Es necesario llegar siempre al final de la eyaculación, que dura de 5 a 20 minutos, y esperar la retractación del pene. Una vez colectado el semen, se tapó el vaso de colecta con tapa enroscable para evitar que ingresen microorganismos que puedan contaminar el material genético. Las muestras obtenidas se llevaron al laboratorio de la UDIV y se llevó a cabo la evaluación macroscópica, la cual se determinó mediante varios parámetros:

Volumen total: se interpreta como la suma del volumen de la fracción rica en espermatozoides, siguiendo el método de Sorensen (24). Para esto, se colocó la muestra seminal en una probeta graduada con capacidad de 500 mL, y se utilizó una balanza digital para medir el volumen total del eyaculado.

Concentración espermática: Cantidad de espermatozoides presentes en un mililitro de semen. Para determinar esta concentración, se tomó una gota de 0.5 µl de semen utilizando una jeringa y se depositó en una microcubeta. Esta microcubeta se ubicó en el fotómetro digital mini lüb® para determinar la cantidad de espermatozoides presentes en el eyaculado, lo cual es un indicador importante para evaluar la calidad y fertilidad del semen (25).

Motilidad masal: refiere al movimiento masivo de los espermatozoides, el cual se caracteriza por la aparición y desaparición rápida de remolinos, también conocidos como olas espermáticas. Para llevar a cabo esta evaluación, se colocó 0.5 µl de eyaculado en un portaobjetos temperado, observándose sin cubreobjetos bajo un aumento de 10x en un microscopio de campo claro. Durante la observación, se registraron los movimientos ondulatorios de los espermatozoides, los cuales fueron calificados de acuerdo con la velocidad de desplazamiento, siguiendo las categorías definidas en la Tabla 1 (26).

Tabla 1. Evaluación del eyaculado de cerdo según la motilidad masiva según Holý.

Motilidad masal	Descripción	Porcentaje de espermatozoides vivos (%)
MM	En el campo microscópico no se encuentran remolinos. Los espermatozoides están sin movimiento, o está muy débil.	Menos de 10
MM+	Los remolinos son muy lentos y suaves y la vitalidad está muy disminuida o hay gran cantidad de espermatozoides muertos.	10 – 40
MM++	Movimientos masivos bien definidos, formación rápida de remolinos.	40 – 60
MM+++	Movimiento masivo muy intenso con formación y desaparición rápida de remolinos.	Más 60

Fuente: Holý (26).

pH: refiere a la medida de acidez o alcalinidad del líquido seminal, y un eyaculado recién obtenido puede presentar valores de pH que oscilan entre 6.4 y 7.4, sin embargo, esta medida puede variar debido al tiempo transcurrido, contaminación bacteriológica, manipulación y concentración y está influenciado por lo que aportan las glándulas anexas. (27). Para determinar el pH, se realiza la lectura en la fracción rica utilizando una cinta pH, para lo cual se toma una pequeña cantidad de semen y se sumerge la cinta en la muestra. Tras unos segundos, se compara el color resultante con la escala de referencia proporcionada en el envase de la cinta, lo que permite establecer el pH exacto.

Motilidad individual y rectilínea: refieren a la capacidad de movimiento de los espermatozoides. Para evaluar esta motilidad, se colocó una gota de 0.5 µl de eyaculado sobre un portaobjeto precalentado a 37 °C., cubriendo la gota con una lámina cubreobjeto para ser llevada al microscopio

MEIJI® y observar los movimientos rectilíneos normales de los espermatozoides y se clasificó de acuerdo con lo indicado en la Tabla 2. Además, se evaluó el porcentaje de células con movimiento individual progresivo en la muestra de acuerdo con la escala propuesta por Zemjanis (28).

Vitalidad espermática: refleja la proporción de espermatozoides vivos en una muestra de semen. Para determinar este parámetro, se tomó una gota de 0.5 µl de semen, la cual se colocó en una lámina portaobjetos junto con una gota de eosina-nigrosina para realizar un frotis; posteriormente, se dejó secar durante unos minutos antes de observar la muestra bajo el microscopio MEIJI® con un aumento de 40x. Se contabilizaron 100 células espermáticas, considerando vivos a los espermatozoides que tienen su membrana celular intacta y a los muertos se los reconocerá cuando su membrana se tiñe de color rosa o rojo (29).

Tabla 2. Clasificación de la calidad del movimiento individual progresivo de los espermatozoides.

Descripción	%
Muy buena	80 – 100
Buena	60 – 80
Regular	40 – 60
Pobre	20 – 40

Morfología espermática: refiere a la forma, estructura y características de los espermatozoides presentes en el semen de los cerdos. Para ello, se colocó una gota de eosina-nigrosina en un extremo de una lámina portaobjeto precalentada

a 37 °C. A continuación, se añadió 0.5 µl de semen y se mezcló cuidadosamente para obtener una muestra homogénea; luego, se extendió la muestra siguiendo el mismo procedimiento utilizado para la evaluación de la vitalidad y mortalidad espermática.

Análisis estadístico

Se obtuvo los estadísticos descriptivos (promedio, desviación estándar, valores mínimos y máximos y coeficiente de variación) de cada variable, se comprobó los supuestos de normalidad con el test de Shapiro-Wilk y de homogeneidad de varianzas con el test de Levene. Para el análisis de las variables de temperatura ambiental e índice de temperatura-humedad se aplicó un diseño completamente al azar y se separó las medias con la prueba de Tukey al 95% de confianza y se aplicó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Variable de respuesta

μ = Promedio general

T_i = Efecto i-ésima hora de colecta

e_{ij} = Efecto residual

Para la humedad relativa se aplicó la prueba de Kruskal -Wallis y se separó las medianas con la prueba de Dunn y para el análisis de las variables macro y microscópicas de semen se aplicó un modelo lineal general mixto considerando los horarios de colecta y el índice temperatura-humedad en forma categórica como efectos fijos y los verracos como efecto aleatorio.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + e_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Variable de respuesta

μ = Promedio

A_i = Efecto aleatorio i-ésimo verraco

B_j = Efecto fijo del j-ésimo tratamiento.

C_k = Efecto fijo de k-ésimo del índice temperatura-humedad categórica (ITH)

e_{ijkl} = Efecto residual

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables climáticas

En la Tabla 3, se observa los estadísticos descriptivos de las variables climáticas: temperatura (Ta), humedad relativa (HR) e índice de temperatura y humedad (ITH). Durante las 14 semanas del estudio, la Ta promedio fue de $29,24 \pm 3,13$ °C; en zonas tropicales, la evaluación del semen porcino en entornos controlados con temperaturas que oscilan entre 26 y 34 °C permite obtener una calidad seminal óptima, aunque se observa un ligero incremento en las anormalidades morfológicas, las cuales se mantienen dentro de límites aceptables (30). La HR presentó un promedio del $81,14 \% \pm 13,02$, estos resultados se mantuvieron dentro de los rangos normales, excepto durante la semana 7, en la cual la humedad se situó por debajo del rango aceptable de 60 a 90 % (31).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables climáticas e índice de temperatura-humedad.

Variable	N	Media	DE	Min	Max	Mediana	Q1	Q3
Ta (°C)	42	29,24	3,13	24,00	35,00	29,50	27,00	32,00
HR (%)	42	81,14	13,02	55,00	99,00	79,50	72,50	92,25
ITH	42	80,69	3,25	75,09	86,31	80,53	78,44	83,47

Ta = Temperatura ambiental; HR = Humedad relativa; ITH = Índice de temperatura-humedad; n = Número de datos; DE= Desviación estándar; Min= Valor mínimo; Max=Valor máximo; Q1 = Primer cuartil; Q3 = Tercer cuartil.

Variables climatológicas e índice de temperatura-humedad

En la Tabla 4, se observa el análisis estadístico de las variables climáticas en función de la hora de colecta de semen durante el tiempo que duró la investigación, las variables Ta e ITH cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, mientras que la HR no cumplió con la normalidad;

todas las variables climatológicas y el índice de ITH presentaron diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) durante la recolección de datos en los diferentes horarios. El horario óptimo para la recolección se identificó a las 08:00 a.m. con promedios de Ta de $26,14 \pm 2,03$ °C, ITH de $77,40 \pm 2,18$ y una mediana de $99,00 \pm 18,00\%$ de HR, además, este horario difirió de los demás.

Tabla 4. Análisis de las variables climatológicas e índice de temperatura-humedad.

Hora	N	Ta (°C)			HR (%)			ITH		
		Media	DE		Mediana	RIC		Media	DE	
8:00	14	26,14	2,03	b	99,00	18,00	B	77,40	2,18	C
12:00	14	31,64	2,27	a	77,00	7,00	A	83,39	2,15	A
16:00	14	29,93	2,13	a	76,00	20,00	A	81,28	1,98	B

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia altamente significativa; Ta = Temperatura ambiental; HR = Humedad relativa; ITH = Índice de temperatura-humedad; n = Número de datos; DE= Desviación estándar; RIC = Rango intercuartílico.

Se observó antagonismo entre los resultados de la Ta y la HR y tienden a aumentar el ITH, otras investigaciones explican que cuando aumenta la Ta, también aumenta la HR y el ITH (32-34). En un estudio publicado por Peña (35), tuvieron valores con mayor humedad a las 6 am durante la parte más fría del día, en comparación a los valores reportados a las 3 pm, que fue la más calurosa para todas las estaciones. En este sentido, la temporada

alta de lluvias tuvo mañanas más húmedas que la temporada seca tardía y tardes más húmedas que la temporada seca temprana.

Los verracos necesitan condiciones ambientales con Ta de 18 a 22 °C y una HR del 75 % para garantizar una óptima producción de semen. Además, en muchas zonas tropicales, donde las temperaturas promedio superan los 34 °C en las horas más calurosas, cumplir con estos parámetros

es un desafío, ya que resulta difícil reducir la temperatura por debajo de los 28 °C en el período más cálido del día de 10:00 a.m. a 16:00 p.m. (36). Sin embargo, no existe evidencia clara del efecto del clima sobre las características seminales de reproductores porcinos alojados en ambiente tropical cálido por periodos prolongados (37).

Parámetros macroscópicos del semen porcino

Con base en los resultados obtenidos en la Tabla 5, es importante mencionar que no se observan diferencias significativas ($p > 0,05$) en los parámetros macroscópicos en semen porcino en relación con la hora de colecta. Esto indica que,

a lo largo de las 14 semanas, la temperatura y la humedad relativa no tuvieron un impacto en las variables macroscópicas evaluadas, como el volumen, concentración, número de dosis por eyaculado y pH en los diferentes horarios de colecta. Además, este estudio determinó que el volumen y la concentración son factores clave para establecer cuántas dosis seminales pueden obtenerse de un eyaculado. Se observó también que el volumen a las 16:00 horas está asociado a un ITH de riesgo, mientras que la concentración a las 12:00 horas, el número de dosis a las 16:00 horas y el pH también presentan variaciones bajo estas condiciones.

Tabla 5. Promedio y desviación estándar del efecto de la hora de colecta sobre los parámetros macroscópicos del semen

Hora	n	Volumen (mL)	Concentración	Dosis	pH
08:00	14	175,29±56,83	366,50±78,12	18,43±5,09	7,39±0,45
12:00	14	177,43±73,06	389,14±67,56	18,07±6,75	7,50±0,48
16:00	14	160,43±51,97	368,64±71,88	17,14±6,63	7,57±0,55
p-valor		0,4479	0,7074	0,5286	0,5795

n= Número de datos; p-valor = Valor de probabilidad.

En este estudio se obtuvo un promedio de un volumen moderado de 169.59 ml, ubicado dentro del rango normal de 150- 200 ml (38). Sin embargo, en un estudio efectuado señalaron que el volumen disminuye en los meses cálidos de mayo, junio, julio y agosto, mientras que en los meses fríos de octubre, noviembre y diciembre se presentó un incremento del mismo (39). Esto representa, que en

los meses cálidos el volumen seminal experimenta un descenso debido a la afectación de la temperatura sobre la espermatogénesis, mientras que unas investigaciones realizadas indicaron que la producción total de espermatozoides es mayor durante los meses fríos, esto significa, que los cambios de temperatura pueden influir en la actividad reproductiva de los machos (40). Además,

el volumen, aunque no parece estar relacionado con la fertilidad sí condiciona el número total de espermatozoides (41).

Sin embargo, los resultados obtenidos de la concentración espermática no coinciden con el estudio realizado por Colenbrander y Kemp quienes sostienen que, en los meses cálidos presentaron una disminución (42). Esto indica que todas estas variaciones están relacionadas estrechamente con la temperatura y humedad ambiental, asimismo, es importante indicar que la cantidad de espermatozoides está directamente asociada con la tasa de dilución seminal y el número de dosis obtenidas de un eyaculado.

Por otro lado, los promedios obtenidos del pH se encontraron dentro de los valores normales que fluctúa entre 7.2 y 7.5 (43), mientras que a las 16 horas si se observa un ligero incremento en el pH. Sin embargo, se encontró un aumento de pH en el eyaculado de los cerdos que estuvieron en clima cálido (44). Esto es debido a que el plasma seminal está constituido por las secreciones de las vesículas seminales (10% a 25%) con un pH alcalino y por el fluido prostático (50% a 70%) con un pH ácido y la mayor frecuencia de colección seminal repercute en el aumento del pH por la menor secreción del fluido prostático (45).

Tabla 6. Promedio y desviación estándar del efecto del índice de temperatura-humedad sobre los parámetros macroscópicos del semen.

ITH	N	Volumen (mL)	Concentración	Dosis	pH
Leve	14	167.64±52.08	366.07±65.6	17.71±4.63	7.43±0.47
Moderado	21	177.33±71.41	377.67±79.73	18.1±7.42	7.45±0.5
Peligro	7	159±40.08	383.43±65.02	17.57±4.69	7.71±0.49
p-valor		0,6092	0,5757	0,5655	0,3848

n= Número de datos; p-valor = Valor de probabilidad.

Los resultados de esta investigación son contradictorios respecto a los obtenidos en una observación que afirma que, un índice de temperatura-humedad (ITH) en la temporada cálida y húmeda con mayor ITH afecta negativamente los diversos atributos seminales, en el caso del búfalo macho (46). Mientras que, en otro estudio (47) encontraron que el porcentaje de espermatozoides vivos, la concentración y el volumen del semen disminuyen a medida que el ITH aumenta, siendo los valores más altos a un ITH medio de 68,42.

Parámetros microscópicos del semen porcino

El efecto del Índice de Temperatura y Humedad (ITH) sobre las características microscópicas del eyaculado en cerdos no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$) en las variables analizadas, lo que sugiere que el ITH no influye en las características microscópicas del semen, según se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Promedio y desviación estándar del efecto de la hora de colecta sobre los parámetros microscópicos del semen.

ITH	N	Motilidad Masal (%)	Motilidad Individual (%)	Vitalidad (%)	Morfología Espermática (%)
08:00	14	93,21±3,17	89,21±5,71	90,36±6,34	9,00±9,73
12:00	14	92,86±3,78	86,50±5,95	93,57±3,06	9,29±8,24
16:00	14	93,21±3,72	87,64±5,83	91,79±5,41	9,43±8,46
p-valor		0,8358	0,5067	0,4416	0,4345

n= Número de datos; p-valor = Valor de probabilidad.

En este estudio, tanto la morfología espermática como la motilidad masal se mantuvieron dentro de los rangos normales. La morfología no superó el 5% (48), en contraste con Rodríguez y Wallgren (49), quienes hallaron un 7% de anormalidades. La motilidad masal también se mantuvo en niveles considerados normales, superiores al 70%. Sin embargo, estos resultados difieren de estudios previos, que sugieren que altas temperaturas corporales pueden causar síndrome de sufrimiento testicular, afectando la motilidad y aumentando las anormalidades (42, 50, 51).

El promedio de motilidad individual en esta investigación, con valores entre 80% y 100%, coincide con los resultados de estudios previos (52, 53), donde se describe un movimiento progresivo rectilíneo normal de los espermatozoides. De igual manera, La vitalidad espermática se mantuvo en valores normales (80%-100%), de acuerdo con investigaciones previas (38, 24, 53), que establecen una relación entre la vitalidad y la motilidad individual.

La producción de semen en los verracos puede verse influenciada por la hora del día. A

las 8:00 horas, se obtiene la mayor cantidad de espermatozoides móviles y activos. A las 12:00 horas, el rendimiento puede variar debido a un descenso en la libido o en la calidad seminal. A las 16:00 horas, la calidad del semen podría verse afectada por el cansancio acumulado del animal o por un aumento en la temperatura, lo que repercute negativamente en la motilidad y viabilidad de los espermatozoides.

Los hallazgos de esta investigación difieren con resultados obtenidos en una investigación donde se reportaron cambios significativos en diversas características microscópicas del semen a lo largo del año, vinculados a periodos con temperaturas e índices de temperatura-humedad más elevados (54). En su estudio, se observaron diferencias en la motilidad progresiva ($13,1 \pm 4,0$ frente a $12,0 \pm 3,6$), la morfología espermática ($35,5 \pm 11,4$ frente a $27,6 \pm 11,6$) y la concentración espermática ($21,6 \pm 16,8$ frente a $13,4 \pm 10,6$). De manera similar, encontraron que la motilidad espermática está estrechamente relacionada con factores ambientales como la temperatura, la humedad y la presión atmosférica, los cuales también influyen en

la concentración espermática (55). Asimismo, los resultados obtenidos contrastan con los reportados (46), quienes observaron que en búfalos machos

un índice de temperatura-humedad (ITH) de 78-84 tiene un impacto negativo en la motilidad espermática.

Tabla 8. Promedio y desviación estándar del efecto del índice de temperatura-humedad sobre los parámetros microscópicos del semen.

ITH	N	Motilidad Masal (%)	Motilidad Individual (%)	Vitalidad (%)	Morfología Espermática (%)
Leve	14	93.57±3.06	88.71±5.76	90.71±6.46	8.21±10.07
Moderado	21	92.86±3.73	87±6.13	92.14±4.89	8.57±5.29
Peligro	7	92.86±3.93	88.29±5.28	93.57±2.44	10.14±8.73
p-valor		0,7679	0,9429	0,6258	0,2561

n= Número de datos; p-valor = Valor de probabilidad.

Discusión

El índice de temperatura y humedad (ITH) observado en esta investigación supera los valores considerados óptimos para la calidad seminal. Las características ideales del semen se presentan cuando el ITH se encuentra entre 72 y 78 (46). Por su parte, Das et al. (34) señalan que un ITH superior a 72 provoca alteraciones fisiológicas que afectan tanto la producción animal como su fisiología.

De igual forma, el análisis del ITH reveló valores bajos a las 08:00 a.m., con un promedio de 77.40 ± 2.18 , y aumentaban considerablemente a las 12:00 p.m. y vuelve a descender a las 16:00 p.m., con valores que superan las 80 unidades, lo que señala un mayor riesgo de estrés térmico en ese horario, el ITH se ajusta a la clasificación establecida como peligro (22), ya que la mayoría de los valores del índice son superiores a 80, lo que indica que el nivel de riesgo es alto (37); esta variación sugiere que realizar la colecta de semen en horas con

un ITH más bajo en horas de la mañana, podría disminuir los efectos negativos del calor sobre la calidad seminal, optimizando así las condiciones de reproducción y producción en climas cálidos.

Estos hallazgos contrastan con los resultados de un estudio que confirma los factores como la temperatura máxima y mínima, el rango térmico, la humedad relativa y la precipitación del día de recolección de semen y de los 45 días previos tuvieron un efecto mínimo sobre las características seminales (54,55). No obstante, se observaron variaciones estacionales en los eyaculados, con una disminución en la calidad seminal durante los meses de mayor temperatura y un alto índice de temperatura y humedad, lo que afecta negativamente la calidad del semen en verracos. De manera similar, en una investigación sobre la termorregulación y las respuestas reproductivas de carneros bajo estrés por calor, se destaca que las elevadas temperaturas características del

verano en regiones cálidas afectan negativamente la capacidad reproductiva de los animales domésticos, ya que estas condiciones provocan alteraciones que comprometen su fertilidad (56).

CONCLUSIONES

El índice de temperatura y humedad (ITH) dentro del rango evaluado en este estudio, no afecta la calidad espermática, por lo tanto, no tiene un impacto significativo en las características macroscópica y microscópicas del semen porcino. Estos resultados sugieren que las condiciones ambientales evaluadas no alteran los parámetros seminales dentro de los rangos normales reportados en estudios previos. No obstante, es importante considerar variaciones en otros factores relacionados con la producción y manejo de los animales para optimizar la eficiencia reproductiva en granjas porcinas.

Esta investigación sobre el efecto del índice de temperatura y humedad (ITH) y las características seminales porcina proporciona información para las ciencias veterinarias y zootécnicas, porque ayuda a comprender cómo las condiciones ambientales pueden afectar la calidad reproductiva de los verracos. Sin embargo, es importante destacar que este estudio se centró en un rango específico de ITH y otras variables pueden influir en la calidad seminal. Por lo tanto, se recomienda continuar investigando el impacto de las condiciones ambientales en la reproducción porcina, considerando factores como la genética

de los animales, la nutrición y las prácticas de manejo.

Finalmente, los hallazgos de este estudio pueden ser útiles para los productores porcinos, ya que proporcionan evidencia de que, dentro de ciertos límites, las variaciones en el ITH no comprometen significativamente la calidad del semen. No obstante, es fundamental implementar buenas prácticas de manejo para garantizar el bienestar de los animales y optimizar la producción.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zhong Z, Li R, Wang Z, Tian S, Xie X, Wang Z, Na W, Wang Q, Pan Y, Xiao P. Genome-wide scans for selection signatures in indigenous pigs revealed candidate genes relating to heat tolerance. *The international journal of animal biosciences*. 2023; 17(7). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100882>
2. Pardo Z, Seiquer I, Lachica M, Nieto R, Lara L, Fernández I. Exposure of growing Iberian pigs to heat stress and effects of dietary betaine and zinc on heat tolerance. *Journal of Thermal Biology*. 2022. 106. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103230>
3. D'Allaire S, Drolet R, Brodeur D. Sow mortality associated with high ambient temperatures. *The Canadian Veterinary Journal*. 1996; 37(4): 237-239. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1576357/pdf/canvetj00101-0047.pdf>
4. Omotosho O, Fowowe O, Olusoji J, Adetokunbo A, Olutayo T. High Environmental Temperature Induces Oxidative Stress, Reduced Sow Productivity and Increased Piglet Mortality. *Journal of Applied Veterinary Sciences*. 2024; 9 (2). <https://javs.journals.ekb.eg>

5. Brandt P, Bjerg B, Pedersen P, Sørensen K, Rong L, Huang T, Zhang G. The effect of air temperature, velocity and humidity on respiration rate and rectal temperature as an expression of heat stress in gestating sows. *Journal of Thermal Biology*. 2022; 104. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103142>
6. Pexas G, Mackenzie S, Jeppsson K, Olsson A, Wallace M, Kyriazakis I. Environmental and economic consequences of pig-cooling strategies implemented in a European pig-fattening unit. *Journal of Cleaner Production*. 2021; 290. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125784>
7. Brown-Brandl T, Nienaber J, Xin H, Gates R. A literature review of swine heat production. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*. 2004; 47:259-270. <https://doi.org/10.13031/2013.15867>
8. Mutua J, Marshall K, Paul B, Notenbaert A. A methodology for mapping current and future heat stress risk in pigs. *Animal*. 2020; 14 (9):1952- 1960. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000865>
9. Huang T, Zhang G, Brandt P, Bjerg B, Pedersen P, Rong L. An effective temperature derived from a mechanistic thermophysiological model for sows reared in hot climates. *Biosystems Engineering*. 2022; 220:19-38. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.05.015>
10. Sánchez B. Repercusión y manejo del estrés calórico en la producción porcina. *BM Editores*. 2021. <https://bmeditores.mx/porcicultura/repercusion-y-manejo-delestrescalorico-en-la-produccion-porcina/>
11. Flowers W. Management of boars for efficient semen production. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*. 1997; 52:67-68. <https://www.bioscioproceedings.org/bp/0015/bp0015cpr5.pdf>
12. Knox R. Swine fertility in a changing climate. *Animal Reproduction Science*. 2024; 269. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107537>
13. Flowers W. Genetic and phenotypic variation in reproductive traits of AI boars. *Theriogenology*. 2008; 70 (8): 1297-1303. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.06.016>
14. Chinchilla J, Kerns K, Rothschild M. Lunar and climatic effects on boar ejaculate traits. *Animal Reproduction Science*. 2018;193:117-125. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.04.006>
15. Xie Q, Wu M, Bao J, Zheng P, Liu W, Liu X, Yu H. A deep learning-based detection method for pig body temperature using infrared thermography. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2023; 213. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108200>
16. Hu Z, Yang Q, Tao Y, Shi L, Tu J, Wang Y. A review of ventilation and cooling systems for large-scale pig farms. *Sustainable Cities and Society*. 2023; 89. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104372>
17. Bjerg B, Brandt P, Pedersen P, Zhang G. Sows' responses to increased heat load – A review. *Journal of Thermal Biology*. 2020; 94. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102758>
18. Oliveira A, González J, Asmar S, Batllori N, Vera I, Valencia U, Lizardo R, Borges T, García E, Riera N, Costa L, Dalmau A. The effect of feeder system and diet on welfare, performance and meat quality, of growing-finishing Iberian × Duroc pigs under high environmental temperatures. *Livestock Science*. 2020; 234. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.103972>
19. Ek-Mex J, Correa J, López A, López R. Environmental factors affecting some reproductive traits of sows in the tropics of Mexico. *Archivos de medicina veterinaria*. 2015; 47(1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2015000100009>
20. Nascimento J, Tavares S, Sayori L, Machado V, Steidle A, Menezes E, Silva A, Freitas. Thermal comfort of sows in free-range system in Brazilian Savanna. *Journal of Thermal Biology*. 2020; 88. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.102489>
21. De Prekel L, Maes D, Van den Broeke A, Ampe B, Aluwé M. Evaluation of a heating protocol and stocking density impact on heatstressed fattening pigs. *Animal*. 2024; 18 (6). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101172>
22. Licona F. Efecto de estrés por diferentes factores en cerdas lactantes: Revisión de literatura. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*. 2020. <https://bdigital.zamorano.edu/server/>

api/core/bitstreams/4874e550-69f7-4762-bf0a-242a6f692748/content

23. Córdova A, Pérez J, Méndez W, Villa A, Huerta R. Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana. *Revista veterinaria*. 2015; 26 (1). https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402015000100013

24. Sorensen A. *Reproducción Animal: principios y prácticas*. México: MacGraw Hill. 539. 1982. <https://bit.ly/4hdIGUy>

25. Köning I. *Inseminación de la cerda*. Zaragoza: Acibia. 1979; 181. https://www.editorialacibia.com/libro/inseminacion-de-la-cerda_53865/

26. Holý L. *Biología de la reproducción bovina, Introducción al proceso del examen de la fertilidad de la hembra y el macho*. Trad. R. Barnet. 2 ed. La Habana. Ed. CientíficoTécnica. 1987; 344 p. <https://bit.ly/40fseuZ>

27. Intriago J, Vargas M. Efecto de la coenzima Q10 como antioxidante sobre las características espermáticas del semen fresco porcino. <http://repositorio.espm.edu.ec/handle/42000/1147>

28. Zemjanis R. *Reproducción Animal. Diagnósticos y técnicas terapéuticas*. Trad. D. Pacheco. D.F. México. Ed. Limusa, S.A. 1987; 253. https://books.google.com/books/about/Reproducci%C3%B3n_animal.html?id=xNhoNAAACAAJ

29. Barth A, Oko R. *Abnormal morphology of bovine spermatozoa*. Ed. Iowa University Press. 1989; 285. <https://catalogue.nla.gov.au/catalog/657873>

30. Quintero A. Aspectos clave en la cría del verraco. Laboratorio de Andrología, Unidad de Investigación en Producción Animal (UNIPA), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. 2016. <https://acortar.link/c8Lecy>

31. Montesdeoca I. Mejoras en los procesos de producción para la crianza de cerdos en la granja de Monpal ubicada en el cantón Baba. Repositorio Institucional UPS. 2022. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23206>

32. Bova T, Chiavaccini L, Cline G. Environmental stressors influencing hormones and systems physiology in cattle. *Reprod Biol Endocrinol*. 2014;

12(58). <https://doi.org/10.1186/1477-7827-12-58>

33. Godde C, Mason-D'Croz D, Mayberry D, Thornton P, Herrero M. Impacts of climate change on the livestock food supply chain: A review of the evidence. *Global Food Security*. 2021; 28, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100488>

34. Das R, Sailo L, Verma N, Bharti P, Saikia J, Imtiwati, Kumar R. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary World*. 2016; 9(3), 260-268. <https://www.veterinaryworld.org/Vol.9/March-2016/7.pdf>

35. Peña T, Stone F, Gummow B, Parker A, Paris D. Tropical summer induces DNA fragmentation in boar spermatozoa: implications for evaluating seasonal infertility. *Reproduction, Fertility and Development*. 2019; 31, 590-601. <https://doi.org/10.1071/RD18159>

36. Morales B, Quintero-Moreno A, Osorio C, Rubio J. Valoración de la biometría de la cabeza del espermatozoide mediante análisis computarizado en semen de cerdo recién colectado y refrigerado. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 2012; 29: 413-431. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27064/27688>

37. Restrepo G, Trujillo L, Buritacá M, Sierra C, Correa G, González Ó. Efecto del clima sobre las características seminales de porcinos en una zona de bosque húmedo tropical. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2004; 57(2): 2355-2372. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0304-28472004000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=es

38. Hafez B, Hafez E. *Reproducción e Inseminación artificial en animales (7 th Ed.)*, South Carolina, USA, McGraw-Hill Interamericana. 2000; 99. https://dama.umh.es/discovery/fulldisplay/alma991000606689706331/34CVA_UMH:VU1

39. Rodríguez D, Macenat R, Abeledo C, Gutiérrez M. Valoración de la calidad espermática de sementales cc21 y l35 en una granja porcina. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 2010; 17(1):1-3. http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCP171/171_05artDRguez.pdf

- 40.** Tretipskul C, Am-in N, Tummaruk P, Techakumphu M. Season and breed effects on sperm production in PRRS free boars. *Thai J Vet Med.* 2012; 42(4): 471–476. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20133056439>
- 41.** Tardif S, Laforest J, Cormier N, Bailey J. The importance of porcine sperm parameters on fertility in vivo. *Theriogenology.* 1999; 52(3), 447-459. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00142-9](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00142-9)
- 42.** Colenbrander B, Kempt B. Factors influencing semen quality in pigs. *Journals of Reproduction & Fertility Ltd.* 1990; 40:105-115. <https://www.bioscioproceedings.org/bp/0013/bp0013cpr8.pdf>
- 43.** Córdova I, Fermín M, Lajud C, Perea G, Rojas M, Saltijeral J, Muñoz C. Efecto del pH en la conservación del semen de verraco diluido. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Ecodesarrollo de la Producción Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. 2016. https://www.amvec.com/memories/memorias/2003/2003_084.pdf
- 44.** Trudeau V, Sanford L. Effect of season and social environment on testis size and semen quality of the adult landrace boar. *Journal of Animal Science.* 1986; 63:1211-1219. <https://www.researchgate.net/publication/19391338>
- 45.** Buxadé C. Ganado Porcino: sistemas de explotación y técnicas de producción. Ediciones Mundi-Prensa. 2: 3ª Edición. 2013. 640. <https://n9.cl/gln95d>
- 46.** Sharma M, Singh A, Yaqoob B, Maithani M, Rawat S, Sharma N. Efecto del índice de temperatura y humedad en las características del semen de búfalos machos. *Revista internacional de microbiología y ciencias aplicadas actuales.* 2018. 7(8). doi:10.20546/IJCMAS.2018.708.504
- 47.** Sharma M, Yaqoob B, Singh A, Sharma N, Rawat S. Efecto del índice de temperatura y humedad en la calidad del semen de bovinos de toro. *Revista internacional de microbiología y ciencias aplicadas actuales.* 2017; 6:1822-1830. <https://www.ijcmas.com/6-12-2017/Mridula%20Sharma,%20et%20al.pdf>
- 48.** Almaguer Y, Font H, Rosell R, Quirino C, Montes I. Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial. *Revista Electrónica de Veterinaria.* 2015; 16(5): 1-7. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638742006.pdf>
- 49.** Rodríguez H, Wallgren M. Factores que influyen la calidad espermática en verracos en inseminación artificial en suinos. En: III Simposio Internacional MINITUB. Flores da Cunha – RS – Brasil. 2000; 34-41. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914073001.pdf>
- 50.** Le Dividich J. Journées Rech. Porcine en France. 1996; 28: 201-208. https://www.3tres3.com/latam/articulos/consumos-normales-y-possibles-variaciones-segun-la-temperatura-ambiente_10767/
- 51.** Hernández J, Alemán R. Effect of the time of the year in some characteristics of the one ejaculated of different boars genotypes. *Revista electrónica de Veterinaria.* 2008; 9 (11). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617112006.pdf>
- 52.** Fuentes A. Effect of season on semen traits of boar in the tropics. En: *Zootecnia Tropical.* 1992; 10(1): 51-64 <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n2/a01v57n2.pdf>
- 53.** Henao G, Trujillo L, Buriticá M, Sierra C, Correa G, González Ó. Effect of climate on the seminal characteristics of boars in a region of humid tropical forest. *Facultad Nacional de Agronomía Medellín.* 2004;57(2). <https://n9.cl/lrncns>
- 54.** Freneau G, Ferreira J, Sobestiansky J. Avaliação das características seminais de verrões mantidos em centrais de inseminação artificial com ambiente climatizado e não climatizado durante 12 meses. *Ciencia Animal Brasileira.* 2012; 13: 466-478. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5658702.pdf>
- 55.** Kowalewski D, Kondracki S, Górski K, Bajena M, Wysokińska A. Efecto del microclima de la porqueriza sobre el rendimiento eyaculado de verracos de inseminación artificial. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi.* 2016;

22:225-232. https://www.researchgate.net/publication/302289500_Effect_of_Piggery_Microclimate_on_Ejaculate_Performance_of_Artificial_Insemination_Boars

56. Barragán A, Avendaño-Reyes L, Hernández J, Vicente-Pérez R, Correa-Calderón A, Mellado M, Meza-Herrera C, Macías-Cruz U. Termorregulación y respuestas reproductivas de carneros bajo estrés por calor. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2021. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5624>

ACERCA DE LOS AUTORES

Adrian Israel Vergara-Moncayo. Estudiante de Medicina Veterinaria en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". Experiencia en producción animal, especialmente en nutrición, genética y manejo de pastizales. Participación como ponente en el XVII Congreso Latinoamericano y Caribeño de Extensión Universitaria – Proyección Social, realizado en Armenia, Quindío, Colombia.

Jexon Stalin Centeno-Mendoza. Estudiante de Medicina Veterinaria en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, con experiencia en reproducción bovina y porcina y mejoramiento genético.

Carlos Octavio Larrea-Izurieta. Ingeniero Zootecnista. Magister en Producción Animal, con experiencia en producción equina y bovina, estadística y mejoramiento genético. Docente de grado y posgrado en Medicina Veterinaria en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Marco Antonio Alcívar-Martínez. Médico Veterinario, Magister en Producción y Nutrición Animal, con experiencia en producción Porcina y Andrología Animal, Micología y Virología veterinaria Docente de la carrera de Medicina Veterinaria en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Poseo varias poblaciones relacionadas a temas de producción y nutrición alternativa y andrología animal.