



DETERMICACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD SEMINAL Y TEMPERATURA, EN TOROS DE CARNE BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN CLIMA TROPICAL DEL DEPARTAMENTO DE ITAPÚA, PARAGUAY.

Karina Benitez Ferreira

Graduada de Medica Veterinaria en la Universidad Autónoma de Encarnación (UNAE).

Emilce Asunción Florentin Figueredo

Medica Veterinaria y docente en la Universidad Autónoma de Encarnación (UNAE).

Karen Diana Aguirre García

Magister en Ciencias de la Pisicultura y Coordinadora de la carrera de veterinaria en la Universidad Autónoma de Encarnación (UNAE).

veterinaria@unae.edu.py

Gardón Juan Carlos

Profesor del Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria y Ciencias Experimentales, Universidad De Valencia – San Vicente Mártir.

1. Introducción

La eficiencia reproductiva de los rodeos de carne depende fundamentalmente de la fertilidad de los toros utilizados para servicio natural (Munywoki, et al. 2024). La Evaluación Reproductiva (ER) es un método estandarizado para identificar toros con fertilidad subóptima, previniendo así pérdidas económicas (Marín-Urías, et al, 2024; Torres-Aburto, et al, 2020). Se estima que el 20-40 % de los toros no superan esta evaluación rutinaria. La ER incluye tradicionalmente un examen físico, la medición de la circunferencia escrotal (CE) y la evaluación de la calidad del semen (Maculan, et al, 2025; Cotticelli, et al, 2023). La circunferencia escrotal está ampliamente aceptada como un predictor práctico de la capacidad de producción de esperma (Rossi, et al, 2025).

La fertilidad del toro puede verse afectada negativamente por numerosos factores, siendo el estrés ambiental de particular importancia. El estrés por calor, resultante de la elevada temperatura y humedad ambiental, es una de las principales causas de subfertilidad en los toros, ya que la espermatogénesis es altamente termosensible (Celeghini, et al, 2024; Gupta, et al, 2025; Capela, et al, 2022). El Índice de Temperatura-Humedad (THI) es un indicador más completo de las condiciones ambientales que la temperatura por sí sola, y su efecto fisiológico sobre la fertilidad del toro está bien



documentado (Popović, et al, 2024; Mazliah, et al, 2024). El impacto del estrés térmico sobre la calidad del semen ha sido ampliamente estudiado, con informes de disminución de la motilidad, concentración y aumento de las anomalías morfológicas (Contreras-Méndez, et al, 2024; Zhou, et al, 2024; Adyantono, et al, 2024). En las regiones tropicales y subtropicales, donde prevalecen *los Bos indicus* y sus cruces, la adaptación al calor es un factor crucial para el éxito reproductivo (Romanello, et al, 2024; Tan, et al, 2023; Galina, et al, 2023).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la calidad seminal y temperatura, en toros de carne bajo condiciones de campo en clima tropical.

2. Metodología

Este estudio de campo se llevó a cabo en siete fincas de ganado vacuno en el departamento de Itapúa, Paraguay. Un total de 113 toros fueron evaluados como parte de su examen rutinario previo a la temporada de cría. Los toros pertenecían a varias razas, principalmente Brangus (68% rojos, 22% negros), Braford (5%), Nelore (3%) y Brahman (2%), con edades comprendidas entre 1 y 12 años. Todas las evaluaciones fueron realizadas por el mismo examinador para garantizar la coherencia en la toma de datos. A cada toro se le realizó una ER completa. Se llevó a cabo un examen físico general, prestando especial atención a la conformación, las extremidades y los ojos. Se examinó el aparato reproductor, incluidas las glándulas sexuales accesorias (mediante ultrasonografía transrectal), el escroto, los testículos y los epidídimos. La circunferencia escrotal se midió en el punto más ancho utilizando una cinta escrotal. Los toros con una circunferencia escrotal inferior a 34 cm se consideraron no aptos para la reproducción. Se recogió semen de los toros que superaron el examen físico utilizando un electroeyaculador (Walmur E1, Uruguay). Se evaluaron los parámetros macroscópicos (volumen, color, aspecto). Si la primera muestra era de mala calidad, se intentaron hasta dos recolecciones adicionales después de un período de descanso de 20 minutos.

La evaluación microscópica incluyó:

- **Motilidad de la masa:** Se evaluó en un portaobjetos caliente (37°C) con un aumento de 40x.



- **Motilidad individual progresiva:** Evaluada mediante microscopía de contraste de fase con un aumento de 100x.
- **Morfología y viabilidad del esperma:** Evaluados en frotis teñidos con eosina-nigrosina a 1000 aumentos. Se contó un total de 300 espermatozoides por portaobjetos para determinar el porcentaje de morfología normal/anormal y de espermatozoides vivos/muertos.
- **Concentración espermática:** Determinada utilizando un hemocitómetro de Neubauer.

Los datos se analizaron mediante programas informáticos de estadística. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de las variables. Se calcularon los estadísticos descriptivos. Se utilizó el ANOVA para las variables distribuidas normalmente y las pruebas de Kruskal-Wallis o Wilcoxon para los datos no normales. Se utilizó la correlación de Pearson para analizar las relaciones entre las características testiculares, seminales, siendo las variables independientes la raza, la edad y la explotación. Se utilizó un nivel de significación de $p < 0,05$.

3. Resultados y discusión

De los 113 toros presentados inicialmente para su evaluación, 90 fueron incluidos en el análisis final tras excluir aquellos con datos incompletos o condiciones preexistentes que pudieran interferir con los objetivos del estudio. Las características de esta población de estudio se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Características y distribución porcentual de la población de estudio (n=90)

Raza	Distribución
Brangus Rojo	61 (68%)
Brangus Negro	20 (22%)
Braford	5 (5%)
Nelore	3 (3%)
Brahman	1 (2%)
Rango de edad (años)	1 - 12 (Media: 3.5 ± 2.1)



Establecimientos	7
------------------	---

Fuente: elaboración propia.

La raza predominante fue Brangus, representando el 90% de los animales (68% Brangus Rojo y 22% Brangus Negro), seguida por Braford, Nelore y Brahman. En función de las edades la distribución de la población fue la siguiente: el 40% de los animales tenía 2 años, seguido de un 16% con 5 años, 13% de 1 año y 7 meses, 9% con 6 años, 4% con 7 y 8 años, 3% de 2 años y 6 meses y 12 años, 2% con 1, 3 años y 6 meses y 7 años y el 1% con 2 años y 6 meses y 10 años (Figura 1).

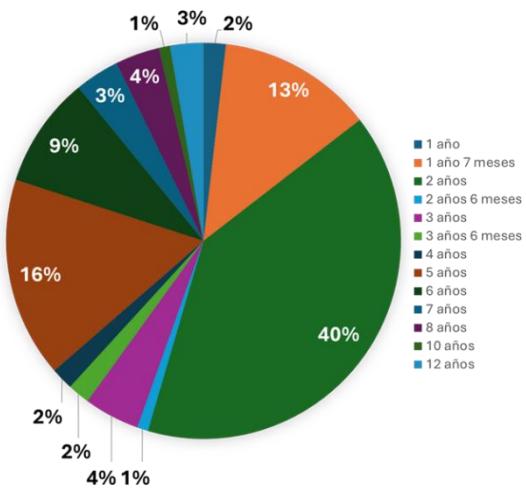


Figura 1: Distribución por edades de los todos utilizados.

Los resultados de la ER se resumen en la Figura 2. Una parte significativa de los toros (53%) fueron clasificados como reproductores potenciales satisfactorios. Sin embargo, el 47% se consideraron insatisfactorios, siendo la principal causa de rechazo la circunferencia escrotal inadecuada (37%), seguida de la mala calidad del semen (10%).

Asimismo, el 53% de los animales evaluados no presentaron patologías y se consideraron aptos en función de las demás características evaluadas, mientras que el 37% de los toros fueron objeto de rechazo por tener una circunferencia escrotal menor a 34 cm. y el 10% restante mostraron algún tipo de alteración reproductiva (Figura 2).

Entre estas patologías un 33% no manifestaron comportamiento de monta a hembras en celo, un 17% presentaron al menos uno de los dos testículos no funcionales, problemas andrológicos previamente certificados por un veterinario o



vesiculitis. Asimismo, el 16% de los toros presentaron asimetría testicular.

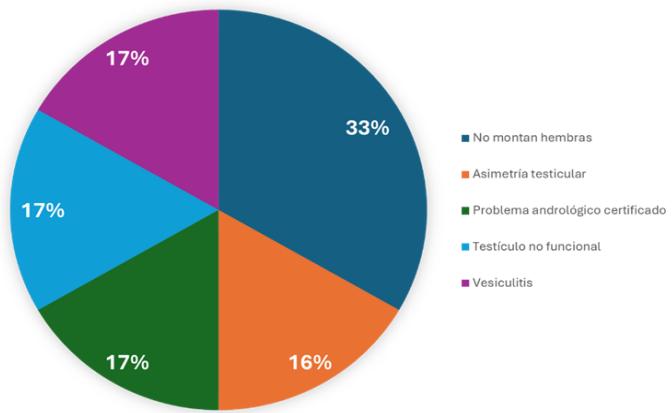


Figura 2: Distribución de las patologías reproductivas encontradas.

El elevado porcentaje de toros rechazados debido a una circunferencia escrotal inadecuada (37%) es un hallazgo significativo y pone de relieve la importancia de este parámetro en la ER, particularmente en toros jóvenes o en rebaños con un manejo nutricional subóptimo (Fernandes Júnior, et al, 2022). Este hallazgo coincide con otros estudios realizados en regiones tropicales y subtropicales (Baruselli, et al, 2025; Rashid, et al, 2024). Aunque la SC es un valioso indicador del potencial de producción espermática, no proporciona información sobre la calidad funcional de los espermatozoides.

La baja calidad general del semen observada en este estudio es probablemente atribuible al significativo estrés térmico experimentado por los animales durante el período de evaluación (febrero-marzo), que corresponde al final del verano en Paraguay. Las altas temperaturas ambientales y la humedad son factores de estrés bien conocidos que afectan negativamente la espermatogénesis y la calidad del semen de los toros (Celeghini, et al, 2024; Gupta, et al, 2025; Capela, et al, 2022, Contreras-Méndez, et al, 2024; Zhou, et al, 2024. El uso de marcadores genéticos para la tolerancia al calor es un área de creciente interés (Zamorano-Algandar, et al, 2023; Azevedo, et al, 2024; O'Meara, et al, 2022), y la selección de razas adaptadas al trópico como Brahman y Brangus es una estrategia clave para mitigar los efectos del estrés térmico (Romanello, et al, 2024; Tan, et al, 2023; Galina, et al, 2023). Nuestros hallazgos subrayan la necesidad de mayor investigación sobre el impacto del estrés por calor en el desempeño reproductivo del ganado vacuno en Paraguay y el desarrollo de estrategias efectivas de mitigación (Didion,



2008; Farrell, et al, 1998).

4. Consideraciones finales

En las condiciones de este estudio, los factores ambientales, en particular el estrés por calor, parecen tener un impacto más significativo en los parámetros seminales. La circunferencia escrotal sigue siendo un componente crítico y práctico de la ER para identificar a los toros con una alta probabilidad de ser reproductores insatisfactorios. Es necesario desarrollar estrategias eficaces para mitigar los efectos negativos del estrés térmico sobre la eficiencia reproductiva en regiones tropicales y subtropicales.

Referencias.

- MUNYWOKI, P. N., KIPYEGON, A. N., NABULINDO, W. N., WAMBUGU, R., & KIOS, D. (2024). Relationship between bull signalment and testicular attributes in a Kenyan bull station. *Vet World*, 17(9), 2072-2076.
- MARÍN-URÍAS, L. F., GARCÍA-RAMÍREZ, P. J., DOMÍNGUEZ-MANCERA, B., HERNÁNDEZ-BELTRÁN, A., VÁSQUEZ-SANTACRUZ, J. A., CERVANTES-ACOSTA, P., BARRIENTOS-MORALES, M., & PORTILLO-VÉLEZ, R. DE J. (2024). Evaluación de la solidez reproductiva de toros mediante modelos predictivos basados en redes neuronales artificiales. *Agricultura*, 14(1), 67.
- TORRES-ABURTO, V. F., BARRIENTOS-MORALES, M., HERNÁNDEZ-FLORES, H., RODRÍGUEZ-ANDRADE, A., CERVANTES-ACOSTA, P., LANDÍ, V., HERNÁNDEZ BELTRAN, A., & DOMÍNGUEZ-MANCERA, B. (2020). Examen de solidez reproductiva y aptitud de rebaño de grupos genéticos locales de toros en condiciones de ambiente tropical en Veracruz, México. *Revista Italiana de Ciencia Animal*, 19(1), 840-855.
- MACULAN, R., SÁNCHEZ VIAFARA, J. A., DE VASCONCELOS, G. L., MOREIRA, G. M., RIBEIRO, C. V., ALVES, N., FERREIRA, M. B. D., & DE SOUZA, J. C. (2025). Concentración de hormona antimülleriana y circunferencia escrotal como predictores de características ligadas a la fertilidad en toros machos Brahman y Simmental. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 54, e20230004.
- COTTICELLI, A., NAVAS, L., CALABRIA, A., BIFULCO, G., CAMPANILE, G., PERIC, T., PRANDI, A., D'OCCHIO, M. J., & RUSSO, M. (2023). Incorporation of Testicular Ultrasonography and Hair Steroid Concentrations in Bull Breeding Soundness Evaluation. *Ciencias Veterinarias*, 10(6), 373.
- ROSSI, G. F., RODRIGUES, N. N., DIAS, E. A. R., BASTOS, N. M., VRISMAN, D. P., SIMILI, F. F., GIMENES, L. U., GARCIA, J. M., MERCADANTE, M. E. Z.,



MONTEIRO, F. M., & MINGOTI, G. Z. (2025). Evaluación del desempeño del crecimiento y de los caracteres reproductivos en la pubertad y en el alcance de la madurez sexual en toros *Bos indicus* Nelore criados en sistemas de manejo con pastos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 54, e20240109.

CELEGHINI, E. C. C., BAATSCH-NASCIMENTO, F., BOZZI, A. DA R., GARCIA-OLIVEROS, L. N., & ARRUDA, R. P. (2024). Bovine testicular heat stress: From climate change to effects on microRNA profile. *Animal Reproduction Science*, 270, 107620.

GUPTA, M., VAIDYA, M., KUMAR, S., SINGH, G., OSEI-AMPONSAH, R., & CHAUHAN, S. S. (2025). Heat stress: a major threat to ruminant reproduction and mitigating strategies. *International Journal of Biometeorology*, 69, 209-224.

CAPELA, L., LEITES, I., ROMÃO, R., LOPES-DA-COSTA, L., & PEREIRA, R. M. L. N. (2022). Impact of Heat Stress on Bovine Sperm Quality and Competence. *Animals*, 12(8), 975.

POPOVIĆ, N., DJEDOVIĆ, R., STOJIĆ, P., STANOJEVIĆ, D., JOVANOVIĆ, R., & BESKOROVAJNI, R. (2024). Influencia del índice THI, edad de los toros, año y estación en la producción y calidad del esperma nativo de toros Holstein-Friesian. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 53, e20240011.

MAZLISHAH, M. S. H., FAUZI, N. M., MOHD NOR, M. F. F., & HASHIM, N. H. (2024). Influence of management systems on severity of heat stress and reproductive performance of rams In the tropics - a review. *Ann. Anim. Sci.* 24, 1081-1092.

CONTRERAS-MÉNDEZ, L. A., MEDRANO, J. F., THOMAS, M. G., ENNS, R. M., SPEIDEL, S. E., LUNA-NEVÁREZ, G., LÓPEZ-CASTRO, P. A., RIVERA-ACUÑA, F., & LUNA-NEVÁREZ, P. (2024). La Hormona Anti-Mülleriana como Marcador Endocrino y Molecular Asociado al Desempeño Reproductivo en Vacas Lecheras Holstein Expostas a Estrés por Calor. *Animals*, 14(2), 213.

ZHOU, L. T., GOKYER, D., MADKINS, K., BEESTRUM, M., HORTON, D. E., DUNCAN, F. E., & BABAYEV, E. (2024). The Effects of Heat Stress on the Ovary, Follicles and Oocytes: A Systematic Review. *bioRxiv*, 2024.12.04.626831.

ADYANTONO, A. O., SUGIHARTO, S., & SAMSUDEWA, D. (2024). Meta-Analysis: Reproductive parameters of crossbred *bos taurus* and *bos indicus* in tropical environments. *Adv. Anim. Vet. Sci.*, 12(8), 1492-1500.

ROMANELLO, N., BARRETO, A. DO N., BALIEIRO, J. C. DE C., BRANDÃO, F. Z., DE ANDRADE, A. F. C., ZAPPATERRA, M., & GARCIA, A. R. (2024). Efecto del acceso a la sombra natural sobre la capacidad termorreguladora escrotal, integridad del parénquima testicular y morfología espermática de toros Nelore (*Bos indicus*) y Canchim (*Bos taurus* x *Bos indicus*). *International Journal of Biometeorology*, 68, 2431-2446.



TAN, W. L. A., PORTO NETO, L. R., REVERTER, A., MCGOWAN, M., & FORTES, M. R. S. (2023). Sequence level genome-wide associations for bull production and fertility traits in tropically adapted bulls. *BMC Genomics*, 24, 365.

GALINA, C. S., & GEFFROY, M. (2023). Dual-Purpose Cattle Raised in Tropical Conditions: What Are Their Shortcomings in Sound Productive and Reproductive Function? *Animals*, 13(13), 2224.

PAUSE, F. C., CROCIATI, M., URLI, S., MONACI, M., DEGANO, L., & STRADAIOLI, G. (2022). Environmental Factors Affecting the Reproductive Efficiency of Italian Simmental Young Bulls. *Animals*, 12(18), 2476.

FERNANDES JÚNIOR, G. A., SILVA, D. A., MOTA, L. F. M., DE MELO, T. P., FONSECA, L. F. S., DA SILVA, D. B. DOS S., CARVALHEIRO, R., & DE ALBUQUERQUE, L. G. (2022). Intensificación Sostenible de la Producción de Bovinos en los Trópicos: The Role of Genetically Improving Sexual Precocity of Heifers. *Animals*, 12(2), 174.

BARUSELLI, P. S., ABREU, L. A., MENCHACA, A., & BÓ, G. A. (2025). El futuro de la producción de carne vacuna en América del Sur. *Theriogenology*, 231, 21-28.

RASHID, M., ABOSHADY, H. M., AGAMY, R., & ARCHIMEDE, H. (2024). Milk production and composition in warm-climate regions: a systematic review and meta-analysis. *Tropical Animal Health and Production*, 56, 382.

ZAMORANO-ALGANDAR, R., MEDRANO, J. F., THOMAS, M. G., ENNS, R. M., SPEIDEL, S. E., SÁNCHEZ-CASTRO, M. A., LUNA-NEVÁREZ, G., LEYVA-CORONA, J. C., & LUNA-NEVÁREZ, P. (2023). Marcadores Genéticos Asociados con la Producción de Leche y la Termotolerancia en Vacas Lecheras Holstein Manejadas en un Ambiente de Estrés Térmico. *Biology*, 12(5), 679.

AZEVEDO, H. C., BLACKBURN, H. D., LOZADA-SOTO, E. A., SPILLER, S. F., & PURDY, P. H. (2024). Enhancing evaluation of bull fertility through multivariate analysis of sperm. *Journal of Dairy Science*, 107(12), 11774-11784.

O'MEARA, C., HENROTTE, E., KUPISIEWICZ, K., LATOUR, C., BROEKHUIJSE, M., CAMUS, A., GAVIN-PLAGNE, L., & SELLEM, E. (2022). The effect of adjusting settings within a Computer-Assisted Sperm Analysis (CASA) system on bovine sperm motility and morphology results. *Animal Reproduction*, 19(1), e20210077.

DIDION, B. A. (2008). Computer-assisted semen analysis and its utility for profiling boar semen samples. *Theriogenology*, 70(8), 1374-1376.

FARRELL, P. B., PRESICCE, G. A., BROCKETT, C. C., & FOOTE, R. H. (1998). Quantification of bull sperm characteristics measured by computer-assisted sperm analysis (CASA) and the relationship to fertility. *Theriogenology*, 49(4), 871-879.