



Reseña

Estrés calórico en búfalos de agua, una revisión. III. Efectos de los sistemas de producción en Cuba y respuestas conductuales de los animales

Heat stress in water buffaloes, a review. III. Effects of production systems in Cuba and behavioral responses of animals

Adela Labrada Velázquez *, Héctor Pérez Esteban *, Alina Mitat Valdés **

*Universidad Agraria de La Habana (UNAH), La Habana, Cuba.

**Asesora independiente, Cuba.

Correspondencia: alabradavelazquez@gmail.com

Recibido: Marzo, 2025; Aceptado: Marzo, 2025; Publicado: Abril, 2025.

RESUMEN

Antecedentes: El búfalo de agua, al detectar un aumento de temperatura, estimula cambios en la conducta y fisiológicos propios de la especie, como sumergirse en áreas inundables y la búsqueda de sombra para propiciar la rápida pérdida de calor. **Objetivo.** Brindar información sobre los efectos negativos del clima y los sistemas de producción en la aparición del estrés por calor (EC) en esta especie, que provoca cambios en su conducta. **Desarrollo:** Se abordan las características del clima en Cuba, la repercusión de los sistemas de producción sobre las respuestas conductuales y el impacto en algunos indicadores fisiológicos del búfalo, al detectar un aumento de la temperatura. Además, de la importancia de los charcos y la sombra natural o artificial como alternativa termorreguladora en los bubalinos y estudios realizados sobre el uso de los sistemas silvopastoriles para mitigar los efectos negativos de la radiación solar directa en esta especie. **Conclusiones:** El cambio climático afecta la producción bubalina en Cuba, los sistemas de producción que se utilizan, no posibilitan, en la mayoría de las unidades que los búfalos puedan disipar el calor, sin embargo, la presencia de charcos y la sombra en los potreros o en el sistema silvopastoril favorece el comportamiento termorregulador y alimentario.

Palabras clave: búfalos, estrés calórico, respuestas conductuales (*Fuente: AIMS*)

ABSTRACT

Background: The water buffalo, upon detecting an increase in temperature, stimulates behavioral and physiological changes inherent to the species, such as submerging in flood-prone areas and seeking shade to promote rapid heat loss. **Objective.** To provide information on the negative effects of climate and production systems on the appearance of heat stress (HS) in this species, which

Como citar (APA) Labrada Velázquez, A., Pérez Esteban, H., & Mitat Valdés, A. (2025). Estrés calórico en búfalos de agua, una revisión. III. Efectos de los sistemas de producción en Cuba y respuestas conductuales de los animales. *Revista De Producción Animal*, 37. <https://apm.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e170>



causes changes in its behavior. **Development:** The characteristics of the climate in Cuba, the impact of production systems on behavioral responses and the impact on some physiological indicators of the buffalo, when detecting an increase in temperature, are addressed. In addition, the importance of puddles and natural or artificial shade as a thermoregulatory alternative in bubalines and studies carried out on the use of silvopastoral systems to mitigate the negative effects of direct solar radiation on this species. **Conclusions:** Climate change affects buffalo production in Cuba, the production systems used do not allow buffaloes to dissipate heat, however, the presence of puddles and shade in the pastures or in the silvopastoral system favors the thermoregulatory and feeding behavior in the buffalo.

Keywords: buffaloes, heat stress, behavioral responses (*Source: AIMS*)

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la temperatura ambiental se incrementa debido al calentamiento global, fenómeno que amenaza la producción de proteína animal (Ali *et al.*, 2020). El panorama no es favorable ya que se prevé que entre los años 2030 y 2052 el aumento de las temperaturas supere 1,5°C (ONU, 2022), además se acrecentarán algunos fenómenos meteorológicos como los huracanes y sequías que afectan la salud humana y animal (Lecha Estela *et al.*, 2024; De Matteis *et al.*, 2024). En conjunto, esto provoca cambios ambientales e incrementos en el índice de temperatura y humedad (ITH), que favorecen los problemas de termorregulación en los animales de producción (Ruiz-Ortega *et al.*, 2022; Ponce-Covarrubias *et al.*, 2023).

En el ámbito internacional, los búfalos se crían cada vez más de manera similar a las vacas lecheras, en sistemas de pastoreo frecuentemente privados de sombra y agua para inmersión (Katwal *et al.*, 2024; Ximenes *et al.*, 2024), aun cuando en los sistemas de crianza, resulta importante valorar cuál garantizará que estos animales tengan mayor bienestar y comodidad, requisitos para optimizar sus producciones (Mota-Rojas *et al.*, 2019).

El búfalo de agua, es un animal semi acuático, está adaptado a climas cálidos, húmedos y a terrenos fangosos, pero muestra signos de falta de confort cuando se exponen a la radiación solar directa del sol dadas sus características anatómicas de la piel (Umar *et al.*, 2021; Mitat Valdés *et al.*, 2024).

Por otro lado, los animales modifican el comportamiento cuando se reduce su capacidad para disipar el calor, fuera de la zona de confort térmico, en casos de baja tasa de disipación de calor, en los búfalos se incrementan los períodos de inactividad y disminuyen los tiempos para la conducta exploratoria (Mora-Medina *et al.*, 2018), de manera que se modifica su conducta y las variables fisiológicas en pastoreo a lo largo de la estación cálida (Ximenes *et al.*, 2024).

Dadas esas particularidades, los búfalos desarrollaron comportamientos adaptativos, de conducta, fisiológicos, neuroendocrinos y moleculares que actúan sinérgicamente para contrarrestar los efectos nocivos del EC (Faheem *et al.*, 2021; Mishra, 2021).

El objetivo de esta revisión es informar acerca de los cambios en el clima de Cuba, las características de los sistemas de producción de la especie bubalina y el impacto que ambos tienen en la conducta de los búfalos, para efectuar su termorregulación ante el EC.

DESARROLLO

Característica del clima en Cuba, resultados de estudios del índice de temperatura y humedad en relación con la producción pecuaria

En Cuba durante las últimas tres décadas los factores climáticos se agudizaron con la consecuente afectación a la ganadería en condiciones de bienestar. Este comportamiento se asoció en primer lugar al cambio climático (CC), particularmente al calentamiento global, y al desarrollo del actual evento El Niño - Oscilación del Sur (Fonseca Rivera *et al.*, 2024).

La variación de los factores climáticos temperatura, humedad y la radiación solar fueron reconocidos como los componentes principales que afectan el desempeño de las especies de ganado doméstico. De ahí que los daños ocasionados en los animales, pueden calcularse, entre otros métodos, a través de la repercusión del incremento del índice de temperatura y humedad (ITH), en la respuesta termorreguladora del animal, (Ali *et al.*, 2020). Al respecto Sharma *et al.* (2024), consideraron que el estado de confort óptimo para los búfalos, se encontró cuando el ITH fue de 74,37.

Los valores de ITH que se estudiaron en unidades de Mayabeque por Enríquez Regalado y Álvarez Adán (2020) con hembras lecheras vacunas y en áreas de las pruebas de comportamiento (PC) para la producción carne vacuna (Suárez Tronco *et al.*, 2021), coincidieron al informar que, en esa provincia, los valores más altos de ITH estuvieron entre los meses de junio y septiembre (83,0). En las PC de todas las regiones del país, el ITH se incrementó de enero a agosto (julio: 80,42; agosto: 80,61).

Si se comparan esos valores de ITH con los que presentaron Umar *et al.* (2021), ITH 68-72 estrés por calor leve, ITH 73-76 estrés moderado e $ITH \geq 77$ para estrés por calor severo, se podría inferir que los búfalos que se encuentran en áreas contiguas a la de los vacunos, estarían igualmente en EC severo durante los meses de mayores temperaturas en Cuba.

Es importante resaltar que en ambas investigaciones las unidades vacunas se encuentran relativamente cerca de las bubalinas y en Mayabeque radica la mayor población de esta especie (14597 cabezas) del país (MINAG, 2024).

Sistemas de producción de los búfalos en Cuba

La cría de búfalos en el territorio cubano, siguió los mismos patrones del modelo agroalimentario predominante en la década de los años 80 del siglo XX, que llevó a la homogeneización de las prácticas de producción de alimentos. Al respecto, Mitat Valdés (2022), detalló los sistemas de producción que se establecieron a la llegada de los animales de Río y posteriormente de Pantano.

En las unidades de producción lechera vacuna en desuso, que posteriormente se repoblaron con búfalas, la alimentación se basó en pastoreo, en áreas casi desprovistas de arbolado y suplementación con alimentos concentrados.

En su momento, esos sistemas no fueron sostenibles para los bovinos. La ausencia de manejo de la biodiversidad no garantizó posteriormente, las condiciones necesarias para evitar la aparición del EC en los búfalos, aunque la tendencia actual con esta especie en el mundo, exija establecer manejos y tecnologías diferenciadas (Galloso-Hernández, 2021).

Soto *et al.* (2012), al realizar un diagnóstico del impacto ambiental en lecherías bubalinas en la Empresa Ganadera Camagüey, determinaron que existió un fuerte impacto en el ámbito biológico-ecológico asociado al déficit arbóreo principalmente.

A partir de 1989, con la llegada de los Carabaos, comenzaron a multiplicarse naturalmente y sin control, en zonas de los humedales costeros del archipiélago cubano (Mitá Valdés, 2022), que con el tiempo se convirtieron en sistemas trashumantes, donde los animales se trasladan de una zona a otra en busca de mejores condiciones medioambientales o hacia zonas que ofrezcan mejor alimentación.

Si bien en estos sistemas, los búfalos dedican la mayor parte del tiempo a satisfacer dos conductas básicas, la alimentación y el descanso, los animales pueden comprometer su bienestar por la disponibilidad de los pastos, el consumo de agua de bebida, la suplementación, enfermedades parasitarias, los efectos de las condiciones extremas del clima, diferentes problemas de salud, la presencia de depredadores o la falta de supervisión (Turner y Dwyer, 2007).

En uno de esos rebaños, en el norte de la provincia de Ciego de Ávila, Carballoso *et al.* (2011), observaron que la actividad de rumia fue mayor en el horario comprendido entre las 11:00 a.m. y las 4:00 p.m., horas en las cuales la radiación solar es más intensa. Los animales realizaron los mayores desplazamientos hacia otras áreas entre las 10:00 a.m. y las 2:00 p.m., que se efectuaron, la mayoría de las veces, de los pastizales hacia el revolcadero y generalmente en áreas de sombra.

Para la adaptación y mitigación de los efectos negativos ante el CC y la creación de condiciones de confort, en cuanto a la disponibilidad de alimentos y espacios de sombras para las búfalas productoras de leche, en los humedales del norte de la provincia Sancti Spíritus, el mayor reto fue la necesidad de incrementar las áreas forestales o boscosas, las que solo alcanzaban 1,14% (García Casas, 2018).

De estos resultados se deduce que, en ambos sistemas de producción, la presencia de árboles para proveer sombra a los búfalos es deficiente.

En relación con los sistemas intensivos en confinamiento, Mota-Rojas *et al.*, (2019), consideraron que restringen los comportamientos de pastar y revolcarse, mientras aumentan la aparición de conductas estereotipadas como la agresión, que plantea riesgos para los búfalos y los trabajadores.

Respuestas conductuales

Como adaptación evolutiva, el comportamiento termorregulador de los búfalos, especialmente durante las estaciones cálidas, es crucial e incluye revolcarse en el fango o el agua, que también los protegen de ectoparásitos y refugiarse en la sombra (Choudhary y Sirohi, 2019; Mota-Rojas *et al.*, 2020a).

Estos animales, exhiben notables distinciones anatómicas y fisiológicas en comparación con el ganado vacuno, particularmente en relación con su circulación periférica y los atributos de la piel. Las estructuras de la piel presentan una intrincada red de arteriolas ramificadas, que se dividen en numerosas arteriolas pequeñas, capilares y vasos linfáticos, que se extienden hasta las capas más externas de su piel (Aggarwal y Upadhyay 2013). Estas adaptaciones fisiológicas dotan al búfalo de un medio de termorregulación altamente eficiente, confirmando la importancia de revolcarse como un aspecto crucial de su repertorio conductual natural.

Das *et al.* (1999) expresaron que, la exposición a la radiación solar directa durante las horas diurnas de verano, indujo hipertermia en buceras de 7 a 9 meses de edad, que se evidenció por protrusión lingual, espuma en la boca debido a la sialorrea y jadeo e incremento de la frecuencia respiratoria en cinco o seis veces.

En este sentido, con la provisión de recursos adecuados, como la sombra, estanques, pozas o zonas pantanosas, el búfalo de agua puede tolerar las altas temperaturas, que constituye una buena alternativa para incrementar su eficiencia productiva en las condiciones del CC y el calentamiento global (Zhang *et al.*, 2020).

Al evaluar el crecimiento del comportamiento de hembras y machos mestizos de Buffalypso, en un sistema silvopastoril de *Tithonia diversifolia* vs IcaCuba Oc-10 sin charcos o revolcaderos donde los animales pudieran mitigar el calor del mediodía, Iraola *et al.* (2024) manifestaron que entre las 11:00 am-1:30 pm, todos los animales abandonaron el área de pastoreo y se mantuvieron cercanos a los bebederos, el mayor tiempo fue bajo la sombra de los árboles que estaban en esa zona de libre acceso para los animales.

Cuando los termorreceptores centrales y periféricos de los bubalinos detectan un aumento de temperatura, se desencadenan cambios del comportamiento termorregulador, propio de esta especie especialmente la inmersión en zonas inundables o pantanosas y la búsqueda de sombra y los mecanismos físicos como la conducción, convección y radiación (Gu *et al.*, 2016; Yáñez-Pizaña *et al.*, 2020). Por otra parte, el incremento de la ingestión de agua y los cambios de posturas, como extender las extremidades o mantenerse mayor tiempo en posición estática, son medios para maximizar la disipación de calor (Das Amit *et al.*, 2021; Galloso-Hernández, 2021).

Inmersión en charcos o revolcaderos

La conducta de revolcarse es un medio especialmente eficaz de disipación de calor para los búfalos, abarca la pérdida de calor por evaporación, e incorpora los mecanismos de transferencia de calor por conducción y convección, que contribuyen significativamente a la regulación de la temperatura corporal del búfalo (Katwal *et al.*, 2024)

El comportamiento de los búfalos se estudió en Cuba, por Galloso-Hernández *et al.* (2021), quienes encontraron que, en un período de 24 horas, la actividad de sumergirse en charcos era más frecuente en los búfalos expuestos al calor intenso (>35C°), a la que dedicaron como promedio 4,06 h, mientras que los que estuvieron expuestos a calor moderado, permanecieron 2,91 h dentro del agua.

El ingreso a charcos o zonas pantanosas con la presencia de lodo seco ayuda a que el búfalo de agua registre un descenso de entre 2 y 4°C (figura 1), que se aprecian en diferentes termogramas de animales expuestos a la radiación solar directa en la región tropical (A), en charcos (B) y con restos de lodo o barro (C). Los resultados fueron: A) La región dorsal, fue la que recibió mayor radiación, presentó una temperatura máxima de 38,3°C, en la región ventral la temperatura máxima fue 1,9°C menor a la que se registró en el dorso. B) A pesar de no encontrarse cubierto con lodo se apreció un descenso de 2°C en la temperatura máxima de la región dorsal, con respecto a la temperatura registrada en el termograma A; lo que podría indicar la disipación de calor por efecto de la evaporación del agua que recubre la piel del búfalo. C) La región torácica, que fue la que se encontró cubierta con lodo presentó una temperatura máxima de 33,8°C, menor a cualquiera de las temperaturas en las regiones que se evaluaron en los termogramas anteriores; lo que demostró la protección que brinda el lodo frente a la radiación solar.

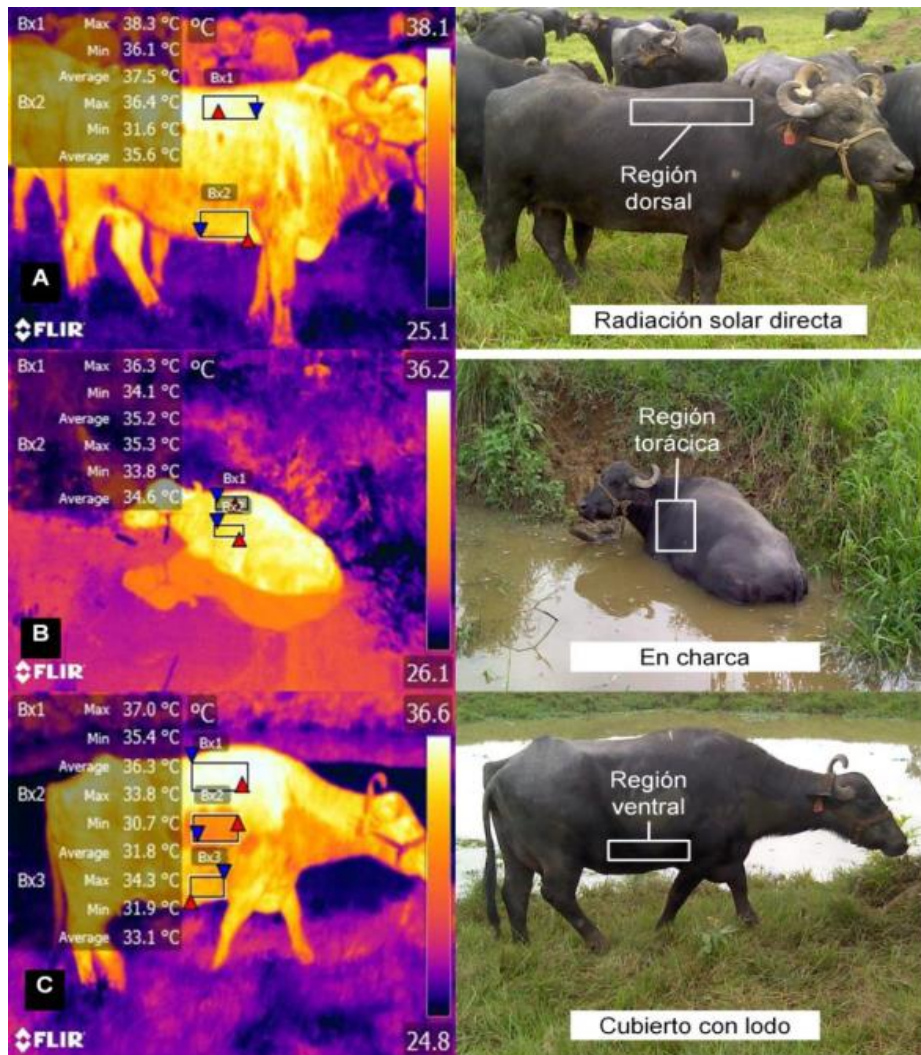


Figura 1. Uso de la termografía infrarroja para detectar el efecto de la evaporación cutánea (Emisividad 0,95). (Mota-Rojas *et al.*, 2020 a, b).

Aun cuando diferentes investigaciones, refirieron las ventajas de la utilización de revolcaderos para la termólisis en la especie bubalina, otras publicaciones informaron sus posibles riesgos al suelo, las fuentes de agua subterráneas, la salud de los propios animales y de los humanos, por las infiltraciones de patógenos que deyectan, o porque los búfalos utilizan áreas de aguas residuales (Elahi *et al.*, 2012; Nurhidayah *et al.*, 2020; Negi *et al.*, 2022; Katwal *et al.*, 2024), por lo que es preciso prevenir la posible propagación de diferentes enfermedades infecciosas.

En otro orden, durante el tiempo que permanecen en los charcos, el rebaño puede tender a separarse, por lo que esta acción termorreguladora podría no beneficiar el comportamiento social del grupo (Tsiobani *et al.*, 2020; Tsiobani, *et al.*, 2023), aunque favorezca el bienestar térmico de forma individual.

Los impactos positivos o negativos de la utilización de charcos, deben considerarse en las unidades de producción cubanas. La normativa cubana de la obligatoriedad de disponer de revolcaderos artificiales, dado sus costos y el riesgo sanitario que puedan presentar, podría dirigirse hacia el enfoque de mitigar los efectos del estrés calórico, por otras vías, como la sombra en los potreros y los sistemas silvopastoriles.

Búsqueda de sombra, efecto de los sistemas silvopastoriles (SSP) en el bienestar bubalino

El proveer sombras naturales, o artificiales a los búfalos mostró beneficios como disminuir su temperatura e incrementar el consumo de alimento (Kamal *et al.*, 2016; Vilela *et al.*, 2022), ya que la hiporexia forma parte de la estrategia del organismo para reducir la producción de calor (Gallos-Hernández *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2022).

Bajo la sombra, los búfalos disminuyen la frecuencia cardíaca (FC), respiratoria (FR), la temperatura rectal (TR) y el tiempo en que se encuentran en estación, por el contrario, aumentan la ingesta de alimentos, la rumia, la ganancia de peso y el tiempo que permanecen en la posición de decúbito (Mota-Rojas *et al.*, 2022).

En Brasil, se investigó el efecto de un SSP en la FR de hembras adultas Murrah y Jaffarabadi, en el horario de mayor radiación solar (1106Wm^{-2}) presentaron menor FR, ya que tenían acceso al agua y la sombra, que facilitaron a los animales mayor disipación de calor y disminuir la exposición al EC sin la necesidad de aumentar la FR ante el incremento de las radiaciones solares. Los animales que estuvieron en el agua y la sombra presentaron la menor FR (21 r/min), mientras que a los que mantuvieron en el agua y sol y al sol solamente, la FR se incrementó a 23 y 31 r/min ($p<0,05$), respectivamente (Bastos *et al.*, 2024).

Ximenes *et al.* (2024), cuando analizaron algunos indicadores fisiológicos y de comportamiento en búfalos de agua de diferentes categorías zootécnicas, en dos recursos de mitigación del calor: (A) sombra y (B) sombra más agua para inmersión, informaron que en ambos se redujeron el tiempo de pastoreo, especialmente cuando el ITH fue superior a 75, los del grupo B, pasaron más tiempo pastando y en decúbito lateral al compararlos con los que del A ($p<0,05$). Las búfalas y las bubillas tuvieron mayor tiempo de rumia ($p<0,05$) y tiempo de reposo ($p<0,05$) en comparación con los bucerros.

Las variables fisiológicas, FC, FR, TR y el jadeo no difirieron ($p>0,05$) entre los tratamientos y se correlacionaron positivamente con la temperatura del aire y el ITH ($p<0,05$). La FC fue mayor para las bubillas (59,6 latidos/min) y los bucerros (63,5 latidos/min) que en las búfalas adultas (53,3 latidos/min; $p<0,05$). La TR fue mayor en las bubillas (38,4°C) y los bucerros (38,3°C) que en las búfalas (38,1°C; $0,05<p<0,10$). Sin embargo, la tasa de respiración no difirió entre las categorías de búfalos ($p>0,05$). El comportamiento de jadeo no se informó durante los días de observación.

Independientemente de la categoría animal, los búfalos pudieron mantener variables fisiológicas dentro del rango normal, lo que indicó que proporcionar sombra y/o agua para la inmersión, como recursos de enriquecimiento ambiental para la termorregulación, es adecuado para mitigar el estrés por calor en los búfalos de agua durante la temporada cálida en los subtrópicos (Ximenes *et al.*, 2024).

En relación con la conducta de la búsqueda de sombra en dependencia del calor ambiental, Hussain *et al.* (2024) informaron en hembras Nili Ravi, que la temperatura de la superficie corporal, fue significativamente mayor ($p<0,001$) en el momento de la búsqueda de sombra en comparación con las primeras horas de la mañana, expresada según los valores en la escápula (1,7°C), flanco (2,1°C), testuz (2,5°C), la base de las orejas (1,5°C) y en la ubre (2,2°C).

En el estudio anterior, las búfalas buscaron sombra cuando la temperatura ambiental fue 2°C más alta que la registrada antes del amanecer (26,9°C), igualmente, las hembras tuvieron un aumento significativo de la FR ($p<0,001$) en el momento de buscar la sombra (19,2 frente a 22,4 respiraciones/min).

En Cuba, (Gallos, 2021), estudió el comportamiento termorregulador y alimentario de bubillas y búfalas, en un sistema silvopastoril (SPS) y otro sin árboles o convencional (CVS), con diferentes índices de temperatura y humedad. En el SPS, las hembras dedicaron más tiempo al pastoreo bajo los árboles y menos tiempo al baño termorregulador. El ramoneo contribuyó a incrementar el tiempo invertido en el comportamiento alimentario, lo que indicó mayor aprovechamiento de los horarios de pastoreo en actividades que aseguran el bienestar animal (mayor tiempo de pastoreo bajo la sombra de los árboles y el ramoneo de hojas de leguminosas para completar la ración) en el sistema silvopastoril. Lo contrario se observó cuando se mantuvieron en el CVS, en el cual estuvieron más tiempo en el baño y menos al pastoreo en condiciones de EC intenso.

Estos resultados, sugieren que es posible la crianza de búfalos en sistemas silvopastoriles sin necesidad de baños, u otros métodos artificiales de termorregulación, cuyo costo pudiera no ser asequible para los productores. No obstante, el diseño de la sombra, el material y el tipo de sistema productivo influyen en el efecto que la sombra pueda tener en los animales, lo que coincidió con dos Santos *et al.* (2020), en Brasil.

Las investigaciones futuras deben centrarse en las diferencias individuales con respecto a los mecanismos fisiológicos y conductuales de la termorregulación, lo que podría ayudar a proponer protocolos de intervención para monitorear y minimizar el efecto del estrés por calor (Habimana *et al.*, 2023).

Finalmente, el EC que produce el CC en Cuba y sus efectos sobre los rasgos de comportamiento y fisiológicos, así como el impacto negativo de los sistemas de producción que no proporcionan los medios necesarios para la mitigación del calor y la lenta reconversión de las unidades productivas hacia sistemas silvopastoriles, son aspectos que limitan el desarrollo bubalino en el país.

CONCLUSIONES

Las respuestas conductuales se consideran respuestas agudas exhibidas por los búfalos contra el estrés por calor; 2) La alta capacidad termolítica, en condiciones del baño en revolvederos y sombra, confirman la importancia de favorecer estos comportamientos en la cría de búfalos. 3) Es necesario sensibilizar a los productores y decisores acerca de la necesidad de generalizar la utilización de los sistemas silvopastoriles para la cría de búfalos en Cuba, por los resultados alcanzados en estudios experimentales en el país.

REFERENCIAS

- Aggarwal, A., & Upadhyay, R. (2013). Thermoregulation. In: Aggarwal A, Upadhyay R (eds) Heat Stress and Animal Productivity, 1st edn. Springer, India, pp. 1-25. https://www.researchgate.net/publication/316818450_Heat_Stress_and_Animal_Productivity
- Ali, M. Z., Carlile, G., & Giasuddin, M. (2020). Impact of global climate change on livestock health: Bangladesh perspective. *Open Veterinary Journal*, 10(2), 178-188. <http://dx.doi.org/10.4314/ovj.v10i2.7>
- Bastos, K. M., Barcelos, J. P., Horta, A. C., Orioli, G. F., Perez, H. L., & Nascimento, S. T. (2024). Nuances na temperatura corporal de búfalas a partir da termografia infravermelha. *E&S Engineering and Science*, 13(4), 1-11. <https://doi.org/10.18607/ES20241318410>
- Carabaloso, A., Borroto, Á., & Pérez, R. (2011). Conducta de búfalos en pastoreo en humedales de Ciego de Ávila, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34(2), 211-217. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119474008.pdf>
- Choudhary, B. B., & Sirohi, S. (2019). Sensitivity of buffaloes (*Bubalus bubalis*) to heat stress. *Journal of Dairy Research*, 86(4), 399-405. <https://doi.org/10.1017/S0022029919000773>
- Das Amit, M., Dash, S.S., Sahu, S., Sarangi, A., & Singh, M. (2021). Effect of microclimate on feeding, drinking and physiological parameters of buffalo: A review. *Pharma Innovation. Journal*, 10, 2416-2419. <https://www.thepharmajournal.com/special-issue?year=2021&vol=10&issue=11S&ArticleId=9076>

- Das, S. K., Upadhyay, R. C., & Madan, M. L. (1999). Heat stress in Murrah buffalo calves. *Livestock Production Science*, 61(1), 71-78. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00040-8](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00040-8)
- De Matteis, G., Flores-Villalva, S., Rossi, E., La Mantia, M. C., Steri, R., Barile, V. L., & Meo Zilio, D. (2024). Effect of the Season on Blood Changes of Oxidative Stress Index in the Italian Mediterranean Buffalo (*Bubalis bubalis*). *Veterinary Sciences*, 11(3), 116. <https://doi.org/10.3390/vetsci11030116>
- dos Santos, N. D., da Silva, J. A., de Araujo, A. A., Garcia, A. R., Beldini, T. P., Rodrigues, L. S., Bezerra, A. S., & Lourenço Júnior, J. B. (2020). Silvopastoral system mitigates the thermal stress and benefits water buffaloes-comfort in the eastern Amazon, Brazil. *Journal of Agricultural Studies*, 8, 193-202. <https://doi.org/10.5296/jas.v8i4.17334>
- Elahi, E., Abid, M., Zhang, H., Cui, W., & Hasson, S. U. (2018). Domestic water buffaloes: Access to surface water, disease prevalence and associated economic losses. *Preventive Veterinary Medicine*, 154, 102-112. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.03.021>
- Enríquez Regalado, A. V., & Álvarez Adán, A. (2020). Caracterización del índice de temperatura y humedad y el estrés calórico en el ganado bovino de leche en dos lecherías en la provincia Mayabeque, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(1), 11-18. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S207934802020000100011&script=sci_arttext&tlng=en
- Faheem, M. S., Dessouki, S. M., Abdel-Rahman, F. E. S., & Ghanem, N. (2021). Physiological and molecular aspects of heat-treated cultured granulosa cells of Egyptian buffalo (*Bubalus bubalis*). *Animal Reproduction Science*, 224, 106665. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106665>
- Fonseca Rivera, C., García Hernández, A., Velázquez Zaldívar, B., Gómez de la Maza Santana, D., Martínez Álvarez, M., González García, I., Cutié Cancino, V., Vázquez Montenegro, R., Pérez Suárez, R., Mitrani Arenal, I., Hidalgo Mayo, A., Cabrales Infante, J., Leyva Pit, L., González Fraguera, E., (2024). Estado del Clima en Cuba 2023. Resumen ampliado *Revista Cubana de Meteorología*, 30(1), e09. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=701977979009>
- Galoso-Hernández, M. A. (2021). Potencial de los sistemas silvopastoriles para la producción bufalina en ambientes tropicales. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España. Departamento de producción animal. <https://helvia.uco.es/handle/10396/22085>
- Galoso-Hernández, M. A., Soca-Pérez, M., Dublin, D., Alvarez-Díaz, C. A., Iglesias-Gómez, J., Díaz-Gaona, C., & Rodríguez-Estévez, V. (2021). Thermoregulatory and feeding behavior under different management and heat stress conditions in heifer water buffalo (*Bubalus bubalis*) in the tropics. *Animals* 11, 1162. <https://doi.org/10.3390/ani11041162>

- Galoso-Hernández, M.A., Rodríguez-Estévez, V., Alvarez-Díaz, C.A., Soca-Pérez, M., Dublin, D., Iglesias-Gómez, J., & Simón Guelmes, L. (2020). Effect of silvopastoral systems in the thermoregulatory and feeding behaviors of water buffaloes under different conditions of heat stress. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 393, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00393>
- García Casas, E. (2018). Diagnóstico de los indicadores productivos y de salud en tres unidades bufalinas del Norte de Sancti Spíritus. Tesis en opción al grado de Master en Ciencias, Universidad de Matanzas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. <http://rein.umcc.cu/handle/123456789/3705>
- Gu, Z., Yang, S., Leng, J., Xu, S., Tang, S., Liu, C., Gao, Y., & Mao, H. (2016). Impacts of shade on physiological and behavioural pattern of Dehong buffalo calves under high temperature. *Applied Animal Behaviour Science*, 177, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.01.024>
- Habimana, V., Ekine-Dzivenu, C. C., Nguluma, A. S., Nziku, Z. C., Morota, G., Chenyambuga, S. W., & Mrode, R. (2023). Genes and models for estimating genetic parameters for heat tolerance in dairy cattle. *Frontiers in Genetics*, 14, 1127175. <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1127175>
- Hussain, S. I., Rashid, M. A., & Shahid, M. Q. (2024). Investigating the relationship between heat load and shade seeking behaviour in dairy buffaloes. *Journal of Dairy Research*, 1-4. <https://doi.org/10.1017/S0022029924000256>
- Iraola, J., García, Y., & Hernández, J. L. (2024). Evaluación del crecimiento de búfalos de río (*Bubalus bubalis*) de la raza Buffalipos mestizos en un sistema silvopastoril de *Tithonia diversifolia* vs IcaCuba Oc-10 (Nota Técnica). *Livestock Research for Rural Development*. 36(5). <http://www.lrrd.org/lrrd36/5/3650jira.html>
- Kamal, R., Dutt, T., Patel, M., Dey, A., Chandran, P. C., Bharti, P. K., & Barari, S. K. (2016). Behavioural, biochemical and hormonal responses of heat-stressed crossbred calves to different shade materials. *Journal of Applied Animal Research*. 44, 347-354. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1074076>
- Katwal, S., Choudhary, S., Sandhu, K., & Singh, Y. (2024). Wallowing in buffaloes: An overview of its impact on behaviour, performance, health and welfare. *Indian Journal of Animal Production and Management*, 40 (Special Issue), 58-67. <https://doi.org/10.48165/ijapm.2024.40.SI.8>
- Lecha Estela, L. B., Monteagudo Lima, L., & Sauchay Romero, L. (2024). Evaluación del riesgo meteoro-trópico en una muestra de adultos cubanos hipertensos de ambos sexos. *Revista Cubana de Meteorología*, 30(3). <http://scielo.sld.cu/pdf/rcm/v30n3/2664-0880-rcm-30-03-e03.pdf>
- MINAG (2024). Sistema estadístico pecuario del Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba.

- Mishra, S. R. (2021). Thermoregulatory responses in riverine buffaloes against heat stress: An updated review. *Journal of Thermal Biology*, 96, 102844. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102844>
- Mitat, A. (2022). El búfalo de agua en Cuba. II. Evolución del rebaño, adaptación y estado actual. *Revista de Producción Animal*, 34(2). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4042>
- Mitat Valdés A., Labrada Velázquez, A. & Pérez Esteban, H. (2024). Estrés calórico en búfalos de agua, una revisión. I. Efectos del clima en Cuba y particularidades morfológicas de la piel. (2024). *Revista De Producción Animal*, 36(2). <https://apm.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e157>
- Mora-Medina, P., Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Berdugo-Gutiérrez, J., Ruiz-Buitrago, J., & Guerrero-Legarreta, I. (2018). Imprinting, sucking and allosucking behaviors in buffalo calves. *Journal of Buffalo Science*, 7, 49-57. <https://www.researchgate.net/publication/330026257> Imprinting Sucking and Allosucking Behaviors in Buffalo Calves J Buffalo Sci 2018
- Mota-Rojas, D., Habeeb, A. A., Napolitano, F., Sarubbi, J., Ghezzi, M., Ceriani, M. C., Cuibus, A., Braghieri, A., Lendez, P., Martínez, G. M., Domínguez, A., Bragaglio, A., Reddy, P. R., & Reddy, P. R. K. (2022). Bienestar del búfalo de agua, bovino europeo y bovino índico en respuesta a la sombra natural y artificial: aspectos medioambientales, fisiológicos y conductuales. En: Napolitano F., Mota-Rojas D., Orihuela A., Braghieri A. *et al.* (Eds). El búfalo de agua en las Américas, comportamiento y productividad. 4a. edición. © 2022. BM Editores. <https://www.researchgate.net/publication/377111471>
- Mota-Rojas, D., Habeeb, A., Ghezzi, M. D., Kanth, P., Napolitano, F., Lendez, P. A., Cuibus, A., Ceriani, M. C., Sarubbi, J., Braghieri, A., Martínez-Burnes, J., Bertoni, A., Gómez-Prado, J., & Orihuela, A. (2020b). Termorregulación del búfalo de agua: Mecanismos neurobiológicos, cambios microcirculatorios y aplicaciones prácticas de la termografía infrarroja. In *El Búfalo de Agua en Latinoamérica, Hallazgos Recientes*; Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Guerrero-Legarreta, I., Orihuela, A., Eds.; BM Editores: Mexico City, Mexico, pp. 923-958. <https://www.researchgate.net/publication/350396658>
- Mota-Rojas, D., Napolitano, F., Braghieri, A., Guerrero-Legarreta, I., Bertoni, A., Martínez-Burnes, J., Cruz-Monterrosa, R., Gómez, J., Ramírez-Bribiesca, E., Barrios-García, H., José, N., Álvarez, A., Mora-Medina, P., & Orihuela, A. (2020a). Thermal biology in river buffalo in the humid tropics: Neurophysiological and behavioral responses assessed by infrared thermography. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 9(1), 0-0. <http://dx.doi.org/10.31893/jabb.21003>
- Mota-Rojas, D., Rosa, G. D., Mora-Medina, P., Braghieri, A., Guerrero-Legarreta, I., & Napolitano, F. (2019). Dairy buffalo behaviour and welfare from calving to milking. *CABI Reviews*, 14(43):1-14. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201914035>

- Negi, D., Rashid, M., Singh, M., Malik, M. A., & Sharma, H. K. (2022). Prevalence and associated risk factors of giardiasis in buffalo calves of nomadic communities, Jammu and Kashmir, India. *Buffalo Bulletin*, 41(3), 423-430. <http://kuojs.lib.ku.ac.th/index.php/BufBu/article/view/3223>
- Nurhidayah, N., Satrija, F., Retnani, E. B., Astuti, D. A., & Murtini, S. (2020). Prevalence and risk factors of trematode infection in swamp buffaloes reared under different agro-climatic conditions in Java Island of Indonesia. *Veterinary World*, 13(4), 687. www.doi.org/10.14202/vetworld.2020.687-694
- ONU. Cambio climático y salud. Organización Mundial de la Salud (2022). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
- Ponce-Covarrubias, J. L., y González, E. C. G., Ramírez-Bribiesca, J. E., & Pineda-Burgos, B. C. (2023). Reproductive response of synchronized and extensively grazed Blackbelly ewes during the summer in the tropics. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 11(1), 0-0. <http://dx.doi.org/10.31893/jabb.23001>
- Ruiz-Ortega, M., García y González, E. C., Hernández-Ruiz, P. E., Pineda-Burgos, B. C., Sandoval-Torres, M. A., Velázquez-Morales, J. V., Rodríguez-Castillo, J. d. C., Rodríguez-Castañeda, E. L., Robles-Robles, J. M., & Ponce-Covarrubias, J. L. (2022). Thermoregulatory response of blackbelly adult ewes and female lambs during the summer under tropical conditions in Southern Mexico. *Animals*, 12(14), 1860. <https://doi.org/10.3390/ani12141860>
- Sharma, M., Malik, A., & Thumar, M. (2024). Different types of heat tolerance indices used in dairy production. *The Indian Veterinary Journal*, 101(03), 48-52. <https://epubs.icar.org.in/index.php/IVJ/article/view/150058>
- Silva, J. A. R. da, Pantoja, M. H. de A., Silva, W. C. da, Almeida, J. C. F. de, Noronha, R. de P. P., Barbosa, A. V. C., & Lourenço Júnior, J. de B., (2022). Thermoregulatory reactions of female buffaloes raised in the sun and in the shade, in the climatic conditions of the rainy season of the Island of Marajó, Pará, Brazil. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 998544. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.998544>
- Soto, S. A., Guevara, G. E., Guevara, R. V., & Manzo, L. (2012). Diagnóstico rápido del impacto ambiental de lecherías bufalinas en la Empresa Ganadera Camagüey. *Revista de Producción Animal*, 24(2), 8-19. <https://core.ac.uk/download/pdf/268092534.pdf>
- Suárez Tronco, M. A., Rodríguez Castro, M., Lamothe Crespo, Y., Guerra Rojas, M. D. C., & Martínez Gutiérrez, M. S. (2021). Valoración agrometeorológica de empresas pecuarias con ganado carnívor en Cuba. *Revista de Producción Animal*, 33(3), 14-25.
- Tsiobani, E. T., Yiakoulaki, M. D., Hasanagas, N. D., & Antoniou, I. E. (2020). Proximity patterns in water buffaloes' activities on pasture. *Archives Animal Breeding*, 63(1), 19-29. <https://doi.org/10.5194/aab-63-19-2020>

- Tsiobani, E. T., Yiakoulaki, M. D., Hasanagas, N. D., & Antoniou, I. E. (2023). Water buffalo social networks during their activities on pasture under the rain. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 47(6), Article 8. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4327>
- Turner, S. P., & Dwyer, C. M. (2007). Welfare assessment in extensive animal production systems: challenges and opportunities. *Animal Welfare*, 16(2), 189-192. <https://doi.org/10.1017/S0962728600031304>
- Umar, S. I. U., Konwar, D., Khan, A., Bhat, M. A., Javid, F., Jeelani, R., Nabi, B., Najar, A. A., Kumar, D., & Brahma, B. (2021). Delineation of temperature-humidity index (THI) as indicator of heat stress in riverine buffaloes (*Bubalus bubalis*) of a sub-tropical Indian region. *Cell Stress and Chaperones*, 26(4), 657-669. <https://doi.org/10.1007/s12192-021-01209-1>
- Vilela, R. A., Lourenço Junior, J. D. B., Jacintho, M. A. C., Barbosa, A. V. C., Pantoja, M. H. D. A., Oliveira, C. M. C., & Garcia, A. R. (2022). Dynamics of thermolysis and skin microstructure in water buffaloes reared in humid tropical climate -A microscopic and thermographic study. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 871206. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.871206>
- Ximenes, C. A. K., Bettencourt, A. F., Schmitz, B., da Rosa, D. R., Guimarães, J. A., da Cunha Borges, B., Ghedini, C., & Fischer, V. (2024). Physiological and behavioral indicators of water buffaloes with access to heat mitigation resources in a grazing system during the hot season in the subtropics. *Applied Animal Behaviour Science*, 280, 106409. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106409>
- Yáñez-Pizaña, A., Tarazona-Morales, A., Roldan-Santiago, P., Ballesteros-Rodea, G., Pineda-Reyes, R., & Orozco-Gregorio, H. (2020). Physiological and behavioral changes of water buffalo in hot and cold systems. *Journal of Buffalo Science*, 9, 110-120. <https://doi.org/10.6000/1927-520X.2020.09.13>
- Zhang, Y., Colli, L., & Barker, J. S. F. (2020). Asian water buffalo: domestication, history and genetics. *Animal genetics*, 51(2), 177-191. <https://doi.org/10.1111/age.12911>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: ALV, HPE, AMV; análisis e interpretación de los datos: ALV, HPE, AMV; redacción del artículo: ALV, HPE, AMV.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.