

# CAPÍTULO 22

## TERMORREGULACIÓN DEL BÚFALO DE AGUA: MECANISMOS NEUROBIOLÓGICOS, CAMBIOS MICROCIRCULATORIOS Y APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA

Daniel Mota-Rojas, Alsaied Alnaimy Habeeb, Marcelo Daniel Ghezzi, P. Ravi Kanth Reddy, Fabio Napolitano, Pamela Anahí Lendez, Alex Cuibus, María Carolina Ceriani, Juliana Sarubbi, Ada Braghieri, Julio Martínez-Burnes, Aldo Bertoni, Jocelyn Gómez-Prado y Agustín Orihuela



## EL BÚFALO DE AGUA EN LATINOAMÉRICA

---

3<sup>a</sup>. Edición

# CAPÍTULO 22

## Termorregulación del búfalo de agua: mecanismos neurobiológicos, cambios microcirculatorios y aplicaciones prácticas de la termografía infrarroja

Daniel Mota-Rojas<sup>1</sup>, Alsaied Alnaimy Habeeb<sup>2</sup>, Marcelo Daniel Ghezzi<sup>3</sup>, P. Ravi Kanth Reddy<sup>4</sup>, Fabio Napolitano<sup>5</sup>, Pamela Anahí Lendez<sup>6</sup>, Alex Cuibus<sup>7</sup>, María Carolina Ceriani<sup>6</sup>, Juliana Sarubbi<sup>8</sup>, Ada Braghieri<sup>5</sup>, Julio Martínez-Burnes<sup>9</sup>, Aldo Bertoni<sup>1</sup>, Jocelyn Gómez-Prado<sup>1</sup> y Agustín Orihuela<sup>10</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México. México.*

<sup>2</sup>*Biological Applications Department, Radioisotopes Applications Division, Nuclear Research Center, Atomic Energy Authority, Inshas, Cairo, Egypt.*

<sup>3</sup>*Área Bienestar Animal-Producción Bovinos, en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.*

<sup>4</sup>*Animal Husbandry Department, Veterinary Dispensary, Taticherla, Prakasam District. Andhra Pradesh, India.*

<sup>5</sup>*Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, Potenza, Italia.*

<sup>6</sup>*Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Tandil, Veterinary Research Center (CIVETAN), CONICET-CICPBA, Tandil, Argentina*

<sup>7</sup>*Faculty of Animal Science and Biotechnologies. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca, Romania.*

<sup>8</sup>*Departamento de Zootecnia y Ciencias Biológicas de la Universidad Federal de Santa María (UFSM) y Coordinadora del Laboratorio Ambiente y Bienestar Animal (UFSM). Brasil.*

<sup>9</sup>*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas. México.*

<sup>10</sup>*Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México.*

### INTRODUCCIÓN

La regulación de la temperatura es un mecanismo adaptativo que se adquiere con la evolución, ya que solo las aves y los mamíferos (homeotermos o endotermos) tienen la capacidad de generar respuestas fisiológicas al frío y el calor. La termorregulación en

animales homeotermos se basa en respuestas fisiológicas y de comportamiento (Guerrero-Legarreta et al., 2019a,b).

En el caso de los mamíferos, existen especies con gran capacidad de perder calor a través del sudor (i.e. humano, caballo) así como otras con limitada o nula capacidad de sudoración [i.e. perro, gato, cerdo y búfalo, que poseen muy pocas glándulas sudoríparas] (Ruiz et al., 2012).

El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) tiene un sistema termorregulador ineficiente frente al calor extremo: su escaso pelaje apenas le protege, y la piel negra con melanina absorbe el calor, ocasionando que su temperatura se eleve rápidamente. Sin embargo, estas partículas de melanina atrapan los rayos ultravioletas y evitan que penetren a través de la dermis de la piel hasta capas de tejido más interno. En los trópicos y subtrópicos la radiación solar por rayos ultravioleta es abundante, y la exposición excesiva de la piel a ésta puede ser perjudicial (Ablas et al., 2007; Bertoni et al., 2019a,b; Marai y Habeeb, 2010).

En el búfalo, además, la cantidad de folículos pilosos se calcula entre 135 y 145 por  $\text{cm}^2$ , en comparación por ejemplo con el cebú, que tienen alrededor de 3,000 folículos por  $\text{cm}^2$ . Esta limitada cantidad de folículos tiene doble efecto: por un lado, facilita la disipación del calor, y por otro, expone la piel a la acción directa de la radiación solar

(Zicarelli, 2016). Además, como se mencionó anteriormente, los búfalos poseen una menor densidad de glándulas sudoríparas, sin embargo, éstas comúnmente son más grandes y con mayor capacidad de termorregulación (Zicarelli, 2016; Bertoni et al., 2019c).

### **RESPUESTAS FISIOLÓGICAS FRENTE A CAMBIOS EXTREMOS DE TEMPERATURA**

En el búfalo de agua, al detectarse un aumento de temperatura a partir de termorreceptores centrales y periféricos, se inician cambios fisiológicos y comportamentales característicos de la especie (i.e. sumergirse en zonas inundables y pantanosas; la búsqueda de sombra) que trabajan de manera conjunta para lograr un estado de confort térmico en el animal (Aggarwal y Upadhyay, 2013; Klein, 2014).

Dichos comportamientos contribuyen a la pérdida de calor con rapidez, posiblemente porque la piel negra de los búfalos está provista de un buen número de vasos sanguíneos que se vasodilatan para facilitar la disipación del calor mientras permanecen en el lodo o el agua, equiparando el resultado con los animales que sí pueden sudar (Aggarwal y Upadhyay, 2013; Guerrero-Legarreta et al., 2019a,b; Khongdee et al., 2011; Oliveira et al., 2013; Mota-Rojas et al., 2019b,c; Mota-Rojas et al., 2020a,b) (**Figura 1**).

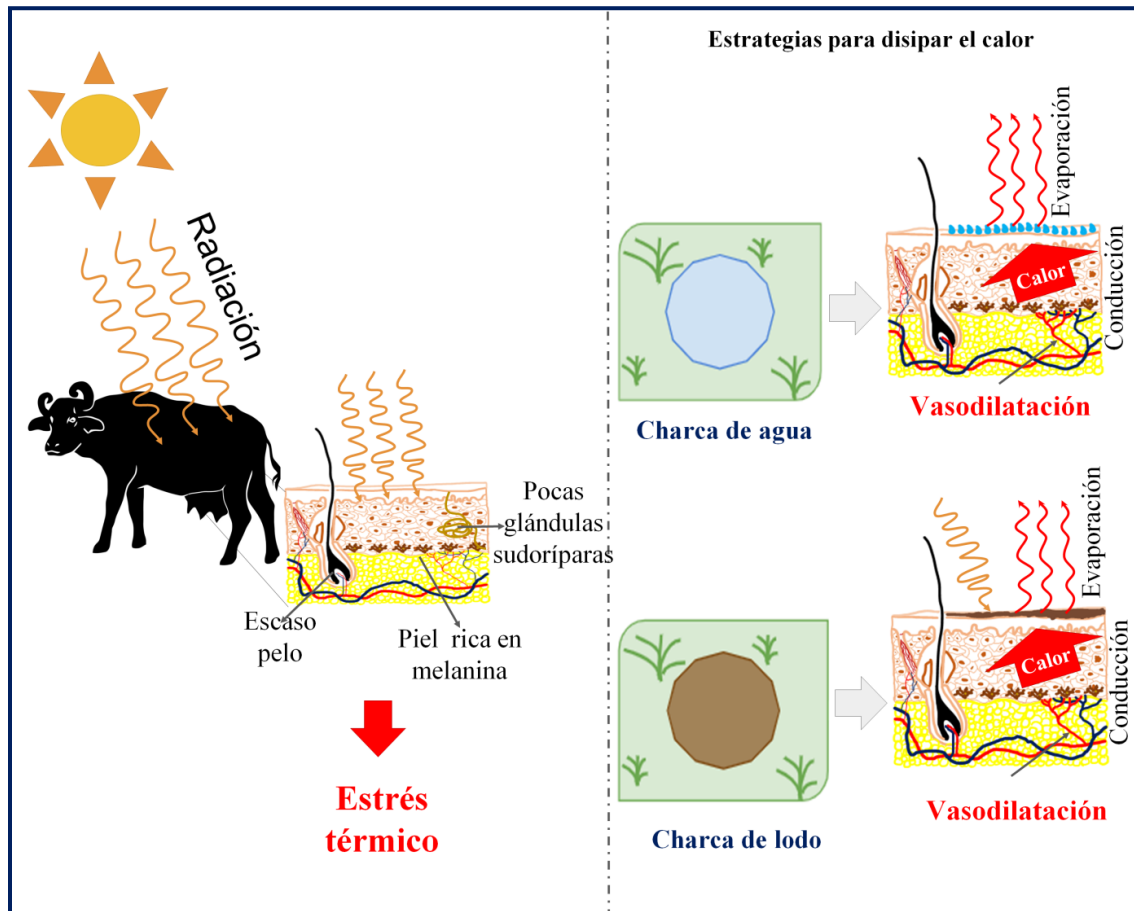
A pesar de que las charcas favorecen mecanismos esenciales para que el búfalo logre un equilibrio térmico (aspecto clave involucrado en el

nivel de bienestar animal) a menudo los productores descuidan este ámbito (Sevegnani et al., 2016).

La evidencia científica señala una influencia directa de los factores ambientales sobre las variables fisiológicas de los animales y que durante períodos con temperaturas ambientales elevadas, se reduce la producción de leche, el crecimiento y la fertilidad del búfalo (Marai y Habeeb, 2010).

En condiciones de pastoreo, el búfalo pasa la mayor parte de su tiempo en dos categorías principales de comportamiento: alimentación (incluyendo pastoreo y rumia) y descanso. El revolcarse y enlodarse, particularmente en la estación cálida, representan comportamientos específicos del búfalo que le permiten la termorregulación y la protección contra ectoparásitos (**Figura 2**).

El confinamiento, tal como se realiza actualmente en condiciones intensivas, previene algunos de estos comportamientos naturales, como el pastoreo y el revolcarse, y por lo tanto aumenta la expresión de comportamientos no deseados, como las interacciones excesivamente agresivas y la succión o vicios orales (comportamiento redirigido), lo que representa además un factor de riesgo potencial para el bienestar (Mora-Medina et al., 2018a, 2018b; Napolitano et al., 2013).



**Figura 1. Efecto de la radiación solar en el búfalo de agua y las estrategias termorreguladoras que desarrolla para disipar el calor.** El búfalo de agua posee un número reducido de folículos pilosos (135-145 por cm<sup>2</sup>; Zicarelli, 2016), así como una piel rica en melanina, que en conjunto propician la absorción de una gran cantidad de radiación solar. Dado que esta especie cuenta con una limitada capacidad de sudoración debido a sus escasas glándulas sudoríparas, se encuentra susceptible a sufrir estrés térmico (Marai y Habeeb, 2010). Para lograr disipar el calor recibido y termoregularse, inician respuestas conductuales, como la inmersión en zonas inundables, que contribuyen a la pérdida de calor. Por un lado, el sumergirse en agua colabora junto con la vasodilatación periférica para disipar el calor; el calor transportado por los vasos sanguíneos se transfiere al agua que recubre la superficie cutánea, la cual eventualmente se evapora, disminuyendo así la temperatura superficial del búfalo (Khongdee et al., 2011). La inmersión en lodo, junto con la vasodilatación periférica, conduce a la pérdida de calor por evaporación, a través del proceso explicado anteriormente. Aunado a ello, la capa de lodo brinda cierta protección contra los rayos solares.

El búfalo es particularmente susceptible al estrés térmico, especialmente cuando se expone directamente a los rayos del sol, ya que tienen un mecanismo de enfriamiento por evaporación cutánea deficiente (Das y Khan, 2010), por lo que, se recomienda proveerles de agua para revolcarse o sombra (Desta, 2012).

Además de que el sumergirse en agua los protege de parásitos externos (Berdugo-Gutiérrez et al., 2018; Bertoni et al., 2019c; De Rosa et al., 2005), reduce significativamente la temperatura rectal, la ingesta de agua, la triyodotironina libre (indicador de cambios metabólicos relacionados con cambios en la ingesta de alimento, asociados con cambios en la temperatura y humedad ambiental) (Dimri et al., 2010; Khongdee et al., 2011; Zhengkang, H., Zhenzhong et al., 1994).

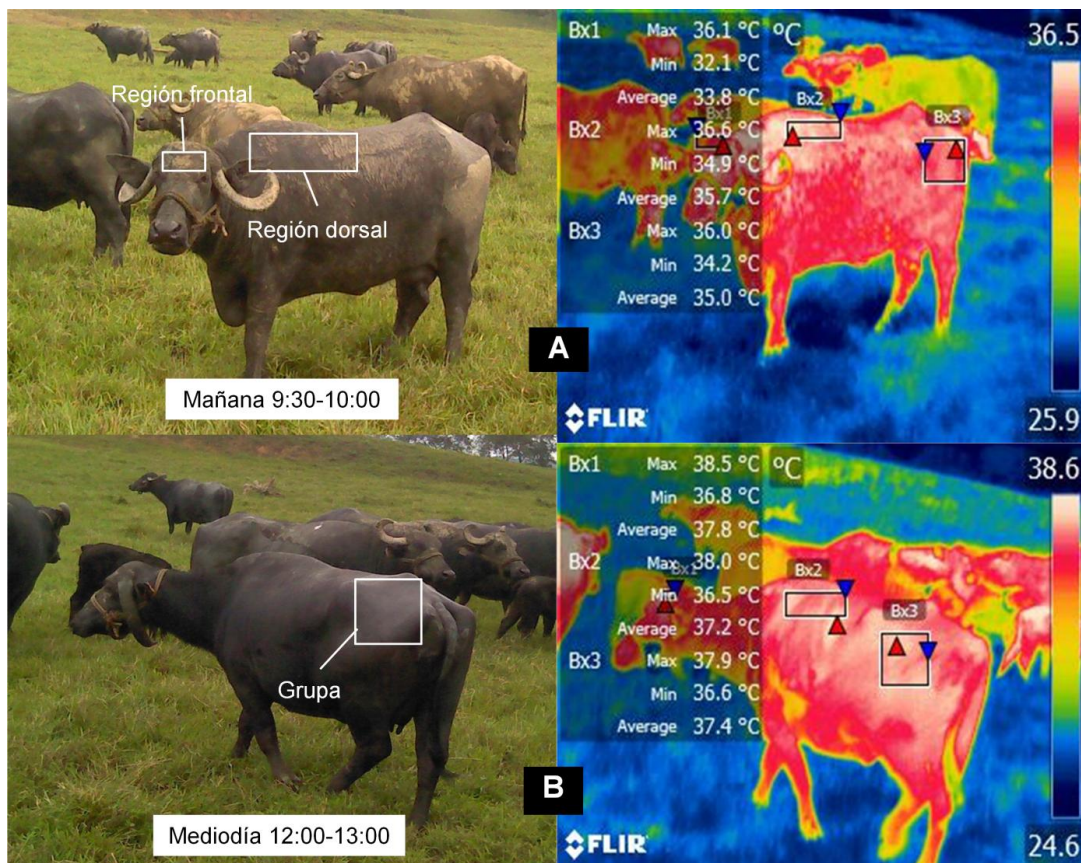


**Figura 2.** Termorregulación en búfalos de agua en el trópico húmedo latinoamericano, frente a temperaturas extremas que pueden rebasar 40°C en verano.

Al proporcionar techo y sombra a búfalos jóvenes se reduce el estrés térmico, la temperatura rectal y el cortisol plasmático (Khongdee et al., 2013). Los efectos de sombra además, se traducen en mayores ganancias de peso en comparación con los animales mantenidos directamente bajo el sol. Aunado a lo anterior, disminuye la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria (Castro et al., 2008). Cuando se expone a búfalas jóvenes a la radiación directa de 11:00 a



16:00 horas durante el verano, se observa lengua protruida (expuesta), espumeo por salivación excesiva y jadeo (hiperventilación); todos ellos signos de hipertermia debido al estrés calórico (Das et al., 1999) (**Figura 3**).



**Figura 3. Impacto de la radiación solar sobre la temperatura superficial del búfalo de agua, de acuerdo a la hora del día en el trópico húmedo con rangos de temperatura ambiental entre 30-38°C.** A) Mañana. Se aprecia que la región frontal (rectángulo Bx1), la región dorsal (rectángulo Bx2) y la grupa (rectángulo Bx3) son las zonas más calientes, pues presentan una temperatura máxima igual o superior a los 36°C, que se puede relacionar con la incidencia directa de los rayos solares sobre la superficie de estas áreas. B) Mediodía. La región frontal (rectángulo Bx1), la región dorsal (rectángulo Bx2) y la grupa (rectángulo Bx3) continúan registrando las temperaturas más elevadas, siendo la región frontal el área donde se presenta la temperatura máxima más alta (38.5°C). Sin embargo, se observa que la temperatura máxima en estas regiones es al menos 1.9°C mayor que la presentada en la mañana, lo cual se asocia con un incremento de la radiación solar a mediodía, sugiriendo que entre las 12:00 y las 13:00 pm el búfalo se encuentra más susceptible a experimentar estrés por calor (Emisividad 0.95).

En el otro extremo climático, es interesante preguntar ¿qué ocurre cuando el búfalo de agua se expone a ambientes fríos y temperaturas de congelación o bajo cero? (**Figura 4**). Por lo general, se mantienen en interiores cuando el clima es extremo o se les provee de refugios improvisados ante temperaturas hostiles.



**Figura 4. Búfalo de agua en época invernal en Rumania.** El frío no tiene realmente una influencia en la incidencia de enfermedades respiratorias, pero definitivamente influye en la reproducción ya que ellos son más estacionales, como se ha observado en fincas de Rumania. La gran mayoría de los búfalos criados en Rumania se encuentran en granjas familiares rurales, con pocos animales, cría extensiva y poca tecnología.

Los búfalos de agua que habitan regiones europeas son sensibles al frío, pero están habituados, ya que les crece una gruesa capa de pelo suave en el invierno que sueltan por completo en primavera/verano (Figura 5).



**Figura 5. Crecimiento de pelo en el búfalo de agua durante el invierno alemán.** En las fotografías se observan búfalos de agua en la región de Vulkaneifel, Alemania. Es interesante apreciar el crecimiento del pelo y vello más fino frente a temperaturas bajo cero, lo que les permite mantener su temperatura corporal ante ambientes hostiles. En este rancho en particular los búfalos se mantienen en sistemas extensivos durante todo el año, a pesar del clima frío, se les provee de un refugio de madera simple y una nutrición optimizada. El frío y los cuidados inadecuados pueden provocar algunas afecciones del aparato respiratorio como bronconeumonía, pero su incidencia es baja (Fotografías, cortesía Ralf Paulsberg, Alemania).

La raza rumana de búfalos de agua, reconocida como tal desde 1987, se introdujo en esta parte del mundo en algún momento del siglo V a. C. y se ha adaptado al clima local. Es una raza relativamente pequeña pero resistente, con un peso entre 400-450 kg, con una piel gruesa de 6-6.8 mm, pelo negro largo, con fin zootécnico para la leche, la carne y como animal de trabajo (Figura 5). Existen diferentes biotipos muy similares habituados a las variaciones climáticas locales (Onaciu, 2013).

La reproducción tiende a ser estacional, influenciada por el fotoperíodo, con instalación de la gestación en verano y otoño. En el norte, debido a las condiciones más frías, la edad al primer parto es aproximadamente de 38.16 meses, en comparación con el biotipo en el sur donde ocurre alrededor de los 31.33 meses (Vidu y Bota, 2013).

En contraposición en Latinoamérica, cuando la producción de calor corporal es mayor que su disipación, los búfalos sufren estrés térmico (Khongdee et al., 2011; Gu et al., 2016; Mota-Rojas et al., 2020a) que se manifiesta con incremento de la frecuencia respiratoria (Richards, 1984; Sevegnani et al., 2016). Sin embargo, al proveer al búfalo de fuentes donde pueda expresar su comportamiento termorregulador, sombras naturales (**Figura 6**) o bien mediante el uso de rociadores (4-5 veces al día), ventiladores y nebulizadores, que ejercen efectos directos sobre el estado fisiológico, se puede apreciar una disminución

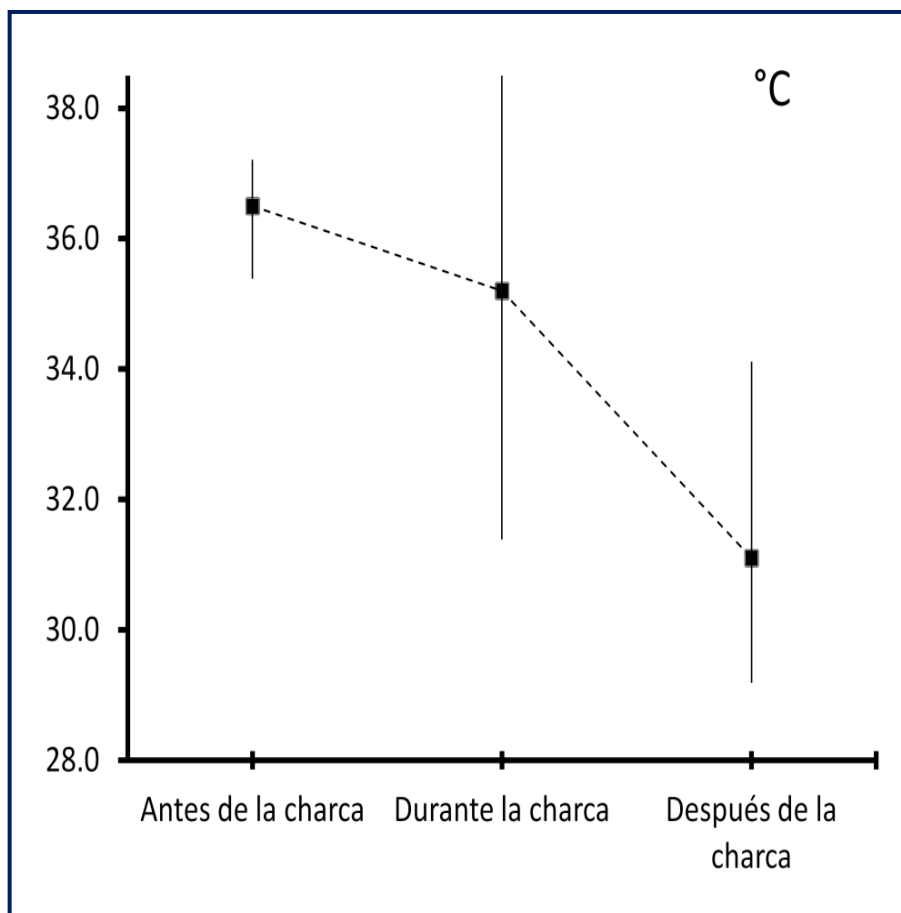
en frecuencia cardíaca, respiratoria y temperatura rectal, así como una mejor conversión alimenticia (Das et al., 2011).



**Figura 6.** La importancia de la sombra natural bajo los árboles en el trópico húmedo

De igual forma, pruebas experimentales indican que, para mantener la homeotermia adecuada, el búfalo de agua debe contar con charcas o duchas en los meses de verano y estar protegido contra las corrientes de aire frío durante los meses de invierno (Marai y Habeeb, 2010). En la **Figura 7** se muestran los promedios y valores máximos y mínimos de temperatura (°C) del búfalo de agua antes, durante y después de

sumergirse en una charca o enlodarse con barro. Estos datos se registraron por medio de termografía infrarroja (IRT) en la hora del día más calurosa del trópico húmedo mexicano, con una temperatura ambiente promedio de 38°C en el verano.



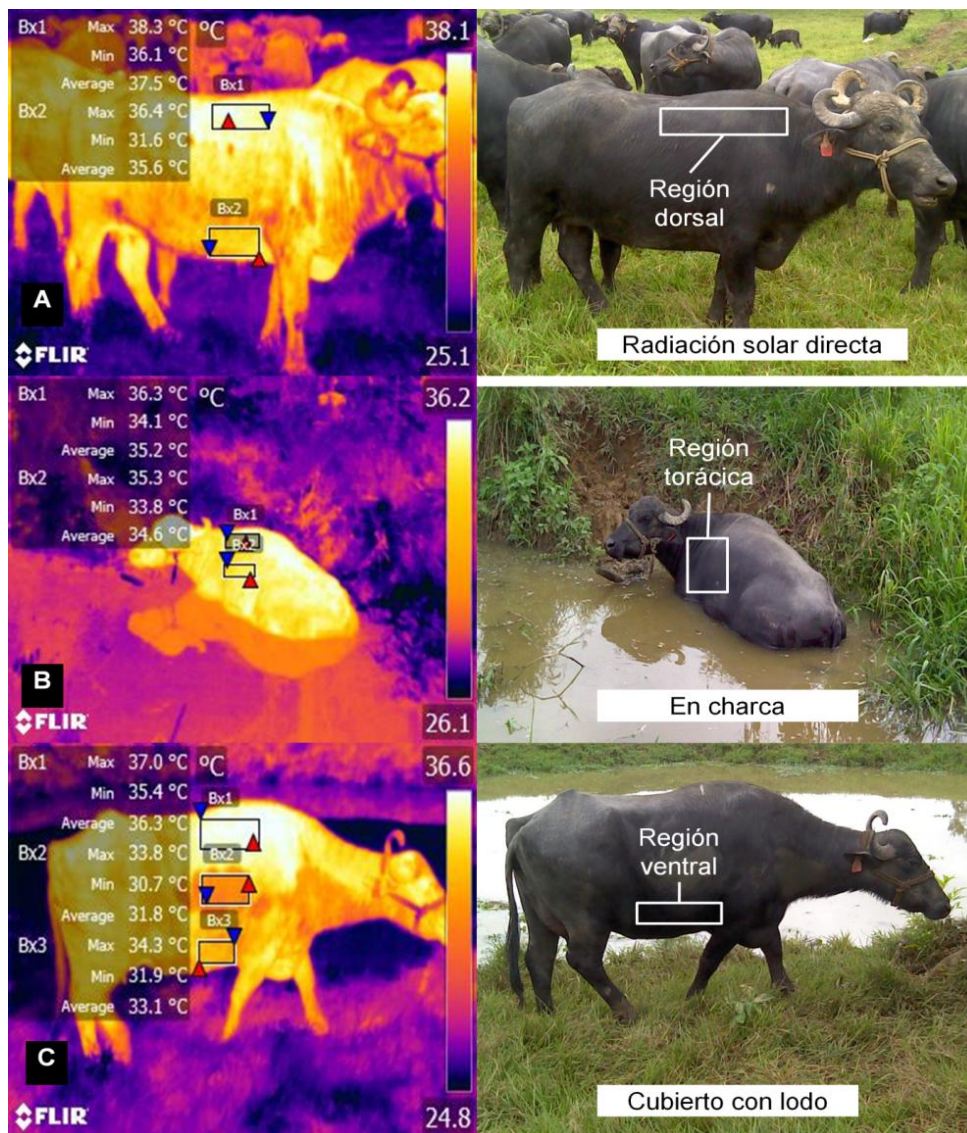
**Figura 7.** Cambios térmicos (°C) captados por termografía infrarroja en el búfalo de agua (*Bubalus bubalis*), antes, durante y después de sumergirse en una charca. Datos obtenidos en el trópico húmedo con un promedio de 38°C de temperatura ambiente en el verano.

La temperatura superficial del búfalo antes de entrar a la charca superó los 36°C, siendo ese el momento más crítico en contraste con

los otros dos momentos. Así mismo, es posible evidenciar el descenso de un grado centígrado, en promedio, al ingresar a la charca y, posteriormente la disminución de alrededor de 4°C al salir de ella, demostrando la contribución de la charca para disipar el calor. Sin embargo, es necesario considerar que la velocidad del viento también pudo influir en la obtención de este resultado, debido a que el viento aumenta la evaporación y convección.

Cuando se obtiene la imagen por termografía, otro factor a considerar es la presencia de artefactos (suciedad) que pueden influir en la temperatura de la superficie, especialmente al buscar la temperatura mínima en la zona superficial estudiada y no olvidar la calibración con respecto al grado de emisividad. Además, la humedad del aire en climas cálidos es otro factor que influye en la disipación de calor, debido a que reduce los niveles de enfriamiento por evaporación y la eficiencia de los mecanismos de enfriamiento.

Para evaluar el efecto de las charcas y el lodo en la respuesta térmica del búfalo de agua, revisar los termogramas de la **figura 8**.



**Figura 8. Uso de la termografía infrarroja para detectar el efecto de la evaporación cutánea.** (Emisividad 0.95). El ingreso a charcas o zonas pantanosas como la presencia de lodo seco ayuda a que el búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) registre un descenso de entre 2 y 4°C, como se aprecia en los siguientes termogramas. **A)** Búfalo de agua expuesto a la radiación solar directa en una región tropical. Se observa que la región dorsal, que es la que recibe mayor radiación, presenta una temperatura máxima de 38.3°C, mientras que la región ventral presenta una temperatura máxima 1.9°C menor a la registrada en el dorso. **B)** Búfalo en charca. A pesar de no encontrarse cubierto con lodo se aprecia 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 estar reflejando la disipación de calor por efecto de la evaporación del agua que recubre la piel del búfalo. **C)** Búfalo con restos de lodo o barro. La región torácica que es la que se encuentra cubierta con lodo presenta una temperatura máxima de 33.8°C, menor a cualquiera de las temperaturas registradas en las regiones evaluadas de los termogramas anteriores; demostrando así la protección que brinda el lodo frente a la radiación solar. Por lo tanto, la IRT es una herramienta que permite cuantificar la pérdida de calor que presentan los búfalos por efecto de la inmersión en charcas y pantanos (Mota-Rojas et al., 2018; Mota-Rojas et al., 2019a,b,c; Mota-Rojas et al., 2020a,b).



## NEUROMODULACIÓN HIPOTALÁMICA DE LA TERMORREGULACIÓN

Los mamíferos pueden regular su temperatura a través de respuestas autónomas y respuestas conductuales. Por un lado, las respuestas de tipo autónomo, de origen involuntario, involucran procesos fisiológicos como la vasodilatación, sudoración, vasoconstricción y temblores; mientras que las respuestas conductuales hacen referencia a aquellas acciones “voluntarias” que se realizan en consecuencia del malestar térmico (Sessler, 2016).

La evidencia científica señala que tanto mecanismos fisiológicos como conductuales comparten rutas neurofisiológicas similares (señales térmicas llegan a la médula espinal para después dirigirse a la región preóptica (POA) del hipotálamo, donde son distribuidas en diferentes circuitos neuronales para generar una respuesta) que hacen posible el desarrollo de éstos. Sin embargo, aún hace falta estudiar a detalle algunos aspectos del mecanismo neurofisiológico, especialmente las vías eferentes involucradas en estas respuestas, pues aún no se conocen con exactitud las vías que permiten que ciertas estructuras de la corteza cerebral transmitan señales a regiones específicas del tronco encefálico.

De hecho, todavía hay dudas sobre la participación del POA en el desarrollo de las respuestas conductuales y sobre la estructura anatómica que regula la termorregulación conductual. Por lo anterior,

se espera que futuras investigaciones se enfoquen en manipular un tipo de célula específica para que de esta manera se logre identificar cuáles son las que participan en el desarrollo de respuestas autonómicas, diferenciando aquellas que lo hacen frente al frío y al calor, y desde luego las conductuales.

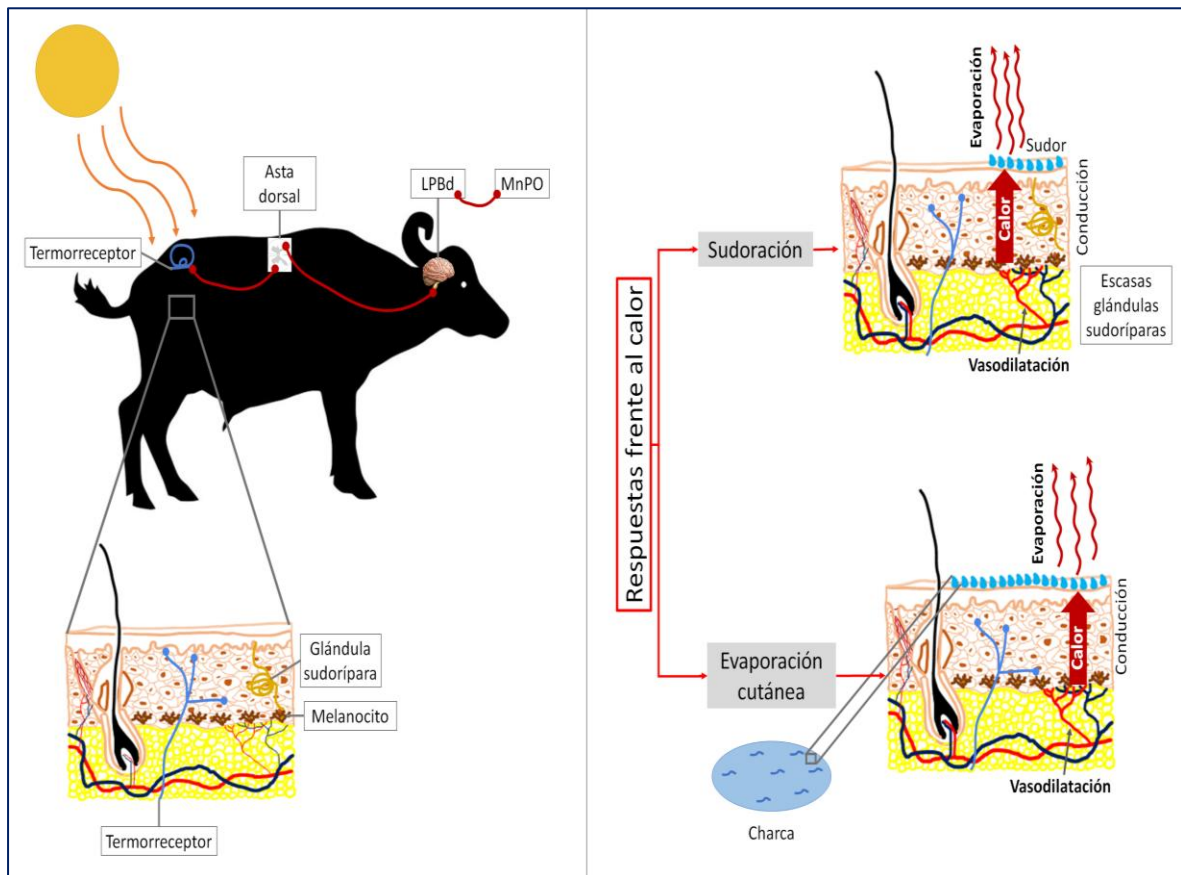
De igual forma, se busca entender las conexiones del sistema nervioso que organizan los comportamientos termorreguladores no sólo en organismos homeotermos sino también en ectotermos, y esclarecer modelos o diseños del sistema nervioso que nos permitan explicar los cambios observados, teniendo en cuenta que se convierte en un desafío ya que tratamos de entender mecanismos complejos.

La piel presenta una compleja inervación simpática con estructuras nerviosas como vasodilatadores, vasoconstrictores, sudomotores, pilomotores y fibras sensoriales o termorreceptores (Smith y Johnson, 2016), que la convierten en un órgano trascendental para la regulación de la hipertermia. Gracias a estas estructuras, la piel tiene la capacidad de detectar cambios en la temperatura ambiente y transmitir los estímulos percibidos de forma directa hasta el POA, permitiendo una respuesta eficaz para defender la homeostasis térmica del organismo (Morrison, 2011).

Además, las estructuras nerviosas que constituyen la piel reciben los estímulos nerviosos enviados desde el centro de pérdida de calor y activan mecanismos como la sudoración y vasodilatación (Kanosue et al., 2010). Cabe mencionar que la activación de todos estos mecanismos está controlada por la liberación de diversas sustancias químicas que funcionan como mensajeros dentro de una red de comunicación que es el sistema nervioso (Smith y Johnson, 2016).

En los mamíferos las respuestas de tipo autónomo frente a estímulos de calor y frío se regulan a través de fibras simpáticas colinérgicas, en el caso de la sudoración, y por fibras simpáticas adrenérgicas, en el caso de la piloerección, la vasoconstricción y la vasodilatación (Ruiz et al., 2012).

Si la temperatura ambiental incrementa, el búfalo aumentará la pérdida de calor por evaporación a través de la piel o su metabolismo (Bertoni et al., 2019a,b,c). Los mecanismos fisiológicos para enfrentar altas temperaturas ambientales incluyen una mayor vasodilatación con un mayor flujo de sangre a la superficie de la piel (Casas-Alvarado et al., 2019; Mota-Rojas et al., 2019a,b,c; 2020a,b), mayor sudoración y una frecuencia respiratoria más rápida. En el búfalo, una disminución de la ingesta de nutrientes y de materia seca, ocasionarían una tasa metabólica reducida, desbalance en el transporte y redistribución del agua y electrolitos, afectando el ritmo de crecimiento, consumo voluntario y la reproducción (Berdugo-Gutiérrez et al., 2018; Marai y Habeeb, 2010; Mota-Rojas et al., 2019b,c). A manera esquemática, en la **figura 9** se muestra la respuesta neurobiológica del búfalo de agua expuesto a estrés térmico.



**Figura 9. Neuromodulación de la termorregulación en el búfalo de agua.** Debido a su piel rica en melanina y sus escasos folículos pilosos, los búfalos absorben una gran cantidad de radiación solar. Su piel posee termorreceptores que detectan el incremento de la temperatura ambiental por efecto de la radiación y envían esa información, a través de una fibra nerviosa aferente, al asta dorsal de la médula espinal; en ella se activan las neuronas sensoriales sensibles al calor, las cuales transmiten un impulso nervioso hacia la subregión dorsal del núcleo para-braquial lateral (LPBd), la cual envía a su vez una proyección glutamatérgica hacia el núcleo preóptico mediano (MnPO) del área preóptica del hipotálamo (POA), estructura responsable de la termorregulación en los mamíferos. Una vez recibida la información en el POA, se inician respuestas termorreguladoras como la sudoración y la evaporación cutánea. Las glándulas sudoríparas periféricas secretan líquido (sudor) que por medio de la conducción adquiere el calor proveniente de los vasos sanguíneos cutáneos, y que eventualmente se evapora de tal forma que disminuye la temperatura superficial del búfalo, similar a como sucede al evaporarse el líquido del tracto respiratorio durante el jadeo. No obstante, es importante señalar que esta estrategia termorreguladora no es tan eficiente en los búfalos, debido a que presentan un escaso número de glándulas sudoríparas, por lo que optan por sumergirse en zonas inundables y pantanosas para poder facilitar la pérdida de calor a través de la evaporación cutánea. En este caso el agua proveniente de la charca que recubre la superficie cutánea del búfalo es el que transporta el calor de los vasos sanguíneos dilatados para que, a través de la evaporación, se logre disminuir su temperatura corporal.

## ENFRIAMIENTO POR EVAPORACIÓN

El enfriamiento por evaporación se lleva a cabo principalmente a través de la sudoración, aunque en mamíferos no humanos existen otros mecanismos para generar un enfriamiento por evaporación, los cuales sufren modificaciones de acuerdo con la especie; ejemplos de estos mecanismos son la salivación y propagación de la saliva en toda la superficie cutánea o el pelo, así como la evaporación a través del jadeo que se genera desde el tracto respiratorio (Morrison, 2011).

En 1998 se realizó un estudio comparativo entre un estado normotérmico e hipertérmico para determinar la actividad simpática en estos estados y se encontró que dentro de un estado hipertérmico la actividad sudomotora aumenta en un 80%, denotando su predominancia en tales condiciones; es decir que el enfriamiento por evaporación representa el principal mecanismo para disipar el calor (Sugenoya et al., 1998).

La sudoración se considera un termo-efector importante en humanos. Este proceso se efectúa a través de las glándulas ecrinas, las cuales están conformadas por una estructura constituida por una glándula tubular en forma de espiral que tiene su conducto secretor y un conducto proximal situado en la dermis, donde se encuentran múltiples fibras nerviosas, así como una alta red de capilares a su alrededor (Kennedy et al., 1994). Estas estructuras en conjunto con

otros tipos de células, actúan contra la presión hidrostática generando sudor (Gagnon y Crandall, 2018).

En los roedores la sudoración está mediada por la liberación de acetilcolina, un mediador químico presente en las áreas sinápticas de los nervios simpáticos que están ubicados en las glándulas sudoríparas periféricas (Tan y Knight, 2018). En particular, la inervación simpática es estimulada por un paquete nervioso que desemboca en las neuronas preganglionares que residen en las células IML de la médula espinal (por sus siglas en inglés: Intermediolateral cells of the spinal cord); la columna de células IML tiene proyecciones hacia la médula ventromedial rostral (RVMM), la cual se correlaciona con la sudoración en gatos y humanos (Shafton y McAllen, 2013). En la actualidad no se conocen completamente las vías de estimulación entre la RVMM y el área preóptica (POA) por lo que se sigue investigando (Tan y Knight, 2018).

Con respecto a los mecanismos de evaporación a través de la salivación y el jadeo, existe un amplio campo de investigación, ya que se desconocen las vías por las que se estimulan estos mecanismos, aunque se presume están mediados de forma autónoma en la secreción de saliva y de líquido en el tracto respiratorio (Morrison, 2011).

Es importante mencionar que la evaporación es un mecanismo que demanda un elevado gasto calórico en el organismo y trae consigo alteraciones fisiológicas importantes como la pérdida excesiva de agua, lo que altera la estabilidad osmótica, por lo que se requiere de disponibilidad de alimentos para cubrir el gasto calórico y agua para estabilizar el equilibrio osmótico. Sin embargo, en algunas especies de aves silvestres que habitan regiones áridas y con épocas en las que se observa una disminución drástica de recursos, paradójicamente existen adaptaciones que permiten un aumento considerable de la temperatura en los animales hasta un estado de hipertermia, reduciendo así hasta un 50% la pérdida de agua y gasto energético. Este proceso de adaptación puede ser beneficioso tomando en cuenta el reciente aumento de la temperatura ambiental en el mundo (Nilsson et al., 2016).

También se ha mencionado que otra alteración provocada por estados de hipertermia aguda es la hipoxia, principalmente en órganos con elevada irrigación como la mucosa intestinal, lo que conduce a un daño en el tejido produciendo aumento de la permeabilidad (Kpodo et al., 2020); por tal motivo, en la producción intensiva de ganado se han diseñado métodos para reducir el impacto del estrés calórico en los animales (Baumgard y Rhoads, 2013).

Los mecanismos de vasodilatación y evaporación se describen en la literatura individualmente, y se cree que son mediados por circuitos nerviosos distintos. Sin embargo, estos mecanismos están relacionados, ya que la vasodilatación permite proporcionar plasma sanguíneo, que es el recurso utilizado como fluido para llevar a cabo la evaporación a través del sudor, la saliva y el jadeo (Nagashima, 2006).

Por otra parte, al activarse las glándulas sudoríparas y salivales, se libera una enzima que cataliza la bradiquinina, péptido con capacidad alta para estimular la vasodilatación, y que al ser liberado en el espacio intersticial provoca una vasodilatación activa. No obstante, en estudios recientes se establece que la bradiquinina no es un mediador para la activación de la vasodilatación cutánea (Fox y Hilton, 1958; Kellogg et al., 2002). La controversia existe, ya que se sugiere que estos dos mecanismos comparten estructuras neurales simpáticas similares, pues en un estado hipertérmico ocurren en tiempos análogos, lo que comprobó Brengelmann et al. (1981) al no encontrar respuesta de vasodilatación en un modelo de estudio con ausencia congénita de glándulas sudoríparas.



## ÁREAS DE OPORTUNIDAD Y APLICACIONES PRÁCTICAS

El conocimiento del estudio de la neuromodulación hipotalámica de la termorregulación tiene grandes áreas de oportunidad con aplicación práctica, estudios que pueden estar apoyados con herramientas de gran utilidad como la termografía infrarroja (IRT). Algunas áreas de oportunidad y de aplicación podrían ser las siguientes: comprender el efecto del cambio climático en el comportamiento, productividad, crecimiento, apareamiento, búsqueda de pareja en diferentes especies, el efecto del ejercicio en animales con fines de trabajo o deportivos, los cambios microvasculares que se dan ante el miedo, el placer o el dolor y otras situaciones estresantes para los animales; así como seguir aportando en el estudio de los comportamientos de termorregulación. Este tipo de trabajos podrían ser de utilidad para el desarrollo de posibles soluciones a problemas actuales asociados con modificaciones drásticas en el ambiente que tienen como consecuencia: pérdida de apetito, baja productividad, hipotermia neonatal, y choque térmico, entre otros. Por otra parte, el estudio de la piel relacionado con la modulación de la temperatura, avanza con el uso de la IRT. Sin embargo, hay muchas características que deben tomarse en cuenta para asegurar que la temperatura superficial de la piel juega un papel importante en la transmisión de estímulos térmicos y que actúa relacionada con la temperatura central del cuerpo.

## CONSIDERACIONES FINALES

Los mamíferos emplean diversos mecanismos para mantener la homeostasis en los diferentes sistemas corporales, algunos involucran el uso de recursos valiosos para el organismo como glucosa o agua. Esto aumenta la posibilidad de supervivencia de la especie. La regulación de la temperatura en mamíferos es sumamente organizada ante los diferentes estímulos que pueden generar su cambio, desde ambientales, etapa reproductiva, estado nutricional y dietético, incluso procesos inflamatorios por los que curse.

Las vías neurofisiológicas observadas en las distintas especies nos describen un sistema complejo, e íntimamente relacionado con otros sistemas que mantienen una estabilidad térmica a través de diferentes vías y receptores distribuidos en puntos estratégicos del cuerpo. La piel es un órgano de importancia crucial para afrontar estímulos térmicos, ya que forma parte de la primera línea de detección de cambios térmicos y microcirculación, además de que participa en los procesos vasomotores, como un factor mediador para el cambio de flujo en la sangre, permitiendo la disipación o retención de calor a través de la vasodilatación y vasoconstricción. Pero para poder lograr el desarrollo de estas respuestas termorreguladoras es indispensable la participación e integridad de regiones anatómicas como el POA, la

corteza cerebral, los nervios aferentes y la médula espinal, que no sólo regulan las respuestas fisiológicas, sino también las conductuales.

El conocimiento actual sobre procesos fisiológicos y estructuras anatómicas tan complejas como el sistema nervioso, y su estrecha relación con mecanismos de termorregulación, es aún limitado, ya que el estudio de la neurociencia evolutiva de la termorregulación demuestra que no podemos explicar con objetividad procesos, que parecen sencillos, como los cambios en el comportamiento o las rutas y conexiones que desencadenan mecanismos como la vasodilatación, el jadeo, entre otros. Así mismo, se necesita esclarecer la conexión entre las emociones y la termorregulación que permiten aumentar la supervivencia de algunos organismos. El conocimiento, cada vez más acertado, sobre la termorregulación nos permite diseñar métodos prácticos para aplicarlos en áreas como la zootecnia o clínica sin comprometer un buen nivel de bienestar animal, obteniendo como resultado aumento en la producción, mejorar la calidad de vida y la posibilidad de supervivencia de los animales.

## REFERENCIAS

- Ablas, D.D.S., Titto, E.A.L., Pereira, A.M.F., Titto, C.G., Leme, T.M.D.C., 2007. Comportamento de bubalinos a pasto. *Ciência Anim. Bras.* 8, 167–175.
- Aggarwal, A., Upadhyay, R.C., 2013. Stress, heat productivity, animal, en: *Stress, heat productivity, animal*. Springer, India, pp. 1–25.

<https://doi.org/10.1007/978-81-322-0879-2>

- Baumgard, L.H., Rhoads, R.P., 2013. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 1, 311–337. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103644>
- Berdugo-Gutiérrez, J., Napolitano, F., Mota-Rojas, D., N.J., González, C., Ruíz-Buitrago, J., Guerrero-Legarreta, I., 2018. El búfalo de agua y el estrés calórico. BM Editores. Special Section: Let's Learn Animal Welfare together. BM Ed. Press. Mex. City. Mex. URL <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/el-bufalo-de-agua-y-el-estres-calorico-1877>.
- Bertoni, A., Mota-Rojas, D., Álvarez-Macias, A., Mora-Medina, P., Guerrero-Legarreta, I., Morales-Canela, A., Gómez-Prado, J., José-Pérez, N., Martínez-Burnes, J., 2019a. Scientific findings related to changes in vascular microcirculation using infrared thermography in the river buffalo. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* 8, 288–297. <https://doi.org/10.31893/jabb.20038>
- Bertoni, A., Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Sabia, E., Álvarez-Macías, A., Mora-Medina, P., Morales-Canela, A., Berdugo-Gutiérrez, J., Guerrero-Legarreta, I., 2019b. Similarities and Differences between River Buffaloes and Cattle: Health, Physiological, Behavioral and Productivity Aspects. *J. Buffalo Sci.* 9, 92–109. <https://doi.org/10.6000/1927-520x.2019.08.03.12>
- Bertoni, A., Álvarez-Macias, A., Mota-Rojas, D., 2019c. Productive performance of buffaloes and their development options in

- tropical regions. *Soc. Rur. Prod. Med. Amb.* 19, 59–80.
- Brengelmann, G.L., Freund, P.R., Rowell, L.B., Olerud, J.E., Kraning, K.K., 1981. Absence of active cutaneous vasodilation associated with congenital absence of sweat glands in humans. *Am. J. Physiol. Circ. Physiol.* 240, H571–H575. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1981.240.4.H571>
- Casas-Alvarado, A., Mota-Rojas, D., Hernández-Ávalos, I., Mora-Medina, P., Olmos-Hernández, A., Verduzco-Mendoza, A., Reyes-Sotelo, B., Martínez-Burnes, J., 2019. Advances in infrared thermography: Surgical aspects, vascular changes, and pain monitoring in veterinary medicine. *J. Therm. Biol.* 92, 102664. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102664>
- Castro, A.C., Lourenço Júnior, J. de B., Santos, N. de F.A. dos, Monteiro, E.M.M., Aviz, M.A.B. de, Garcia, A.R., 2008. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. *Ciência Rural* 38, 2395–2402. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000800050>
- Das, G., Khan, F., 2010. Summer Anoestrus in Buffalo - A Review. *Reprod. Domest. Anim.* 45, e483–e494. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2010.01598.x>
- Das, K.S., Singh, G., Paul, S.S., Malik, R., Oberoi, P.S., Deb, S.M., 2011. Physiological responses and performance of Nili-Ravi buffalo calves under different washing frequency during hot summer months in tropics. *Trop. Anim. Health Prod.* 43, 35–39. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9651-x>

- Das, S., Upadhyay, R., Madan, M., 1999. Heat stress in Murrah buffalo calves. *Livest. Prod. Sci.* 61, 71–78. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00040-8](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00040-8)
- De Rosa, G., Napolitano, F., Grasso, F., Pacelli, C., Bordi, A., 2005. On the development of a monitoring scheme of buffalo welfare at farm level. *Ital. J. Anim. Sci.* 4, 115–125. <https://doi.org/10.4081/ijas.2005.115>
- Desta, T.T., 2012. Introduction of domestic buffalo (*Bubalus bubalis*) into Ethiopia would be feasible. *Renew. Agric. Food Syst.* 27, 305–313. <https://doi.org/10.1017/S1742170511000366>
- Dimri, U., Ranjan, R., Sharma, M.C., Varshney, V.P., 2010. Effect of vitamin E and selenium supplementation on oxidative stress indices and cortisol level in blood in water buffaloes during pregnancy and early postpartum period. *Trop. Anim. Health Prod.* 42, 405–410. <https://doi.org/10.1007/s11250-009-9434-4>
- Fox, R.H., Hilton, S.M., 1958. Bradykinin formation in human skin as a factor in heat vasodilatation. *J. Physiol.* 142, 219–232. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1958.sp006011>
- Gagnon, D., Crandall, C.G., 2018. Sweating as a heat loss thermoeffector, en: *Handbook of Clinical Neurology*. pp. 211–232. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63912-7.00013-8>
- 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. *Appl. Anim.*

Behav. Sci. 177, 1–5.

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.01.024>

- Guerrero-Legarreta, I., Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Orihuela, A. 2019a. El búfalo de agua en las Américas, enfoques prácticos y experimentales. Segunda edición. México, Editorial BM Editores. Enero, 2019. Ciudad de México. p.p. 1-881. <https://bmeditores.mx/entorno-pecuario/descargas/el-bufalo-de-agua-en-las-americas-2a-edicion/>
- Guerrero-Legarreta, I., Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Cruz, R., Mora Medina, P., Berdugo, J., 2019b. El Búfalo de Agua: versátil, rústico y sostenible como productor de carne. Agro Meat. Argentina.
- Kanosue, K., Crawshaw, L.I., Nagashima, K., Yoda, T., 2010. Concepts to utilize in describing thermoregulation and neurophysiological evidence for how the system works. Eur. J. Appl. Physiol. 109, 5–11. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1256-6>
- Kellogg, D.L., Liu, Y., McAllister, K., Friel, C., Pérgola, P.E., 2002. Bradykinin does not mediate cutaneous active vasodilation during heat stress in humans. J. Appl. Physiol. 93, 1215–1221. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01142.2001>
- Kennedy, W., Wendelschafer-Crabb, G., Brelje, T., 1994. Innervation and vasculature of human sweat glands: an immunohistochemistry-laser scanning confocal fluorescence microscopy study. J. Neurosci. 14, 6825–6833. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.14-11-06825.1994>

- Khongdee, T., Sripoon, S., Vajrabukka, C., 2013. The effects of high temperature and roof modification on physiological responses of swamp buffalo (*Bubalus bubalis*) in the tropics. *Int. J. Biometeorol.* 57, 349–354. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0557-3>
- Khongdee, T., Sripoon, S., Vajrabukka, C., 2011. The effects of high temperature and wallow on physiological responses of swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*) during winter season in Thailand. *J. Therm. Biol.* 36, 417–421. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2011.07.006>
- Klein, B.G., 2014. Cunningham. *Fisiología Veterinaria*, Cunningham. *Fisiología Veterinaria*. <https://doi.org/10.1016/B978-84-9022-317-8/00056-7>
- Kpodo, K.R., Duttlinger, A.W., Radcliffe, J.S., Johnson, J.S., 2020. Time course determination of the effects of rapid and gradual cooling after acute hyperthermia on body temperature and intestinal integrity in pigs. *J. Therm. Biol.* 87, 102481. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.102481>
- Marai, I.F.M., Habeeb Alsaied A.M., 2010. Buffalo's biological functions as affected by heat stress — A review. *Livest. Sci.* 127, 89–109. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.001>
- Mora-Medina, P., Berdugo-Gutiérrez, J.A., Mota-Rojas, D., Ruiz-Buitrago, J.D., Nava-Adame, J., Guerrero-Legarreta, I., 2018a. Behaviour and Welfare of Dairy Buffaloes: Pasture or Confinement? *J. Buffalo Sci.* 7, 43–48.



<https://doi.org/10.6000/1927-520X.2018.07.03.2>

Mora-Medina, P., Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Berdugo-Gutiérrez, J., Ruiz-Buitrago, J., Guerrero-Legarreta, I., 2018b. Imprinting, Sucking and Allosucking Behaviors in Buffalo Calves. *J. Buffalo Sci.* 7, 49–57. <https://doi.org/10.6000/1927-520X.2018.07.03.3>

Morrison, S.F., 2011. 2010 Carl Ludwig Distinguished Lectureship of the APS Neural Control and Autonomic Regulation Section: Central neural pathways for thermoregulatory cold defense. *J. Appl. Physiol.* 110, 1137–1149. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01227.2010>

Mota-Rojas, D., De Rosa, G., Mora-Medina, P., Braghieri, A., Guerrero-Legarreta, I., Napolitano, F., 2019a. Dairy buffalo behaviour and welfare from calving to milking. (UK). <https://doi.org/10.1079/PAVSNR201914035>

Mota-Rojas, D., Napolitano, F., Sarubbi, J., Braghieri, A., Martínez-Burnes, J., Bertoni, A., Ghezzi, D. et al. 2019b. Capítulo 16. Respuestas térmicas en el búfalo de agua: modulación hipotalámica y termografía infrarroja” en Guerrero-Legarreta, I. et al. (Eds.). *El búfalo de agua en las Américas, enfoques prácticos y experimentales* (p. 512-538), Segunda edición. México, BM Editores. <https://bmeditores.mx/entorno-pecuario/descargas/el-bufalo-de-agua-en-las-americas-2a-edicion/>

Mota-Rojas, D., Ghezzi, M.D.; Sarubbi, J., Napolitano, F., José-Pérez, N., Braghieri, A., Martínez, G.M.; Mora-Medina, P., Guerrero-

Legarreta, I., Barrios, H., Martínez-Burnes, J. 2019c. Capítulo 17. Importancia de la sombra natural o artificial y su efecto en los indicadores fisiológicos y de comportamiento en el búfalo de agua, bovino europeo y bovino índico. En Guerrero-Legarreta, I. et al. (Eds.). El búfalo de agua en las Américas, enfoques prácticos y experimentales (p. 539-581), Segunda edición. México, BM Editores. <https://bmeditores.mx/entorno-pecuario/descargas/el-bufalo-de-agua-en-las-americas-2a-edicion/>

Mota-Rojas, D., Napolitano, F., Braghieri, A., Guerrero-Legarreta, I., Bertoni, A., Martínez-Burnes, J., Álvarez-Macías, A., Orihuela, A., 2020a. Thermal biology in river buffalo in the humid tropics: neurophysiological and behavioral responses assessed by infrared thermography. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* 9,2103. <https://doi.org/10.31893/jabb.21003>

Mota-Rojas, D., Olmos-Hernández, A., Verduzco-Mendoza, A., Lecona-Butrón, H., Martínez-Burnes, J., Mora-Medina, P., Gómez-Prado, P.J., Orihuela, A., 2020b. Infrared thermal imaging associated with pain in laboratory animals. *Experimental Animals* 70, 1-12. doi: 10.1538/expanim.20-0052

Nagashima, K., 2006. Central Mechanisms for Thermoregulation in a Hot Environment. *Ind. Health* 44, 359–367. <https://doi.org/10.2486/indhealth.44.359>

Napolitano, F., Pacelli, C., Grasso, F., Braghieri, A., De Rosa, G., 2013. The behaviour and welfare of buffaloes (*Bubalus bubalis*) in

- modern dairy enterprises. *Animal* 7, 1704–1713.  
<https://doi.org/10.1017/S1751731113001109>
- Nilsson, J.-Å., Molokwu, M.N., Olsson, O., 2016. Body Temperature Regulation in Hot Environments. *PLoS One* 11, e0161481.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161481>
- Oliveira, J.P.F., Rangel, A.H.N., Barreto, M.L.J., Araújo, V.M., Lima Júnior, D.M., Novaes, L.P., Aureliano, I.P.L., 2013. Temperamento de búfalas em sala de ordenha sobre índices produtivos e adaptabilidade ao ambiente: uma revisão. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* 1, 21–30.  
<https://doi.org/10.14269/2318-1265.v01n01a05>
- Onaciu, G., 2013. Creșterea bovinelor (Bovine breeding), vol 1, Casa Cărții de Știință Cluj, Romania, 2013, p.130;
- Richards, J.I., 1984. The estimation of energy expenditure from heart rate measurements in working oxen and buffalo. *J. Agric. Sci.* 102, 711–717. <https://doi.org/10.1017/S0021859600042271>
- Ruiz, L.G., Castro, R.V., Cordoba, I.A., 2012. El sistema nervioso autónomo: un enfoque integral y dialéctico para el estudiante universitario universitario (No. V160 CASs), Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sessler, D.I., 2016. Perioperative thermoregulation and heat balance. *Lancet* 387, 2655–2664. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00981-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00981-2)
- Sevegnani, K.B., Fernandes, D.P.B., Silva, S.H.M.-G. da., 2016. Evaluation of thermoregulatory capacity of dairy buffaloes

- using infrared thermography. *Eng. Agrícola* 36, 1–12.  
<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n1p1-12/2016>
- Shafton, A.D., McAllen, R.M., 2013. Location of cat brain stem neurons that drive sweating. *Am. J. Physiol. Integr. Comp. Physiol.* 304, R804–R809. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00040.2013>
- Smith, C.J., Johnson, J.M., 2016. Responses to hyperthermia. Optimizing heat dissipation by convection and evaporation: Neural control of skin blood flow and sweating in humans. *Auton. Neurosci.* 196, 25–36.  
<https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.01.002>
- Sugenoya, J., Iwase, S., Mano, T., Sugiyama, Y., Ogawa, T., Nishiyama, T., Nishimura, N., Kimura, T., 1998. Vasodilator component in sympathetic nerve activity destined for the skin of the dorsal foot of mildly heated humans. *J. Physiol.* 507, 603–610.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1998.603bt.x>
- Tan, C.L., Knight, Z.A., 2018. Regulation of Body Temperature by the Nervous System. *Neuron* 98, 31–48.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.02.022>
- Vidu, L., Bota, A., 2013. The herd size and production performances of buffalo in Romania. *Buffalo Bulletin.* 32, 1245-1248.
- Zhengkang, H., Zhenzhong, C., Shaohua, Z., Vale, W.G., Barnabe, V.H., Mattos, J.C.A., 1994. Rumen metabolism, blood cortisol and T3, T4 levels and other physiological parameters of swamp buffalo subjected to solar radiation, en: *Proceedings of the IVth World*

Buffalo Congress. San Paulo, Brazil, pp. 39–40.

Zicarelli, L., 2016. Estacionalidad Reproductiva en Búfalas, en: Crudeli, G. et al (Ed.), Reproducción en Búfalas. Ediciones. Moglia, Argentina.