

EL BÚFALO DE AGUA

EN LATINOAMÉRICA

Hallazgos recientes



Fabio Napolitano • Daniel Mota Rojas
Isabel Guerrero L • Agustín Orihuela
Editores

EL BÚFALO DE AGUA EN LATINOAMÉRICA

3^a. Edición

BM Editores, 2020.

EL BÚFALO DE AGUA EN LATINOAMÉRICA

Hallazgos recientes

3.^a Edición

Dr. Fabio Napolitano (Italia)

Profesor investigador.
Escuela de Ciencia Agrícola, Forestal, Alimentaria y Ambiental (SAFE), Università degli Studi della Basilicata (UNIBAS). Italia.
Docente de Posgrado, imparte los cursos de Producción Animal Sustentable y Producción Orgánica y Bienestar Animal.
Editor en Jefe de la revista “**Journal of Buffalo Science**” Lifescience Global, Canadá.
Experto en ciencia del comportamiento, alimentación y bienestar de pequeños y grandes rumiantes con énfasis en búfalo de agua.

Dr. Daniel Mota-Rojas (México)

Profesor Investigador.
Departamento de Producción Agrícola y Animal.
Comisionado del Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud.
Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y de la Academia Veterinaria Mexicana.
Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT en México (nivel III).
Miembro del Consejo Editorial de la revista “**Journal of Buffalo Science**”, Editorial Lifescience Global, Canadá.
Experto en respuestas Fisiológicas, Conductuales y Bienestar de los animales domésticos.

Dra. Isabel Guerrero Legarreta (México)

Profesora Investigadora.
Departamento de Biotecnología de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).
Campus Iztapalapa. México.
Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT en México (nivel III).
Actualmente profesora Distinguida y Emérita de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).
Experta en temas relacionados con Bienestar Animal *antemortem* y Ciencia de los Alimentos.

Dr. Agustín Orihuela (México)

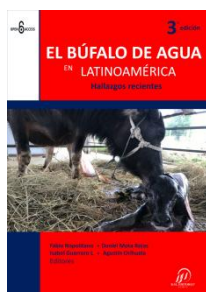
Profesor Investigador.
Profesor titular de las cátedras de Bienestar Animal y de Comportamiento Animal.
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
Postdoctorado de la Universidad de California, Davis Estados Unidos, en Comportamiento Animal.
Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT en México (nivel III).
Experto en temas de Reproducción, Comportamiento y Bienestar Animal.

EL BÚFALO DE AGUA EN LATINOAMÉRICA



3^a. Edición

PRÓLOGO TERCERA EDICIÓN - (2020)



Dr. Rossella Di Palo PhD (Italia)



Full professor at the Department of Veterinary Medicine and Animal Production of the University of Naples Federico II, PhD in Animal Breeding Science on Buffalo breeding technique, Specialization degree in Animal nutrition and Specialization degree in Statistic for medicine. She is co-author author of 82 scientific article published in international journals with a total of 1459 citations and an h-index of 21. Her main field of research is on buffalo with topics on animal breeding technique, milk yield and quality improvement, type trait evaluation and biotechnologies applied to reproduction. She teaches at the bachelor course of Animal Production Technologies, at the master's degree in Animal Production Science and Technologies and at the master's degree in Veterinary Medicine. She is member of the expert group of the National Agency for the Valuation of University system and Research and member of the National Committee for Scientific Rating for the Academic Recruitment of the Ministry of University and Research of Italy. She is member of the editorial Board of Dairy by MDPI Switzerland and of Journal of Buffalo Science, Lifescience Global, Canada.

Es un gran placer para mí escribir este prefacio. El presente libro “**El búfalo de agua en Latinoamérica, hallazgos recientes**”, es el resultado del esfuerzo conjunto de expertos –colegas y amigos- en el campo de trabajo de la crianza y producción del búfalo de agua. Durante los últimos 50 años, desde 1968, los hatos de búfalos han aumentado, a nivel mundial, más del doble en comparación con los bovinos. Esta tendencia al aumento, que originalmente se basó en la producción de animales de trabajo, se debió a que se hicieron evidentes las ventajas de los búfalos en la producción de leche y carne. El resultado fue una mejora constante en la producción y la promoción de esta industria durante los últimos 20 años.

El búfalo de agua es, de hecho, una apuesta segura para los productores de muchos países. Sin embargo, la producción de esta especie no siempre es sencilla debido a que varios aspectos no han sido

completamente entendidos, principalmente los relacionados con fisiología, genética y producción. En comparación, estos aspectos en reses han sido estudiados y comprendidos ampliamente.

Por otro lado, el búfalo es un reto para investigadores y productores; aunque esta especie no ha sido totalmente comprendida, es una industria que impulsa la economía de varios países. El caso de Italia es un ejemplo de esta situación. Gracias a la colaboración de productores y técnicos, los búfalos han sustituido a los bovinos en muchos ranchos. Actualmente, el búfalo de agua es la base de la única cadena de valor con un crecimiento notorio, siendo su tasa de retorno de inversión muy alto en el sistema agroalimentario. Además, la producción de Mozzarella PDO (Protected Designation Origin, Designación Protegida de Origen) utilizando leche de búfala como materia prima, ocupa el tercer lugar en ventas de queso PDO a nivel nacional en Italia.

Los hatos de búfalo de agua en América Central y del Sur han tenido un aumento continuo desde 1988. Actualmente, el número de búfalos en la región representa 1.23% del total mundial, la mayor parte concentrados en Brasil, Venezuela, Colombia y Argentina, pero con presencia en toda la región. Yo tuve la oportunidad de observar, en los primeros años de la década de 1990, el creciente interés en esta especie por parte de los productores de la región, principalmente por la posibilidad de una alta producción de leche y su industrialización en queso mozzarella.

Desde el punto de vista de la crianza, la fisiología del búfalo es adecuada al hábitat de Centro y Sudamérica, debido a su alta resistencia a climas tropicales y a enfermedades infecciosas y parasitarias. Su rusticidad hace a los búfalos animales de alto valor prosperando en pastos poco productivos, debido a que los utilizan más eficientemente que los bovinos.

El resultado combinado de las características anteriores es una mayor longevidad que se refleja en mayor resiliencia, permitiendo que los búfalos sean más productivos que los bovinos, no solamente en unidades de producción de gran tamaño, sino en ranchos pequeños de países en vías de desarrollo.

A pesar de sus características de calidad, el búfalo de agua presenta algunos aspectos que complican el manejo. Uno de ellos es referente a la reproducción, tal como la estacionalidad más o menos evidente a diferentes latitudes.

Otro aspecto es la dificultad de aplicar biotecnologías reproductivas, lo cual es sin duda uno de los retos que se deben aceptar cuando se opta por su crianza. Aunque hay muchos estudios que se están llevando a cabo en esta especie, especialmente en el área de genética y selección genómica; el objetivo siempre debe ser preservar las características positivas antes mencionadas; que junto con la calidad de su producción los hace únicos e irremplazables.

Para los productores, así como para técnicos e investigadores, es de primera importancia conocer a fondo todos los aspectos de esta especie, y tener presente que el búfalo difiere en gran medida de la res. Este libro ofrece una visión completa de los aspectos más importantes del búfalo de agua, además que participan numerosos expertos de diversos países que aportan sus conocimientos y experiencia.

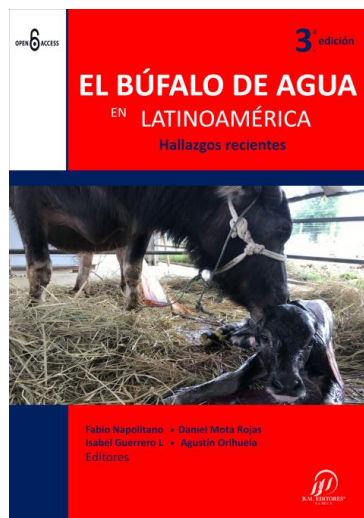
Deseo agradecer al Comité Editorial la oportunidad que me han brindado si bien completamente inmerecida, de ser parte de esta 3ª Edición de esta obra "**El búfalo de agua en Latinoamérica, hallazgos recientes**" y a los más de 80 autores de 20 países que participan en esta tercera edición. Deseo a los autores el mejor de los éxitos en su investigación, y a los lectores la motivación para continuar trabajando sobre y para el búfalo de agua.

Rosella Di Palo

CAPÍTULO 12

EL PARTO Y ORDEÑO DE LA BÚFALA: RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y CONDUCTUALES

Daniel Mota-Rojas, Agustín Orihuela, Fabio Napolitano, Danilda Hufana-Duran, Francesco Serrapica, Julio Martínez-Burnes, Gustavo Crudeli, Jesús Alfredo Berdugo, José Luis Konrad, Adriana Olmos-Hernández, Patricia Mora-Medina y Giuseppe De Rosa



EL BÚFALO DE AGUA EN LATINOAMÉRICA

3^a. Edición

CAPÍTULO 12

El parto y ordeño de la búfala: respuestas fisiológicas y conductuales

Daniel Mota-Rojas¹, Agustín Orihuela², Fabio Napolitano³, Danilda Hufana-Duran⁴, Francesco Serrapica⁵, Julio Martínez-Burnes⁶, Gustavo Crudeli⁷, Jesús Alfredo Berdugo⁸, José Luis Konrad⁷, Adriana Olmos-Hernández⁹, Patricia Mora-Medina¹⁰ y Giuseppe De Rosa⁵

¹Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México. México.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México.

³Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, Potenza, Italia.

⁴Philippine Carabao Center Headquarters and National Gene Pool Science City of Muñoz, Nueva Ecija. Filipinas.

⁵Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici, Naples, Italia.

⁶Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas. México.

⁷Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Argentina.

⁸Centro Latinoamericano para el Estudio del Búfalo de Agua (CLABU). Colombia.

⁹Neuroendocrinología. Instituto Nacional de Rehabilitación. "Luis Guillermo Ibarra Ibarra" (INRLGII), Secretaría de Salud (SSA), México.

¹⁰Departamento de Ciencias Pecuarias. Universidad Nacional Autónoma de México. FESC. México.

INTRODUCCIÓN

El éxito en los sistemas productivos se puede medir por el nacimiento de crías. Generalmente las búfalas de agua (*Bubalus bubalis*) paren al año un único ternero, y excepcionalmente nacen gemelos (De Rosa et al., 2009a). Se debe hacer énfasis en que durante la gestación suceden cambios anatómicos y fisiológicos en la hembra asociados al crecimiento del feto por 300 a 310 días aproximadamente (Punia y Singh, 2001). Al contrario, el parto es un evento donde ocurren cambios fisiológicos y morfológicos bruscos, severos y relativamente

rápidos (Mota-Rojas et al., 2008), con la presencia de un cierto grado de dolor dando origen a estrés y ansiedad (Pereira et al., 2011; Mota-Rojas, 2019a,b; Napolitano et al., 2018a,b; Napolitano et al., 2020a,b; Mota-Rojas et al., 2020a).

El parto eutócico (normal) a pesar de ser un evento fisiológico se considera estresante. En él se desencadenan una cascada de respuestas fisiológicas y hormonales, con cambios morfológicos y conductuales (Mota-Rojas et al., 2008; Titler et al., 2015; Napolitano et al., 2018a,b; González-Lozano et al., 2020; Mota-Rojas et al., 2020a). Cuando la expulsión del feto es distócica (anormal) un número mayor de estímulos se suman al estrés ya normal del parto (Sathya et al., 2007). Aunque este capítulo no tiene como objetivo abordar la distocia, cabe señalar que la complicación del parto en la búfala es poco frecuente (2%) en comparación con el ganado vacuno del género *Bos*. El estrés generado en este tipo de parto es una condición que afecta tanto el bienestar como la producción láctea (Purohit et al., 2011; Purohit et al., 2012; Mota-Rojas, 2019a,b) por ello es necesario conocer la dinámica del parto para diferenciar hasta donde es lo normal y hasta donde patológico.

Otro elemento fundamental que forma parte de la vida productiva de la búfala lechera es la eficiencia y eficacia del ordeño, ya que éste influye de manera decisiva en la productividad y estado de salud de la madre. En el caso del ordeño, es necesario resaltar que existen diversos factores que

influyen negativamente en el desempeño productivo de las búfalas como son: las malas prácticas de los trabajadores, quienes frecuentemente recurren a gritos, golpes, forcejeo o uso de instrumentos para movilizar al ganado; el comportamiento nervioso del propio animal, la presencia de lesiones en las extremidades y la ubre y la interacción con el ser humano. Un aspecto especialmente importante es considerar la técnica de ordeño, ya que en esta especie se ha observado un incremento en la aplicación del ordeño mecánico sobre el manual, a causa de la intensificación del sistema productivo que requiere una gran destreza y adaptación de los animales. Considerando la extraordinaria memoria de los animales, las experiencias previas negativas son de mucha importancia, así pues, una agradable rutina diaria, es fundamental para que la interacción humano-búfala sea positiva (Polikarpus et al., 2014a).

Debido a la intensificación del sistema de producción de leche de búfala, el ordeño automático es ahora parte de la rutina. Esto se ha tomado de los desarrollos obtenidos en vacunos, lo que usarlos en la búfala implica el ajuste de varios factores físicos y psicológicos para facilitar la bajada de la leche. Dentro de ellos, se debe evitar un vacío incorrecto en la máquina ordeñadora, o bien, un mantenimiento deficiente del equipo de ordeño, y por otro lado un comportamiento negativo del trabajador (Saltalamacchia et al., 2007). Durante el ordeño, las búfalas son más sensibles a los estímulos que las vacas lecheras (Thomas et al., 2005). Se ha informado en los búfalos el efecto negativo

del ruido de las máquinas de ordeño en los animales (Polikarpus et al., 2014a), quienes al sentirse incómodos pueden retener la leche (Borghese et al., 2007). De tal manera, que el manejo suave y lento de los animales tiene efectos positivos, disminuyendo el nerviosismo de las búfalas durante el ordeño (Ellingsen et al., 2014).

En el presente capítulo se abordan aspectos básicos del comportamiento de la búfala durante el parto y ordeño. Además, se revisa el mecanismo neurofisiológico del dolor normal que acompaña el parto, y se describe el dolor que puede experimentar la búfala con mastitis, el cual debemos a toda costa evitar, ya que, si progresa, comprometerá no sólo el estado de salud y bienestar de la búfala, sino además afectará las ganancias económicas de los ganaderos.

EL PARTO

Las búfalas de agua durante la etapa preparto exhiben patrones naturales de comportamiento (similares a las vacas del género *Bos*), los cuales ayudan a la identificación de un parto inminente. Un aspecto del comportamiento previo al parto observado en vacas del género *Bos*, es el aislamiento (Rørvang et al., 2018). Como animal gregario, previo al proceso del parto, las búfalas de agua se retiran del grupo, y como animales presa, paren en sitios protegidos y alejados de la manada (De Rosa, et al, 2009b); evento en el que coinciden, tanto búfalas como vacas lecheras y cárnicas (*Bos taurus* y *B. indicus*) criadas bajo

condiciones extensivas. El aislamiento sin interferencia de otras hembras es de suma importancia, ya que favorece el establecimiento del vínculo madre-cría (De Rosa et al., 2009a) y la supervivencia de la descendencia. Este vínculo facilita el reconocimiento mutuo y le permite a la cría tener acceso rápido a la ubre y al calostro (Von Keyserlingk y Weary, 2007).

El comienzo del parto en la búfala se caracteriza por la extensión de la cola, la flexión de la articulación de la cadera y de las patas traseras, cuando la hembra se encuentra de pie. En la posición de recumbencia, también hay estiramiento del cuello y las extremidades (Mohammad y Abdel-Rahman, 2013). Al igual que en otros ungulados, las búfalas generalmente paren de pie (Von Keyserlingk y Weary, 2007).

La exploración, es el comportamiento común en la mayoría de las hembras parturientas durante la primera etapa del parto, con un intenso uso del olfato sobre el piso, además, si se les proporciona algún sustrato como paja, comienzan a empujarla con la cabeza y extremidades hasta formar un área de descanso, ya que, durante el progreso de esta primera etapa, la mayoría de las hembras se acuestan y levantan varias veces, rascando el suelo y observando hacia el abdomen (Mohammad y Abdel-Rahman, 2013).

Un estudio realizado por Mohammad y Abdel-Rahman (2013), evaluaron los cambios en el comportamiento exploratorio durante la primera etapa del parto en casos de distocias en

búfalas. Los autores determinaron signos de mayor dolor y estrés durante los partos distócicos. El monitoreo de partos considerando aspectos fisiológicos y de comportamiento permite identificar los partos que pudieran llegar a causar problemas y tomar precauciones.

La labor de parto está constituida por tres fases secuenciales comenzando con la dilatación del cuello uterino, que termina con la ruptura del corioalantoides en la vagina; en seguida el bucerro es visible en la vulva y es expulsado y, finalmente la eliminación de las membranas fetales (Mohammad y Abdel-Rahman, 2013; Proudfoot et al., 2013). Cabe señalar que, en condiciones normales, la primera etapa del trabajo del parto generalmente es más prolongada en búfalas primerizas que en multíparas (Mohammad y Abdel-Rahman, 2013). Con la ruptura del corioalantoides y el derrame de fluido amniótico, la búfala comienza a lamerlos, se cree que esta ruptura conduce a un aparente alivio de la parturienta (Wehrend et al., 2006).

Durante la primera etapa del parto, cuando el cuello uterino comienza a dilatarse y el becerro comienza a acomodarse para ser expulsado, la madre muestra varios cambios de comportamiento. Se observa un aumento en el número de episodios en que la hembra se pone de pie, lo que refleja inquietud (Huzzey et al., 2005). La inquietud también se caracteriza por el aumento en el tiempo que dedica la parturienta a caminar (Wehrend et al., 2006).

Debido a la presencia de contracciones uterinas, la búfala se vuelve inquieta, por lo que se puede observar un aumento en los cambios de posición (Huzzey et al., 2005; Miedema et al., 2011; Jensen, 2012), y comienza a prestar más atención al abdomen (Jensen, 2012), mientras permanece de pie y levanta cada vez más la cola (Miedema et al., 2011).

El inicio de las contracciones abdominales rítmicas y la liberación del saco amniótico son indicativos prominentes del comienzo de la segunda etapa del trabajo de parto (Noakes et al., 2001).

En la segunda etapa del parto, la intensidad y frecuencia de las contracciones uterinas y abdominales ayudan a expulsar a la cría (Schuenemann et al., 2011). Al pasar por el canal de parto, el feto produce estimulación cervico-vaginal activando al hipotálamo, quien libera oxitocina y esta hormona actúa sobre el bulbo olfatorio de la búfala lo que, a su vez, permite la secreción de dopamina, iniciando el período sensible durante el cual la madre identifica a su bucerro (Pankaj et al., 2017). Figura 1.



Figura 1. Imprintación de la búfala con su cría. El vínculo que se genera inmediatamente al nacimiento así como la vitalidad del recién nacido serán fundamentales y trascendentes en el grado de sobrevivencia de la cría. (Mota-Rojas et al., 2018; Mota-Rojas et al., 2020a; Orihuela et al., 2019).

Durante la tercera y última etapa del trabajo de parto, se observa la expulsión de la placenta para dar inicio con la involución uterina.

Origen y transmisión de estímulos de dolor durante el parto

El parto en sí mismo plantea grandes exigencias físicas y se asocia con dolor. El parto es un proceso dinámico y se caracteriza por contracciones uterinas dolorosas y constantes que aumentan en frecuencia e intensidad. El dolor de parto tiene componentes viscerales y somáticos (Hashemi et al., 2018; Alimoradi et al., 2019).

El dolor surge en el sistema nervioso periférico y las señales de dolor hacen sinapsis con los tractos nerviosos que se extienden hacia el sistema nervioso central (**Figura 2**). En la primera etapa del parto, durante la fase de dilatación predomina el dolor visceral, con estímulos dolorosos derivados de la distensión mecánica del segmento uterino inferior y la dilatación cervical (Mainau y Manteca, 2011; Dubey et al., 2018).

Lowe (2002), encontró que, en mujeres, estos estímulos nociceptivos (fase de dilatación) se transmiten a los ganglios de la raíz nerviosa posterior en T10 (nervio espinal del segmento torácico que se origina en la columna vertebral por debajo de la décima vértebra torácica) a través de L1 (nervio espinal del segmento lumbar), que se origina en la columna vertebral por debajo de la primera vértebra lumbar).

El dolor del parto (dolor visceral) puede referirse progresivamente a la pared abdominal, región lumbosacra, crestas iliacas, glúteos y muslos. El inicio de las contracciones

abdominales, rotura del saco alantocoriónico y la expulsión del feto caracterizan la segunda fase del parto.

En esta etapa se presenta el ensanchamiento final del cuello uterino (Taverne, 1992), por lo que predomina el dolor somático por distensión y tracción de las estructuras pélvicas que rodean la vagina y por distensión del suelo pélvico y el perineo.

En la tercera etapa del parto las contracciones uterinas persisten, disminuyendo en amplitud, sin embargo, pueden seguir teniendo la misma intensidad, pero menos frecuentes (Noakes et al., 2001).

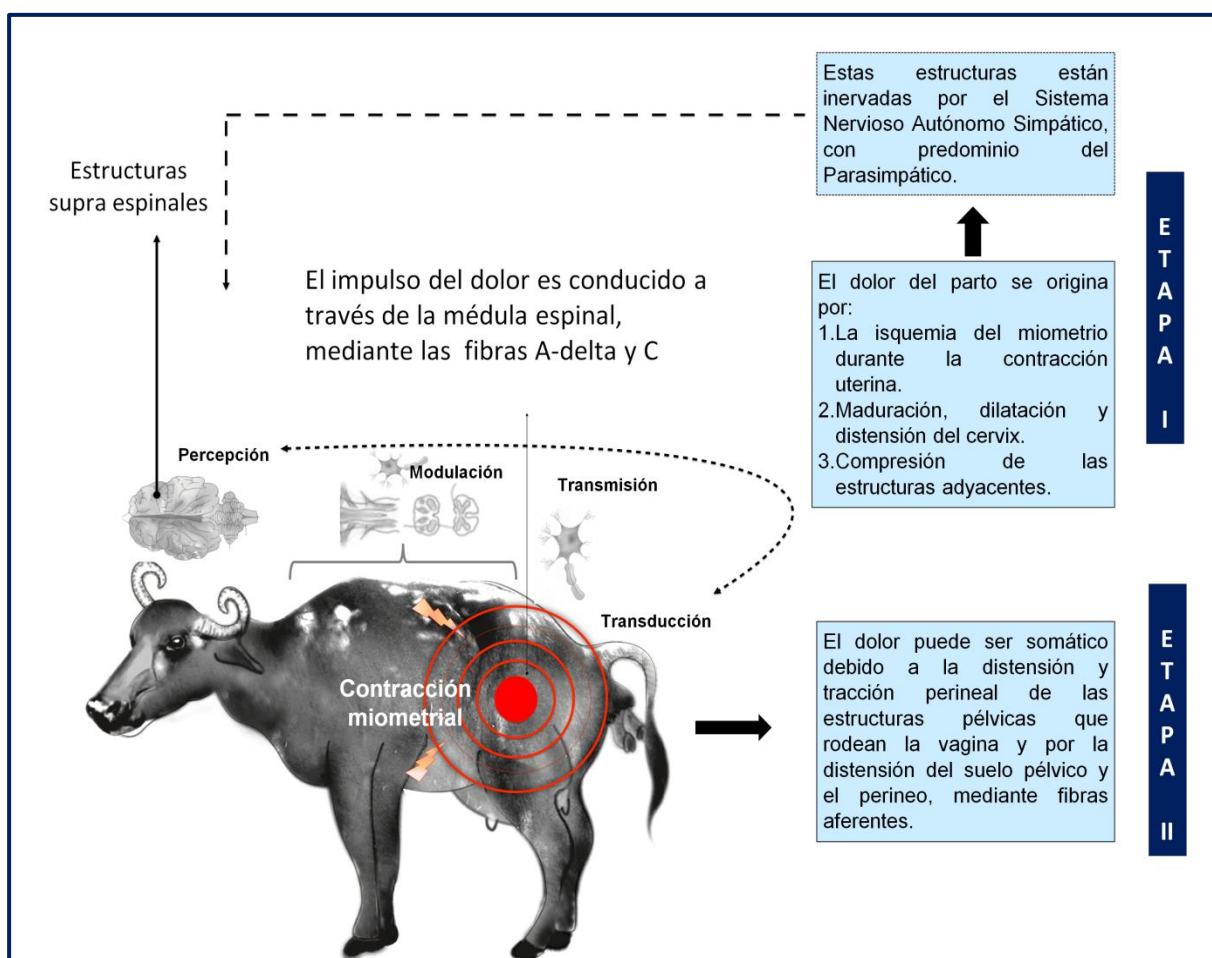


Figura 2. Transmisión del impulso doloroso durante el parto de la búfala.

COMPORTAMIENTO Y BIENESTAR DE LA BÚFALA LECHERA AL ORDEÑO

Estudios recientes demuestran que la rutina de ordeño puede afectar el nivel de confort de las búfalas, ya que deben habituarse a los movimientos específicos que forman parte de la rutina diaria, vincularse con el horario, el trato durante la interacción humano-animal, el diseño del establo y las instalaciones en general (Polikarpus et al., 2014b), por lo que la falta de adopción de las mismas originan estrés durante el ordeño (Munksgaard et al., 2001; Rushen et al., 2001).

Thomas et al. (2005), señalan que durante el ordeño las búfalas son más sensibles a los factores estresantes que las vacas lecheras del género *Bos*. La producción de adrenalina en los animales estresados puede provocar la disminución en la liberación de oxitocina necesaria para mantener el flujo de leche durante el ordeño (Borghese et al., 2007). El mínimo cambio en la rutina de ordeño puede incomodar y alertar a las búfalas (Napolitano et al., 2013), debido al miedo ocasionado por la neofobia (Polikarpus et al., 2014b) afectando la producción de leche. En el caso especial de la búfala de agua, la ubre tiene una cisterna pequeña, por lo que el mayor porcentaje de leche se almacena en el compartimento alveolar (aproximadamente el 95%), la cual requiere la presencia de oxitocina para su liberación (Thomas et al., 2005).

Al inicio del ordeño, la leche se encuentra en dos niveles, la primer fracción a nivel de la cisterna (leche cisternal), que

corresponde a la leche de fácil extracción por simple presión a nivel del pezón, y la segunda fracción en la región alveolar y en los conductos lobulares (leche alveolar) de más difícil extracción, de aquí la importancia de una estimulación previa al ordeño para una correcta respuesta de eyección de leche (Pankaj et al., 2017), la cual sólo se puede obtener mediante la liberación de oxitocina (Cavallina et al., 2008).

En el sistema tradicional de producción de leche a pequeña escala, los bucerros se mantienen cerca de la madre para favorecer y estimular la bajada de la leche (Singh et al., 2017). Mientras que, en un sistema intensivo, la estimulación se presenta durante la higienización de la ubre a través del lavado manual, dando masaje a las ubres con agua corriente durante 5 segundos (Cavallina et al., 2008). Cabe señalar que, los tiempos y procedimientos previos al ordeño deben ser rutinarios para reforzar la bajada de la leche, independientemente del tipo de sistema de producción (Cavallina et al., 2008). El estrés generado en las salas de ordeño afecta de manera particular la producción de leche en la búfala, ya que como se mencionó anteriormente, éste reduce el suministro de oxitocina necesaria para la bajada de la leche de la fracción alveolar (Neglia et al., 2008). Por lo anterior, mantener el orden en que las búfalas se ordeñan resulta fundamental (Polikarpus et al., 2014b; 2015). Diversos autores coinciden que una característica destacada del sistema social del ganado lechero es el orden constante de entrada a la sala de ordeño (Grasso et al., 2007; Berry y

McCarthy, 2012), el cual puede ser influenciado por varios factores, por ejemplo: rango social (Melin et al., 2006), salud (Flower et al., 2006) y nivel de productividad (Górecki y Wójtowski, 2004), entre otros.

En general, la búfala prefiere un lado específico de la sala de ordeño (lateral izquierdo o lateral derecho) y son pocas las que no tienen preferencia por el sitio o sección de la sala para ser ordeñadas. Esto indica que, cualquier práctica de manejo que impida la preferencia de orden y sitio dentro de la sala de ordeño, generará estrés y podrá comprometer el nivel de bienestar, salud, y productividad de las búfalas (Polikarpus et al., 2015). Prelle et al. (2004) señalaron que la lateralización del comportamiento de las búfalas depende del dominio y la estructura social del rebaño, y de manera individual la ansiedad, el miedo, el estrés y la sensibilidad. Al impedir que los animales realicen patrones de comportamiento específicos, puede provocarse un estado psicológico negativo afectando su bienestar (Jensen y Toates, 1993).

Las malas prácticas en las rutinas de ordeño pueden además de llevar a una disminución del flujo y de la producción de leche, a predisponer a una mastitis debido al deficiente vaciado de la ubre (Cavallina et al., 2008; De Rosa et al., 2009a). Una herramienta que ha resultado ser muy útil para valorar predisposición a mastitis debido a la identificación de cambios microcirculatorios a nivel vascular, es la termografía infrarroja (Mota-Rojas et al., 2019c,d; Bertoni et al., 2020a,b). Figura 3. La valoración termográfica de la ubre es cada vez más frecuente y

los estudios se han enfocado a evaluar la salud en vacas lecheras, principalmente en cuanto a la relación entre la temperatura superficial de la ubre y la puntuación obtenida en la prueba de California, sugiriendo así que la IRT también puede servir como herramienta para la detección de mastitis (Colak et al., 2008).

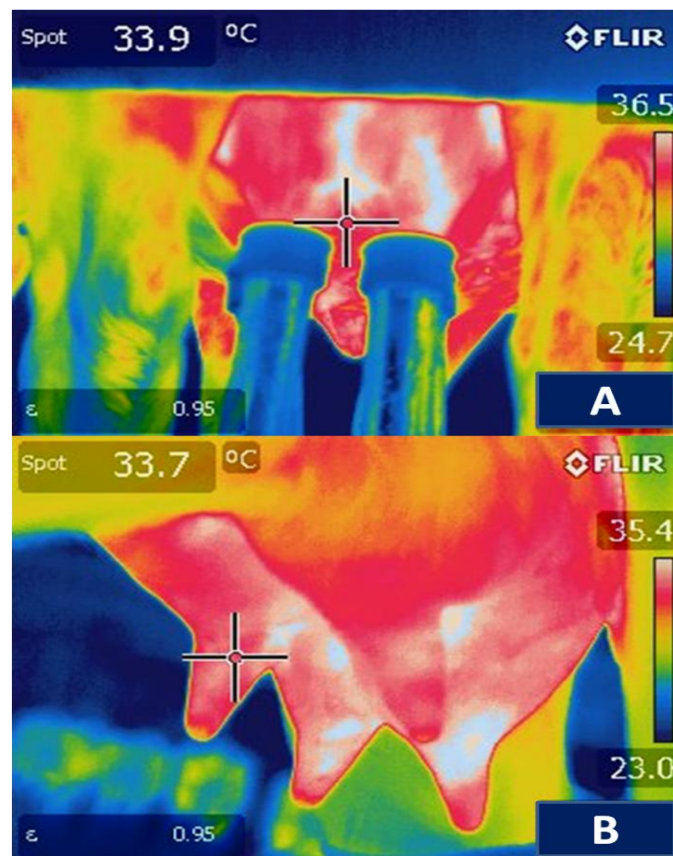


Figura 3. Monitoreo de la ubre mediante termografía infrarroja para detección de procesos inflamatorios por medio de cambios de la microcirculación dérmica. **A.** Ordeña mecánica, se aprecia el tejido de la ubre en color rojo y blanco y en azul las pezoneras de la máquina ordeñadora. **B.** Ubre postordeño. En etapas tempranas del ordeño, la búfala se expone a un largo período de vacío sin ninguna eyección de leche (Caria et al., 2011), aunado al uso de aspiradoras de alto rendimiento, lo que, combinado con la ausencia de leche, puede causar irritación en los delicados tejidos mamarios (Bruckmaier y Blum, 1996) y predisponer la presencia de un agente patógeno oportunista.

En sistemas de producción intensivos, el ordeño de la búfala podría representar un estímulo crónico estresante provocando miedo o incomodidad para las hembras cuando la máquina de ordeño no tiene las constantes de operación apropiadas para la búfala (operación de vacío de 50 kPa, 70 ciclos de pulsaciones / min en una proporción de 65:35) (Cavallina et al., 2008), o que el mantenimiento de la máquina ordeñadora sea deficiente (Cavallina et al., 2008; De Rosa et al., 2009ab). Otros estímulos estresantes que se suman durante el ordeño, son la separación de las crías y el nuevo ambiente al que se enfrentan los animales (Cavallina et al., 2008), así como el comportamiento del manejador (Saltalamacchia et al., 2007). Por ejemplo, si el arreo hacia la sala de ordeño por parte del ordeñador es agresivo o brusco, provocaría además mayor pérdida en la producción de leche (Cavallina et al., 2008; De Rosa et al., 2009a; Saltalamacchia et al., 2007). Con la finalidad de contrarrestar los efectos negativos debidos a la interacción humano-animal, así como para disminuir los comportamientos relacionados con ansiedad y estrés agudo (tales como patear, movimientos de desplazamiento y de micción) en las búfalas primerizas que tienen un primer contacto con la máquina ordeñadora, algunos investigadores proponen el uso de oxitocina exógena (Cavallina et al., 2008). Otros proponen, el uso de interacciones positivas como el manejo calmado y cordial por el personal de la unidad productiva y dentro de la sala de ordeño (Saltalamacchia, et al., 2007) y la implementación de programas de habituación para las búfalas primerizas 0, 3 y 6

días previos al parto (Polikarpus et al., 2014b). Cabe señalar que el uso de oxitocina exógena debe ser muy cuidadoso y su utilidad sólo debe estar dirigido a los animales que tengan dificultad para la bajada de la leche, y no exceder su administración de forma cotidiana.

Factores predisponentes a mastitis

Las características en la leche de búfala como el alto contenido de sólidos totales, con un contenido de proteína promedio de $3.91 \pm 0.61\%$ y un contenido de grasa de $6.87 \pm 0.88\%$ (Tonhati et al., 2000); aseguran un elevado rendimiento en la producción de derivados lácteos, lo que coloca la producción del búfalo de agua como un recurso ganadero de importancia económica para la producción de leche y sus derivados (Tanamati et al., 2019). Sin embargo, la producción y composición de leche pueden verse afectadas significativamente, si la salud animal (como la salud de la ubre) se encuentra comprometida (Rainard y Riollot, 2006; Napolitano et al., 2019), además de aumentar los efectos negativos sobre el bienestar animal.

Es del interés de los autores, analizar la presencia de mastitis en la búfala de agua, que hace que la leche sea menos apta para el consumo y procesamiento, ocasionando pérdidas económicas considerables asociadas con el curso subclínico y la evolución crónica de la enfermedad (Rainard y Riollot, 2006). Como se

mencionó anteriormente, las malas prácticas en las rutinas de ordeño pueden predisponer a mastitis debido a un deficiente vaciado de la ubre (Cavallina et al., 2008; De Rosa et al., 2009a).

La mastitis de origen bacteriano en los grandes rumiantes es una de las enfermedades más comunes en la industria láctea y representa un desafío global importante (Bradley, 2002). Además, constituye un problema significativo en materia de bienestar animal (de Boyer des Roches et al., 2017; Mota-Rojas, 2019a,b).

La mastitis se caracteriza por la inflamación de la glándula mamaria resultante de cambios metabólicos y fisiológicos, traumatismos o invasión de patógenos (Oviedo-Boyso et al., 2007). En la búfala, los patógenos implicados con mayor frecuencia son bacterias coliformes (*Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli*), seguidas de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* y *S. agalactiae* (El-Khodery y Osman, 2008). Sin embargo, microorganismos como hongos y levaduras también se asocian con la mastitis en bovinos (Petzl et al., 2008). La mastitis causada por *E. coli* es típicamente autolimitante y de corta duración, pero puede asociarse con signos clínicos graves, reducción en la producción de leche y daño tisular grave de la glándula mamaria (Burvenich et al., 2003).

Aunque tradicionalmente se considera que los búfalos lecheros son menos susceptibles a la mastitis que el ganado vacuno (Guccione, 2017), algunos investigadores encuentran frecuencias de mastitis similares para ambas especies (Guccione et al., 2014). Por lo que la elevada prevalencia de infecciones intramamarias subclínicas (IMI), podría llevar a subestimar el tamaño del problema, especialmente en la especie bufalina (Pisanu et al., 2019).

Las estrategias de manejo como la toma de consciencia sobre el ordeño eficiente y aseado, así como las medidas higiénicas, limitan en buena parte la propagación de bacterias gram positivas, ayudando a disminuir de forma significativa la proporción de aislamientos de *S. aureus* y mastitis subclínica en todo el mundo (Burvenich et al., 2003). Sin embargo, la mastitis continúa siendo una de las enfermedades más comunes en la industria láctea, con efectos negativos en la economía (de Boyer des Roches et al., 2017); por ejemplo, en el sur de Italia (Restucci et al., 2019).

Cabe señalar, que el conocimiento sobre la salud de la ubre del búfalo es más limitado en comparación con las vacas lecheras, pero en ambas especies son evidentes los efectos perjudiciales. Sin embargo, el dolor asociado con la mastitis clínica, en general, no se mide ni se trata (Leslie y Petersson-Wolfe 2012), lo que repercute de manera importante en el bienestar animal.

Percepción del dolor durante la ordeña en búfalas con mastitis

El dolor es un término humano generalmente asociado con experiencias desagradables, el cual tiene un alto grado de subjetividad; en los animales, para identificar si están experimentando dolor, se consideran los cambios en las reacciones fisiológicas y conductuales. La Asociación del Estudio de Dolor (IASP) define el dolor en los humanos como "una experiencia sensorial y emocional desagradable con daño tisular real o potencial" (Merskey, 1994). Recientemente la IASP en el 2020 señaló que la incapacidad para comunicarse no niega la posibilidad de que un animal no humano experimente dolor; por lo que la definición de dolor debería ser aplicable a humanos y animales no humanos por igual (Raja et al., 2020).

Definir el dolor en animales puede ser complicado, debido a que existen diferencias en las respuestas al dolor entre especies, entre individuos, entre diferentes etapas de la enfermedad y entre condiciones agudas y crónicas (Leslie y Petersson-Wolfe, 2012).

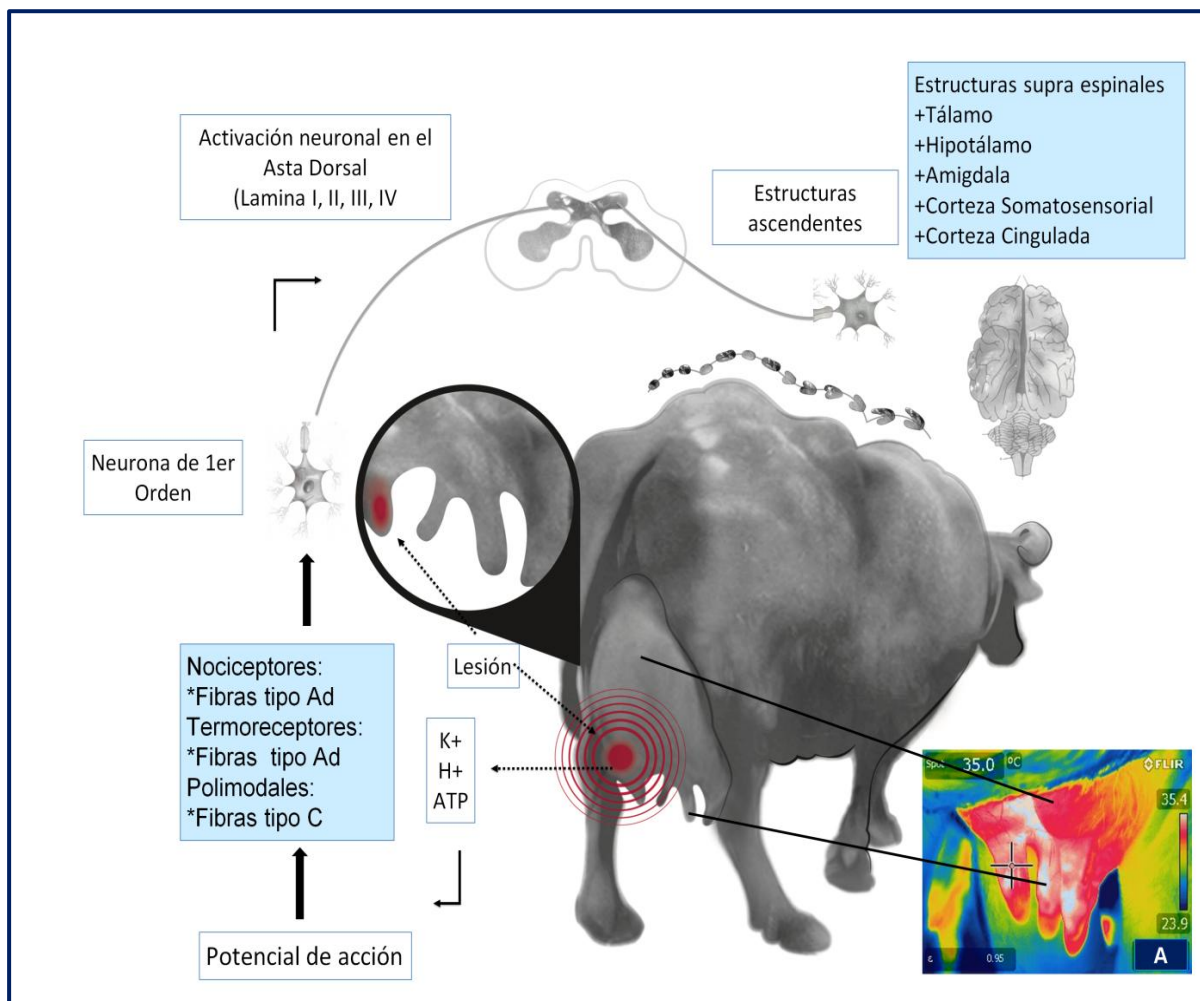
En los grandes rumiantes, los casos clínicos severos de mastitis cursan con signos visibles de dolor y molestia en el animal, sumado a la disminución de la producción de leche, pérdida de peso corporal y posturas anormales (Huxley y Hudson, 2007). En casos leves y moderados de la enfermedad clínica o bien, en la etapa subclínica, no es tan fácil caracterizar eventos dolorosos asociados con la misma (Fitzpatrick et al., 1998).

El dolor del pezón y de la ubre resulta de la estimulación química, mecánica o térmica de las terminaciones nerviosas libres que contienen nociceptores. Las células de los tejidos lesionados liberan mediadores inflamatorios, como prostaglandinas, histamina y bradicinina, estimulando a los nociceptores en las terminaciones nerviosas cercanas. Por lo que un estímulo que afecta a un número relativamente pequeño de terminaciones nerviosas estimula a otras más, lo cual amplifica la sensación.

Los impulsos derivados de dicho estímulo se dirigen a través de la parte ventrolateral de la médula espinal hacia el tronco encefálico y el tálamo, lo que deriva en una mayor amplificación. La activación de ciertas áreas de la corteza cerebral a través del tálamo permite la percepción consciente del dolor (**Figura 4**). Teóricamente, el dolor es una "experiencia" central que se debe a la nocicepción en los nervios periféricos. El dolor agudo es el resultado de la lesión tisular, con activación del sistema nervioso autónomo simpático. En casos de dolor crónico se observa la presencia de altos niveles de mediadores inflamatorios alrededor del sitio de la lesión, así como la activación persistente de las fibras del dolor en la médula espinal que conducen a una hiperalgesia (Hudson et al., 2008).

El dolor y el malestar que acompañan a la mastitis pueden comprometer gravemente el bienestar animal (Leslie y

Petersson-Wolfe, 2012), por lo que en años recientes se dedica especial atención al dolor como un aspecto relevante de la enfermedad, en consideración con los principios básicos del bienestar animal (Giovannini et al., 2017); debido a que la mastitis interfiere con cuatro de las cinco libertades (FAWC, 2009).



Entre los indicadores para reconocer y cuantificar el dolor por la mastitis bovina se proponen: 1) las alteraciones de los parámetros fisiológicos como frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura (Leslie y Petersson-Wolfe, 2012), parámetros considerados como buenos indicadores de la gravedad de la enfermedad en la mastitis de aparición espontánea (Kemp et al., 2008); 2) modificación de la conducta postural e ingestiva (se consideran tiempos dedicados a comer, rumiar y echarse) (Yeiser et al., 2012; Cyples et al., 2012); 3) expresión de comportamientos activos como dar pasos, patear y levantar extremidades (Siivonen et al., 2011; Medrano-Galarza et al., 2012) y 4) alteración de los umbrales nociceptivos (Rasmussen et al., 2011; Fitzpatrick et al., 2013).

Giovannini et al. (2017) indujeron mastitis subclínica de forma experimental (mediante el ácido lipoteicoico (LTA) y lipopolisacáridos derivados de *S. aureus* y *E. coli*, respectivamente) en vacas *B. taurus* (Holstein y Swiss Fleckvieh), y desarrollaron un sistema de puntuación del dolor multidimensional específico para esta enfermedad. El sistema incluye dos categorías principales con signos generales y locales, respectivamente. Los signos generales abarcan seis subcategorías, incluyendo: 1) Evaluación subjetiva general (sin signos de dolor o signos de dolor severo), 2) Comportamiento postural, las tres primeras relacionadas con la expresión facial (orejas agachadas, asimétricas, párpados superiores

corrugados, ollares abiertos, inquietud, apatía, patas posteriores separadas), 3) Comportamiento interactivo (interés o sin interés), 4) Respuesta a la comida (con apetito o falta total de apetito), 5) Posición del sacro (normal, hacia abajo con la espalda arqueada, sin reacción), y 6) Reacción a la palpación de la espalda (sin reacción o con reacción severa). Por otro lado, los signos locales abarcan dos subcategorías: 1) Edema de la ubre (sin hinchazón o con hinchazón severa), y 2) Palpación de la ubre; sin reacción, reacción mediana (movimiento de la cola, levantamiento de extremidades), reacción severa (patadas, desplazamiento alejándose).

Con este sistema de puntuación del dolor se obtiene un índice de dolor total, con un valor máximo posible de 42, al sumar las puntuaciones asignadas a cada subcategoría. Cabe resaltar que, en dicho estudio, también se utilizó la medición de temperatura a través de termografía infrarroja, sin embargo, no observaron cambios relacionados con el tratamiento, quizá se deban considerar algunos factores como temperatura ambiental, oscilaciones circadianas o actividad física. La propuesta de este tipo de estudios (inducir una afección de manera experimental) ha contribuido a reconocer y cuantificar el dolor de la mastitis bovina (evaluar el umbral del dolor), caracterizando la respuesta fisiológica y conductual a la invasión patógena de la glándula mamaria, la cual fue efectiva.

CONSIDERACIONES FINALES

En base a la información disponible en búfalos, que por cierto es escasa, el parto genera un estrés que afecta tanto el bienestar animal como la producción láctea, por ello es necesario conocer la dinámica del parto para diferenciar hasta donde es lo normal y hasta donde patológico para tomar la mayor cantidad de medidas posibles para mitigarlo. Otro elemento fundamental de la vida productiva de la búfala lechera es buscar la eficiencia y eficacia del ordeño, ya que influye de manera decisiva en la productividad y estado de salud de la madre. En el ordeño, existen diversos factores que influyen negativamente en el desempeño productivo de las búfalas, principalmente las malas prácticas de manejo. Los estudios señalan que durante el ordeño las búfalas son más sensibles a los factores estresantes que las vacas lecheras. Se debe hacer mucho énfasis en que en los ordeños mecánicos se deben controlar todos los aspectos asociados al ajuste de las máquinas para el adecuado funcionamiento en la búfala.

Para contrarrestar los efectos negativos debidos a la interacción humano-animal, así como para disminuir los comportamientos relacionados con ansiedad y estrés agudo en las búfalas primerizas que tienen un primer contacto con la máquina ordeñadora, algunos investigadores proponen el uso de oxitocina exógena y el uso de interacciones positivas como el

manejo calmado y cordial por el personal de la unidad productiva y dentro de la sala de ordeño y la implementación de programas de habituación para las búfalas primerizas.

Aunque tradicionalmente se considera que los búfalos lecheros son menos susceptibles a la mastitis que el ganado vacuno, existe evidencia de frecuencias de mastitis similares para ambas especies. El conocimiento sobre la salud de la ubre del búfalo es más limitado en comparación con las vacas lecheras, pero en ambas especies son evidentes los efectos perjudiciales graves para los animales, y, sin embargo, el dolor asociado con la mastitis clínica, en general, no se mide ni se trata, lo que repercute de manera importante en el nivel de bienestar animal. Sin embargo, la tendencia en años recientes es dedicar especial atención al dolor como un aspecto relevante de la enfermedad. Se requieren más estudios que contribuyan a reconocer y cuantificar el dolor de la mastitis (evaluar el umbral del dolor), caracterizando la respuesta fisiológica y conductual.

Se considera fundamental en la industria bufalina, el conocimiento de los aspectos básicos del comportamiento de la búfala durante el parto y ordeño. En este capítulo, se ha mostrado el mecanismo neurofisiológico de dolor normal que acompaña el parto, y el dolor que puede experimentar la búfala con mastitis, el cual se debe evitar, ya que, si progresa, compromete el estado de salud y bienestar de la búfala, además de afectar las ganancias económicas de los ganaderos.

REFERENCIAS

- FAWC, 2009. Five freedoms. Farm Animal Welfare Council [WWW Document]. URL <https://www.gov.uk/government/groups/farm-animal-welfare-committee-fawc>.
- IASP. 1979. International Association for the Study of Pain (IASP). IASP Pain Terminology 1979. Available at: <<https://www.iasp-pain.org/terminology?navItemNumber=576#Pain>>.
- Alimoradi, Z., Kazemi, F., Valiani, M., Gorji, M., 2019. Comparing the effect of auricular acupressure and body acupressure on pain and duration of the first stage of labor: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 20, 766. <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3896-0>
- Berry, D.P., McCarthy, J., 2012. Genetic and non-genetic factors associated with milking order in lactating dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 136, 15–19. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.11.012>
- 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., 2020. Scientific findings related to changes in vascular microcirculation using infrared thermography in the river buffalo. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* 8:288-297. doi.org/10.31893/jabb.20038

- Borghese, A., Rasmussen, M., Thomas, C.S., 2007. Milking management of dairy buffalo. *Ital. J. Anim. Sci.* 6, 39–50. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.39>
- Bradley, A.J., 2002. Bovine Mastitis: An Evolving Disease. *Vet. J.* 164, 116–128. <https://doi.org/10.1053/tvj.2002.0724>
- Bruckmaier, R.M., Blum, J.W., 1996. Simultaneous recording of oxytocin release, milk ejection and milk flow during milking of dairy cows with and without prestimulation. *J. Dairy Res.* 63, 201–208. <https://doi.org/10.1017/S0022029900031708>
- Burvenich, C., Van Merris, V., Mehrzad, J., Diez-Fraile, A., Duchateau, L., 2003. Severity of *E. coli* mastitis is mainly determined by cow factors. *Vet. Res.* 34, 521–564. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003023>
- Caria, M., Murgia, L., Pazzona, A., 2011. Effects of the working vacuum level on mechanical milking of buffalo. *J. Dairy Sci.* 94, 1755–1761. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3134>
- Cavallina, R., Roncoroni, C., Campagna, M.C., Minero, M., Canali, E., 2008. Buffalo behavioural response to machine milking in early lactation. *Ital. J. Anim. Sci.* 7, 287–295. <https://doi.org/10.4081/ijas.2008.287>
- Colak, A., Polat, B., Okumus, Z., Kaya, M., Yanmaz, L.E., Hayirli, A., 2008. Short Communication: Early Detection of Mastitis Using Infrared Thermography in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 91, 4244–4248. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1258>
- Cyplis, J.A., Fitzpatrick, C.E., Leslie, K.E., DeVries, T.J., Haley, D.B., Chapinal, N., 2012. Short communication: The effects of experimentally induced *Escherichia coli* clinical mastitis

- on lying behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95, 2571–2575. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5135>
- De Boyer des Roches, A., Faure, M., Lussert, A., Herry, V., Rainard, P., Durand, D., Foucras, G., 2017. Behavioral and patho-physiological response as possible signs of pain in dairy cows during *Escherichia coli* mastitis: A pilot study. *J. Dairy Sci.* 100, 8385–8397. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12796>
- De Rosa, G., Grasso, F., Braghieri, A., Bilancione, A., Di Francia, A., Napolitano, F., 2009a. Behavior and milk production of buffalo cows as affected by housing system. *J. Dairy Sci.* 92, 907–912. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1157>
- De Rosa, G., Grasso, F., Pacelli, C., Napolitano, F., Winckler, C., 2009b. The welfare of dairy buffalo. *Ital. J. Anim. Sci.* 8, 103–116. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.103>
- Dubey, P., Singh, R.R., Choudhary, S.S., Verma, K.K., Kumar, A., Gamit, P.M., Dubey, S., Prajapati, K., 2018. Post parturient neonatal behaviour and their relationship with maternal behaviour score, parity and sex in Surti buffaloes. *J. Appl. Anim. Res.* 46, 360–364. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1306533>
- El-Khodery, S.A., Osman, S.A., 2008. Acute coliform mastitis in buffaloes (*Bubalus bubalis*): Clinical findings and treatment outcomes. *Trop. Anim. Health Prod.* 40, 93–99. <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9057-6>
- Ellingsen, L.A.W., Majeau-Bettez, G., Singh, B., Srivastava, A.K., Valøen, L.O., Strømman, A.H., 2014. Life Cycle

- Assessment of a Lithium-Ion Battery Vehicle Pack. *J. Ind. Ecol.* 18, 113–124. <https://doi.org/10.1111/jiec.12072>
- Fitzpatrick, C.E., Chapinal, N., Petersson-Wolfe, C.S., DeVries, T.J., Kelton, D.F., Duffield, T.F., Leslie, K.E., 2013. The effect of meloxicam on pain sensitivity, rumination time, and clinical signs in dairy cows with endotoxin-induced clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 96, 2847–2856. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5855>
- Fitzpatrick, J.L., Young, F.J., Eckersall, D.N.D., Logue, Knight, C.J., Nolan, A., 1998. recognising and controlling pain and inflammation in mastitis, in: Stoneleigh, I. for A.H. (Ed.), *Proceedings of the British Mastitis Conference*. Coventry, West Midlands (UK), pp. 36–44.
- Flower, F.C., Sanderson, D.J., Weary, D.M., 2006. Effects of Milking on Dairy Cow Gait. *J. Dairy Sci.* 89, 2084–2089. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72278-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72278-0)
- Giovannini, A.E.J., van den Borne, B.H.P., Wall, S.K., Wellnitz, O., Bruckmaier, R.M., Spadavecchia, C., 2017. Experimentally induced subclinical mastitis: are lipopolysaccharide and lipoteichoic acid eliciting similar pain responses? *Acta Vet. Scand.* 59, 40. <https://doi.org/10.1186/s13028-017-0306-z>
- González-Lozano, M., Mota-Rojas, D., Orihuela, A., Martínez-Burnes, J., Di Francia, A., Braghieri A., Berdugo, J., Mora-Medina, P., Ramírez, R., Napolitano, F., Behavioral, physiological and reproductive performance in buffaloes during eutocic and dystocic parturitions. *Appl. Anim. Sci.*

- 36,407–422.
- Górecki MT, Wójtowski J, 2004. Stability of milking order in goat over a long period (short communication). *Arch. Tierz* 47, 203–208.
- Grasso, F., De Rosa, G., Napolitano, F., Di Francia, A., Bordi, A., 2007. Entrance order and side preference of dairy cows in the milking parlour. *Ital. J. Anim. Sci.* 6, 187–194. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.187>
- Guccione, J., 2017. Mastitis in Mediterranean Buffaloes. *J. Dairy Vet. Sci.* 2. <https://doi.org/10.19080/JDVS.2017.02.555596>
- Guccione, J., Pesce, A., Pascale, M., Tommasini, N., Garofalo, F., Di Loria, A., Cortese, L., Salzano, C., Ciaramella, P., 2014. Short communication: Effects of systemic treatment with penethamate hydriodide on udder health and milk yields in dry primiparous Mediterranean buffaloes (*Bubalus bubalis*). *J. Dairy Sci.* 97, 2219–2225. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7268>
- Hashemi Asl, B.M., Vatanchi, A., Golmakani, N., Najafi, A., 2018. Relationship between behavioral indices of pain during labor pain with pain intensity and duration of delivery. *Electron. Physician* 10, 6240–6248. <https://doi.org/10.19082/6240>
- Hudson, C., Whay, H., Huxley, J., 2008. Recognition and management of pain in cattle. *In Pract.* 30, 126–134. <https://doi.org/10.1136/inpract.30.3.126>
- Huxley JN, Hudson, C., 2007. Should we control the pain of mastitis? *Int Dairy Top.* 6, 17–19.

- Huzzey, J.M., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2005. Changes in Feeding, Drinking, and Standing Behavior of Dairy Cows During the Transition Period. *J. Dairy Sci.* 88, 2454–2461. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72923-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72923-4)
- Jensen, M.B., 2012. Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 139, 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.04.002>
- Jensen, P., Toates, F.M., 1993. Who needs ‘behavioural needs’? Motivational aspects of the needs of animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 37, 161–181. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(93\)90108-2](https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90108-2)
- Kemp, M.H., Nolan, A.M., Cripps, P.J., Fitzpatrick, J.L., 2008. Animal-based measurements of the severity of mastitis in dairy cows. *Vet. Rec.* 163, 175–179. <https://doi.org/10.1136/vr.163.6.175>
- Leslie, K.E., Petersson-Wolfe, C.S., 2012. Assessment and Management of Pain in Dairy Cows with Clinical Mastitis. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 28, 289–305. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.04.002>
- Lowe, N.K., 2002. The nature of labor pain. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 186, S16–S24. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(02\)70179-8](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(02)70179-8)
- Mainau, E., Manteca, X., 2011. Pain and discomfort caused by parturition in cows and sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 135, 241–251. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.10.020>
- Medrano-Galarza, C., Gibbons, J., Wagner, S., de Passillé, A.M.,

- Rushen, J., 2012. Behavioral changes in dairy cows with mastitis. *J. Dairy Sci.* 95, 6994–7002. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5247>
- Melin, M., Hermans, G.G.N., Pettersson, G., Wiktorsson, H., 2006. Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 96, 201–214. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.06.013>
- Merskey H, B.N., 1994. Classification of Chronic Pain, in: Descriptions of Chronic Pain Syndromes and Definitions of Pain Terms. Seattle. IASP Press, Seattle, p. 222.
- Miedema, H.M., Cockram, M.S., Dwyer, C.M., Macrae, A.I., 2011. Changes in the behaviour of dairy cows during the 24h before normal calving compared with behaviour during late pregnancy. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 131, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.01.012>
- Mohammad, D.R.I., Abdel-Rahman, M.A.M., 2013. A comparative study on behavioral, physiological, and adrenal changes in buffaloes during the first stage of labor with normal and difficult parturition. *J. Vet. Behav.* 8, 46–50. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.04.005>
- Mota-Rojas, D., Nava, A., Villanueva, D, Alonso S.M., 2008. *Perinatología y Ginecología Animal, enfoques clínicos y experimentales*. Segunda edición. Editorial BM Editores. Ciudad de México. México. p 481.
- Mota-Rojas, D., A. López, J. Martínez-Burnes, R. Muns, D. Villanueva-García, P. Mora-Medina, M. Gonzalez-Lozano,

- A. Olmos-Hernández, and Ramírez-Necoechea R., 2018. Invited review: Is vitality assessment important in neonatal animals? *CAB Rev.* 13:1–13. CABI. UK.
- Mota-Rojas, D., 2019a. Dairy buffalo behaviour and welfare from calving to milking. *CAB Rev. Perspect. Agric. Vet. Sci. Nutr. Nat. Resour.* 14. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201914035>. CAB International, UK.
- Mota-Rojas, D., Orihuela, A., Napolitano, F., Serrapica, F., De Rosa G. et al. 2019b. Capítulo 9. La búfala de agua durante el parto y ordeño: respuestas fisiológicas y conductuales. En Guerrero-Legarreta, I. et al. (Eds.). *El búfalo de agua en las Américas, enfoques prácticos y experimentales* (p. 154-191), Segunda edición. México, BM Editores.
- Mota-Rojas, D. Napolitano, F., Sarubbi, J., Braghieri, A., Martínez-Burnes, J., Bertoni, A., Ghezzi, D. et al. 2019c. 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.
- 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. 2019d. 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.

Mota-Rojas, D., J. Martínez-Burnes, F. Napolitano, M. Domínguez-Muñoz, I. Guerrero-Legarreta, P. Mora-Medina, R. Ramírez-Necoechea, K. Lezama-García, and M. González-Lozano. 2020a. Invited review: Dystocia: Factors affecting parturition in domestic animals. *CAB Rev.* 15:1–14. CABI. UK.

Mota-Rojas, D., Napolitano, F., Braghieri, A., Guerrero-Legarreta, I., Bertoni, A., Martínez-Burnes, J., Álvarez-Macías, A., Orihuela, A., 2020b. 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>

Munksgaard, L., DePassillé, A., Rushen, J., Herskin, M., Kristensen, A., 2001. Dairy cows' fear of people: social learning, milk yield and behaviour at milking. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73, 15–26. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00119-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00119-8)

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>

- Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Berdugo-Gutiérrez, J., Álvarez-Macias, A., Mora-Medina, P., Ruíz-Buitrago, J., et al., 2018a. Bienestar de la búfala lechera y su productividad. Sección Aprendamos Juntos de Bienestar animal. <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/aprendamos-juntos-del-bienestar-animal>
- Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Berdugo-Gutiérrez, J., González-Lozano, M., Mora-Medina, P., Ruíz-Buitrago J., et al., 2018b. El bienestar de la búfala lechera al parto. Pecuarios.com. Sección Ganadería.com. Disponible en: <https://www.ganaderia.com/destacado/El-bienestar-de-la-bufala-lechera-al-parto>.
- Napolitano, F., De Rosa, G., Braghieri, A., Álvarez-Macías, A., Bertoni A., Serrapica, F., 2019. Capítulo 5. Hallazgos recientes sobre la búfala lechera: inventario animal, razas, aspectos reproductivos, de salud y calidad. En Guerrero-Legarreta, I. et al. (Eds.). El búfalo de agua en las Américas, enfoques prácticos y experimentales (p. 154-191), Segunda edición. México, BM Editores.
- Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Álvarez-Macías, A., Braghieri, A., Mora-Medina, P., Bertoni, A., Cruz-Monterrosa, R., De Rosa, G., 2020a. Factores Productivos y su incidencia en el bienestar de la búfala lechera en sistemas de producción extensivos e intensivos. Soc. Rur. Prod. Med. Amb. 20, (40), 155-173.
- Napolitano F, Arney D, Mota-Rojas D, De Rosa G. 2020b. Chapter 17. Reproductive technologies and animal welfare.

- In: Presicce G, editor. Reproductive technologies in animals. 1st. ed. Italy: S&T Sciences/Elsevier Press; 2020. p. 266.
- Neglia, G., Saltalamacchia, F., Thomas, C.S., Rasmussen, M.D., 2008. Milking management of dairy buffaloes. Milking routines. Bull. Int. Dairy Fed. 426, 69–83.
- Noakes DE, Parkinson TJ, England GCW, A.G., 2001. Parturition and the care of parturient animals, in: Noakes DE, P.T. (Ed.), Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics. Elsevier, England GCW, pp. 155–187. <https://doi.org/10.1016/B978-070202556-3.50010-4>
- Oviedo-Boyso, J., Valdez-Alarcón, J.J., Cajero-Juárez, M., Ochoa-Zarzosa, A., López-Meza, J.E., Bravo-Patiño, A., Baizabal-Aguirre, V.M., 2007. Innate immune response of bovine mammary gland to pathogenic bacteria responsible for mastitis. J. Infect. 54, 399–409. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2006.06.010>
- Orihuela, A., Mota-Rojas, D., Ungerfeld, R., Napolitano, F., Strappini, A., De Rosa, G., Braghieri, A., Mora-Medina, P., 2019. Capítulo 12. Mecanismos neurofisiológicos de la impronta en la búfala y otros animales de granja. En Guerrero-Legarreta, I. et al. (Eds.). El búfalo de agua en las Américas, enfoques prácticos y experimentales (p. 380-425), Segunda edición. México, BM Editores.
- Pankaj Kumar, ML Kamboj, S.C. and R.K., Singh, 2017. Effect of calf suckling dummy calf used and weaning on milk ejection stimuli and milk yield of Murrah buffaloes (*Bubalus*

- bubalis*). J. Pharmacogn. Phytochem. SP1, 1012–1015.
- Pereira, R. da R., Franco, S.C., Baldin, N., 2011. Pain and the Protagonism of Women in Parturition. Brazilian J. Anesthesiol. 61, 376–388. [https://doi.org/10.1016/S0034-7094\(11\)70045-9](https://doi.org/10.1016/S0034-7094(11)70045-9)
- Petzl, W., Zerbe, H., Günther, J., Yang, W., Seyfert, H.-M., Nürnberg, G., Schuberth, H.-J., 2008. Escherichia coli , but not Staphylococcus aureus triggers an early increased expression of factors contributing to the innate immune defense in the udder of the cow. Vet. Res. 39, 18. <https://doi.org/10.1051/vetres:2007057>
- Pisanu, S., Cacciotto, C., Pagnozzi, D., Puggioni, G.M.G., Uzzau, S., Ciaramella, P., Guccione, J., Penati, M., Pollera, C., Moroni, P., Bronzo, V., Addis, M.F., 2019. Proteomic changes in the milk of water buffaloes (*Bubalus bubalis*) with subclinical mastitis due to intramammary infection by Staphylococcus aureus and by non-aureus staphylococci. Sci. Rep. 9, 15850. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52063-2>
- Polikarpus, A., Grasso, F., Pacelli, C., Napolitano, F., De Rosa, G., 2014a. Milking behaviour of buffalo cows: Entrance order and side preference in the milking parlour. J. Dairy Res. 81, 24–29. <https://doi.org/10.1017/S0022029913000587>
- Polikarpus, A., Napolitano, F., Grasso, F., Di Palo, R., Zicarelli, F., Arney, D., De Rosa, G., 2014b. Effect of pre-partum habituation to milking routine on behaviour and lactation

- performance of buffalo heifers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 161, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.10.003>
- Polikarpus, A., Kaart, T., Mootse, H., De Rosa, G., Arney, D., 2015. Influences of various factors on cows' entrance order into the milking parlour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 166, 20–24. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.02.016>
- Prelle, I., Phillips, C.J., da Costa, M.J.P., Vandenberghe, N., Broom, D., 2004. Are cows that consistently enter the same side of a two-sided milking parlour more fearful of novel situations or more competitive? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 87, 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.01.014>
- Proudfoot, K.L., Jensen, M.B., Heegaard, P.M.H., von Keyserlingk, M.A.G., 2013. Effect of moving dairy cows at different stages of labor on behavior during parturition. *J. Dairy Sci.* 96, 1638–1646. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6000>
- Punia, BS, Singh, S., 2001. Buffalo calf feeding and managemen. *Buffalo Bull.* V 20, 3.
- Purohit, G.N., Barolia, Y., Shekhar, C., Kumar, P., 2011. Maternal dystocia in cows and buffaloes: A Review. *Open J. Anim. Sci.* 01, 41–53. <https://doi.org/10.4236/ojas.2011.12006>
- Purohit, G.N., Kumar, P., Solanki, K., Shekher, C., Yadav, S.P., 2012. Perspectives of fetal dystocia in cattle and buffalo. *Vet. Sci. Dev.* 2, 8. <https://doi.org/10.4081/vsd.2012.3712>
- Rainard, P., Riollet, C., 2006. Innate immunity of the bovine

mammary gland. *Vet. Res.* 37, 369–400.
<https://doi.org/10.1051/vetres:2006007>

Raja, S.N., Carr, D.B., Cohen, M., Finnerup, N.B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F.J., Mogil, J.S., Ringkamp, M., Sluka, K.A., Song, X.-J., Stevens, B., Sullivan, M.D., Tutelman, P.R., Ushida, T., Vader, K., 2020. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain. *Pain Publish* Ah.
<https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>

Rasmussen, D.B., Fogsgaard, K., Røntved, C.M., Klaas, I.C., Herskin, M.S., 2011. Changes in thermal nociceptive responses in dairy cows following experimentally induced *Escherichia coli* mastitis. *Acta Vet. Scand.* 53, 32.
<https://doi.org/10.1186/1751-0147-53-32>

Restucci, B., Dipineto, L., Martano, M., Balestrieri, A., Ciccarelli, D., Russo, T.P., Varriale, L., Maiolino, P., 2019. Histopathological and microbiological findings in buffalo chronic mastitis: Evidence of tertiary lymphoid structures. *J. Vet. Sci.* 20, 1–14. <https://doi.org/10.4142/jvs.2019.20.e28>

Rørvang, M.V., Herskin, M.S., Jensen, M.B., 2018. The motivation-based calving facility: Social and cognitive factors influence isolation seeking behaviour of Holstein dairy cows at calving. *PLoS One* 13, e0191128.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191128>

Rushen, J., Munksgaard, L., Marnet, P., DePassillé, A., 2001. Human contact and the effects of acute stress on cows at milking. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73, 1–14.

- [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00105-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00105-8)
- Saltalamacchia, F., Tripaldi, C., Castellano, A., Napalitano, F., Musto, M., De Rosa, G., 2007. Human and animal behaviour in dairy buffalo at milking. *Anim. Welf.* 16, 139–142.
- Sathya, A., Prabhakar, S., Sangha, S.P.S., Ghuman, S.P.S., 2007. Vitamin E and Selenium Supplementation Reduces Plasma Cortisol and Oxidative Stress in Dystocia-Affected Buffaloes. *Vet. Res. Commun.* 31, 809–818. <https://doi.org/10.1007/s11259-007-0116-2>
- Schuenemann, G.M., Nieto, I., Bas, S., Galvão, K.N., Workman, J., 2011. Assessment of calving progress and reference times for obstetric intervention during dystocia in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94, 5494–5501. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4436>
- Siivonen, J., Taponen, S., Hovinen, M., Pastell, M., Lensink, B.J., Pyörälä, S., Hänninen, L., 2011. Impact of acute clinical mastitis on cow behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 132, 101–106. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.04.005>
- Tanamati, F., Stafuzza, N.B., Gimenez, D.F.J., Stella, A.A.S., Santos, D.J.A., Ferro, M.I.T., Albuquerque, L.G., Gasparino, E., Tonhati, H., 2019. Differential expression of immune response genes associated with subclinical mastitis in dairy buffaloes. *animal* 13, 1651–1657. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003324>
- Taverne, M.A.M., 1992. Physiology of parturition. *Anim. Reprod. Sci.* 28, 433–440. [El parto y ordeño de la búfala: respuestas fisiológicas y conductuales | BM EDITORES](https://doi.org/10.1016/0378-</p></div><div data-bbox=)

4320(92)90130-6

- Thomas, C.S., Nordstrom, J., Svennersten-Sjaunja, K., Wiktorsson, H., 2005. Maintenance and milking behaviours of Murrah buffaloes during two feeding regimes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 91, 261–276. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.002>
- Titler, M., Maquivar, M.G., Bas, S., Rajala-Schultz, P.J., Gordon, E., McCullough, K., Federico, P., Schuenemann, G.M., 2015. Prediction of parturition in Holstein dairy cattle using electronic data loggers. *J. Dairy Sci.* 98, 5304–5312. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9223>
- Tonhati H, M M Céron, J A Oliveira, JMC Duarte, TP Furtado, S.T., 2000. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em bubalinos. *Rev. Bras. Zootec* 29, 2051–2056.
- von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2007. Maternal behavior in cattle. *Horm. Behav.* 52, 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.015>
- Wehrend, A., Hofmann, E., Failing, K. and Bostedt, H., 2006. Behaviour during the first stage of labour in cattle: Influence of parity and dystocia. *Applied Animal Behaviour Science*, 100(3-4), pp.164-170.
- Yadav AK, Pramanik PS, K.S., 2009. Dam-calf interactions in Murrah buffaloes upto six hours post-parturition. *Indian J. Anim. Prod. Manag.* 25, 78–80.
- Yeiser, E.E., Leslie, K.E., McGilliard, M.L., Petersson-Wolfe, C.S., 2012. The effects of experimentally induced

Escherichia coli mastitis and flunixin meglumine administration on activity measures, feed intake, and milk parameters. J. Dairy Sci. 95, 4939–4949. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5064>