

El estado del arte de los búfalos de agua en Latinoamérica

Adolfo Álvarez Macías¹

Recientemente tuvimos el privilegio de reseñar la segunda edición del libro: *El búfalo de agua en las Américas, enfoques prácticos y experimentales*, que se presentó como un texto innovador y de gran valor para docentes, estudiantes, investigadores, extensionistas y productores, dada la abundancia de temas tratados y la capacidad para analizar datos e información producida a escala global sobre una especie alternativa como los búfalos de agua (*Bubalus bubalis*). Apenas estábamos procesando la valía de este libro cuando nos alcanza la tercera edición que nos ha dejado gratamente sorprendidos, dado que los Coordinadores han logrado conformar el texto, intitulado: *El búfalo de agua en Latinoamérica. Hallazgos recientes*.² Se trata de un texto electrónico de libre acceso,³ con 1,492 páginas y 33 capítulos, en los que se estudian diversas facetas de los búfalos de agua en nuestro subcontinente, pero con un claro trasfondo global.

Participan más de 100 colaboradores entre revisores, autores y correctores de estilo de 22 países, para que, bajo una visión inter y transdisciplinaria, se reuniera y organizara información sobre esta especie animal, desde sus características físicas, fisiológicas, su proceso productivo, sus estándares de bienestar, hasta la eficacia en los métodos de aturdimiento y el efecto en la calidad de la carne. También se examina sobre su contexto productivo, a partir del ambiental y el de comercialización y transformación de sus productos (carne, leche y como animales de trabajo), destacando en todo momento las

¹ Profesor investigador titular del Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, e-mail: aalvarez@correo.xoc.uam.mx.

² Napolitano, F. et al. (Eds) (2020). *El búfalo de agua en Latinoamérica, hallazgos recientes*. 3a. edición. BM Editores, © derechos reservados.

³ <https://www.lifescienceglobal.com/journals/journal-of-buffalo-science/97-abstract/jbs/4550-el-bufalo-de-agua-en-latinoamerica-hallazgos-recientes>.

estrategias principales para que los búfalos de agua se desarrollen en medios propicios para una óptima productividad, con apego a estándares internacionales de bienestar animal y bajo modelos sustentables.

Antes de explorar el contenido nuclear se destacan otros aspectos sobresalientes del texto. En primer lugar resalta el Prefacio de la Dra. Rossella Di Palo PhD, quien advierte: “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”. También se destaca la inclusión de la Galería de Arte del Búfalo de Agua, del pintor rumano Alex Cuibus, que presenta ocho pinturas al óleo, juntas y también estampadas en cada una de las portadas de las cinco secciones del libro. De igual forma se pondera la conjunción de un Comité Editorial formado por 15 investigadores de siete países, como garantes de la calidad de los distintos trabajos compilados. Finalmente, se aprecian las 120 figuras incorporadas, entre fotografías, diagramas, gráficas y mapas, que enriquecen e ilustran los distintos capítulos.

Dada la magnitud de la obra, a continuación se propone un sobrevuelo sobre su vasto contenido. La primera sección, *Desempeño productivo y opciones de desarrollo: bienestar: carne, leche y labores rurales*, comprende nueve capítulos. En el primero se explora la posibilidad de producir búfalos de doble propósito (carne y leche) en las regiones tropicales de América Latina, caracterizando, por un lado, estas regiones con enorme potencial forrajero y con climas exigentes por sus altos niveles de temperatura y humedad. Por otro lado, se valoran las características de los búfalos, como su rusticidad y su necesidad de disponer de charcas y/o sombras para regular su temperatura corporal. En esta simbiosis, los búfalos han mostrado amplia capacidad de adaptación e incluso han registrado valores sobresalientes en cuanto a ganancia de peso, tasas de fertilidad y de producción y calidad de leche y carne, entre otras. En la misma tónica, en el segundo capítulo se examina la producción bufalina bajo una concepción agroecológica, focalizando las interacciones suelo-planta-animal, y los principios de los sistemas de pastoreo intensivo, como la rotación de las células de pastoreo y las altas cargas animales. También se explora la viabilidad de los sistemas agrosilvopastoriles y silvopastoriles, gracias a la biodiversidad de los trópicos.

En el tercer capítulo se aborda el bienestar de la búfala lechera, que figura como un tema trascendente para la salud y la productividad animal, así como para la calidad e inocuidad de leche y carne. Se estudian los factores del bienestar (macro y microclimáticos) como topografía, altitud, alimento y relaciones sociales dentro del hato, entre otros.

Se concluye que, sea en regímenes extensivos o intensivos, un ambiente apropiado es aquel que permite a los animales satisfacer plenamente sus necesidades. En el capítulo cuatro se estudia: “La carne de búfalo de agua en las Américas: retos y oportunidades”, en el que se discuten las características del búfalo, destacando su rusticidad, es decir, cuando posee características heredables que le permiten superar las variaciones aleatorias y adversas del medio ambiente, sin disminuir en demasía su capacidad productiva, por lo mismo detenta alta capacidad de adaptabilidad, longevidad, con ciclos de vida que suelen superar los 20 años. La carne se conforma principalmente con grasa de cobertura, pero con porcentaje de grasa intramuscular más bajo, es decir, la carne de búfalos es prácticamente magra. Por ello, este tipo de carne es cada vez más demandada en los mercados internacionales y, en esa medida, es una opción relevante tanto para productores como para consumidores.

En el capítulo 5 también se revisan las características anatómicas, fisiológicas y de comportamiento, así como del desempeño productivo y reproductivo del búfalo de agua, ponderando las posibilidades de desarrollo de esta especie en las regiones tropicales de Latinoamérica. En el siguiente capítulo se compara a los búfalos versus los vacunos convencionales desde los puntos de vista tanto zootécnico como morfofisiológico, en aras de favorecer un manejo adecuado de los primeros. Se destacan múltiples aspectos, como su frecuente conducta altruista que permiten el aloamamantamiento; complejo mamario con pezones mayormente vascularizados, esfínteres con mayor fortaleza y canal más reducido y queratinizado que le confiere elevada resistencia a la mastitis; finalmente, sus grandes pezuñas y extremidades más gruesas que facilitan su movilidad en terrenos pantanosos y le permiten sumergirse en cuerpos de agua sin algún tipo de afección podal. También se contrastan los aparatos digestivo y reproductor, así como el sistema inmune y su resistencia a enfermedades.

El capítulo 7 versa sobre la “Producción de leche bajo una visión internacional”, documentando que la leche de búfalo se ha incrementado más rápidamente que la de bovino en el mundo durante los últimos años. También se compara el rendimiento y la calidad de la leche entre razas bufalinas, resaltando su alto contenido proteico y, en especial, el de grasa. Se incluye un apartado sobre las actualidades del queso Mozzarella. En el siguiente capítulo se expone un análisis de la “Producción de carne bajo una óptica internacional”, exponiendo el origen taxonómico de las razas de búfalo, así como una serie de indicadores productivos. Se cierra con un trascendente capítulo sobre los animales de tiro, como actores importantes en el medio rural de los países en desarrollo, que figuran tanto por el trabajo agrícola como por el transporte de productos a los mercados, trabajando en la industria de la construcción e, incluso, coadyuvando

en actividades turísticas. Se ponderan las cualidades de cada tipo de animal, desde los equinos hasta los búfalos de agua, así como los medios en los que mejor se desempeñan cada uno. Se valora que la interacción humano-animal positiva es fundamental para el bienestar animal y aunque los animales de trabajo han perdido centralidad al ser sustituidos progresivamente por equipos mecánicos, siguen representando una opción para los productores pobres y en pequeña escala, pero también para producciones ecológicas con bajos impactos ambientales.

La segunda sección se dedica a *Aspectos Reproductivos: Perinatología, ginecobstetricia, impronta, destete y ordeño*. En el capítulo 10 se abordan los “Factores intrínsecos que afectan el desempeño reproductivo de los búfalos de agua”, subrayándose que el periodo de gestación en búfalas es casi un mes más amplio que en el caso de los vacunos, con un rango de 299 a 310 días y que lograr un intervalo entre partos (IEP), de alrededor de 400 días o menor, marcaría un óptimo económico. Para ello, se revisaron diferentes factores que inciden en este valor, determinándose que el genotipo tiene un efecto importante sobre la expresión de características reproductivas de las búfalas, contribuyendo con 77.61% en la variación total del IEP, con variaciones significativas entre razas. Otros factores son la edad al primer parto, número de partos, producción de leche y el consecuente balance energético y comportamiento estral, entre otros. Se concluye que los factores intrínsecos, muchas veces poco estudiados o atendidos por los productores, tienen un impacto determinante, pueden actuar de forma concomitante y exacerbar el efecto negativo de otros factores. En el siguiente capítulo, se examinan los factores extrínsecos, destacando la época de parto dado que los búfalos de agua son una especie de días cortos e impacta en su desempeño reproductivo. También incide el sexo de la cría y amamantamiento, dado que existen evidencias de que los descendientes machos inducen IEP más largos. La dieta fue otro factor analizado bajo el precepto de que cuando es adecuada, permitirá disminuir la incidencia de anestro y mejorar la fertilidad, y se concluye que una buena gerencia debe garantizar, en primer lugar, el establecimiento de metas como un intervalo parto-concepción máximo de 90 días y una tasa de preñez de 90% al finalizar la temporada reproductiva.

En el capítulo 12 se aborda “El parto y ordeño de la búfala: respuestas fisiológicas y conductuales”, considerando que los dos primeros eventos influyen en la vida productiva de la búfala lechera, como en su nivel de productividad y de bienestar. Se describen las tres fases del parto, el comportamiento de las búfalas en cada caso, así como los factores endocrinos. También se revisan las condiciones del ordeño, donde la búfala debe seguir rutinas preestablecidas y estables, ya que suelen ser más sensibles a los factores estresantes que las vacas lecheras. Una cuestión fundamental reside en el

control de enfermedades como la mastitis, que suele ser una de las principales fuentes de dolor para la hembra. El siguiente capítulo plantea el tema de “Perinatología y ginecobstetricia de la búfala de agua”, con el fin de examinar las principales complicaciones durante un parto distócico en búfalas, abordando temas relacionados con torsión uterina, cesárea, prolapsos vaginales y uterinos, así como la retención de membranas placentarias. Se concluye que la comprensión de la fisiología, el comportamiento y los signos de parto pueden favorecer la identificación y asistencia adecuada de nacimientos con desviaciones respecto a los partos normales (eutócicos), lo cual podría reducir eventos estresantes, tanto de la madre como la cría.

El siguiente capítulo trata de “Mortinatos en la búfala de agua: factores de riesgo fetal y materno”, para analizar los factores de riesgo y las consecuencias para las madres. El término mortinato refiere al nacimiento de un becerro muerto o su muerte durante el parto, aunque puede comprender a un becerro que nace vivo y con poco vigor y muere entre 24 y 48 h posteriores al parto. Una alta proporción de mortinatos en las unidades productivas revelan su inviabilidad desde el punto de vista económico y del bienestar del recién nacido. Entre los factores de riesgo se cuentan: el número de partos, distocias, gestaciones de 12 a 15 días por debajo del promedio, partos gemelares, peso del becerro al nacimiento, sexo y desproporción feto-pélvica. El mejoramiento de las estrategias de manejo y de las condiciones medioambientales podrían disminuir la tasa de mortinatos en búfalos de agua. “La impronta en la búfala y otros animales de granja: mecanismos neurofisiológicos” es el tema del capítulo subsecuente, identificando la importancia de un periodo sensible de aprendizaje donde la vinculación desarrollada por el binomio madre-cría adquiere formas de comportamientos para la alimentación, interacciones sociales y conducta sexual. Se describe el primer lazo que desarrollan la cría y la madre desde la identificación inmediatamente después del parto; a este proceso de asociación se le conoce como impronta o *imprinting* en inglés. Un rasgo distintivo de las búfalas de agua es la cría grupal, como una forma de asegurar que todas las crías reciban atención, lo que puede incluir el amamantamiento comunal, es decir, el aloamamantamiento antes referido. Se concluye que la impronta es un proceso complejo y trascendente para la supervivencia y desarrollo de las crías y se expresa de diferente manera en especies altriciales y precociales.

Con un enfoque más pragmático, el capítulo 16 versa sobre la “Ruptura del vínculo madre-cría sin detrimento de la productividad y bienestar animal en ganado cebú y búfalo de agua: consejos prácticos y novedosos”. Se parte de reconocer la escasa información relacionada con las técnicas de destete en cebú y búfalo, respecto a otras razas de bovinos convencionales de carne y leche, y muy pocos trabajos han validado o

adaptado las técnicas aplicadas en ganado europeo y transferidas a cebús o búfalos. Por lo tanto, se debería seguir investigando sobre el particular para desarrollar protocolos específicos y estrategias para que estas especies incrementen el bienestar y la eficiencia productiva, explorando diferentes técnicas de destete. En el siguiente capítulo se plantean las “Ventanas térmicas en el búfalo de agua: aspectos prácticos para la valoración reproductiva”. Para ello, se recurrió a la termografía infrarroja (IRT), una tecnología no invasiva que permite la medición precisa de la temperatura superficial de alguna región de los animales a más de 30 centímetros, facilitando la identificación de alteraciones térmicas caracterizadas por una variación de la temperatura en la superficie cutánea. Se aprovechan algunas regiones específicas del cuerpo que optimizan el intercambio de calor, al disponer de un área de superficie amplia, rica en vascularidad y con la capacidad de alterar el flujo sanguíneo bajo diferentes condiciones, que se conocen como ventanas térmicas biológicas. Así, la temperatura del área orbital, del morro y la vulva son apropiadas para evaluar el confort térmico, aspecto nodal en búfalos; de igual modo la temperatura escrotal se ha revelado como una herramienta para estimar la calidad del semen.

En el capítulo 18 se estudia la “Anatomofisiología de la glándula mamaria: neuroendocrinología de la eyección láctea en la búfala de agua”, con el objetivo de identificar las características anatómicas y morfológicas de la glándula mamaria (GM), así como el conocimiento generado en torno a la regulación fisiológica de la eyección láctea. Después de una detallada descripción de la GM de la búfala y la vaca, se destaca la profundidad, longitud y ancho de la GM de las búfalas y se evalúan para correlacionarlas con la productividad láctea. La GM en los bovinos es más grande y con mayor cantidad de tejido secretor y, por consiguiente, con mayor producción de leche. Se concluye sobre la implementación de acciones para paliar el estrés de las hembras, como la presencia del bucerro lactante, la previa estimulación manual y la alimentación durante el ordeño, entre otras que favorecen la máxima eyección y el flujo constante en la extracción de la leche de las búfalas. Esta segunda sección se cierra con el capítulo 19 que alude a las “Ventajas y desventajas de los sistemas de ordeño manual y mecánico: productividad, bienestar animal y rentabilidad”. Para seleccionar y adoptar un sistema de ordeño resulta vital conocer sus características, costos y accesibilidad para que los productores opten por el más idóneo para su unidad productiva. Una ordeña eficiente, además de la productividad, favorece el acceso a los mercados más rentables. Se concluye sobre la relevancia de los programas de capacitación y asesoría técnica de productores y trabajadores para cumplir con los estándares de bienestar animal, sanidad, higiene y alimentación que suelen derivar en mayor rendimiento y calidad de la leche.

La sección III. *Salud, termorregulación y ambiente*, consta de cinco capítulos, abriendo con el capítulo 20, “Hallazgos recientes del proceso salud-enfermedad en búfalo de agua (*Bubalus bubalis*). Enfermedades Virales”. Se documenta la propensión de los búfalos a contagiarse por diferentes hechos, como revolcarse en cuerpos de agua que los predispone a diferentes enfermedades, así como la mezcla con otros búfalos, rumiantes y otros animales. Dentro de las enfermedades virales reconocidas destacan: Fiebre Aftosa, Peste Bovina, Fiebre Catarral Maligna, Rinotraqueitis Infecciosa Bovina, Diarrea Viral Bovina, Lengua Azul y Rabia. América Latina, al distinguirse como la región de mayor crecimiento en hatos de búfalos, la importación de nuevos animales, reemplazos o biológicos de otros países, representa un riesgo latente. El siguiente capítulo se concentra en Enfermedades bacterianas y parasitarias, como brucelosis, tuberculosis, paratuberculosis, ántrax y leptospirosis, entre otras. Se propone que la vigilancia y el manejo sanitario de las enfermedades infecciosas y parasitarias debe ser un proceso holístico, donde cada factor debe ser analizado y atendido según sus implicaciones y relevancia para el control del conjunto de enfermedades presentes en cada región.

El capítulo 22 versa sobre la “Termorregulación del búfalo de agua: mecanismos neurobiológicos, cambios microcirculatorios y aplicaciones prácticas de la termografía infrarroja”. Se consigna que los búfalos detentan un sistema termorregulador ineficiente frente al calor extremo por su escaso pelaje, la piel negra con melanina que absorbe el calor, la baja presencia de folículos pilosos de entre 135 y 145 por cm^2 , en comparación por ejemplo con el cebú, que tienen alrededor de 3,000 folículos por cm^2 , entre otros aspectos, que pueden ser una desventaja en climas cálidos. El búfalo de agua, al detectar un aumento de temperatura, estimula cambios fisiológicos y comportamentales inherentes a la especie, como sumergirse en áreas inundables y la búsqueda de sombra para propiciar la rápida pérdida de calor. El conocimiento actual sobre procesos fisiológicos y estructuras anatómicas tan complejas como el sistema nervioso y su estrecha relación con mecanismos de termorregulación es limitado; también se necesita esclarecer la conexión entre las emociones como el miedo, ansiedad y dolor y la termorregulación que permitan elevar la tasa de supervivencia de algunos organismos. De este conocimiento puede derivar el diseño de métodos prácticos para aplicarlos en áreas como la zootecnia o la clínica sin comprometer el bienestar animal, pero incrementando la productividad. El capítulo 23 se refiere al “Bienestar del búfalo de agua, bovino europeo y bovino indio: aspectos medioambientales, fisiológicos y conductuales en respuesta a la sombra natural y artificial”. Se documenta que los efectos ambientales, como las altas temperaturas, acentuadas por efectos del cambio climático, causan estrés calórico y, por ende, repercusiones negativas sobre la producción. Por ello, se discuten el diseño de sombras,

naturales y artificiales, para prevenir y adoptar soluciones al estrés por calor. Se concluye que aunque la sombra artificial resulta más eficiente para reducir el estrés por calor, la sombra natural ejerce efectos positivos como destinar más tiempo a actividades como la rumia, aminorar el tiempo destinado a desplazarse y mayor consumo de alimento, promoviendo así el bienestar en los búfalos y bovinos del género *Bos*.

En el capítulo 24 se investiga sobre la interconexión entre la ganadería y el cambio climático, que es un tema de actualidad y de atención urgente por parte de la sociedad global. Se analiza la contribución de la ganadería a la seguridad alimentaria, así como el reto de aumentar su oferta de productos en el futuro para satisfacer una demanda creciente, pero sin acrecentar la huella ecológica y, en cambio, considerando las condicionantes del cambio climático como el aumento de temperatura y la alteración de los ciclos hidrológicos, entre otras. Se documentan los equivalentes de CO₂ de los sistemas productivos extensivos e intensivos y se proponen medidas de mitigación que son factibles a corto y mediano plazos, como los sistemas pastoriles con pasturas de buena calidad bromatológica y la gestión de los sistemas de pastoreo intensivo o, cuando sea factible, la instrumentación de sistemas silvopastoriles, así como la recolección y almacenamiento del estiércol, la separación de sólidos y líquidos para favorecer la recirculación de energía.

La sección IV, *Calidad de la muerte y sensibilidad al dolor*, se integra de tres capítulos. El Capítulo 25, "Calidad del aturdimiento en búfalos: Reflejos y signos de retorno a la sensibilidad durante la muerte", se planteó con el fin de evaluar los hallazgos científicos recientes, diferenciando entre inconsciencia e insensibilización, así como la neurofisiología del impulso doloroso y la importancia del reconocimiento de los signos del retorno a la sensibilidad y el aturdimiento durante la muerte en grandes rumiantes (*Bos indicus*, *Bos taurus* y *Bubalus bubalis*). También se trata de concientizar sobre la importancia de una buena técnica de insensibilización y de impedir la muerte dolorosa de los animales, así como detectar los signos de retorno a la sensibilidad, que son herramientas efectivas para evaluar la calidad del aturdimiento, considerando que la calidad de vida es importante, pero la calidad de muerte también, así como contribuir a la construcción de una sociedad compasiva y de trato digno con todos los seres vivos y en el contexto de bienestar animal, como lo señala actualmente la OIE, es inadmisibles permitir que los animales experimenten dolor durante su muerte y debe ser sancionable. En el siguiente capítulo, "Estresores previos a la muerte y su efecto en la calidad de la carne del búfalo de agua", se subraya que todos los eventos *ante-mortem* son estresantes para los animales productivos, lo cual tiene repercusiones sobre la calidad de la carne. Por ello, la importancia de identificar los puntos críticos para la calidad del producto, tales como el ayuno previo a la comercialización, transporte y ambiente en el búfalo y el bovino

tradicional del género *Bos*. En esa medida, se pueden tomar las previsiones necesarias y que la carne mejore sus estándares de calidad e inocuidad y, de esa manera, acceder a mercados más exigentes y rentables.

La Sección V se enfoca a *Ciencia y tecnología de los alimentos*, para lo cual se elaboraron seis capítulos. El capítulo 28 versa sobre las “Propiedades fisicoquímicas y funcionales de la carne de búfalo de agua”, en aras de contar con un producto fresco competitivo y versátil durante el procesamiento de derivados de alto valor agregado, con los beneficios inherentes para la salud humana. Entre estos atributos destacan su bajo contenido de grasa intermuscular, de calorías, de colesterol y triglicéridos, además de un mejor valor biológico y contenido de hierro en comparación con la carne de vacuno. El siguiente capítulo se enfoca en la “Calidad de la carne de búfalo de agua: análisis nutricional, sensorial e inocuidad, conservación, empaçado y autenticidad”, presentando perspectivas de estudio de la carne de búfalo, desde la producción primaria hasta su comercialización. Se procede a una comparación entre sistemas ganaderos tradicionales que predominan en los países asiáticos, su intensificación en los sistemas de pastoreo inducido y en los corrales de engorda europeos y americanos. Se recalca que la calidad de la carne depende de varios factores asociados a la producción animal, como es el sistema de producción y la alimentación; así mismo los asociados con el animal, como la genética, edad, sexo, raza y el manejo *ante-mortem*. Para avanzar en el posicionamiento de la carne se recomiendan sistemas productivos adaptados con esquemas de alimentación eficientes, además de incidir en métodos de conservación y empaque apropiados y en metodologías novedosas para detectar prácticas de adulteración de la carne de búfalo.

En el capítulo 30 se abordan las “Propiedades fisicoquímicas de la leche de búfala”, enfatizando que, respecto a la de vaca, la leche de búfala muestra un sabor ligeramente dulce, un color más blanquecino (por ausencia de β -caroteno), mayor contenido de vitamina A y reducido en colesterol, menor porcentaje de agua y más materia seca, por lo cual los sólidos totales son más elevados y, por ende, con mayor rendimiento en derivados lácteos. Se advierte que la composición de la leche de búfala debe ser evaluada, en especial para la elaboración de productos derivados, como el queso mozzarella, ya que los cambios en sus propiedades fisicoquímicas pueden determinar la calidad final de estos productos. Al “Queso mozzarella: inocuidad, adulteración, comercialización y perspectivas a futuro”, se consagra el capítulo 31, argumentando que este queso se elabora exclusivamente con leche de búfala; está protegido con denominación de origen, producido en plantas especializadas de la Campania, Lacio y Molise (Italia), con estrictos estándares de calidad, apegados a la legislación italiana. Se trata de un queso de pasta *hilada*, con corta vida de anaquel por su alto porcentaje de humedad y bajo

contenido de sal. Se recomienda difundir las bondades del queso mozzarella como un alimento funcional o queso prebiótico que contribuye en la prevención de enfermedades, con beneficios para la salud y con buen nivel de satisfacción para el consumidor. En el capítulo 32 se documenta sobre las “Tecnologías emergentes para mejorar la carne y con potencial de uso en la industria del búfalo de agua”, dado que se requiere de métodos de conservación eficaces para procesar grandes volúmenes de productos cárnicos que garanticen mayor vida útil e inocuidad, libres de aditivos químicos y que sean amigables con el medio ambiente, por lo que es necesario adoptar tecnologías de conservación que aceleren el proceso productivo y mantengan e, incluso, aumenten la calidad de los productos procesados. Con ese fin se revisan tecnologías ecológicas eficientes como el ultrasonido, las altas presiones y los campos eléctricos pulsados, que han tomado relevancia en la industria alimentaria porque pueden modificar la estructura de las proteínas y mejorar sus propiedades funcionales, permitiendo reducir el contenido de aditivos en los productos cárnicos, con amplias posibilidades de aplicarse en la carne de búfalo de agua.

Se cierra con el capítulo 33 que discurre sobre la “Aplicación del ultrasonido de alta intensidad en la industria cárnica”, asumiendo que continuamente se investiga sobre nuevos procesos para la elaboración y conservación de alimentos, con preferencia por los métodos físicos y no invasivos que minimizan los riesgos industriales y mantienen al máximo las propiedades nutritivas y organolépticas de los alimentos. En esa perspectiva, se estudia el ultrasonido de alta intensidad que, solo o en combinación con otros métodos, ha demostrado potencial para mejorar los parámetros de calidad de la carne, como terneza, propiedades funcionales de las proteínas, vida de anaquel, transferencia de masa, además coadyuva a reducir el uso de sal en carnes procesadas, mejora la cocción e inactiva microorganismos en carne y productos derivados. También eleva la terneza de la carne al causar alteración de la integridad muscular y la modificación de la estructura del colágeno. Aunque se aclara que, se requieren estudios suplementarios sobre el impacto del ultrasonido en las propiedades de la carne, antes de recomendar su uso a escala industrial, así como estandarizar su aplicación.

Como se sugiere a lo largo de esta reseña, este libro se asemeja a una especie de enciclopedia sobre los búfalos de agua en América Latina o, al menos, tiene el gran mérito de establecer el estado del arte sobre esta especie animal alternativa, lo que seguramente invitará a su lectura y, más allá, a emprender nuevas investigaciones, análisis y prácticas sobre el búfalo de agua, en aras de aumentar el conocimiento sobre su anatomía, fisiología y ciclo de vida, en la perspectiva de consolidar su desarrollo y beneficios tanto como fuente de empleo e ingresos a nivel de la producción, comercialización y procesamiento, como en ofrecer productos de alta calidad e inocuidad y de sabor diferenciado a los consumidores.