

Desarrollo rural y social comunitario en la producción del búfalo de agua: el aprovechamiento de espacios marginales en las unidades de producción familiar

Daniel Mota Rojas¹, Agustín Orihuela², Adolfo Álvarez Macías¹, Isabel Guerrero Legarreta³, Fabiola Torres¹, Adriana Domínguez¹, Fabio Napolitano⁴, Rosy Cruz Monterrosa⁵, Julio Martínez Burnes⁶, Iván Zambrano¹, Marcelo Daniel Ghezzi⁷

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

² Comportamiento y bienestar animal. Investigador Emérito CONAHCYT. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, México.

³ Departamento de Biotecnología. Ciencia de productos cárnicos y lácteos de búfalo de agua. Profesora Emérita y Distinguida de la Universidad Autónoma Metropolitana. UAM-I. Ciudad de México. México.

⁴ Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, Potenza, Italia.

⁵ Departamento de Ciencias de la Alimentación. Universidad Autónoma Metropolitana. UAM-L. Lerma. México.

⁶ Instituto de Ecología Aplicada, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Profesor Emérito Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

⁷ Comportamiento y Bienestar de reses y búfalos. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.

* Correspondencia. Correo electrónico: dmota@correo.xoc.uam.mx y Adolfo Álvarez Macías, aalvarez@correo.xoc.uam.mx

Resumen. El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) figura como una especie estratégica para el desarrollo rural debido a su capacidad para aprovechar espacios marginales —humedales, zonas inundables y suelos de baja calidad— que la ganadería bovina convencional y las propias economías campesinas no logran capitalizar productivamente. El presente artículo analiza, mediante una revisión crítica de la literatura científica internacional, la contribución del búfalo de agua al desarrollo socioeconómico de las unidades de producción familiar (UPF). Se sostiene en una cadena argumentativa que parte de la capacidad biológica-adaptativa de la especie para habilitar territorios ociosos, continuando con la calidad nutricional diferenciada de sus productos lácteos y cárnicos como base de la autosuficiencia alimentaria y del excedente comercializable, prosigue con su función económica dentro de la UPF (empleo, mercados informales, efecto multiplicador) y culmina con la organización social y la transmisión generacional de conocimiento que sostienen dicha función. Los resultados indican que la combinación de estos elementos explica la resiliencia de la bubalinocultura familiar frente al cambio climático y su potencial de expansión en las Américas, aunque persisten vacíos de investigación sobre su impacto sociocultural directo.

Palabras clave: Unidades de producción familiar; Agricultura familiar; Búfalo de agua; Espacios marginales; Desarrollo rural; Trabajo familiar.

Abstract. Water buffalo (*Bubalus bubalis*) is listed as a strategic species for rural development due to its capacity to exploit marginal spaces —wetlands, flood-prone areas, and low-quality soils— that conventional cattle farming and peasant economies themselves fail to capitalize on productively. This article analyzes, through a critical review of the international scientific literature, the contribution of water buffalo to the socioeconomic development of peasant family production units. An argumentative chain is sustained, beginning with the biological-adaptive capacity of the species to enable idle territories, continuing with the differentiated

nutritional quality of its dairy and meat products as a basis for food self-sufficiency and marketable surplus, proceeding with its economic function within the family unit (employment, informal markets, multiplier effect), and culminating with the social organization and generational knowledge transmission that sustain this function. Results indicate that the combination of these elements explains the resilience of family buffalo farming in the face of climate change and its expansion potential in the Americas, although research gaps remain regarding its direct sociocultural impact.

Keywords: *Peasant family production units; Family farming; Water buffalo; Marginal spaces; Rural development; Family labor.*

INTRODUCCIÓN

Los búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) se producen a nivel global mediante cuatro sistemas principales: sistemas extensivos en pastos naturales, pantanales como la cuenca amazónica, sistemas intensivos y granjas familiares o unidades de producción familiar (UPF) (Borghese et al., 2023). De acuerdo con la FAO (2019), las UPF son un tipo de producción agrícola y ganadera caracterizada por mano de obra casi exclusivamente familiar y por la obtención de productos destinados al autoconsumo o a la venta local de excedentes. Las UPF ganaderas son actualmente los sistemas de producción con mayor extensión a nivel mundial y son responsables de una proporción mayoritaria de la producción mundial de alimentos (FAO, 2019). En el caso de las UPF dedicadas a búfalos de agua, estimaciones poblacionales recientes indican que este tipo de sistema representa hasta el 90% de las granjas bufalinas en países como India, Pakistán, Irán, Bangladés, Sri Lanka y Egipto (Borghese et al., 2023; Naga et al., 2025).

Un rasgo estructural de las UPF es su relación desigual con el recurso tierra. Los análisis más recientes del Panel Internacional de Expertos en Sistemas Alimentarios Sostenibles señalan que el 80% de las UPF –particularmente en América Latina, el sudeste asiático y Europa– dispone únicamente del 12% de la superficie agrícola mundial, mientras que el 70% de dicha superficie pertenece a apenas el 1% de los productores a gran escala (IPES-Food, 2024). La concentración de la tierra ha impedido la incorporación de vastas extensiones de humedales, zonas inundables y suelos marginales que la ganadería pastoril convencional no puede aprovechar con niveles de rentabilidad aceptables (Chiariotti et al., 2025). En este contexto, el búfalo de agua se ha posicionado como la especie capaz de habilitar productivamente dichos espacios: su inventario mundial ha incrementado considerablemente en las últimas décadas (Bonilla-Landaverrey et al., 2026; FAO, 2024), impulsado por su adaptabilidad ambiental y multifuncionalidad productiva, aun con recursos limitados (Borghese et al., 2023; Chiariotti et al., 2025).

Aunque se acepta la relevancia estructural de las UPF bufalinas en diferentes partes del mundo, los estudios enfocados en el impacto socioeconómico y cultural del búfalo en el desarrollo rural y territorial son escasos y bajo enfoques parciales (Minervino et al., 2020). Existe un vacío de conocimiento sobre su aportación a la seguridad alimentaria y económica, como fuente de empleo, la organización comunitaria y comercial. Bajo este contexto, el objetivo del presente artículo es analizar, mediante una revisión crítica de la literatura científica internacional, el papel del búfalo de agua en el desarrollo rural y social comunitario, sosteniendo que dicha contribución se explica por una cadena causal de cuatro componentes: (a) la capacidad biológica de la especie para aprovechar espacios marginales que las economías campesinas no logran

capitalizar con otras especies; (b) la calidad nutricional diferenciada de sus productos, base de la autosuficiencia familiar y del excedente comercializable; (c) la función económica que de ello se deriva dentro de la UPF; y (d) la organización social y la transmisión de conocimiento que sostienen dicha función y explican, en conjunto, la resiliencia de la especie frente al cambio climático y su proyección en las Américas.

MARCO CONCEPTUAL

El concepto de agricultura familiar, en el que se inscriben las UPF, ha sido definido por la FAO (2019) como aquella forma de producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia, y predominantemente dependiente de la mano de obra familiar. Van der Ploeg (2018) ha adoptado esta definición desde la noción de campesinado como una forma de organización social y productiva asentada en la autonomía relativa frente a las instituciones y los mercados de insumos, productos y capital, en la que la unidad productiva articula recursos propios —tierra, ganado, conocimientos y fuerza laboral— para garantizar la reproducción social de la familia antes que la optimización de la ganancia.

Bajo la perspectiva de los medios de vida sostenibles, Scoones (2015) propone que el potencial de una unidad doméstica rural para hacer frente a perturbaciones ambientales y económicas depende de la variedad de recursos —naturales, físicos, financieros, humanos y sociales— que puede congregarse, y de su habilidad para combinarlos en sus estrategias de subsistencia. Esta perspectiva resulta especialmente relevante para entender el papel del búfalo de agua, en la medida en que la especie forma parte de los activos naturales (al transformar forraje de baja calidad en proteína), un activo económico. (al

funcionar como reserva de valor líquida) y un recurso social (al contribuir a la organización del trabajo familiar).

Bajo la perspectiva agroecológica, Altieri y Nicholls (2017) señalan que los sistemas campesinos diversificados presentan mayor resiliencia frente a perturbaciones climáticas que los sistemas especializados de monocultivo o monoespecie. Esta resiliencia se explica por la funcionalidad adicional que aporta la diversidad biológica gestionada en dichos sistemas. El concepto de diversified farming systems (DFS), propuesto por Kremen et al. (2012) y retomado por Farkas et al. (2023) en su análisis del sector pecuario húngaro, Altieri y Nicholls robustecen esta idea: los sistemas que integran biodiversidad funcional en distintas escalas espaciales y temporales generan beneficios productivos, ecológicos y económicos tanto en el corto como en el mediano y largo plazo. Estos beneficios incluyen mejoras en la salud del suelo, mayor polinización y una gestión más eficiente del agua, aspectos que los sistemas intensivos y especializados difícilmente logran. Farkas et al. (2023) justifican, además, que el declive de la ganadería familiar y de pequeña escala en Hungría generó consecuencias negativas para el empleo rural, la biodiversidad y la organización comunitaria, lo cual ilustra por contraste lo que está en juego cuando una especie multifuncional como el búfalo de agua logra insertarse dentro de sistemas familiares en lugar de ser desplazada por la especialización productiva.

Por último, desde el enfoque de la economía agraria, Das et al. (2020) aportan evidencia cuantitativa sobre la función equitativa de la ganadería dentro de las economías rurales: en India, el coeficiente de Gini de la posesión de ganado es sustancialmente menor que el de la tierra, lo que indica una distribución más equitativa de este activo entre las unidades rurales, y su propiedad reduce la probabilidad de caer en pobreza. Estos aportes, aunque referidos al ganado de otras especies, ofrecen un marco comparativo

oportuno para interpretar el papel específico del búfalo de agua como activo productivo dentro de la UPF.

El concepto de sostenibilidad retomado para interpretar la bubalinocultura requiere, a su vez, una precisión suplementaria. De acuerdo con la definición de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, retomada por Boz et al. (2026) en su análisis de la sostenibilidad de granjas bufalinas en Turquía, el desarrollo sostenible debe satisfacer las necesidades cotidianas sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, lo que en el ámbito de la producción primaria se traduce en tres dimensiones complementarias: económica, social y ambiental. Bustillo-García y Bechara Dickdan (2016) proponen, específicamente para los agroecosistemas bufalinos latinoamericanos, un enfoque de interacción sociedad-naturaleza, en el que la sostenibilidad del sistema productivo no depende únicamente del manejo técnico del productor, sino de la capacidad cognitiva ecológica que este desarrolla para interpretar y regular los flujos de materiales y energía de su unidad productiva. Esta noción de capacidad cognitiva ecológica resulta complementaria a la transmisión de conocimiento descrita por Van der Ploeg (2018), en la medida en que ambas remiten a la acumulación intergeneracional de saberes prácticos como condición de sostenibilidad, y será retomada en el análisis de la organización social de la UPF bufalina.

MÉTODO DE TRABAJO

El presente artículo se fundamentó en una revisión crítica de la literatura científica internacional que se ha desarrollado sobre la producción de búfalo de agua en sistemas de producción familiar y su relación con el desarrollo rural y territorial. Para la búsqueda de bibliografía se consultaron las bases de datos Web of Science, Scopus, PubMed,

Google Scholar y los repositorios institucionales de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés), con combinaciones de los términos “water buffalo”, “*Bubalus bubalis*”, “smallholder”, “family farming”, “rural development”, “marginal land” y “rural employment”. Se priorizaron las publicaciones de 2010 a 2026, con el fin de asegurar la actualidad de los datos socioeconómicos y demográficos referidos; en casos especiales se incorporaron referencias previas a 2010 cuando aportaban definiciones conceptuales y metodológicas trascendentes. Se incorporaron artículos originales, revisiones bibliográficas, capítulos de libro especializados e informes de organismos internacionales. Se excluyeron fuentes sin revisión por pares y publicaciones que no presentaban los procedimientos metodológicos o la fuente de los datos presentados. La síntesis de la información se organizó bajo la cadena causal del razonamiento que preside el artículo –desde la capacidad biológica de la especie hasta su función económica, organizativa y social dentro de la UPF–, con el propósito de exponer de manera crítica cómo cada dimensión del análisis coadyuva a explicar la premisa subsecuente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

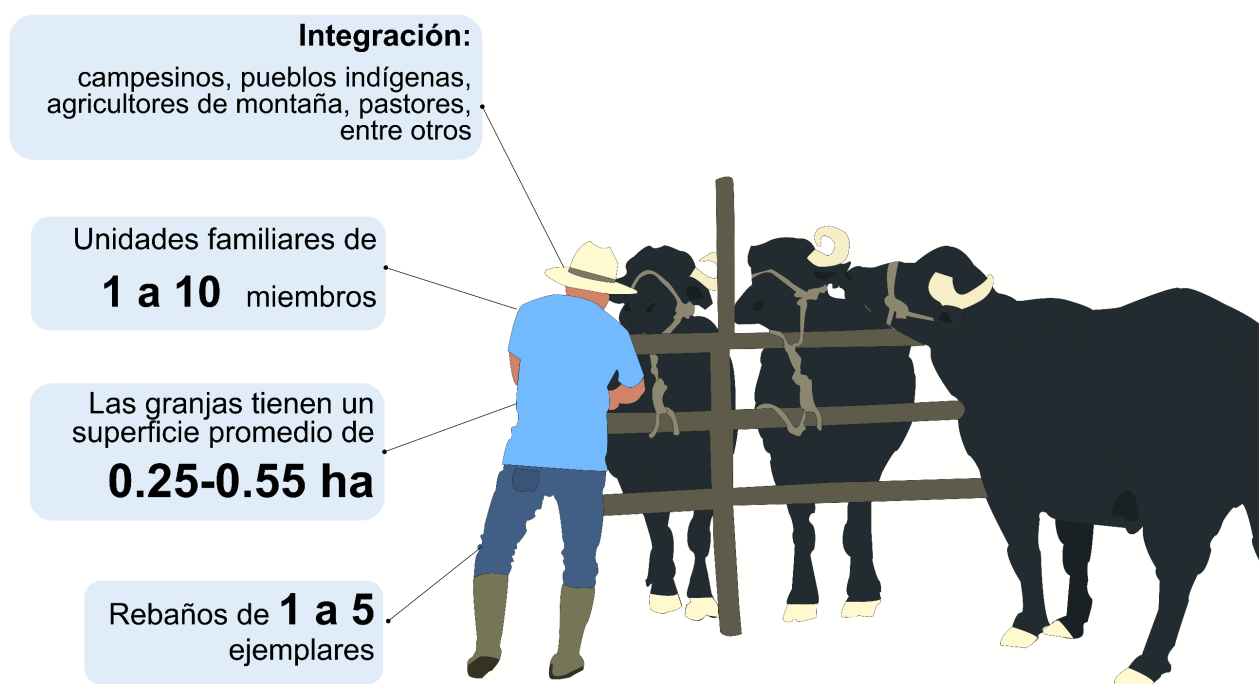
El búfalo de agua como especie habilitadora de espacios marginales

De manera distinta a la ganadería vacuna convencional, en la bufalina se integran de manera orgánica ecosistemas marginales y humedales, con capacidad de adaptación a cada región, tipo de finca y tamaño del hato (Chiariotti

et al., 2025). En el sudeste de Asia, donde se concentra la mayor parte del inventario mundial de búfalos, el tamaño medio de las UPF es relativamente pequeño, con superficies de entre 0.27 y 1.3 hectáreas en países representativos como China, Indonesia e India (Dev, 2012, citado en Borghese et al., 2023). Esto es parecido a lo registrado en Egipto, en donde la mayor parte de los búfalos se ubican en UPF de menos de media hectárea (Soliman, 2018). La concentración de la bubalinocultura familiar en unidades de pequeña escala no es necesariamente un rasgo

de baja productividad, sino la expresión de que la especie permite la utilización intensiva de las tierras disponibles, que difícilmente serían aprovechables por la ganadería convencional. La Figura 1 sintetiza las características básicas de estos sistemas, que combinan un número reducido de unidades animales, interacción entre familia y ganado, y aprovechamiento de superficies y forrajes locales que constituyen la base material de la bubalinocultura familiar.

Figura 1. Características distintivas de la agricultura familiar en los sistemas domésticos bufalinos



Esta capacidad se basa en características anatómicas y fisiológicas específicas. Georgiev et al. (2023) identificaron en el búfalo de agua inserciones musculares más robustas en la región metatarsiana, una disposición particular de los músculos flexores y extensores de los dedos, y la ausencia del hueso sesamoideo metatarsal, lo que le confiere mayor estabilidad y una movilidad distal en terrenos fangosos y que se inundan con frecuencia. A ello se adiciona una epidermis más gruesa y abundante en melanina, menor densidad de folículos pilosos y glándulas sudoríparas de mayor tamaño, peculiaridades que facilitan la termorregulación en climas con alta humedad (Bertoni et al., 2020). En cuanto a su nivel de eficiencia digestiva, el búfalo registra coeficientes superiores de digestibilidad de materia seca, materia orgánica y fracciones fibrosas en comparación con el bovino convencional, lo que le permite procesar forrajes de escasa calidad y subproductos agrícolas que de otro modo se desperdiciarían (Wahid y Rosnina, 2011; Chanthakhoun et al., 2012). Terramocia et al. (2013) documentaron que la producción láctea de búfalas alimentadas con orujo de aceituna deshuesado –un subproducto agroindustrial de bajo costo– no fue significativamente diferente a la de búfalas alimentadas con alimentos concentrados, lo que pone de manifiesto la capacidad de la especie para transformar residuos en proteína de alto valor.

Esta rusticidad se convierte en mayor longevidad productiva: la vida productiva del búfalo en sistemas intensivos puede variar entre 9 y 11 años, con reportes de hasta 35 años en cautiverio, frente a una vida productiva de 3.5 a 6 años en el ganado bovino lechero en sistemas intensivos (El-Debaky et al., 2019; Cesarani et al., 2026). Otros estudios realizados en regiones áridas muestran que el búfalo de agua también es resistente a la escasez de agua y alimento, y puede sostener jornadas de trabajo de hasta 9.5 horas diarias en condiciones

de temperaturas elevadas (Pal y Chatterjee, 2013). Las evidencias anteriores sustentan e de que el búfalo de agua no es más que una alternativa pecuaria pues la especie permite a las economías campesinas capitalizar de manera productiva extensiones de tierra que, de otra manera, permanecerían marginadas de las posibilidades convencionales. Este hecho adquiere relevancia en un contexto de creciente concentración de la tierra a escala global (IPES-Food, 2024; Mota-Rojas et al., 2024, 2025).

Calidad de los productos bufalinos como base de la autosuficiencia y el excedente comercializable

La capacidad del búfalo para ocupar espacios marginales sería de escaso valor económico si no estuviera acompañada de una calidad de producto que justifique su aprovechamiento. La leche de búfala contiene mayores niveles de grasa, proteína y sólidos totales que la leche de vaca, lo que la vuelve particularmente apta para la elaboración de quesos, yogur, mantequilla y otros derivados de valor agregado (Ahmad et al., 2010, citado en Viana et al., 2025; Mota-Rojas et al., 2026). Esta diferenciación nutricional es la que permite que la producción bufalina cumpla una doble función dentro de la UPF: cubrir primero las necesidades de autoconsumo familiar y, una vez satisfechas, generar un excedente con capacidad de competir en mercados locales por su calidad diferenciada y no únicamente por su volumen.

En el caso de la carne, investigaciones recientes destacan su menor contenido de grasa y colesterol en comparación con la carne de *Bos taurus*, así como la presencia

de compuestos bioactivos de interés nutricional como taurina, carnitina y glutatión (Naveena y Kiran, 2026; Maheswarappa et al., 2024). La combinación de costo de producción inferior—hasta de 22% por litro de leche o kilogramo de carne en comparación con sistemas convencionales en países latinoamericanos como México, Brasil y Colombia (Pacheco-Hernández et al., 2025— y mayor calidad nutricional sitúa al búfalo de agua como un recurso estratégico para asegurar el acceso a proteína de bajo costo en poblaciones con bajos ingresos, sin perder valor nutricional.

El pasaje de la autosuficiencia al excedente para comercializar se ha documentado en distintos contextos. En Turquía el 82% de las UPF bufalinas orienta su producción hacia el autoconsumo, con una proporción de estas granjas comercializando leche, queso, mantequilla y yogur en mercados locales una vez satisfechas las necesidades familiares (İşik y Gül, 2016). En Egipto, una parte relevante de la leche de búfala se destina al autoconsumo, mientras que el sobrante se transfiere a recolectores o se transforma en queso o mantequilla para su venta (Sarant, 2025). En Nepal, la elaboración de ghee (mantequilla clarificada) ilustra esta doble función: resulta una práctica tradicional sistemática orientada tanto al autoabastecimiento como al mercadeo en mercados locales (Samad et al., 2026). Esta cadena —priorizando la autosuficiencia familiar, excedente después— es consecuente con la dinámica de la economía campesina planteada por Van der Ploeg (2018), en la que la producción no se orienta primariamente a la maximización del beneficio, sino a la seguridad alimentaria de la unidad doméstica, complementada con ingresos monetarios cuando las condiciones de mercado lo permiten.

La función económica de la unidad de producción familiar de producción bufalina

La función económica del búfalo de agua dentro del funcionamiento de las UPF se articula a través de vías de generación de ingreso variadas. La venta de leche, animales en pie o carne representa la vía principal de ingreso de capital (Bonilla-Landaverry et al., 2026; Deb et al., 2016). En Pakistán, nación que suministra una proporción considerable de la producción láctea bufalina en el mundo, una parte relevante de los pequeños productores obtiene una fracción significativa de sus ingresos mediante la venta de leche (FAO, 2025a). Adicionalmente, el empleo de la fuerza animal —para tracción y carga— continúa siendo una estrategia de subsistencia trascendente en sistemas de bajos insumos, al minimizar la dependencia de maquinaria, combustibles fósiles y mantenimiento (Mota-Rojas et al., 2021; Bonilla-Landaverry et al., 2026).

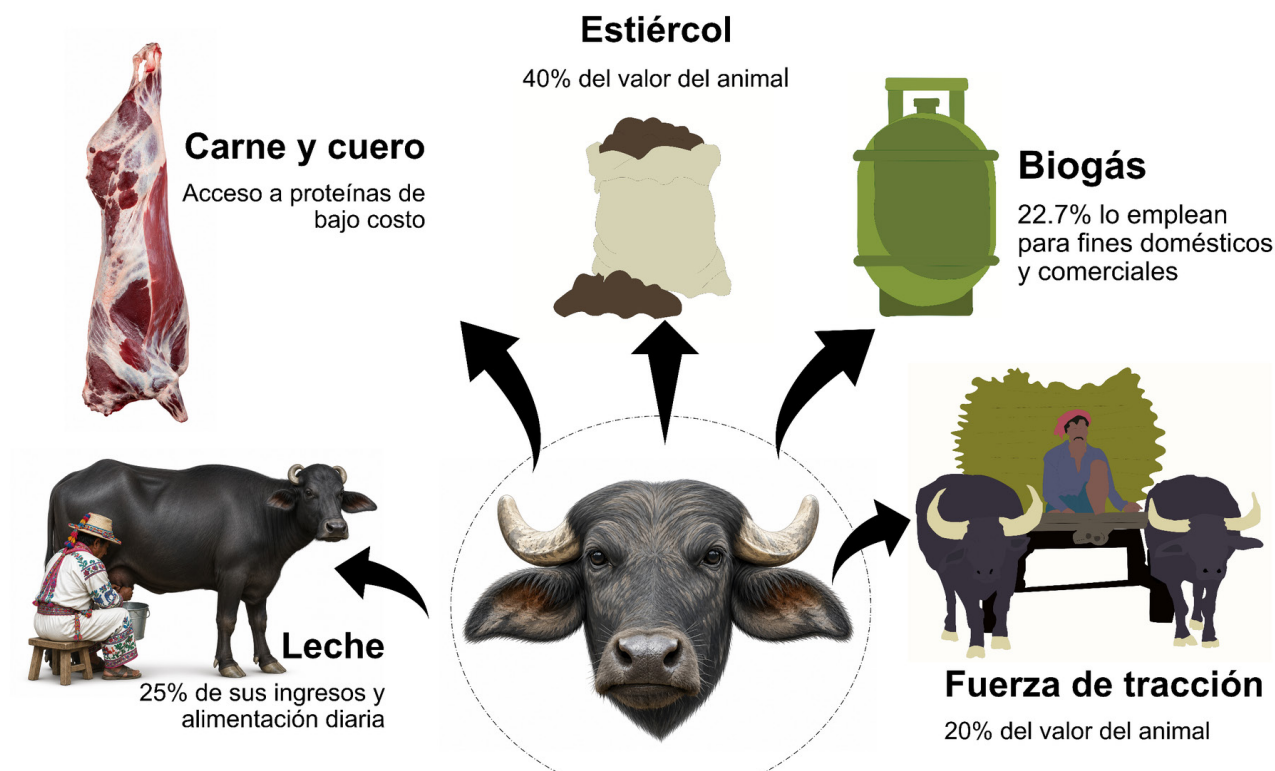
El estiércol y las pieles constituyen otros activos importantes. En el sureste de México, la producción de biogás a partir de estiércol de búfalo de razas como Murrah/Jaffarabadi ha mostrado un poder calorífico estable con concentraciones reducidas de sulfuro de hidrógeno, lo que lo posiciona como fuente de energía renovable para las UPF (Frías et al., 2026). De forma complementaria, la vermicomposta elaborada a partir del estiércol de búfalo ha demostrado mejorar de manera notable el rendimiento de cultivos hortícolas frente a suelos no fertilizados (Fusco et al., 2025), lo que evidencia el papel del subproducto como insumo agrícola de bajo costo dentro de sistemas mixtos, es decir, con cultivos y ganados. Esta multiplicidad de funciones —láctea, cárnica, de tracción y de subproductos— ha llevado a estimar que la fuerza de

trabajo del búfalo puede aportar hasta el 30% de la potencia agrícola disponible dentro de las fincas familiares, una parte mayor que la de cualquier otro animal de tiro (El-Debaky et al., 2019), con lo que se constata el carácter multifuncional de la especie como un elemento articulador del funcionamiento de la UPF, más allá de considerar cada uno de sus productos.

Esta variedad de fuentes de ingreso desencadena, además, un efecto multiplicador sobre la economía rural a nivel más amplio. Hostiou et al. (2020) revelaron que por cada empleo creado dentro de unidades pecuarias se generan aproximadamente 1.25 empleos adicionales en otros sectores económicos –suministro de insumos, transporte, procesamiento y comercialización– lo que

denota que el impacto económico de la UPF bufalina trasciende el ingreso directo de las unidades familiares. A nivel global, se ha estimado que aproximadamente 1.3 mil millones de personas participan en distintos segmentos de las cadenas pecuarias (Herrero et al., 2013), con una proporción significativa que se inserta en el sector informal, particularmente en regiones de África y Asia, en donde la mayoría de los productores y consumidores suelen pertenecer a sectores de bajos ingresos (Herrero et al., 2013). La Figura 2 muestra esta multifuncionalidad, mostrando que la viabilidad económica de la UPF bufalina deriva de la articulación simultánea de estos múltiples flujos de valor.

Figura 2. Multifuncionalidad de los búfalos de agua en las unidades de producción familiar (UPF)



Los mercados informales desempeñan, en este sentido, un papel central al permitir la venta de productos derivados del búfalo sin costos adicionales relacionados con certificaciones sanitarias, intermediarios o logística (Solís-López et al., 2022). En Filipinas, se han documentado al menos 43 cooperativas que forman parte de un centro nacional de búfalos y facilitan los programas de ordeño y distribución de derivados lácteos para su comercialización local (Padua et al., 2021). En México, hasta la mitad de las UPF de animales de granja mantienen vínculos con mercados locales, y el trueque continúa siendo practicado por una proporción relevante de los comerciantes de productos agropecuarios (Solís-López et al., 2022). Esta evidencia comparativa con otros sistemas pecuarios resulta consistente con lo documentado por Das et al. (2020) para la ganadería india en general: la posesión de ganado —en este caso, de búfalos— se distribuye de manera más equitativa que la tierra entre los hogares rurales, lo que refuerza su papel como mecanismo de reducción de la desigualdad económica dentro de la UPF.

Organización social y transmisión de conocimiento

La función económica descrita en el apartado anterior se sostiene mediante una organización social específica del trabajo familiar. En Turquía, aproximadamente dos tercios de las UPF bufalinas son manejadas a tiempo completo por miembros de la familia (Soysal, 2013), y un estudio reciente determinó que el trabajo familiar total asciende a un promedio de 0.72 unidades de trabajo anuales, de las cuales solo una fracción menor corresponde a mano de obra remunerada (Ozturk et al., 2022). Esta dependencia del trabajo no remunerado es consistente con lo reportado en

Bangladesh, donde estudios recientes en regiones costeras documentan que la cría de búfalos se practica mayoritariamente por hombres de edad adulta dentro de núcleos familiares (Kabir et al., 2020), si bien la distribución de responsabilidades por género muestra patrones diferenciados.

En efecto, aunque la propiedad de la UPF recae predominantemente en hombres, las actividades de cuidado cotidiano —alimentación, ordeña, limpieza de corrales— son realizadas mayoritariamente por mujeres (Sarant, 2025; Soliman, 2018). Devkota et al. (2015) documentaron en Nepal que mientras la construcción de establos y la recolección de forraje son realizadas predominantemente por hombres, las mujeres concentran la limpieza de corrales, el pastoreo, la alimentación y la administración de medicamentos; las decisiones de comercialización, en cambio, permanecen lideradas por hombres. Este patrón de división del trabajo por género en la ganadería familiar es consistente con evidencia más amplia documentada por Das et al. (2020) para el sector pecuario indio, donde las mujeres representan más de la mitad de los trabajadores adultos dedicados a la ganadería, con una participación particularmente alta entre mujeres sin educación formal, dado el carácter intensivo en mano de obra de estas actividades. Esta misma evidencia muestra que una mayor participación femenina en el cuidado del ganado se asocia con una reducción significativa de la desnutrición infantil en el hogar, lo que sugiere que la división del trabajo por género dentro de la UPF bufalina no es solo una cuestión organizativa, sino que tiene implicaciones directas sobre la seguridad alimentaria familiar. La Figura 3 esquematiza esta distribución diferenciada de las labores, poniendo de relieve que la sostenibilidad operativa de la UPF descansa sobre una organización interna del trabajo que, lejos de ser accidental, refleja patrones culturales consolidados que definen la identidad productiva de la unidad familiar.

La transmisión generacional de conocimientos constituye un tercer componente de esta organización social. En Bangladesh, prácticamente la totalidad de las UPF consultadas por Kabir et al. (2020) reportó la adquisición de conocimiento sobre crianza y manejo bufalino a través de familiares o vecinos, mientras que una parte mínima recibió entrenamiento técnico formal. La ausencia de capacitación formal se relaciona con el nivel educativo predominante entre los responsables de las granjas bufalinas: investigaciones en Turquía y Nepal documentan que una proporción considerable de las personas involucradas en estas unidades posee únicamente educación primaria o carece de educación formal (Işık y Gül, 2016; Devkota et al., 2015). No obstante, el nivel educativo in-

cide directamente en las prácticas de manejo y en la rentabilidad: Makarabbi et al. (2025) detectaron en India que el acceso a educación y el entrenamiento aumenta sustancialmente el conocimiento sobre manejo bufalino y se traduce en mayores beneficios económicos por unidad productiva. La Figura 4 sintetiza los factores que condicionan esta transmisión generacional, diferenciando entre los canales informales –familia, vecinos, comunidad– que predominan en la práctica cotidiana, y los canales formales –capacitación técnica, extensionismo u organizaciones de productores– cuyo acceso restringido figura como uno de las principales limitantes para la sostenibilidad de largo plazo de las UPF bufalinas.

Figura 3. Distribución de las labores familiares dentro de un sistema bufalino en zonas rurales

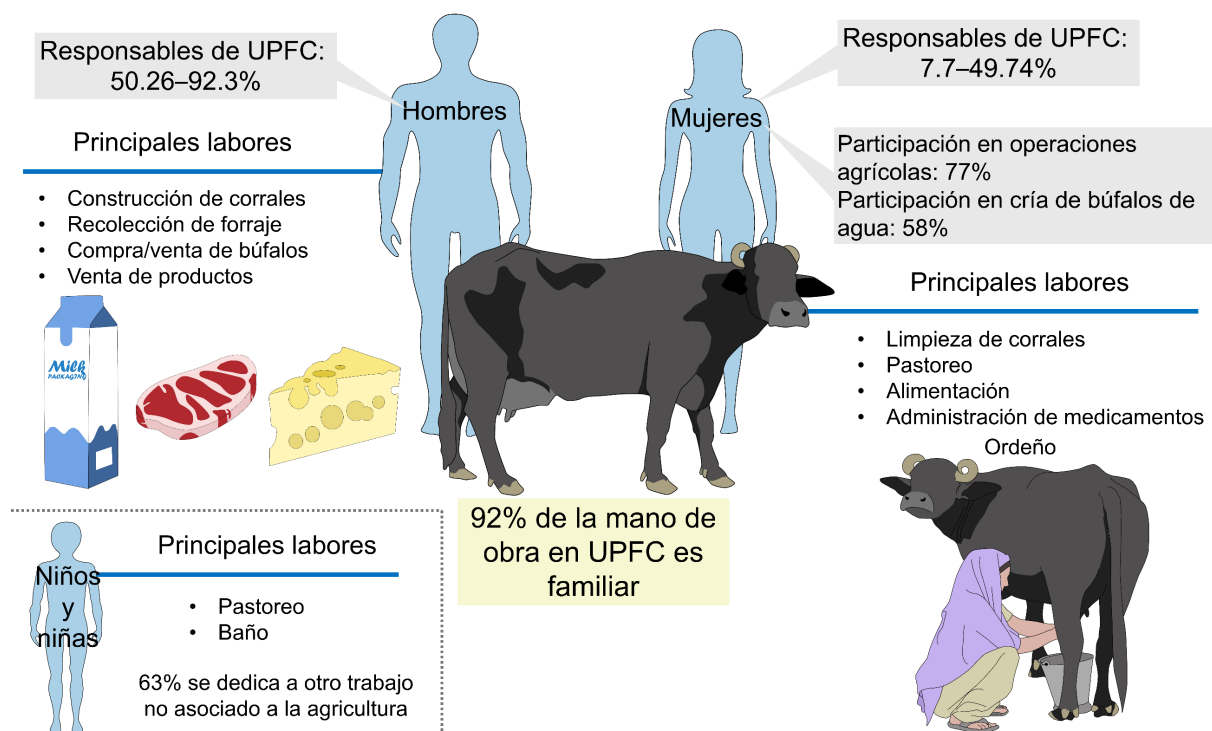
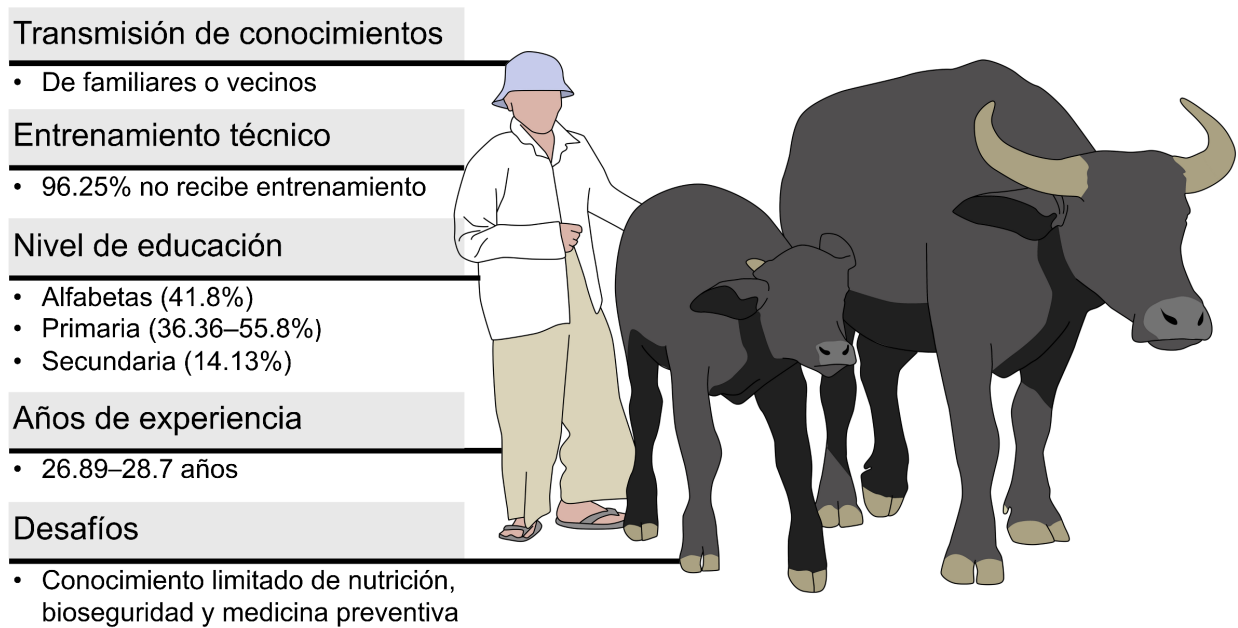


Figura 4. Factores asociados a la transmisión de conocimiento generacional en sistemas bufalinos en zonas rurales



El cambio generacional, sin embargo, enfrenta obstáculos crecientes. En Vietnam, el ingreso masivo de los niños a la educación formal ha desplazado progresivamente su participación en la crianza de los búfalos, una actividad que tradicionalmente asumían las generaciones jóvenes de comunidades étnicas minoritarias (Garber y Turner, 2023). Este comportamiento es coherente con lo observado por Farkas et al. (2023) para el sector pecuario en Europa, donde el recambio generacional resulta insuficiente –solo una proporción menor de las fincas es gestionada por agricultores jóvenes– siendo uno de los principales desafíos para la continuidad de los sistemas familiares de pequeña escala, al margen de la especie productiva involucrada. La comparación entre ambos contextos su-

giere que la pérdida de conocimiento tradicional en la bubalinocultura familiar no es un hecho aislado, sino parte de una tendencia estructural que impacta a la agricultura familiar a nivel global, y que requiere de políticas públicas específicas para su mitigación.

La evidencia empírica reciente confirma estadísticamente este vínculo entre organización social y sostenibilidad de la UPF bufalina. En un estudio con 177 productores bufalinos en la provincia de Samsun, Turquía, Boz et al. (2026) elaboraron un índice compuesto de sostenibilidad económica, social y ambiental, y definieron mediante un modelo probit ordenado que el nivel educativo del productor, el tamaño de la familia, la superficie disponible y de cultivos forrajeros, el inventario animal y

la pertenencia a organizaciones de productores influyen de manera estadísticamente significativa sobre la sostenibilidad de las fincas, mientras que variables de exposición pasiva a la información, como televisión o radio, no resultaron relevantes. Este hallazgo refuerza el argumento de que la sostenibilidad de la UPF bufalina depende de mecanismos estructurados e interactivos de transmisión de conocimiento –educación formal, extensionismo agrícola, organización gremial– y no simplemente de la disponibilidad de información, lo que es congruente con la noción de capacidad cognitiva ecológica planteada por Bustillo-García y Bechara Dickdan (2016). Esta misma investigación documentó, además, que la sostenibilidad social fue la dimensión mejor evaluada por los productores, que se basa en relaciones vecinales e institucionales, mientras que la característica con la calificación más baja fue precisamente el deseo de los hijos de continuar la actividad familiar, lo que ratifica empíricamente, con datos de encuesta, la misma tensión generacional que se detectó cualitativamente tanto en Vietnam como en el sector pecuario europeo.

Cabe destacar, no obstante, un matiz relevante para el argumento central de este artículo. Boz et al. (2026) revelaron que las fincas bufalinas de mayor tamaño alcanzaron puntajes de sostenibilidad compuesta más altos que las de menor escala, lo que podría sugerir una tensión entre el modelo de UPF de pequeña escala defendido en este análisis y la evidencia de que la escala favorece la sostenibilidad evaluada en estos términos. Sin embargo, los mismos autores atribuyen esta diferencia no a una superioridad intrínseca de la gran escala, sino al mayor acceso de las fincas de gran escala a financiamiento, asistencia técnica y poder de negociación en las relaciones mercantiles de insumos y productos, es decir, a las mismas variables estructurales (educación, organización gremial, extensionismo) que, según el modelo estadístico, son las

que efectivamente explican la sostenibilidad. Lo anterior sugiere que el desafío de política pública no consiste en sustituir la UPF por modelos de mayor escala, sino permitir el acceso a unidades familiares de pequeña escala a los mismos factores estructurales.

Resiliencia climática y proyección en las Américas

La combinación de los tres elementos descritos –capacidad biológica, calidad de producto y organización socioeconómica– explica la resiliencia de la bubalinocultura familiar frente al cambio climático. En Filipinas, ante tifones, inundaciones y sequías, localidades rurales han diversificado sus medios de vida migrando parcialmente de cultivos vulnerables hacia la producción de búfalos de agua, percibida como una fuente de ingresos más estable frente a la volatilidad climática (Escarcha et al., 2020). Esta resiliencia, sin embargo, depende también del acceso a apoyo institucional, asistencia técnica y programas de desarrollo rural (Escarcha et al., 2020), lo que confirma que la capacidad biológica de la especie es una condición necesaria pero no suficiente para garantizar el bienestar socioeconómico de las UPF.

En el continente americano, el número de búfalos de agua ha registrado un incremento sostenido desde su introducción a finales del siglo XIX (Minervino et al., 2020; FAO, 2025a). Actualmente, una proporción creciente de la población bufalina mundial se concentra en áreas tropicales y subtropicales de Brasil, Argentina, Colombia y México (FAO, 2025a, 2025b), regiones caracterizadas por su alta vulnerabilidad socioambiental y por la disponibilidad de extensas superficies de humedales –como la cuenca amazónica o el sur de Veracruz hasta Campeche,

en México— con especies forrajeras nativas aprovechables para la alimentación bufalina (Bertoni et al., 2021). La concentración de las producciones bufalinas americanas en UPF de pequeña y mediana escala, más que en grandes empresas intensivas, es congruente con el planteamiento agroecológico de Altieri y Nicholls (2017) sobre la resiliencia diferencial de los sistemas diversificados de pequeña escala en contraste con los sistemas especializados de monocultivo o monoespecie.

A pesar de que el potencial del búfalo en las Américas es amplio, enfrenta diferentes obstáculos estructurales parecidos a los documentados para otros sistemas pecuarios de tipo familiar: infraestructura limitada, amplia brecha de conocimiento técnico-productivo entre productores locales y ausencia de regulación de mercados informales (El-Debaky et al., 2019; Chiariotti et al., 2025). La experiencia europea revisada por Farkas et al. (2023) marca un contraste importante: el reemplazo de la ganadería familiar húngara por sistemas industriales e intensivos no produjo externalidades ambientales ni sociales positivas. Por el contrario, generó pérdida de empleos rurales, degradación de pastizales y disminución de la biodiversidad. Este resultado respalda la recomendación de orientar el desarrollo de la bubalinocultura americana hacia el fortalecimiento de la Unidad de Producción Familiar (UPF), mediante políticas de diversificación productiva (DFS) y sucesión generacional, en lugar de promover su sustitución por sistemas intensivos.

El caso venezolano muestra de manera fehaciente esta disyuntiva. Bustillo-García y Bechara Dickdan (2016) documentan que Venezuela dispone de una población bufalina considerable, que se ubica en sabanas inundables donde el ganado bovino convencional presenta un desempeño productivo notablemente inferior, lo que reproduce a escala nacional el argumento de aprovechamiento de espacios marginales que se presentó en la

primera sección de este artículo. Sin embargo, las autoras resaltan que la expansión de la bubalinocultura venezolana afronta una doble barrera cultural: por un lado, la experiencia y valores de los ganaderos ha girado en torno al bovino, y por otro, hábitos de consumo igualmente anclados en leche y carne y derivados de origen vacuno. Este arraigo cultural, más que una limitación biológica o productiva de la especie, es la que ha pospuesto la consolidación de sistemas bufalinos plenamente sostenibles en la región, lo que pone de relieve el cuarto componente de la cadena causal propuesta en este artículo, es decir, la organización social y la transmisión de conocimiento no es menos influyente que los tres anteriores para comprender el ritmo de expansión de la especie en contextos americanos distintos al colombiano, brasileño o mexicano.

CONCLUSIONES

A lo largo del presente análisis se ha documentado como el búfalo de agua puede contribuir al desarrollo rural y social de diferentes comunidades, siguiendo una cadena causal de cuatro elementos secuenciales interdependientes. En primer lugar, se ha destacado la capacidad biológica-anatómica y digestiva de la especie que le permite aprovechar productivamente territorios marginales —humedales, zonas inundables, suelos y pastos de baja calidad— que la ganadería bovina convencional y las propias economías campesinas, limitadas por la desigual apropiación de la tierra dedicada a actividades primarias, no lo gran capitalizar con otras especies animales. En segundo término, esta capacidad se transforma en derivados lácteos y cárnicos de calidad nutricional diferenciada, que dan lugar a la autosuficiencia alimentaria familiar y, por otra parte, generan excedentes con capacidad de insertarse en mercados locales, tanto por calidad y no solamente

por cantidad. En tercer lugar, esta producción se articula con una función económica multidimensional, considerando la venta directa, tracción animal, excretas, piel, con un efecto multiplicador documentado sobre la economía rural circundante. Finalmente, esta función económica puede fortalecerse mediante una organización social que comprenda el trabajo familiar, diferenciado por género y por edad, cuya continuidad enfrenta en la actualidad tensiones estructurales similares a las reseñadas en otros sistemas pecuarios familiares a nivel global.

La evidencia expuesta permite afirmar que la bubalinocultura familiar figura como una estrategia de resiliencia pertinente para las Américas, dada la disponibilidad de amplias superficies de humedales tropicales y subtropicales que no se aprovechan plenamente. Es necesario, sin embargo, matizar este argumento: evidencia empírica reciente muestra que las fincas bufalinas de mayor escala obtienen puntajes de sostenibilidad compuesta más elevados que las UPF de pequeña escala, una diferencia explicada no por el tamaño, sino por el mayor acceso de las fincas de gran escala a educación, crédito, extensionismo y organización productiva. Esto denota que la prioridad de política pública no debe ser sustituir la UPF por modelos de gran tamaño, sino extender a las unidades familiares el acceso a esos mismos factores estructurales que explican la sostenibilidad, sin dejar de lado las ventajas sociales y ambientales documentadas para la pequeña escala. No obstante, persisten vacíos de investigación relevantes. Las consecuencias directas sobre la organización de las UPF bufalinas, el mercadeo de sus productos y los mecanismos de transmisión generacional de conocimiento en el contexto americano siguen siendo poco estudiadas, en comparación con lo ya analizado en Asia y Europa. Por ello, se recomienda impulsar investigaciones con enfoques integrales que aborden la generación de ingresos, el empleo rural, la resiliencia y la organiza-

ción social de las UPF bufalinas americanas, así como el aprovechamiento de los territorios. Estas investigaciones deberían acompañarse de políticas públicas orientadas a la diversificación productiva y a la renovación generacional, en lugar de privilegiar exclusivamente modelos intensivos cuyas externalidades sociales y ambientales han sido documentadas como negativas en otros contextos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, S., Gaucher, I., Rousseau, F., Beaucher, E., Piot, M., Grongnet, J.F., & Gaucheron, F. (2010). Effects of acidification on physico-chemical characteristics of buffalo milk: A comparison with cow's milk. *Food Chemistry*, 106, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.021>
- Altieri, M.A., & Nicholls, C.I. (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, 140(1), 33–45. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y>
- Bertoni, A., Napolitano, F., Mota-Rojas, D., Sabia, E., Álvarez-Macías, A., Mora-Medina, P., Morales-Canela, A., Berdugo-Gutiérrez, J., & Guerrero-Legarreta, I. (2020). Similarities and differences between river buffaloes and cattle: Health, physiological, behavioral and productivity aspects. *Journal of Buffalo Science*, 9, 92–109. <https://doi.org/10.6000/1927-520X.2020.09.12>
- Bertoni, A., Álvarez-Macías, A., Mota-Rojas, D., Dávalos, J.L., & Minervino, A.H.H. (2021). Dual-purpose water buffalo production systems in tropical Latin America: Bases for a sustainable model. *Animals*, 11(10), 2910. <https://doi.org/10.3390/ani11102910>
- Bonilla-Landaverry, A., Pacheco-Hernández, A., & Gesly, F. (2026). Economic, social, and environmental contributions of water buffalo (*Bubalus bubalis*) production to the Sustainable Development Goals: A review. *Sustainability*, 18(11), 5216. <https://doi.org/10.3390/su18115216>
- Borghese, A., Chiariotti, A., & Barile, V.L. (2023). Buffalo in the world: Situation and perspectives. En M.S. Chauhan & N. Selokar (Eds.), *Biotechnological Applications in Buffalo Research* (pp. 3–31). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7531-7_1
- Boz, İ., Başarır, A., Kılıç, O., Fathelrahman, E., Ulhaq, S., Shahbaz, P., Riaz, M., Kaynakçı Baydar, C., & Degafe, B. (2026). Measuring the sustainability of buffalo farms and factors influencing this sustainability in Samsun province of Türkiye. *Journal of Buffalo Science*, 15, 41–54. <https://doi.org/10.6000/1927-520X.2026.15.05>
- Bustillo-García, L., & Bechara Dickdan, Z. (2016). Sustentabilidad y desarrollo rural de los agroecosistemas bufalinos. *Revista Venezolana de Gerencia*, 21(73), 50–61.
- Cesarani, A., Milia, P.E., Bermann, M., Macciotta, N.P., & Lourenco, D. (2026). Review: Genomic blueprint of cow longevity. *Animal*, 101839. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2026.101839>
- Chanthakhoun, V., Wanapat, M., Kongmun, P., & Cherdthong, A. (2012). Comparison of ruminal fermentation characteristics and microbial population in swamp buffalo and cattle. *Livestock Science*, 143, 172–176. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.009>
- Chiariotti, A., Borghese, A., Boselli, C., & Barile, V.L. (2025). Water buffalo's adaptability to different environments and farming systems: A review. *Animals*, 15(11), 1538. <https://doi.org/10.3390/ani15111538>

- Das, A., Raju, R., & Patnaik, N.M. (2020). Present scenario and role of livestock sector in rural economy of India: A review. *International Journal of Livestock Research*, 10(11), 23–30. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20200701051344>
- Deb, G.K., Nahar, T.N., Duran, P.G., & Presicce, G.A. (2016). Safe and sustainable traditional production: The water buffalo in Asia. *Frontiers in Environmental Science*, 4, 38. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00038>
- Devkota, D., Devkota, N.R., & Joshi, N.P. (2015). Gender role and buffalo rearing decision in Nepal. *Nepalese Journal of Agricultural Sciences*, 13(1), 176–193.
- El-Debaky, H.A., Kutchy, N.A., Ul-Husna, A., Indriastuti, R., Akhter, S., Purwantara, B., & Memili, E. (2019). Review: Potential of water buffalo in world agriculture: Challenges and opportunities. *Applied Animal Behaviour Science*, 35(2), 255–268. <https://doi.org/10.15232/aas.2018-01810>
- Escarcha, J.F., Lassa, J.A., Palacpac, E.P., & Zander, K.K. (2020). Livelihoods transformation and climate change adaptation: The case of smallholder water buffalo farmers in the Philippines. *Environmental Development*, 33, 100468. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2019.100468>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2019). *United Nations Decade of Family Farming 2019-2028 global action plan*. <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1195619/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2024). FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2025a). *Buffaloes*. <https://www.fao.org/dairy-production-products/dairy/buffaloes/en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2025b). *Agricultural production statistics*. <https://doi.org/10.4060/CD8035EN>
- Farkas, J.Z., Kőszegi, I.R., Hoyk, E., & Szalai, Á. (2023). Challenges and future visions of the Hungarian livestock sector from a rural development viewpoint. *Agriculture*, 13(6), 1206. <https://doi.org/10.3390/agriculture13061206>
- Frías, C.H.D., Sosa Olivier, J.A., Laines Canepa, J.R., Sánchez Fuentes, A., & Paz Torres, Á.D. (2026). Evaluation of biogas production from water buffalo (*Bubalus bubalis*) manure under tropical climate conditions. *AIMS Energy*, 14(1), 275–290. <https://doi.org/10.3934/energy.2026012>
- Fusco, G.M., Di Mola, I., Mori, M., Cozzolino, E., Morrone, B., Trasacco, F., & Carillo, P. (2025). From water buffalo (*Bubalus bubalis*) manure to vermicompost: Testing a sustainable approach for agriculture. *Sustainability*, 17(10), 4253. <https://doi.org/10.3390/su17104253>
- Garber, P., & Turner, S. (2023). Entangled, unraveled, and reconfigured: Human–animal relations among ethnic minority farmers and water buffalo in the northern uplands of Vietnam. *Environment and Planning E: Nature and Space*, 6(4), 2472–2494. <https://doi.org/10.1177/25148486231151808>

- Georgiev, G.I., Hristakiev, L., Ruzhanova-Gospodinova, I., Georgiev, I., & Georgiev, G.D. (2023). Comparative morphological study of the locomotor apparatus of the thoracic and pelvic limbs of the buffalo (*Bubalus bubalis*) and cattle (*Bos taurus*). *Tradition and Modernity in Veterinary Medicine*, 2(13), 76–83.
- Herrero, M., Grace, D., Njuki, J., Johnson, N., Enahoro, D., Silvestri, S., & Rufino, M.C. (2013). The roles of livestock in developing countries. *Animal*, 7 (Suppl. 1), 3–18. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001954>
- Hostiou, N., Vollet, D., Benoit, M., & Delfosse, C. (2020). Employment and farmers' work in European ruminant livestock farms: A review. *Journal of Rural Studies*, 74, 223–234. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.01.008>
- International Panel of Experts on Sustainable Food Systems. (2024). *Accorralados: ¿Qué factores explican las presiones sin precedentes sobre las tierras agrícolas de todo el mundo y qué se puede hacer para garantizar el acceso equitativo a las mismas?* <http://www.ipes-food.org/>
- Işik, M., & Gül, M. (2016). Economic and social structures of water buffalo farming in Muş province of Turkey. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(7), 400–408. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000700007>
- Kabir, M.E., Monir, M.M., Islam, M.S., Alam, M.J., & Dadok, F. (2020). Existing buffalo husbandry practices at household farming level in selected coastal regions of Bangladesh. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 6(2), 255–264. <https://doi.org/10.3329/ajmbr.v6i2.48057>
- Kremen, C., Iles, A., & Bacon, C. (2012). Diversified farming systems: An agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecology and Society*, 17(4), 44. <https://doi.org/10.5751/ES-05103-170444>
- Maheswarappa, N.B., Mohan, K., & Banerjee, R. (2024). Establishing water buffaloes as a promising source of red meat in pursuit of sustainable animal proteins for a better world. *Meat and Muscle Biology*, 8(1), 1–17. <https://doi.org/10.22175/mmb.17001>
- Makarabbi, G., Sabu, A., Saxena, N., & Sharma, M.L. (2025). An analysis of knowledge, attitude and practice gaps in scientific buffalo husbandry. *PLOS One*, 20(7), e0327208. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0327208>
- Minervino, A.H.H., Zava, M., Vecchio, D., & Borghese, A. (2020). *Bubalus bubalis*: A short story. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 570413. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.570413>
- Mota-Rojas, D., Braghieri, A., Álvarez-Macías, A., Serrapica, F., Ramírez-Bribiesca, E., Cruz-Monterrosa, R., Masucci, F., Mora-Medina, P., & Napolitano, F. (2021). The use of draught animals in rural labour. *Animals*, 11, 2683. <https://doi.org/10.3390/ani11092683>

- Mota-Rojas, D., Orihuela, A., Napolitano, F., Braghieri, A., Ghezzi, M.D., Strappini, A.C., Guerrero-Le-garreta, I., Álvarez-Macías, A., Pereira, A.M.F., Hufana, D., Domínguez, A., & Martínez-Burnes, J. (Eds.). (2024). *El búfalo de agua en las Américas: Comportamiento y productividad* (5a ed.). BM Editores. <https://bmeditores.mx/ganaderia/descargas/el-bufalo-de-agua-en-las-americas-comporta-miento-y-productividad-5ta-edicion/>
- Mota-Rojas, D. (Ed.). (2025). *Water buffalo welfare, strategies to improve health, behavior, productivity, and food quality and safety*. MDPI Press. <https://doi.org/10.3390/books978-3-7258-4338-1>
- Mota-Rojas, D., Napolitano, F., Fernandes Bettencourt, A., Bragaglio, A., Nannoni, E., Lanzoni, L., Chay-Canul, A., Álvarez-Macías, A., Domínguez-Oliva, A., Fischer, V., Abd El-Aziz, A.H., Mar-tínez-Burnes, J., Hernández-Avalos, I., Mora-Medina, P., Olmos-Hernández, A., Torres-Bernal, F., Jose, N., & Braghieri, A. (2026). Water buffalo milk: Physicochemical, nutritional properties, and potential benefits for human health. *Frontiers in Nutrition*, 13, 1742552. <https://doi.org/10.3389/fnut.2026.1742552>
- Naga, B., Sowmya, V., Sireesha, P., & Subrahmanyeswari, B. (2025). Buffalo-included farming strategy for sustainable livelihoods of farmers in Prakasam district of Andhra Pradesh. *International Journal of Agriculture Extension and Social Development*, 8(5), 90–92. <https://doi.org/10.33545/26180723.2025.v8.i5Sb.1958>
- Naveena, B., & Kiran, M. (2026). Buffalo meat quality, composition, and processing characteristics: Contri-bution to the global economy and nutritional security. *Animal Frontiers*, 16(1), 18–24.
- Pacheco-Hernández, A., Gesly, F., & Bonilla-Landaverry, A. (2025). Buffalo as a vision of the future: Sus-tainable agribusiness for Latin American food security. *Asian Journal of Science, Technology, Enginee-ring, and Art*, 3(3), 843–932. <https://doi.org/10.58578/ajstea.v3i3.5632>
- Padua, D.K.B., & Cuevas, A. (2021). Welfare implications of collective action among dairy buffalo farmers in selected provinces in the Philippines. *Journal of Economics, Management & Agricultural Develop-ment*, 6(2), 1–15. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.310891>
- Pal, A., & Chatterjee, P. (2013). Field level study on the buffalo bullock: An excellent draught animal. *Buffa-lo Bulletin*, 32(3), 218–230. <https://doi.org/10.14456/ku-bufbu.2013.31>
- Samad, F.A.A., Mohd Nor, N., Saad, M.Z., Salleh, A., Mohd Azmi, A.F., Jayanegara, A., Satuti, D.A., Abu Bakar, M.Z., & Abu Hassim, H. (2026). Status and potential of buffalo dairy production in Asia: A review. *Journal of Animal Science and Technology*, 68(1), 1–28. <https://doi.org/10.5187/jast.2400360>
- Sarant, L. (2025). *Water buffalo sustain rural life with milk, manure and muscle*. <https://www.iwmi.org/blogs/water-buffalo-sustain-rural-life-with-milk-manure-and-muscle/>
- Scoones, I. (2015). *Sustainable livelihoods and rural development*. Practical Action Publishing.
- Soliman, I. (2018). Role of buffalo production in sustainable development of rural regions. En K. Mattas, G. Baourakis, & C. Zopounidis (Eds.), *Sustainable Agriculture and Food Security: Cooperative Manage-ment* (pp. 21–38). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77122-9_2

- Solís López, M.K., Méndez Espinoza, J.A., Ramírez Juárez, J., Pérez Ramírez, N., Regalado López, J., & Hernández Flores, J.Á. (2022). De la parcela al mercado: estrategias económicas de las unidades domésticas campesinas en el mercado de Santiago Mixquitla. *Región y Sociedad*, 34, e1595. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1595>
- Soysal, M.I. (2013). Anatolian water buffaloes husbandry in Turkey. *Buffalo Bulletin*, 32(1), 293–309.
- Terramoccia, S., Bartocci, S., Taticchi, A., Di Giovanni, S., Pauselli, M., Mourvaki, E., Urbani, S., & Servili, M. (2013). Use of dried stoned olive pomace in the feeding of lactating buffaloes: Effect on the quantity and quality of the milk produced. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(7), 971–980. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12627>
- Van der Ploeg, J.D. (2018). *The new peasantries: Rural development in times of globalization* (2nd ed.). Routledge.
- Viana, C.F., Lopes, A.C.C., Conrrado, R.S., Resende, F.A.M., Andrade, E.H.P., Penna, C.F.A.M., de Souza, M.R., Bastianetto, E., & Fonseca, L.M. (2025). Buffalo milk quality: A study of seasonal influence on composition and somatic cell count. *Journal of Dairy Science*, 108(3), 2215–2226. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25534>
- Wahid, H., & Rosnina, Y. (2011). Husbandry of dairy animals. En *Encyclopedia of Dairy Sciences* (pp. 772–779). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00229-6>

