

# EVOLUCIÓN POBLACIONAL DEL BÚFALO DE AGUA (*BUBALUS BUBALIS*) DURANTE EL PERIODO 1983-2025 EN COSTA RICA

Johnny Montenegro-Ballester<sup>1</sup>, Eduardo Barrantes-Guevara<sup>2</sup>

## RESUMEN

**Evolución poblacional del búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) durante el periodo 1983-2025 en Costa Rica.** Con el propósito de desarrollar un modelo de evolución poblacional del búfalo de agua en Costa Rica para el periodo 1983-2025, se recopiló la información de búfalos publicada en Costa Rica hasta la fecha, y con base en ella se determinaron las tasas de mortalidad y reproducción. Se ubicó información en universidades nacionales, INEC, de productores, y de plantas procesadoras de carne. La información fue analizada para extraer parámetros técnicos o estimarlos con los datos publicados y accesados. Basados en la población inicial de búfalos, se desarrolló una hoja Excel para simular la dinámica poblacional considerando las diferentes categorías animales. Con los datos del hato bufalino nacional reportados se realizó la validación del modelo, utilizando como herramienta el RMSE para estimar la certeza de los valores simulados. Los resultados muestran que la producción de información nacional relacionada con estadísticas de esta especie es muy poca, solamente tres publicaciones hacen referencia a la población del hato nacional, y muestran como la población se incrementó significativamente a partir del 2006. El modelo simuló la tendencia observada con un alto grado de certeza según el resultado del análisis realizado con el RMSE, y la proyección realizada muestra una clara tendencia al incremento de la población para el 2025.

**Palabras clave:** *Bubalus bubalis*, Dinámica poblacional, Tasa de reproducción, Tasa de mortalidad, Modelos.

**Keywords:** *Bubalus bubalis*, Population dynamics, Reproduction rate, Mortality rate, Models.

## INTRODUCCIÓN

El sector ganadero nacional tradicionalmente se ha orientado casi exclusivamente al manejo y producción de los bovinos. Este sector está bien organizado, tanto por su especificidad en sistemas de producción, como también desde el punto de vista organizacional en cámaras de ganaderos y cooperativas.

En el pasado reciente los búfalos comienzan a tomar auge entre los ganaderos. Las características innatas de esta especie han llamado la atención de productores de diferentes zonas del país, quienes ahora los utilizan para producir carne y leche, además del rol que presentan en sistemas de producción agrícola como animales

1 Ph.D., Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA - Instituto Meteorológico Nacional, IMN. Costa Rica. Correos: jmontenegro@inta.go.cr, jmontenegro@imn.ac.cr ORCID: 0000-0001-8526-570X.

2 Master, Universidad Técnica Nacional. Costa Rica. Correo: ebarrantes@utn.ac.cr ORCID: 0000-0002-0383-3388.

de tiro. El interés por esta especie ha crecido, y ante la escasez de los mismos en el mercado nacional, productores han realizado importaciones (Barquero 2007), con el consiguiente incremento del hato nacional.

Lo anterior se produce como resultado del aumento en la demanda a nivel nacional de carne, leche y queso de búfalo (Barquero 2007, López 2019, Núñez 2015), la cual ha estimulado a los productores. Ellos han encontrado en esta especie una alternativa productiva, donde les ha llamado la atención los buenos parámetros técnicos que presenta esta especie. Alta tasa reproductiva, grandes ganancias de peso, rusticidad, facilidad de manejo y adaptación al medio local (Bourne 1988, Almaguer 2007, Rosales 2011, Barboza 2020), así como aspectos relacionados con la calidad de la carne y leche (Núñez 2015, Villegas 2018, López 2019, Gaitán y García 2019) o ecológicos como el caso de recuperación de humedales (Barboza 2020) ha hecho que más productores se interesen en esta actividad.

A pesar de lo anterior, no existe información relacionada con la evolución poblacional, así como tampoco del potencial de crecimiento en el futuro de seguir el interés que se han mostrado en los últimos años los ganaderos por esta especie.

En este sentido, existen investigaciones que muestran datos de población (Rosales y WingChing 2007, Rosales 2011, INEC 2015), y técnicos (Bourne 1988, Barboza y Barrantes 2020). Sin embargo, hasta el momento no existe una herramienta que pueda utilizarse para modelar la evolución poblacional ni para estimar el crecimiento de esta especie bajo los actuales parámetros técnicos. Además, la disponibilidad de información relacionada con datos estadísticos y de parámetros técnicos para esta especie en nuestro país es sumamente reducida, y la que existe se encuentra muy dispersa.

Basado en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar un modelo de evolución poblacional del búfalo de agua en Costa Rica para el periodo 1983-2025 utilizando parámetros técnicos nacionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en fases. La primera consistió en la búsqueda de bibliografía producida en nuestro país. Para ello se utilizaron las palabras clave tales como: búfalos, sistemas de producción, manejo de búfalos, búfalo de agua, población bufalera. Las búsquedas se realizaron de manera digital en la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Instituto Tecnológico de Costa Rica sede San Carlos, así como en Google, de donde fue posible acceder reportes, presentaciones, y artículos de revistas nacionales.

También se realizaron búsquedas de estadísticas utilizando fuentes primarias de datos tales como el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Universidad Técnica Nacional (UTN) y directamente de productores, de los cuales se obtuvieron datos, tanto de población como de diferentes parámetros técnicos de la actividad, así como de importaciones realizadas.

De plantas comerciales de cosecha de carne se logró obtener información de matanza, aunque la misma solo fue posible para el 2019, 2020 y hasta agosto del 2021.

La siguiente fase consistió del análisis de la información recabada para obtener parámetros técnicos. Para ello, la misma se ordenó cronológicamente, y de las diferentes fuentes accesadas se obtuvo información poblacional como también parámetros técnicos. Con los datos reportados se estimaron parámetros técnicos: edad al primer parto, intervalo entre partos, porcentaje de parición y, mortalidad, los cuales se presentan en la sección de resultados.

En la última etapa se desarrolló un modelo de simulación para estimar la dinámica poblacional, y se utilizó para ello una hoja Excel, la cual considera: sexo, edad, categoría animal, edad al primer

parto, intervalo entre partos, porcentaje de parición, mortalidad y extracciones, así como también la proporción de machos y hembras en los nacimientos, lo cual se determinó con la información técnica recabada.

El modelo también incluye el aumento del hato debido a la importación de animales en pie. La cantidad y sexo de los mismos se asignaron a la categoría correspondiente en el año o años donde ocurrió el evento.

Para estimar la población de bucerros se utilizó el porcentaje de parición, la edad al primer parto y, el intervalo entre partos, considerando los porcentajes de mortalidad reportados en la literatura nacional, o estimados a partir de información reportada en el país.

Una vez desarrollado el modelo, con los datos poblacionales reportados en la literatura para

años específicos, se validaron los resultados obtenidos con la simulación, al comparar estos con los reportados.

La comparación se realizó en porcentaje, y calculando la raíz cuadrada del error medio (root mean square error: RMSE) para determinar el grado de concordancia con los datos reales, lo cual se realizó según la siguiente ecuación (Barnston, 1992):

$$RMSE_{j\phi} = \left[ \sum_{i=1}^N (z_{fi} - z_{oi})^2 / N \right]^{1/2}$$

Donde:

- = suma
- $(z_{fi} - z_{oi})^2$  = diferencia al cuadrado
- $z_{fi}$  valor simulado
- $z_{oi}$  valor observado
- N = observaciones

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Información recopilada

La cantidad de publicaciones efectuadas en Costa Rica relacionadas con información bufalina nacional es sumamente baja. Luego de una meticolosa búsqueda solamente se logró ubicar 20 publicaciones (Cuadro 1), siendo lo más frecuente los artículos de revista y tesis. El listado de las mismas se puede observar en el anexo 1.

Cuadro 1. Número de publicaciones, según categoría, producidas con datos de Costa Rica.

Medio de publicación	Cantidad
Artículo de revista	7
Tesis	5
Censos	2
Informes	2
Periódicos	2
Presentaciones	2
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

No todas estas publicaciones se relacionan con datos de población del hato bufalino o con información técnica requerida para el desarrollo de índices necesarios para realizar la simulación poblacional. Solo el 50 % de ellas contenían datos numéricos de población, algunos con índices técnicos, y otros con información con la cual se pudieron realizar estimaciones para la obtención de índices reproductivos.

Debido al conocimiento del sector, se pudo contactar a productores que han realizado importaciones de búfalos, obteniéndose de esta forma cantidad, sexo, edad y año de importación, lo cual se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Número de búfalos importados según categoría y año.

Año	Buvillas	Búfalas	Bucerros	Machos adultos
2007	190	230		23
2008		24		
2009	152			
2010		103	33	3
2014		104		

Fuente: consulta a productores.

## Análisis de la información recopilada

Existen solo dos publicaciones de estudio de la población nacional en las que se reportan algunos parámetros técnicos, y solamente fue posible la estimación de uno de ellos con los datos proporcionados en las publicaciones (Cuadro 3). La tercer publicación, proveniente de un estudio efectuado en una finca, establece otro parámetro. Estos parámetros fueron los que se utilizaron para realizar la modelación de la variación poblacional del búfalo en nuestro país.

Cuadro 3. Parámetros técnicos utilizados en la simulación de la población del hato bufalino nacional.

IEP, días	% parición	Mortalidad bucerros, %	Relación H:M	Mortalidad adultos, %	Fuente
384±5	69*	---	1,3	---	Rosales 2007
380 - 420	80 - 85	2,5 - 3,5	0,82	1	Rosales 2011
		0 - 2,5			Barboza 2020

\* Estimación basada en los datos reportados

## Desarrollo de la simulación de la dinámica poblacional

La dinámica poblacional simulada muestra que, desde su introducción a nuestro país en 1983 y hasta el 2006, el hato bufalino ha sido muy estable e inferior a 700 cabezas (Figura 1). El crecimiento observado fue de poca magnitud; en términos reales se incrementó en 392 cabezas, pero a nivel porcentual el cambio es significativo (154 %).

A partir del 2006 el hato nacional bufalino inicia una etapa de crecimiento exponencial (Figura 1) motivado por el interés creciente de los productores, quienes son estimulados por la demanda de productos cárnicos y lácteos del búfalo tanto en el mercado nacional como en el internacional

(Almaguer 2007), como por las características productivas y reproductivas de esta especie.

Los datos reportados por Rosales (2007) y Rosales (2011) muestran que esta especie tiene excelente comportamiento reproductivo (Cuadro 3), mientras que los informados por Barboza (2020) señalan muy buenas ganancias de peso (0,82 kg d<sup>-1</sup>), los cuales hacen de esta especie una excelente alternativa productiva. Similares y aún superiores tasas de reproducción y ganancias diarias de peso son reportadas en otros países (Mendoza y Botero 2001, Hernández-Herrera *et al.* 2018) para esta especie animal.

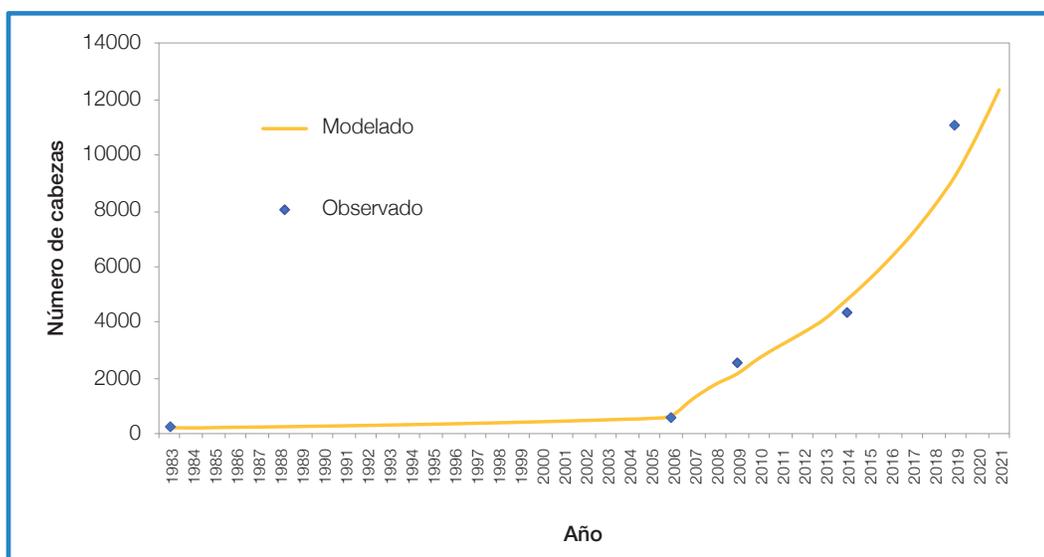


Figura 1. Dinámica poblacional, observada (puntos) y simulada (línea) desde 1983 y hasta el 2021, del búfalo de agua en Costa Rica.

Los datos observados provenientes de diferentes estudios nacionales muestran la clara tendencia al incremento poblacional (Figura 1), siendo el cambio en el hato desde el 2006 y hasta el 2019 de 10 420 cabezas.

### Validación del modelo de simulación

La validación del modelo se realizó comparando los datos simulados con los reales reportados en la literatura nacional, para lo cual se utilizó la raíz cuadrada del error medio (root mean square error: RMSE) para determinar el grado de concordancia de ambos grupos de datos. El valor determinado, que se puede interpretar como la desviación estándar de la varianza inexplicada, fue de 12,3 %, el cual es un valor relativamente bajo y muestra que el modelo es bastante preciso realizando la predicción (Soto-Bravo y González-Lutz 2019), lo cual se nota claramente en la figura 1.

### Proyección la de población bufalina

De acuerdo con el comportamiento simulado del hato bufalino se realizó la proyección de esta especie hasta el 2025.

Los resultados de la simulación muestran que la población bufalina podría duplicarse en los próximos años (Figura 2) si se continua el manejo como hasta ahora. La simulación proyecta, con

base al comportamiento previo, que el hato nacional podría seguir expandiéndose, lo cual es congruente con lo observado en el campo.

De acuerdo con la simulación, para el 2025 el hato nacional bufalino podría ser de alrededor de 21 000 cabezas.

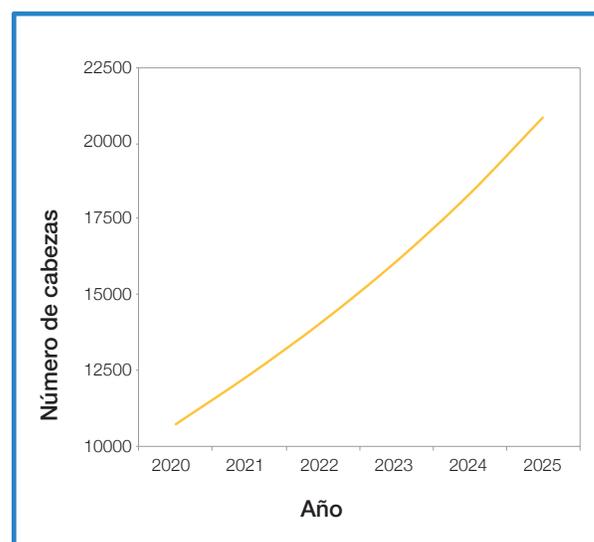


Figura 2. Proyección de la dinámica poblacional hasta el 2025 del búfalo de agua en Costa Rica.

## Implicaciones productivas

Aunque no forma parte de los objetivos de esta evaluación, se consideró pertinente la inclusión de una proyección productiva de leche y quesos debido al incremento en la demanda por estos productos. Si bien, también existe gran demanda por productos cárnicos, debido a que no se pudo acceder información relacionada con el peso de los búfalos que se llevan a plantas cosechadoras de carne, no se pudo incluir un análisis en este sentido.

## Leche

Una de las razones del crecimiento experimentado por el hato bufalino se explica por el reconocimiento que se le está dando a la leche de esta especie, lo que ha sido comprobado en estudios realizados (Patiño 2011), la cual es utilizada en gran parte para ser convertida a queso.

Debido al crecimiento que se ha experimentado en la demanda de queso, tanto fresco como de mozzarella además de otros productos fabricados con la leche, es importante conocer cuál podría ser el potencial productivo que se puede obtener en Costa Rica dado el crecimiento esperado de la población bufalina.

En este sentido y utilizando información de producción nacional (misma que fue validada con productores de búfalos en actividad denominada Día de Campo Bufalero, UTN, 18 Nov. 2022), la que ha sido estimada en 4 l día<sup>-1</sup> búfala<sup>-1</sup> durante 250 días de lactancia, se proponen dos escenarios, uno donde se ordeña el 30 % de las búfalas, y otro donde se ordeña el 50 % de ellas, y el total de leche se dedica a la producción de queso mozzarella. Para estos escenarios se utilizó la población simulada de búfalas adultas estimada por el modelo.

Los resultados muestran que, dependiendo de la cantidad de búfalas ordeñadas, la producción de leche se podría incrementar aproximadamente entre 1,1 y 1,8 millones de litros cuando se compara el 2021 con el 2025 (Cuadro 4). En términos diarios, la producción de leche pasaría de 4365 y 7276 l en el 2021 a 7319 y 12 199 l en el 2025 para cada uno de los dos escenarios considerados.

Las anteriores cantidades de leche convertida en queso, utilizando una relación de 4,5 l de leche por kilogramo de queso (4,5:1), totalizaría 594 y 989 t anuales para el 2025 en cada escenario. En términos económicos, la venta de estas cantidades de queso al precio actual, generaría un ingreso de 5,3 y 8,8 millones de dólares anuales en el 2025 considerando un precio de cinco mil colones por kilogramo de mozzarella fresco y una tasa de cambio de ₡560/\$.

Cuadro 4. Proyección de producción anual de leche, t, y queso mozzarella, t, de búfala según escenario de ordeño.

AÑO	Leche, t*	Queso, t*	Leche, t**	Queso, t**
2021	1.593.378	354,1	2.655.630	590,1
2022	1.813.110	402,9	3.021.850	671,5
2023	2.063.158	458,5	3.438.597	764,1
2024	2.347.765	521,7	3.912.942	869,5
2025	2.671.613	593,7	4.452.689	989,5

\* Se ordeña 30 % de las búfalas adultas; \*\* Se ordeña 50 % de las búfalas adultas.

Lo anterior muestra que el sector bufalero tiene un gran potencial productivo, el cual debería ser aprovechado dado el creciente interés por los productos lácteos de esta especie, aspecto que se ha venido reflejando en el aumento de la demanda de estos productos (Barrantes 2017, Barquero 2019).

## CONCLUSIONES

Los datos estadísticos y relacionados con parámetros técnicos generados en el país para esta especie son relativamente escasos, por lo que se debe incentivar la recopilación de este tipo de información dado el interés de los productores por expandir el sistema productivo con búfalos. La disponibilidad de mayor y mejor información estadística permitiría, no solo determinar parámetros técnicos con mayor precisión, sino también mejorar aquellos de importancia para la producción.

El modelo de simulación modeló con bastante precisión el desarrollo del hato bufalero nacional, el cual ha crecido sustancialmente, incrementándose significativamente la población principalmente a partir del 2006, y la perspectiva de continuar esa tendencia es muy clara y altamente probable dada las condiciones de mercado que estimula a los productores.

El potencial de producción de productos lácteos es grande, y debe no solamente ser aprovechado, sino también planificado para abarcar diferentes nichos de mercado, tanto a nivel nacional como internacional.

Sería recomendable difundir las propiedades nutricionales de los productos lácteos para favorecer y estimular aún más su consumo, ya que como se mencionó anteriormente, existe el potencial productivo para copar la demanda.

Lo anterior convierte a esta actividad en una alternativa productiva que puede y debe ser no solamente considerada, también apoyada y fortalecida desde el punto de vista técnico para mejorar aún más los rendimientos obtenidos por los productores.

## LITERATURA CITADA

- Almaguer, Y. 2007. El búfalo, una opción de la ganadería. Revista Electrónica de Veterinaria, 8(8):1-23.
- Barboza, G.; Barrantes, E. 2020. Sostenibilidad del pastoreo racional con búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) en un humedal Tropical: Finca Las Delicias, Guanacaste, Costa Rica. Informe de Investigación UTN. 40 pp.
- Barnston, A. 1992. Correspondence among the correlation, RMSE and Heidke Forecast Verification Measures; Refinement of the Heidke Score. Climate Analysis Center. Notes and Correspondence. Weather and Forecasting 7:609-709. Disponible en: <https://www.swpc.noaa.gov/sites/default/files/images/u30/Barnston,%20Anthony%20G.,%201992.pdf> Consultado 24 Nov. 2021.
- Barquero, M. 2019. Productos de búfalo ganan consumo poco a poco. Artículo de periódico La Nación. 21 de junio del 2019. Costa Rica.
- Barquero, M. 2007. Búfalos se utilizarán para producir queso especial. Artículo de periódico La Nación. 19 de agosto del 2007. Costa Rica.
- Barrantes, E. 2017. Situación de la Agrocadena del búfalo en Costa Rica. IV Seminario Nacional de Búfalos, Atenas, 22 p.
- Bourne, A. 1988. Evaluación de características reproductivas y productivas de un hato de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en la región Atlántica de Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Agronomía. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 92 p.
- Gaitán, M, García, M. 2019. Estudio de una línea de elaboración de queso mozzarella ecológico a partir de leche de búfala y de vaca. Tecnología de Industrias Agrarias y Alimentarias, Universidad Politécnica de Madrid. 108 p.
- Hernández-Herrera, G.; Lara-Rodríguez, D.; Velázquez-Luna, P.; Acar-Martínez, N.; Fernández-Figueroa, J.; Velázquez-Silvestre, M. 2018. Búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) un acercamiento al manejo sustentable en el sur de Veracruz, México. Agroproductividad, 11(10):27-32.
- INEC. 2015. VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados generales. San José, 146 p.

León, N. 2010. Caracterización físico-química del lomo (*Longissimus dorsi*) de búfalas de agua Murrah x Mediterráneo. Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 71 p.

López, L. 2019. Evaluación del crecimiento, composición de la canal y calidad de la carne de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en La Vega de Florencia, San Carlos. Tesis Lic. Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 147 p.

Mendoza, G.; Botero, R. 2001. El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*), Universidad EARTH, ppt, 26 slides.

Núñez, Z. 2015. Diseño de un sistema de producción de búfalos en pastoreo en la zona sur del país y la fabricación de productos cárnicos y lácteos. Tesis Ing. Industrial. Universidad de Costa Rica. 66 p

Patiño, E. 2011. Producción y calidad de la leche bubalina. Tecnología en Marcha, 24(5):25-35.

Rosales R. 2011. Situación del búfalo de agua en Costa Rica. Tecnología en Marcha, 24(5):19-24.

Rosales, R.; WingChing, R. 2007. Sistemas de producción bufalinos en Costa Rica. I. Cuantificación de la población y caracterización de los sistemas. Agronomía Costarricense 31(2):65-69.

Soto-Bravo, F.; González-Lutz, M. 2019. Análisis de métodos estadísticos para evaluar el desempeño de modelos de simulación en cultivos hortícolas. Agronomía Mesoamericana, 30(2):517-534.

Villegas, D. 2018. Evaluación del rendimiento productivo y calidad de la canal en: Búfalos (*Bubalus bubalis*), Simbrah (F1) y SenepolxBrahman (F1), enteros y castrados, en un sistema estabulado ubicado en Guápiles, Limón. Tesis Lic. Ing. Agrónomo. Universidad de Costa Rica 118 p.

## ANEXO 1

### Literatura de búfalos producida en Costa Rica

Arias, S. 2010. Repunta producción de búfalos en el país. Boletín de Ciencia y Tecnología, 99:1-4.

Barboza, G. 2011. Bondades ecológicas del búfalo de agua: camino a la certificación. Tecnología en Marcha 24(5):82-88.

Barboza, G.; Barrantes, E. 2020. Sostenibilidad del pastoreo racional con búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) en un humedal Tropical: Finca Las Delicias, Guanacaste, Costa Rica. Informe de Investigación UTN. 40 p.

Barquero, M. 2007. Búfalos se utilizarán para producir queso especial. Artículo de periódico La Nación. 19 de agosto del 2007. Costa Rica.

Barquero, M. 2019. Productos de búfalo ganan consumo poco a poco. Artículo de periódico La Nación. 21 de junio del 2019. Costa Rica.

Barrantes, E. 2019. Situación del búfalo en Costa Rica. Presentado en Congreso de ganado bufalino, Upala, 4 y 5 de setiembre, ppt 31 p.

Barrantes, E. 2017. Situación de la Agrocadena del búfalo en Costa Rica. IV Seminario Nacional de Búfalos, Atenas, ppt 22 p.

Bourne, A. 1988. Evaluación de características reproductivas y productivas de un hato de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en la región Atlántica de Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Agronomía. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 92 p.

Díaz, C.; WingChing, R-; Rosales, R. 2009. Factibilidad del establecimiento de un sistema de producción de engorde búfalos en pastoreo. Agronomía costarricense 33(2):183-191.

Fuentes, E.; Cardona, J. 2014. Digestibilidad de la materia seca *in situ* de cuatro forrajes tropicales en búfalos y bovinos de carne en la Región Huetar Norte, Costa Rica. Revista CES Medicina veterinaria y zootecnia 9(2):355.

INEC. 2015. VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados generales. San José, 146 p.

León, N. 2010. Caracterización físico-química del lomo (*Longissimus dorsi*) de búfalos de agua Murrah x Mediterráneo. Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 71 p.

López, L. 2019. Evaluación del crecimiento, composición de la canal y calidad de la carne de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en La Vega de Florencia, San Carlos. Tesis Lic. Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 147 p.

Molina-Sánchez, R. 2019. Cría y desarrollo del búfalo de agua en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha, 13(5):67-69. <https://doi.org/10.18845/tm.v13i0.2878>

Núñez, Z. 2015. Diseño de un sistema de producción de búfalos en pastoreo en la zona sur del país y la fabricación de productos cárnicos y lácteos. Tesis Ing. Industrial. Universidad de Costa Rica. 66 p.

Rosales R. 2011. Situación del búfalo de agua en Costa Rica. Tecnología en Marcha, 24(5):19-24.

Rosales, R. 2009. El búfalo de agua en Costa Rica. Una alternativa para la producción de leche y carne. ECAG informa, 50:14-18.

Rosales, R.; WingChing, R. 2007. Sistemas de producción bufalinos en Costa Rica. I. Cuantificación de la población y caracterización de los sistemas. Agronomía Costarricense 31(2):65-69.

Varela, E.; Cardona, J. 2012. Evaluación de un método de crianza artificial de becerros (*Bubalus bubalis*) descendientes de las razas Murrah y Mediterránea, en la Región Huetar Norte de Costa Rica. (FECHA APROXIMADA, NO DICE DONDE PUBLICÓ) 6 p.

Villegas, D. 2018. Evaluación del rendimiento productivo y calidad de la canal en: Búfalos (*Bubalus bubalis*), Simbrah (F1) y SenepolxBrahman (F1), enteros y castrados, en un sistema estabulado ubicado en Guápiles, Limón. Tesis Lic. Ing. Agrónomo. Universidad de Costa Rica 118 p.

Zava, M. 2013. Crece el interés por la cría de búfalos en Costa Rica. La Nación, p. 11.