

## EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO Y LA SIMETRÍA CORPORAL EN BÚFALOS DE LA RAZA BUFFALYPSO (*BUBALUS BUBALIS*) EN BOCAS DEL TORO, REPÚBLICA DE PANAMÁ

### EVOLUTION OF BODY GROWTH AND SYMMETRY IN BUFFALYPSO WATER BUFFALO (*BUBALUS BUBALIS*) IN BOCAS DEL TORO, REPUBLIC OF PANAMÁ

*Edil E. Araúz S.\**. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Zootecnia. Panamá. [edil.arauz@up.ac.pa](mailto:edil.arauz@up.ac.pa). <https://orcid.org/0000-0003-1204-0272>

*Josué Y. Vanegas*. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Zootecnia. Panamá. [josueyasser05@gmail.com](mailto:josueyasser05@gmail.com)

*José Ramón Binns*. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Desarrollo Agropecuario. Panamá. [jose.binns@up.ac.pa](mailto:jose.binns@up.ac.pa)

*Alex Solís*. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Zootecnia. Panamá. [alex.solis@up.ac.pa](mailto:alex.solis@up.ac.pa). <https://orcid.org/0000-0002-1764-2654>

*Alirio De Jesús Colmenares C.*. Investigador Independiente. Panamá. [aliriocolmenares28@gmail.com](mailto:aliriocolmenares28@gmail.com)

*José I. Norato A.* Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Zootecnia. Panamá. [jose.norato@up.ac.pa](mailto:jose.norato@up.ac.pa). <https://orcid.org/0000-0002-8356-6725>

*Milva L. Vergara*. Investigador Independiente. Panamá. [mdevvega@gmail.com](mailto:mdevvega@gmail.com)

\*Correo de Correspondencia: [edil.arauz@up.ac.pa](mailto:edil.arauz@up.ac.pa), [edilenriquea@gmail.com](mailto:edilenriquea@gmail.com)

Recibido: 11/08/2022

Aceptado: 05/01/2023

**RESUMEN.** La evolución del crecimiento y la simetría corporal fueron evaluadas en los primeros 36 meses de vida en 146 búfalos de la raza Buffalypso (*Bubalus bubalis*) según el sexo; bajo alimentación con pasto Tanner (*Brachiaria arrecta*), salvo en los lactantes en el clima tropical húmedo (ITH anual  $77.91 \pm 1.24$ ) en La Provincia de Bocas del Toro, República de Panamá. El peso y los índices simétricos corporales fueron diferentes en los primeros 36 meses de vida según el sexo ( $P < .001$ ). Los machos (61) y hembras (85) pesaron a los 12 meses (207.8 y 176 kg;  $p < .001$ ), 24 (306.6 y 248.1 kg;  $p < .001$ ) y 36 meses (373.77 y 368.1 kg,  $p > .05$ ); resultando los machos superiores en 18.04, 23.58 y 1.48% a las hembras; alcanzando entre 85 y 89% del peso racial Buffalypso. Las ganancias de pesos sectoriales fueron: lactantes (buceros 0.554 y bucerras 0.530 kg/día,  $P > .05$ ), 12 a 24 meses (machos 0.258 y hembras 0.146 kg/día,  $P < .01$ ), 24.1 a 30 meses (machos 0.419 y hembras 0.468 g/día,  $P > .05$ ) y de 30.1 a 36 meses (machos 0.160 y hembras 0.261 kg/día,  $P < .01$ ). Los índices simétricos corporales estuvieron correlacionados positivamente con la edad en ambos sexos (0.59 a 0.97,  $P < .0001$ ). La evolución del crecimiento según el peso y la simetría corporal fue sigmoideal polinómica en ambos sexos alimentación con Tanner, pero inferior al peso racial Buffalypso; indicando la necesidad de implementar ajustes en nutrición, alimentación, salud y manejo para incrementar el crecimiento y la productividad del Búfalo de Agua Buffalypso en Panamá.

**PALABRAS CLAVE:** búfalo de agua, crecimiento, raza Buffalypso, simetría corporal, Trópico.

**ABSTRACT.** The evolution of body growth and symmetric dimensions in the Buffalypso water buffalo (*Bubalus bubalis*) were evaluated by sex across the first 36 months under a feeding model based on Tanner (*Brachiaria arrecta*) at annual THI  $77.91 \pm 1.24$  °C in 146 buffaloes in Bocas del Toro Province, Republic of Panama. Body weight and symmetric indexes were different in the first 36 months ( $P < .001$ ). Body weight in males (61) and females (85) were at 12 months (207.8 and 176 kg,  $p < .001$ ), 24 (306.6 and 248.1 kg,  $p < .001$ ) and at 36 months (373.77 and 368.2 kg,  $p > .05$ ); resulting males heavier than females in 18.04, 23.58 and 1.48%. Those values represented 85 to 89% of the Buffalypso weight pattern. The sectorial body weight gains were highest in the first eight months (males 0.554 kg/day and females 0.530 kg/day,  $P > .05$ ), 12 to 24 months (males 0.258 and females 0.146 kg/day,  $P < .01$ ), 24.1 to 30 months (males 0.419 and females 0.468 kg/day,  $P > .05$ ); and from 30.1 to 36 months (males 0.160 and 0.261 kg/day,  $P < .01$ ). Body dimensional parameters were positively correlated to body weight and age in both sexes from 0.59 to 0.97 ( $P < .0001$ ). The evolution of body growth according to body weight showed a sigmoidal polinomic shape, but it was below the Buffalypso growth pattern under the feeding model based on Tanner, which indicated the needs for adjustments in nutrition, feeding, health and management to increase the growth rate and productivity of Buffalypso water buffalo in Panamá.

**KEYWORDS:** body Growth, Buffalypso Breed, Body Symmetry, Tropic, Water Buffalo.

## INTRODUCCIÓN

La raza Buffalypso es reconocida en la actualidad como el aporte del Dr. Stephen Bennett, quien a través de múltiples observaciones biológicas, científicas y técnicas estructuró un programa de cruzamientos ordenados para reducir la prevalencia e incidencia de enfermedades al aumentar la resistencia y mejorar la aptitud para la producción de carne a partir del Búfalo de Agua; utilizando otras razas bufalinas con aptitudes de leche y carne (Fonseca, 2016). El programa de cruzamiento del Dr. Bennett utilizó las razas de búfalos Murrah, Jaffarabadi, Nili-Ravi, Bhadawari y Surti con el Búfalo de Agua; a partir de los cuales se originó el espécimen *Bubalus bubalis*, cuyo nombre Buffalypso fue adjudicado al combinar las palabras búfalo y calypso por las características de la Isla Trinidad y Tobago (Fonseca, 2016). Desde entonces, el Búfalo que se ha utilizado en la región del Caribe, Suramérica y Centro América es mayoritariamente este tipo genético, salvo cuando se han importado otras razas; como: Murrah, Jaffarabadi, Mediterránea, Nili-Ravi y Surti procedentes de la India, Italia y Brasil. El búfalo de agua es una especie alternativa reconocida mundialmente para la producción de leche y carne a bajo costo por sus características biológicas y adaptación para emplear recursos forrajeros y relieves geográficos no utilizables por otros rumiantes (Almaguer, 2007); demostrando una mayor eficiencia y productividad (Fundora, 2015; Bertoni *et al.*, 2020).

El crecimiento corporal se fundamenta en la replicación celular (hiperplasia) y en el crecimiento de las células (hipertrofia); cuya forma sigmoidea tipifica a los bovinos desde el nacimiento hasta la adultez según el peso corporal y la edad (Owens *et al.*, 2014). Los búfalos poseen la mayor tasa de crecimiento entre los bovinos; alcanzando el peso para el sacrificio en periodos más cortos debido a la mayor conversión alimenticia para aprovechar los forrajes en comparación con los bovinos taurinos y cebuínos (Vale *et al.*, 2002; Angulo *et al.*, 2005; Fundora, 2015).

Los cambios en el peso y el tamaño hasta la adultez evidencian la complejidad del crecimiento en su contexto biológico, orgánico, sistémico y citológico; el cual se ha expresado en varios modelos matemáticos regresivos (Kratochvílová *et al.*, 2002). El crecimiento se cuantifica según los cambios en el peso corporal; pudiendo ser continuo o sectorial según la edad (Bavera *et al.*, 2005; Araúz, 2010; Araúz *et al.*, 2017). En consecuencia, el peso, la estatura y las condiciones de producción conforman el modelo bufalero y sus características productivas en base al microambiente y manejo integral para la producción bufalina sostenible (Almaguer, 2007; Crudeli, 2013; Bertoni *et al.*, 2020).

El búfalo de agua es una especie rumiante eficiente para producir carne y leche en los sistemas de pastoreo (Álvarez *et al.*, 2021); en especial en áreas donde los bovinos taurinos e indicus no son exitosos (Amorin *et al.*, 1999). El búfalo del mediterráneo ha sido evaluado para caracterizar su crecimiento desde el nacimiento hasta los 720 días (24 meses); encontrándose pesos entre 517 kg y 568 kg con curvas de crecimiento sigmoideas (Alves y Franzolin, 2015) con variaciones por nutrición, ambiente, genética y manejo (Fitzhugh, 1976; Alves y Franzolin, 2015).

El estudio del crecimiento y desarrollo del búfalo debe considerar el sexo, el sistema de crianza (amamantamiento directo versus alimentación especial) y el entorno micro ambiental (Kantharaja *et al.*, 2018). El crecimiento y desarrollo en los primeros tres años de vida del búfalo son críticos para los sistemas bufalinos, ya que representan la oportunidad de la venta de carne y leche. En

consecuencia, cada sistema de producción bufalino demanda de la evaluación del crecimiento y de los cambios en los índices simétricos corporales para determinar el patrón bioeconómico (Vale y Lourenzo, 2002).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la trayectoria del crecimiento corporal según el desarrollo somático continuo y sectorial con el apoyo de los principales índices simétricos en el búfalo de la raza Buffalypso según el sexo en los primeros 36 meses de vida en la alimentación a base de pasto Tanner (*Brachiaria arrecta*); con excepción de la fase lactante, en la Provincia de Bocas en el clima tropical húmedo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del estudio**

La investigación se realizó en la Unidad de Producción Bufalina Ganadera Atlántica S. A., Provincia de Bocas del Toro, República de Panamá; propiedad del Grupo Athanasiadis. Esta región tiene un clima tropical húmedo costero (Wikipedia, 2022). Los datos climáticos de la región mostraron una temperatura ambiental media anual de 25.8°C, precipitación pluvial anual 3342 mm, humedad relativa promedio 85% y los vientos oscilaron entre 1.0 a 5.0 km/hora (Climatic Data, 2018-2022). Las observaciones locales de temperatura ambiental y humedad relativa fueron obtenidas en 3 veces/mes a las 06 am, 12 md y 06 pm durante tres años según información climática disponible en Etesa (2018-2020).

### **Animales experimentales, categorías, peso y edad**

Se evaluaron 146 búfalos de agua de la raza Buffalypso [(61 machos (41.78%) y 85 hembras (58.22%)] para determinar la simétrica corporal y la morfología dimensional. Los animales identificados con aretes permanentes de plástico fueron categorizados en las siguientes clases: 1(<6 meses), 2(6.1 a 12 meses), 3(12.1 a 18 meses), 4(18.1 a 24 meses), 5(24.1. a 30 meses) y 6(30.1 a 36 meses). El peso y la edad fueron empleados para generar el crecimiento y tipificar el desarrollo corporal por sexo (Barrera *et al.*, 2020) y a la vez determinar la ganancia de peso sectorial (Araúz, 2010).

### **Perfil de alimentación y manejo nutricional**

El manejo alimentario incluyó el suministro de calostro y la leche para la etapa de lactante; uso del pasto Tanner (*Brachiaria arrecta*), gramíneas nativas y leguminosas propias del área. El pastoreo rotacional se realizó según el número de divisiones, la cobertura del pasto, el pastoreo máximo al 40% de uso de la biomasa inicial con una carga animal genérica de 1.666 animales por hectárea y una recuperación entre 20 y 26 días.

El pasto Tanner fue analizado según el método estándar de la AOAC (2010) y los resultados más relevantes fueron: contenido de fibra ácido detergente 38.7%, fibra neutro detergente 66.3%, proteína total 9.4%, proteína soluble 0.77%, nutrientes digestibles totales 61.7%, energía neta de

mantenimiento 1.39 Mcal/kg, energía neta de ganancia 0.84 Mcal/kg, Ca 0.21%, P 0.25%, Mg 0.15% y K 2.1% en base seca y la materia seca en campo fue 23.8% según el reporte del Laboratorio de Cooleche en Bugaba.

### Entorno físico para los búfalos en Ganadera Atlántico

El entorno físico para los búfalos presentó áreas con pasto Tanner (*Brachiaria arrecta*) con secciones inundadas y bosques. Las áreas de pastoreo presentaron una mayor inundación (Figura 1) en los meses lluviosos y menor inundación en los meses secos (figuras 2 y 3). Los meses más lluviosos fueron mayo a diciembre, con precipitaciones pluviales entre 272 a 286 mm/mes y los meses de sequía (enero a abril) con lluvias entre 183 a 126 mm/mes (Figuras 4 y 5).



**Figura 1 y 2.** Áreas de pastoreo con encharcamiento, bosques y pasto Tanner.



**Figura 3.** Mangas de pastoreo, cobertura forrajera y área inundada.





**Figura 4.** Pasturas en la época seca.



**Figura 5.** Pasturas en la época lluviosa.

### **Psicrometría, Índice Temperatura - Humedad y Estrés Calórico Potencial**

El entorno climático en la Provincia de Bocas del Toro, República de Panamá fue caracterizado según la información macro y microclimática (Climatic Data, 2018-2020) y Geotsy (2018 - 2021). El Índice de sensibilidad térmica para bovinos ( $ITH_{bovinos}$ ) se determinó mediante la ecuación (1) descrita por Dickmen y Hansen, 2009).

$$ITH_{bovinos} = (0.8 \times T_{db}) + [(RH/100) \times (T_{db} - 14.4)] + 46.4 \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde  $T_{db}$  es la temperatura del aire bulbo seco ( $^{\circ}C$ ) y RH es la Humedad Relativa (%)

### **Indicadores somáticos y simétricos del crecimiento y desarrollo corporal**

El peso corporal (kg) fue determinado con una balanza digital con barras estabilizadoras y Visor Zebra k2. La simetría corporal incluyó: altura a la cruz (AC), altura de grupa (AG), ancho entre hombros (AH), ancho de grupa (AG), largo de cabeza (LCZ), ancho de la cabeza (AC), largo corporal (LC), ancho de cabeza (ACZ) y perimetría torácica (PT); todos expresados en centímetros (cm) según Echeverry (2006).

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

El peso y los indicadores simétricos fueron analizados por varianza, regresión y correlación. En el análisis de varianza se utilizó los modelos aditivos  $Y_{ij} = u + A_i + e_{ij}$  y  $Y_{ijk} = u + A_i + B_k + (AB)_{ik} + e_{ijk}$ ; siendo  $Y_{ijk}$  = el peso y los índices simétricos,  $A_i$ : sexo  $i^{mo}$ ;  $B_k$ : la categoría por edad,  $(AB)_{ik}$  es la Interacción y  $e_{ijk}$  el residuo. La significancia empleada fue al 1% ( $P < .01$ ) y 5% ( $P < .05$ ) para la comparación de medias por Tukey (Gill, 1987) y Herrera y Barreras (2001).

La tendencia del crecimiento se obtuvo por regresión polinomial con el mayor coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$  ajustado) para la regresión

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + b_4X^4; \quad \text{Ecuación (2)}$$

Siendo Y el peso (kg), X la edad (meses),  $b_0$  fue el intercepto,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  y  $b_4$  fueron los coeficientes de regresión para el ajuste lineal, cuadrático, cúbico y cuártico. El análisis estadístico se realizó con el programa SAS (2004) según las directrices de Herrera y Barreras (2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tipificación microclimática del entorno de la explotación bufalina

El entorno climático de la Provincia de Bocas del Toro presentó una temperatura ambiental mínima de  $24.24 \pm 0.57$  °C, temperatura ambiental máxima anual  $29.33 \pm 0.62$  °C y el ITH anual fue  $77.66 \pm 1.28$ . El estrés térmico máximo diurno fue  $82.27 \pm 1.60$  con una duración episódica de 2 a tres 3 horas (Tablas 1 y 2). Estos valores representan un reto termoregulatorio para mantener el balance calórico corporal en el búfalo debido a las limitaciones sudoríparas por su morfohistología tegumentaria (Debarma *et al.*, 2018) y por la menor capacidad termolítica activa en comparación con los bovinos (Alves *et al.*, 2022). El episodio diferencial por estrés calórico diurno máximo fue de + 5.13 con potencial para causar alteraciones neurológicas, endocrinas, metabólicas y respiratorias en los bóvidos (Araúz *et al.*, 2010); especialmente en el búfalo (Alves *et al.*, 2022).

El entorno ambiental para el búfalo requiere masas de agua para la inmersión, la sombra natural densa y la nubosidad; los cuales se conjugan para evitar el sobrecalentamiento corporal (Barros *et al.*, 2016). Otros estudios indican que los búfalos expuestos entre 31.1 a 31.8 °C con un ITH de 79.7 a 80.6 pueden mantener la homeotermia (Barros *et al.*, 2021); aunque la termoneutralidad es de 15.5 a 21.2 °C (Narain, 1962).

**Tabla 1.** Perfil psicrométrico y climático mensual ajustado en la Provincia de Bocas.

Psicrometría	Meses anuales secuenciales											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Temperatura mínima (°c)	22	22	23	23	24	23	23	23	23	23	23	22
Temperatura máxima (°c)	28	29	29	30	30	30	29	30	30	29	29	29
Temperatura promedio (°c)	25.2	25.5	26.1	26.5	27.2	26.6	26.3	26.5	26.4	26.1	26.2	25.6
Precipitación pluvial (mm)	183	135	136	126	272	248	293	241	189	270	356	286
Humedad relativa (%)	79	77	78	80	85	86	85	85	86	87	86	82
Días más lluviosos (n°)	15	14	16	15	19	20	21	20	20	20	19	17
Fotoperiodo (hr)	7.2	7.7	7.9	8.1	7.8	7.9	7.4	7.8	8.3	7.9	7.0	6.7
ITH Promedio	75.1	75.4	76.4	77.3	79.0	78.2	77.6	77.9	77.8	77.5	77.5	76.1
ITH máximo	79.5	80.8	81.0	82.9	83.7	83.8	82.0	83.6	83.8	82.3	82.2	81.6

Ene (Enero), Feb (Febrero), Mar (Marzo), Abr (Abril), May (Mayo), Jun (Junio), Jul (Julio), Ago (Agosto), Sept (Septiembre), Oct (Octubre), Nov (Noviembre) y Dic (Diciembre).

**Tabla 2.** *Psicrometría media anual del entorno en la región Atlántica en Bocas del Toro.*

<b>Parámetro psicrométrico y unidades de expresión</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>CV (%)</b>
Temperatura Ambiental diaria (°C)	24.2	± 0.57	2.35
Temperatura Ambiental Mínima (° C)	22.8	±0.55	2.42
Temperatura Ambiental Máxima (° C)	29.3	± 0.62	2.13
Humedad Relativa (%)	83.0	± 3.44	4.14
Precipitación Pluvial Anual (mm)	2735	± 843.6	30.84
Precipitación Pluvial Mensual (mm)	227.9	± 70.30	30.84
Índice Temperatura - Humedad Promedio (°C%)	77.1	± 1.13	1.46
Índice Temperatura-Humedad Máximo Diurno °C%	82.3	± 1.60	1.94

DE Desviación Estándar CV Coeficiente de variación Observaciones climáticas en 3 años (108).

El estudio del reto calórico y la tolerancia térmica ambiental en los búfalos indica que aunque estos animales pueden adaptarse, ocurren alteraciones respiratorias para mantener el balance calórico sostenido en la zona endógena de la normotermia (Alves et al., 2022).

### **Evolución del peso corporal según la edad y el sexo**

El peso corporal y la tendencia del crecimiento en búfalos fueron diferentes entre las hembras y machos hasta los 36 meses ( $P < .0001$ ); resultando la edad el factor de mayor contribución variativa (Tabla 3); lo cual, coincide con los reportes de Barrera et al., (2014). El proceso del crecimiento postnatal es la proyección ordenada por vía genética que tipifica la aditividad de la hiperplasia e hipertrofia de los tejidos, órganos y sistemas (Hocquette et al., 2009), el cual depende de la disponibilidad de nutrientes (Hocquette, 1998; NRC, 2021). Los factores nutricionales son esenciales en la estructuración, el funcionamiento del complejo pluricelular y la biogénesis somática bajo la regulación endocrina del metabolismo durante el crecimiento (Hocquette, 2010).

En los bóvidos, el calostro representa la fuente primaria para proveer anticuerpos maternos y la leche que suministra los nutrientes al lactante en complemento con las reservas corporales adquiridas durante la vida intrauterina (Hafez, 1972; NRC, 2001). La producción de leche influye sobre el crecimiento del bucerro por su alto valor energético, protéico y mineral; mientras que evolucionan el sistema digestivo y metabólico hacia un rumiante (Wang et al., 2020).

**Tabla 3.** *Análisis de varianza para el peso corporal según el sexo y la edad en búfalos de la raza Buffalypso hasta los treinta y seis meses.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC Tipo III</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>P &gt;F</b>
Sexo (A)	1	127080.626	127080.626	42.78	<.0001
Grupos por Edad (B)	5	6633898.341	326779.000	446.67	<.0001
A*B	5	151907.991	30381.598	10.23	<.0001
Residuo	134	398033.885	2970.402		
Total	145	7341201.486			

GL (Grados de libertad), SC (Suma de Cuadrados) F (Índice de Fisher calculado)

Los pesos de los machos a los 6, 12, 18, 24, 30 y 36 meses fueron 133.36, 207.75, 263.54, 306.63, 341.56 y 373.77 kg; y en las hembras fueron 123.38, 176.45, 213.65, 248.12, 294.84 y 368.53 kg (Tabla 4). El peso de los machos fue superior en 14.21% a las hembras en +9.98, +31.30, +49.90, +58.51, +46.72, +5.44 kg entre los seis y treinta y seis meses, pero las hembras compensaron con una alta ganancia de peso en los últimos seis meses.

Este patrón de peso y crecimiento guardó un paralelismo con la tendencia del patrón en la raza Buffalypso, pero de inferior magnitud. El peso corporal fue menor a los hallazgos de Echeverri *et al.*, (2014); quienes reportaron pesos al destete, 12, 24, 30 y 36 meses de 160.36, 206.90, 333.71 y 435.70 kg; mientras que Fundora *et al.*, (2006) reportó en los machos a 12, 24 y 36 meses un peso de 225.89, 447.24 y 668.61 kg y en las hembras 176.45, 376.49 y 498.05 kg. Ambos reportes fueron superiores a los 36 meses en + 61.9 y +294.8 kg en los machos y +129.9 kg en las hembras en comparación con los resultados de la región Atlántica de Panamá.

El menor peso encontrado sugiere que el potencial nutricional de los forrajes fue insuficiente para proveer los nutrientes requeridos para el desarrollo muscular, esquelético y orgánico entre los 12 y 36 meses; sin embargo, las hembras mostraron un incremento de peso marcado entre los 30 y 36 meses en estrecha relación con la influencia de la gestación y del perfil hormonal luteal y placentario sobre la ganancia de peso (Senger, 1997; Barrera *et al.*, 2014). La raza Buffalypso posee un menor tamaño corporal y metabólico en comparación con las razas Jaffarabadi, Murrah y Nili-Ravi (Fonseca, 2016).

El consumo de alimento depende del peso corporal y metabólico, sexo, edad, salud y estado fisiológico (NRC, 2001). El mismo está representado por el consumo de materia seca en los búfalos que es de 2.20 a 3.15% del peso vivo; alcanzando entre 8.8 y 12.6 kg de materia seca por día o sean 22.0 a 31.5 g de materia seca/kg de peso corporal (Kelimeler, 2010).

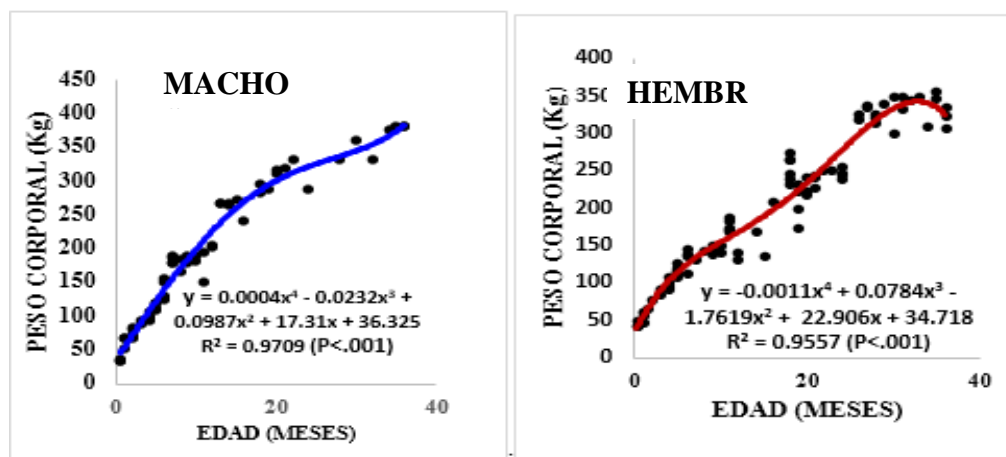
### **Patrón del crecimiento y desarrollo corporal**

La tendencia del peso corporal en los primeros 36 meses fue polinomial sigmoidea en ambos sexos; siendo los machos más pesados que las hembras (Gráfica 1 y 2); alcanzando 373.8 y 368.5 kg (Tabla 4). Mientras que Echeverri *et al.*, (2014) reportaron 435.70 kg y Fundora *et al.*, 668.53 kg en los machos y 498.05 kg en las hembras. Las diferencias en los pesos encontrados pueden atribuirse a factores alimentarios, nutricionales, sanitarios, microclimáticos y de manejo. La adultez somática del búfalo se alcanza a los 55 meses de edad (Méndez, *et al.*, 2015). Las hembras y machos presentaron diferencias en la evolución del crecimiento entre los 18 a 24 meses. La pendiente del crecimiento en los machos fue 0.6438 y en las hembras fue 0.5624 con un diferencial de 14.4% (Gráficas 1 y 2).



**Tabla 4.** Evolución del peso corporal promedio en búfalos de la raza Buffalypso según el sexo en los primeros 36 meses de vida en Ganadera Atlántico en Bocas del Toro.

Edad meses	Peso machos kg	Peso hembras kg	Edad meses	Peso machos kg	Peso hembras kg	Edad meses	Peso machos kg	Peso hembras kg
1	52.94	55.40	13	218.20	183.52	25	312.73	254.62
2	70.46	71.08	14	228.19	190.03	26	318.77	261.60
3	87.21	85.63	15	237.71	196.20	27	324.62	269.05
4	103.23	99.10	16	246.79	202.12	28	330.33	277.05
5	118.53	111.58	17	255.46	206.03	29	335.92	285.65
6	133.14	123.13	18	263.73	213.43	30	341.42	294.93
7	147.08	133.82	19	271.63	218.97	31	346.85	304.95
8	160.39	143.71	20	279.20	224.50	32	352.24	315.78
9	173.08	152.78	21	286.44	230.11	33	357.60	327.49
10	185.19	161.35	22	293.39	235.86	34	362.97	340.13
11	196.73	169.25	23	300.17	241.82	35	368.36	353.80
12	207.72	176.61	24	306.52	248.05	36	373.81	368.53



**Figura 1 y 2.** Tendencia del crecimiento y desarrollo según el peso corporal en búfalos y búfalas de la raza Buffalypso en los primeros 36 meses del ciclo de vida.

La tendencia del peso corporal durante los primeros 36 meses de vida por contraste logarítmico natural y polinómico tuvo un crecimiento normal en los primeros ocho meses de vida, pero subnormal entre los 9 y 24 meses; con una ligera respuesta compensatoria entre los 24 y 36 meses para los machos, pero sin alcanzar los valores óptimos del peso corporal y la ganancia de peso ideal. La tendencia del peso fue subnormal en los machos y hembras entre los 8 y 24 meses con un crecimiento compensatorio marcado entre los 24 y 36 meses; alcanzándose la mayor aproximación según los sexos entre los 30 a 36 meses.

### Ganancia de peso sectorial en búfalos y búfalas

El incremento somático en los machos fue superior a las hembras en los primeros meses de vida como lactantes; alcanzando .554 kg/día en los primeros 88 días de vida; mientras que en las

hembras fue .530 kg/día ( $p > .05$ ). La influencia del calostro materno para el lactante determina la inmunidad pasiva y el crecimiento temprano de los rumiantes (Quigly y Drewry, 1998; López y Heinrichs, 2022). La leche constituye la fuente primaria de nutrientes para los mamíferos; ya que la secreción láctea satisface los requerimientos nutricionales para el mantenimiento y para el crecimiento del bucerro por su contenido de grasa (7.64%), lactosa (4.83%), proteína (4.36%) y sólidos totales (17.96%) según Patiño (2011); así como por el contenido energético fisiológico de 1.055 kcal/kg (NRC, 2021).

La mayor tasa de ganancia de peso en bucerros es reportada para los modelos de crianza natural con búfalas lecheras en comparación con el sistema de cría con madres de bajo potencial lechero, acompañado de la separación materna (Boonbrahm et al., 2004). Este resultado no es deseable en las separaciones madre — hijo, ya que los bucerros son lentos para adaptarse al manejo como lactante en ausencia de la madre (Singh et al., 2019).

La tasa de ganancia de peso sectorial en los machos y hembras disminuyó gradualmente desde la etapa de lactante hasta los tres años de edad (Tabla 5). La leche de búfala beneficia el crecimiento y desarrollo de los animales jóvenes por el aporte de grasa (76.4 g/kg), lactosa (48.3 g/kg), proteína (43.6 g/kg) y minerales (10 g/kg) según (Patiño, 2011). La ganancia sectorial del peso ha sido utilizada en el ganado *Bos taurus* de las razas lecheras; facilitando la tipificación de la eficiencia en el crecimiento en los primeros 24 meses de vida (Araúz, 2017). La tendencia del crecimiento sectorial en machos y hembras fue diferente; resultando los machos lactantes con el mayor incremento somático; coincidiendo con los hallazgos en las crías de búfalas lecheras (Bosilli et al., 2020).

**Tabla 5.** Ganancia de peso sectorial ajustado por el peso al nacimiento en machos y hembras de la raza *Buffalypso* en 36 meses de vida.

Peso corporal y ganancia somática en los búfalos				Peso corporal y ganancia somática en las búfalas			
Edad (días)	Peso Sin Ajuste (kg)	Ganancia de Peso Ajustado (kg)	Ganancia Sectorial Ajustada (kg/día)	Edad (días)	Peso Sin Ajuste (kg)	Ganancia de Peso Ajustado (kg)	Ganancia Sectorial (kg/día)
88	83.92	+47.92	0.544a	104	91.17	+55.17	0.530a
239	169.19	+85.27	0.565a	303	156.03	+64.86	0.326b
366	203.67	+34.48	0.271a	365	184.16	+28.13	0.453b
652	277.60	+73.93	0.258a	735	238.14	+53.98	0.146b
756	321.15	+43.55	0.419a	832	283.50	+45.36	0.468a
1080	372.86	+51.71	0.160a	1023	333.40	+49.90	0.261b

Peso al nacer ( $36 \pm 3.2$  kg, 146 nacimientos) según bioregistros de ganadera Atlántico.

Ganancias sectoriales entre sexos con letras ab difiere al 1% ( $P < .01$ ) y aa no difieren al 5% ( $P > .05$ ).

### Indicadores dimensionales del perfil simétrico durante el crecimiento

Las dimensiones corporales en el búfalo son utilizadas de igual forma que en ganado bovino; no obstante, la morfometría del búfalo plantea diferencias en el área de la grupa, estatura a la cruz, anca, cabeza y en las extremidades (Echeverry, 2006). La estatura corporal y el largo de la cabeza

no fueron diferentes entre los sexos ( $P > .05$ ), pero si el ancho de la cadera según el sexo y la categoría por edad ( $P < .03$ ). Las hembras evolucionaron con una mayor amplitud pélvica, como se patroniza en las especies cuadrúpedas para cumplir con la gestación (Senger, 1997) y el parto (Purohit et al., 2012). La amplitud de los hombros también fue diferente entre los machos y las hembras entre los 12 y 36 meses de edad (Tabla 6). El sexo no fue un factor influyente en la estatura a la cruz, ancho y largo de cabeza y amplitud entre hombros ( $P > .05$ ); con ligeras diferencias en el perímetro torácico, longitud corporal y altura a la grupa entre los machos y hembras.

Las mayores dimensiones corporales en los machos obedecieron a su mayor capacidad de conversión alimenticia y al mayor crecimiento en comparación con las hembras (Crudeli y Konrad, 2013). Los machos presentaron las mayores dimensiones músculo esqueléticas y orgánicas; pero sin evidenciar una diferencia estadísticas ( $p > .05$ ) según la tipificación anatómica, morfométrica y metabólica sobre las búfalas (Tablas 6 y 7).

**Tabla 6.** Análisis de varianza para los parámetros dimensionales en la raza *Buffalypso*.

Parámetro Dimensional Corporal	Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculada y significancia	Coefficiente de Variación (%)
Altura a la cruz (cm)	Sexo	145	2.992	0.05 ns	17.22
Largo de cabeza (cm)	Sexo	145	2.956	0.18 ns	23.62
Ancho de cabeza (cm)	Sexo	145	3.424	0.09 ns	24.06
Ancho de hombro (cm)	Sexo	145	7.177	0.31 ns	22.61
Perímetro torácico (cm)	Sexo	145	1.714	0.01 ns	21.11
Longitud corporal (cm)	Sexo	145	0.587	0.01 ns	16.96
Altura de grupa (cm)	Sexo	145	0.259	0.01 ns	17.83

ns: No hay diferencias significativas al 5% entre los sexos ( $p > .05$ ).

En los machos y hembras ocurre el crecimiento compensatorio en función de la influencia ambiental y del manejo; sin embargo, las hembras logran un desarrollo somático, urogenital y pélvico superior a medida que avanza la edad para la reproducción (Ossa, 2015; Ossa y Velázquez, 2015). La pelvis de la búfala presenta una mayor área y un canal de parto más amplio que la vaca como requerimientos fetales a la hora del parto (Purohit et al., 2012).

El perímetro torácico, el largo total corporal y la altura a la cruz en los búfalos no fueron diferentes entre las hembras y machos en los primeros 36 meses de vida ( $P > .05$ ); aunque los machos fueron superiores en estos índices simétricos. Las diferencias morfométricas de varios indicadores según el sexo determinan cambios en la forma corporal que son modificadas durante el crecimiento y desarrollo hacia la adultez somática y reproductiva; destacando en las hembras la proyección pélvica y abdominal y en los machos la profundidad pectoral, el sector torácico y la longitud corporal. La estatura a la cruz resultó diferente entre las categorías por edad y peso corporal (Tabla 7); no obstante, entre ambos sexos no se detectó una diferencia estadística ( $P > .05$ ); la cual correspondió en los machos a 118.2 cm y en las hembras 95.5 cm. Entre los 6 y 24 meses, la estatura a la cruz fue de 101.3 cm y 128.5 cm en los machos y de 100.3 y 124.5 cm en las hembras (Tabla 7 y 8).

El conglomerado morfosimétrico del Buffalypso es descrito por varios índices dimensionales hasta los 36 meses; tomando en cuenta que las mismas son próximas al estado adulto, ya que la adultez del búfalo se alcanza a los 55 meses de edad (Pérez, 2007).

**Tabla 7.** *Estatura a la cruz promedio ajustada por edad en machos y hembras Buffalypso en la región Atlántica en Bocas del Toro.*

Edad (Meses)	Búfalos (cm)	Búfalas (cm)
6	101.3	100.3
12	116.5	113.3
18	124.0	120.1
24	128.5	124.5
30	134.6	130.1
36	146.9	138.3

**Tabla 8.** *Características somáticas y dimensionales ajustadas en búfalos y búfalas de la raza Buffalypso a los 36 meses de edad.*

Indicador Biológico	Expresión	Machos	Hembras	EEM
Peso Corporal	kg	372.85	333.40	31.17
Estatura a la cruz	cm	139.95	132.59	7.64
Largo de la cabeza	cm	64.26	57.15	4.02
Ancho de la cadera	cm	87.88	78.23	6.06
Ancho entre hombros	cm	66.55	63.25	4.85
Largo cráneo – isquiático	cm	207.77	193.68	11.35
Perímetro torácico	cm	169.42	155.19	10.71
Estatura a la grupa	cm	147.83	142.11	8.13

EEM (Error estándar de las medias para los sexos; Machos: 61 y Hembras: 85)

### Correlaciones del peso con los indicadores simétricos corporales

El perfil simétrico o dimensional en búfalos y búfalas estuvo correlacionado positivamente con el peso corporal y la edad ( $P < .0001$ ); como descriptores del biotipo morfométrico y somático en los primeros tres años de vida. El perímetro torácico en ambos sexos se correlacionó con la estatura, ancho de la cadera, amplitud de los hombros y longitud cráneo – isquiática entre 0.89 y 0.98 ( $P < .0001$ ). El peso corporal en los machos mostró la mayor correlación con la amplitud de la cadera y el perímetro torácico; mientras que en las hembras, la correlación sobresaliente fue entre la estatura a la cruz y la edad. Las correlaciones entre el peso y las dimensiones corporales coinciden con los reportes de Pérez (2007) y Crudeli y Konrad, (2013); indicando que el incremento del peso va acompañado de los cambios en el perfil simétrico corporal multidimensional y sistémico. Sin embargo, las condiciones de la alimentación y la calidad del forraje y las demás plantas nativas surten un efecto determinante en la contribución nutricional y en la evolución del crecimiento y desarrollo en el Búfalo de Agua debido a la naturaleza de las áreas empleadas para la producción bufalina (Fundora et al., 2015; Alves y Franzolin, 2015; Álvarez et al., 2021).

## **CONCLUSIONES**

El sexo y la edad influyeron en las características somatométricas y en la evolución del crecimiento de los búfalos Buffalypso bajo las condiciones del medio tropical húmedo; por lo que deberá tomarse en cuenta ambas condiciones como fuentes de variación en los estudios para caracterizar la biología del crecimiento, el desarrollo y el comportamiento fisiológico bajo una alimentación fundamentada en forraje exclusivo.

La evolución del peso corporal y las dimensiones mostraron un crecimiento sigmoideal polinómico en los búfalos y búfalas de la raza Buffalypso con una ganancia sectorial homogénea en la fase de lactante, pero a su vez con episodios irregulares de disminución y aumentos compensatorios a partir del destete hasta los 36 meses de vida.

El crecimiento y desarrollo de los búfalos de la raza Buffalypso en el sistema ganadero en pastoreo con pasto Tanner fueron inferiores al patrón somático de la raza; lo que sustenta la necesidad de implementar mejoras técnicas en nutrición, alimentación, salud y manejo mediante un programa estratégico integral para el trópico húmedo en las condiciones de Panamá.

## **CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES Y COAUTORES**

EEAS, JYV: Conceptualización y diseño del estudio, metodología e implementación experimental, formulación de la matriz de datos, análisis estadístico e interpretación, revisión de literatura, orientación del artículo, toma de datos, logística con la empresa ganadera Atlántico S. A. y la gerencia y gestión de los recursos, redacción, ajustes y correcciones finales.

JRB, ASC, JINA, MLV: Revisión científica del manuscrito, adecuaciones contextuales, estilo y mejoramiento del contenido en su perfil científico y aportes bibliográficos.

ADJCC: Aporte en el contexto biológico del búfalo y su ciclo de vida, manejo y enfoque biotécnico para la producción bufalina tropical y mejoramiento integral del manuscrito.

## **DECLARACION DE INTERESES**

Los autores **EDIL E. ARAÚZ<sup>1</sup>** Y **JOSUE Y. VANEGAS<sup>2</sup>** y los coautores **JOSE RAMÓN BINNS<sup>3</sup>**, **ALEX SOLIS C.<sup>4</sup>**, **ALIRIO DE JESUS COLMENARES C.<sup>5</sup>**, **JOSE I. NORATO A.<sup>6</sup>**, Y **MILBA L. VERGARA<sup>7</sup>** declaramos que no tenemos conflicto de intereses en el estudio ni en el artículo científico presentado.

## **AGRADECIMIENTO**

Los autores y coautores agradecemos al Sr Enrique Athanasiadis y Familia, Gerente General del Grupo Athanasiadis en la Provincia de Chiriquí y a la Empresa Ganadera Atlántico S. A. por contribuir y financiar parcialmente esta investigación y brindar el apoyo logístico pertinente.

## REFERENCIAS

- Almengor, P. Y. (2007). El búfalo, una opción de la ganadería. REDVET Rev. Electron <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807>
- Álvarez Macías, A., Aldo Bertoni, Daniel Mota Rojas y José Luis Dávalos. (2021). El sistema de producción doble propósito del búfalo de agua en México. BMeditores. <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/el-sistema-de-produccion-doble-proposito-en-bufalos-de-agua-en-mexico/>
- Alves T. C. y Franzolin R. (2015). Growth curve of buffalo grazing on a grass pasture. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015000900003>
- Alves, V. R., Lourenco de B. J., Jacintho Ch. A. M., Correa, B. V. A., Hanner M., Chaves O. C. M., and Garcia R. A. (2022). Dynamics of Thermolysis and Skin Microstructure in Water Buffaloes Reared in Humid Tropical Climate. A Microscopic and Thermographic Study. Front. Vet. Sci., 25 May 2022 Sec. Animal Behavior and Welfare. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.87120>
- Amorin, A., Hipólito, V., & Tonhati, B. E. (1999). Hipólit Melhoramento genético dos Búbalinos. Simposio paulista de bubalinocultura.
- Angulo, R. (2005). Características de la calidad de las canales bufalinas y vacunas Comercializadas en Medellín, Colombia. Grupo de estudio sobre búfalos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. , p. 5.
- Araúz, E. (2010). Principales registros biológicos para evaluar la capacidad funcional de la Vaca lechera y su importancia para mejorar el manejo y la eficiencia en la producción lechera. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/foros/principale>
- Araúz, E. E., A. G. Fuentes y N. Méndez. (2010). Alteración diurna de la carga calórica corporal e interrelación de las temperaturas rectal y láctea en vacas cruzadas (6/8 Bos taurus x 2/8 Bos indicus), Pardo Suizo y Holstein bajo estrés calórico diurno durante la época seca en el clima tropical húmedo. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504 2010 Volumen 11 Número 11 <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111110/111002.pdf> 1 <https://www.researchgate.net/publication/47727732>
- Araúz, E. E., E. E. Araúz y J. Norato. (2017). Perfil del desarrollo corporal en novillas Holstein y Pardo Suizo en Panamá y estrategias para cuidar el potencial lechero y el bienestar animal en el clima tropical. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/perfil-desarrollo-corporal-novillas-t40534.htm>
- Association of Official Analytical Chemists, 2010. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists. 18th Edition, AOAC International, Washington DC. <https://www.scirp.org/%28S%28lz5mqp453edsnp55rrgjt55%29%29/reference/reference-spapers.aspx?referenceid=2400880>



- Barrea, D. C., S. Pineda, D. A. Agudelo, M. J. Mazo y M. F. Cerón-Muñoz. (2014). Descripción de la curva de crecimiento en búfalos (*Bubalus bubalis Artiodactyla, Bovidae*) mediante modelos aditivos mixtos generalizados con suavizaciones. *Livestock Research for Rural Development* 26 (8) 2014. <http://www.lrrd.org/lrrd26/8/cont2608.htm>
- Barros, D. V. et al. (2016). Assessment of surface temperatures of buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) raised under tropical conditions using infrared thermography. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.68, p.422-430, 2016. Doi: 10.1590/1678-4162-8327.
- Barros, D. V. et al. (2021). Evaluation of thermal comfort, physiological, hematological, and seminal features of buffalo bulls in an artificial insemination station in a tropical environment. *Tropical Animal Health and Production*, v.47, p.805-813, 2015. Doi: 10.1007/s11250-015-0792-9.
- Bavera, G., Bocco, O., & Beguet, H. y. (2005). Crecimiento, desarrollo y precocidad. Obtenido de Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. : <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- Bennett, S. P., G. W. Garcia, P. Lampkin. (2007). The Buffalypso: the water buffalo of Trinidad and Tobago. *Ital. J. Anim. Sci.* Vol. 6, (Suppl. 2), 179-183, 2007. [https://www.researchgate.net/publication/41394258\\_The\\_buffalypso\\_The\\_water\\_buffalo\\_of\\_Trinidad\\_and\\_Tobago/fulltext/5689e65408ae1e63f1f90a3f/The-buffalypso-The-water-buffalo-of-Trinidad-and-Tobago.pdf](https://www.researchgate.net/publication/41394258_The_buffalypso_The_water_buffalo_of_Trinidad_and_Tobago/fulltext/5689e65408ae1e63f1f90a3f/The-buffalypso-The-water-buffalo-of-Trinidad-and-Tobago.pdf)
- Bertoni Aldo, Adolfo Álvarez-Macías, José Luis Dávalos-Flores y Daniel Mota-Rojas. (2020). Productividad de los búfalos de agua y sus expectativas de desarrollo en zonas tropicales Aldo. En: *El Búfalo de Agua en Latinoamérica*.
- Boonbrahm, N., Peters, K. J. and Intisang, W. (2004). The influence of calf rearing methods and milking methods on performance traits of crossbred dairy cattle in Thailand. *Milk yield and udder health. Arch. Tierz. Dummerstorf.* 47:211-224.
- Bosilli, C., M. Marchi, A. Costa and A. Borghese. (2020). Study of milk ability and its relationship with milk yield and somatic cell in Mediterranean Italian water buffalo. *Frontiers in veterinary science*, <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00432> Original Research. August, 2020.
- Climatic Data. (2022). Climatological data. [www.dataclimate.org](http://www.dataclimate.org).  
<https://es.climate-data.org/america-del-norte/panama/provincia-de-bocas-del-toro/bocas-del-toro-21380/>
- Crudeli, G. A. (2013). Evaluación del crecimiento en hembras y machos bubalinos en Argentina. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte v.37, n.2, p.115-120.
- Debbarma D., Uppal V., and Gupta A. (2018). Histomorphological study on regional distribution of hair follicles in buffalo sin. *Indian Vet J.* (2018) 95:36-40. Doi: 10.1155/2018/5345390

- Dikmen S. and P. J. Hansen. (2009). Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *J. Dairy Sci.* 92:109–116 doi:10.3168/jds.2008-1370.
- Echeverry, J. (2006.). Bufalometría de butoretas, en la Hacienda la Suiza, de propiedad el Fondo Ganadero del Centro, localizado en el Magdalena medio antioqueño. . Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE, Corrientes.pe.
- Etesa (2018-2020). El clima y el tiempo promedio anual en Bocas Del Toro. <https://es.weatherspark.com/y/16751/Clima-promedio-en-Bocas-del-Toro-Panam%C3%A1-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Fitzhugh, J. (1976). Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J Anim Sci*, 42:1036-1051.
- Fonseca, P., (2016). Conozca las razas de Búfalos que existen en Colombia. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-las-razas-de-bufalos-que-existen-en-colombia>
- Fundora, O. T. (2006). Curva de crecimiento y peso vivo de un rebaño de búfalos de río. *Revista cubana de ciencias agrícola.*, tomo 40.
- Fundora, O. (2015). Comportamiento de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) de la raza Buffalypso en sistemas de alimentación basados en pastoreo: quince años de investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal O. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 49, Número 2, 2015. 161. Fundora Instituto de Ciencia Animal, Cuba Correo electrónico: [ofundora@ica.co.cu](mailto:ofundora@ica.co.cu). <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193039698005.pdf>
- Geotsy, países y Territorios. (2022). Bocas del Toro, Panamá, Tiempo y Clima. <https://geotsy.com/es/panama/bocas-del-toro-97548/tiempo-y-clima>
- Hafez, E. S. (1972). *Desarrollo y Nutrición Animal*. Ed. Acribia. 472 Pag. Editorial Acribia, España.
- Hocquette J. F, Ortigues-Marty I, Pethick D. W, Herpin P and Fernandez X (1998). Nutritional and hormonal regulation of energy metabolism in skeletal muscles of meat-producing animals. *Livestock Production Science* 56, 115–143
- Experimentos pecuarios. Programa SAS. Escuela de Postgraduados de Chapingo, México.
- Hocquette, J. F. (2010). Endocrine regulation of muscle growth and body composition in
- Kantharaja, K. A. (2018.). Early Growth Performance Comparison of Weaned and Suckling
- Murrah Buffalo Calves under Institutional Situations. Division of Livestock Production Management, Indian Veterinary Research.

- Kelimeler A. M. (2010). Energy and nutrient requirements of buffaloes.
- Kocatepe Vet J (2010) 3 (2): 55-64
- Kratochvílová, M. H. (2002). Growth curve analysis in cattle from early maturity and mature body size viewpoints. Czech J. Anim. Sci. 47: 125.
- Lopez, A. J. and A. J. Heinrichs. (2022). Invited Review: The importance of colostrum to the new born dairy calf. J. Dairy Science 105:2733–2749. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030298758369>
- Méndez, M., Fraga, L., García, Y., Rodríguez, L., & Mora., G. (2015). Estimación de la curva de crecimiento en machos bubalinos en una empresa cubana. Instituto de Ciencia Animal., San José de las Lajas. Mayabeque. Cuba.
- NRC, 2001, 2021. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington State, USA.
- Ossa, P. A. (2015). Relación del tamaño corporal de búfalas con parámetros productivos en la bufalera Riomanso. Universidad de la Salle, Colombia. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1220&context=zootecnia>
- Owens, F. N., P. Dubeski, and C. F. Hansont. 1993. Factors that Alter the Growth and Development of Ruminants. Departments of Animal Science and +Nutritional Science, Oklahoma State University, Stillwater 74078. J. Anim. Sci., 71:3138-3150. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8270538/>
- Patiño, E. M. (2011). Producción y calidad de la leche bufalina Tecnología en Marcha, Vol. 24, N.º 5, Revista Especial 2011, P. 25-35. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835762.pdf>
- Purohit, G. N., P. Kumar, K. Solanki, Ch. Shekher y S. P. Yadav. (2012). Perspectives of Fetal Dystocia in Cattle and Buffalo. Veterinary Science Development, DOI: 10.4081/vsd.2012.e8
- Quigley, III, J. D. and J. J. Drewry. (1998). Nutrient and Immunity Transfer from Cow to Calf Pre- and Postcalving Tennessee Agricultural Experiment Station, Department of Animal Science, University of Tennessee, Knoxville 37901-1071. J. Dairy Sci 81:2779–2790 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030298758369>
- SAS. 2004. Analysis of variance and adjustments. En: Guía del programa SAS.
- Senger, P. (1997). Pathways to pregnancy and parturition. Washington State University. United States of America.
- Singh, P. K., M. L. Kamboj, S. Chandra, A. Kumar and N. Kumar. (2019). Influence of weaning on growth, health and behavior of buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. Indian J. Anim. Res., 53(5) 2019: 680-684 Print ISSN: 0367-6722 / Online ISSN: 0976-0555

Vale, W., & Lourenzo, J. (2002). Proceedings of the I<sup>ST</sup> Buffalo Symposium of Americas.

PRODEPA do Governo do Estado do Pará. Belén, Brazil. 613 pp.

Wang, Qiyang, Xiaomei Gao, Yunyan Yang, Caixia Zou, Yingbai Yang y Bo Lin. (2020). A comparative study on rumen ecology of water buffalo and cattle calves under similar feeding regime. *Vet Med Sci.* 2020; 6:746–754.

Wikipedia.(2022). Clasificación climática de Köppen. <https://es-cademic.com/dic.nsf/eswiki/270242>

Herrera, J. E. H. y Barreras, A. S. 2001. Manual de procedimiento: análisis estadísticos de Ruminants • R. Bras. Zootec. 44 (09) •Citado 01/08/2022.

vet.<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> Vol. VIII, N° 8, Agosto/2007–

Cattle. *Animal* (2010), 4:11, pp 1797–1809 & the Animal Consortium 2010. Doi: 10.1017/S1751731110001448