

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN



**“EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DEL MANATI
AMAZÓNICO (*Trichechus inunguis*) LACTANTE ALIMENTADO CON
CUATRO DIFERENTES DIETAS NO CONVENCIONALES”**

Presentada por:

PIERINA JOCELYN MENDOZA YENGLER

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO ZOOTECNISTA

Lima-Perú

2017

DEDICATORIA

A mis padres Celso y Rosella, por brindarme su apoyo, comprensión y tomar mis sueños como los suyos; a mi hermano Jonathan por ser mi ejemplo a seguir y compañero incondicional; y finalmente a mis abuelos Manuel y Francisco que desde el cielo me cuidan y guían mis pasos.

A todos los animales silvestres víctimas del tráfico ilegal, por un trabajo unido para la conservación de nuestra fauna.

A Dios por permitirme lograr cada una de mis metas y cuidarme.

En memoria de “Contamano” (manatí - víctima mortal de las secuelas de la caza ilegal de fauna silvestre).

AGRADECIMIENTOS

- Al Ph.D. Carlos Vilchez Perales, por su gran apoyo incondicional como patrocinador del presente trabajo.
- A la Oficina de Gestión de la Investigación (OGI), por brindar el financiamiento para la elaboración de la tesis.
- Al Centro de Rescate Amazónico (CREA), por la ayuda brindada en la elaboración del presente trabajo.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), en especial al Dr. Angel Alejandro Salazar Vega por facilitar el uso de las instalaciones.
- A todos mis amigos que me brindaron todo su apoyo a pesar de la distancia.
- Finalmente un gran agradecimiento a esta especie tan especial: el manatí amazónico.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	Manatíes: Consideraciones generales	3
2.1.1.	Taxonomía del manatí amazónico (<i>Trichechus inunguis</i>)	3
2.1.2.	Hábitat y distribución	4
2.1.3.	Morfología general	6
2.1.4.	Hábitos alimenticios	8
2.1.5.	Estado de conservación y amenazas	9
a.	Caza	10
b.	Embarcaciones y redes de pesca, mortalidad accidental, jóvenes huérfanos y cautiverio ilegal.	12
c.	Pérdida de hábitat y contaminación	13
d.	Desconocimiento de la especie	13
2.1.6.	Importancia de la especie y su rol ecológico	14
2.2.	Anatomía y fisiología digestiva	16
2.3.	Composición de la leche materna del manatí amazónico (<i>Trichechus inunguis</i>)	24
2.4.	Manejo nutricional de lactantes en cautiverio	26
2.4.1.	Alimentación de lactantes	26
2.4.2.	Alimentación en etapa adulta	28
2.5.	Biometría y crecimiento	29
2.6.	Características bioquímicas de la sangre	30
2.6.1.	Glucosa	37

2.6.2. Lípidos	37
2.6.3. Úrea	38
2.6.4. Creatinina	39
2.6.5. Proteína total	39
III. MATERIALES Y METODOS	41
3.1. Lugar y duración	41
3.2. Instalaciones y equipos	42
3.3. Animales evaluados	42
3.4. Alimentación	43
3.5. Dietas evaluadas	45
3.6. Metodología para caracterización de las dietas	48
3.7. Peso vivo, ganancia de peso y biometría	48
3.8. Consumo de alimento y conversión alimenticia (CA) por periodo (14 días)	50
3.9. Metodología para caracterización de las heces	51
3.10. Metodología para determinación de digestibilidad	53
3.11. Metodología para extracción de sangre	53
3.12. Metodología para colección de leche materna	55
3.13. Diseño estadístico	57
3.14. Análisis de datos de bioquímica sanguínea	57
3.15. Análisis de datos de peso y biometría	57
3.16. Análisis de composición de las heces	58
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1. Peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia	59
4.2. Relación peso y biometría	63
4.3. Tiempo de tránsito y retención máxima	68

4.4.	Caracterización de las heces y digestibilidad	71
4.5.	Bioquímica sanguínea	75
4.5.1.	Bioquímica sanguínea de los animales evaluados	75
4.5.2.	Bioquímica sanguínea de cría nacida en semi-cautiverio alimentada con leche materna	81
4.6.	Composición de leche materna de manatí amazónico	84
V.	CONCLUSIONES	88
VI.	RECOMENDACIONES	89
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
VIII.	ANEXOS	106

ÍNDICE DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Pág.</u>
1	Clasificación taxonómica del manatí amazónico (<i>Trichechus inunguis</i>).	3
2	Reporte de peso y longitud corporal de <i>T. inunguis</i> y <i>T. manatus</i> por diferentes autores.	7
3	Categorización por edad según longitud corporal del <i>T. inunguis</i> y <i>T. manatus</i> .	8
4	Porcentaje del total de digestión en diferentes compartimentos del tracto digestivo del manatí.	20
5	Valores medios reportados de análisis proximal de leche de <i>T. manatus</i> y <i>T. inunguis</i>	25
6	Valores medios reportados de análisis bioquímico sanguíneo de <i>T. manatus</i> .	35
7	Valores medios reportados de análisis bioquímico sanguíneo de <i>T. inunguis</i> .	36
8	Información y codificación de las crías evaluadas en el experimento.	43
9	Composición nutricional calculada de las dietas evaluadas.	45
10	Análisis químico proximal de las dietas evaluadas.	46
11	Contenido nutricional del producto Milk Matrix 33/40.	46
12	Contenido nutricional del producto NAN® sin lactosa.	47
13	Medias de peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia acumulada de las cuatro dietas experimentales en 14 días de evaluación.	59
14	Medias (\pm Desviación estándar) y uniformidad de los pesos vivos iniciales, intermedios y finales para cada dieta experimental.	62

15	Media, desviación estándar, máximos y mínimos de los datos recaudados en la biometría de las cuatro crías de manatí amazónico (<i>Trichechus inunguis</i>) evaluadas (N=32).	64
16	Coefficientes de correlación de las medidas biométricas con el peso vivo de crías de manatí amazónico al inicio y final de los cuatro periodos de evaluación.	64
17	Media y desviación estándar del tiempo de tránsito y retención máximo de las cuatro dietas evaluadas en los periodos 1 y 3.	68
18	Medias, desviación estándar, mínimos y máximos del tiempo de tránsito y retención máxima de manatí amazónico lactante en cautiverio.	69
19	Análisis proximal de las heces de las cuatro dietas evaluadas.	71
20	Digestibilidad de los nutrientes de las cuatro dietas evaluadas.	72
21	Bioquímica sanguínea inicial de los cuatro animales evaluados.	77
22	Bioquímica sanguínea final de los cuatro animales evaluados.	77
23	Bioquímica sanguínea de una cría de manatí amazónico nacida en semi-cautiverio alimentado con leche materna y crías alimentadas con formula láctea artificial.	81
24	Contenido nutricional de la leche materna de manatí amazónico (1 ^{er} -2 ^{do} trimestre de lactación).	85

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Pág.</u>
1	Distribución mundial de los Sirénidos.	4
2	Distribución del manatí amazónico (<i>Trichechus inunguis</i>).	5
3	El rol ecológico del manatí en el ecosistema.	15
4	Anatomía del hocico del manatí Amazónico.	16
5	Fotografía del tracto digestivo del <i>Trichechus manatus</i>	19
6	Esquema de la anatomía del tracto digestivo del manatí.	19
7	Alimentación de cría de <i>T. inunguis</i> en cautiverio.	26
8	Alimentación con Huama (<i>Pistia stratiotes</i>) a un manatí amazónico adulto.	29
9	Mapa de ubicación del Centro de Rescate Amazónico.	41
10	Instalaciones de la Zona de Cuarentena del Centro de Rescate Amazónico.	42
11	Gráfica de las etapas del experimento, duración y actividades.	44
12	Sustitutos lácteos utilizados (Zoologic Milk Matrix y Nan® sin lactosa).	45
13	Medidas biométricas realizadas a manatíes lactantes.	49
14	Manejo de los animales para la biometría y pesaje.	50
15	Uso de óxido de cromo como marcador externo para caracterización de las heces.	51
16	Coloración de las heces colectadas y su almacenamiento.	52
17	Colección de sangre para análisis bioquímico con Equipo MultiCare-in.	54
18	Colección de sangre de la cría nacida en semicautiverio.	55
19	Colección de leche materna de manatí amazónico en semi-cautiverio.	56

20	Progreso de pesos promedio durante los periodos de evaluación para cada dieta.	62
21	Gráfico de regresión lineal A. Peso vivo-longitud total, B. Peso vivo-longitud total curvada y C. Peso vivo-circunferencia; (N=32) de crías de manatí amazónico (<i>Trichechus inunguis</i>) en cautiverio.	66

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>Anexo</u>		<u>Pág.</u>
1	Resultados de los pesos, ganancia de pesos, consumo de alimento y conversión alimenticia de las cuatro dietas evaluadas de las cuatro crías de manatí amazónico durante los cuatro periodos de evaluación.	107
2	Registros de la temperatura ambiental, temperatura y pH del agua durante los periodos 1, 2 y 4.	108
3	Resultados de las mediciones biométricas de las cuatro crías de manatí amazónico durante los cuatro periodos de evaluación.	109
4	Resumen de los resultados del tiempo de tránsito y retención de las cuatro dietas evaluadas durante el periodo 1 y 3.	110
5	Informe de análisis de contenido de cromo en heces de las cuatro dietas evaluadas.	111
6	Informe de los resultados de los análisis bioquímicos sanguíneos de las crías alimentadas por las cuatro dietas evaluadas y de la cría nacida en cautiverio.	112
7	Informe del ensayo de análisis de proteína de leche de Manatí Amazónico.	114
8	Informe del ensayo de densidad y Sólidos Totales de la leche de Manatí Amazónico.	115

EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DEL MANATÍ AMAZÓNICO (*Trichechus inunguis*) LACTANTE ALIMENTADO CON CUATRO DIFERENTES DIETAS NO CONVENCIONALES.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el perfil nutricional de crías del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) en cautiverio alimentados con cuatro dietas no convencionales en relación a variables de desempeño zootécnico, digestibilidad, perfil sanguíneo y biometría. Cuatro individuos (2 machos y 2 hembras), con peso medio de 28.95 kg de y 8.75 meses de edad, fueron distribuidos de acuerdo a un diseño cuadrado latino (DCL) (4x4), de 14 días/periodo y 7 días entre periodos (adaptación), alimentados con las siguientes dietas: D1 (Milk matrix 25% - Nan ® 75%), D2 (Milk matrix 50% - Nan ® 50%), D3 (Milk matrix 75% - Nan ® 25%) y D4 (Milk matrix 100%). Las variables evaluadas fueron: digestibilidad aparente (CDA) y tiempo de tránsito (TT); bioquímica sanguínea de proteína total (PT), albúmina (ALB), glucosa (GLU), triglicéridos (TRI), colesterol (COL), creatinina (CRE) y urea (UR); consumo de alimento; peso vivo y mediciones biométricas: longitud total (LT), longitud total curvada (LTC), circunferencia (CIR), ancho de aleta (AA), ancho de cola (AC) y pedúnculo (PED). Los datos obtenidos fueron sometidos a un ANOVA de un factor y la comparación de medias se realizó con la prueba Duncan, mediante el programa estadístico IBM SPSS 24.0. Con fines comparativos se realizó el AQP de la leche materna de dos madres lactantes durante el 1^{er} y 2^{do} semestre de lactación y se realizaron las mismas mediciones bioquímicas sanguíneas en una cría lactante en semi-cautiverio. Respecto al desempeño zootécnico, la dieta 3 evidenció una mejor conversión alimenticia ($p < 0.05$) y mayor ritmo de crecimiento. Se reportaron datos observacionales de TT y CDA para crías lactantes. Respecto a los valores sanguíneos de ALB, PT, COL, TRI, UR, CRE y GLU no se presentó diferencias significativas entre las dietas. Se puede concluir que la dieta 3 (Milk matrix 75% - Nan ® 25%) presentó un mayor desempeño zootécnico; asimismo ninguna dieta afectó significativamente la bioquímica sanguínea manteniéndose dentro de los rangos normales anteriormente reportado para crías del manatí amazónico.

Palabras claves: Manatí amazónico, perfil nutricional, desempeño zootécnico, biometría, digestibilidad aparente, bioquímica sanguínea.

EVALUATION OF NUTRITIONAL PROFILE OF AMAZONIAN MANATEE (*Trichechus inunguis*) CALVES FEEDING WITH FOUR UNCONVENTIONAL DIETS.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the nutritional profile of captive calves of the Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*) feeding with four unconventional diets in relation to zootechnical performance, digestibility, blood profile and biometrics. Four individuals (2 males and 2 females), with an average weight of 28.95 kg and 8.75 months of age, were distributed according to a LCD (4x4), of 14 days / period and 7 days between periods (adaptation), they were feeding with the following diets: D1 (Milk matrix 25% - Nan ® 75%), D2 (Milk matrix 50% - Nan ® 50%), D3 (Milk matrix 75% - Nan ® 25%) and D4 (100% Milk matrix). The evaluated variables were: apparent digestibility (AD) and transit time (TT); total protein blood (TP), albumin (ALB), glucose (GLU), triglycerides (TRI), cholesterol (CHO), creatinine (CRE) and urea (UR); food consumption; body weight and biometric measurements: total length (TL), total curved length (TCL), circumference (CIR), fin width (FW), tail width (TW) and peduncle (PED). The obtained data were submitted to a one-way ANOVA and the means comparison was performed with the Duncan test, using the statistical software IBM SPSS 24.0. For comparative purposes, the PCA of the breast milk of two lactating mothers was performed during the 1st and 2nd semester of lactation and the same blood biochemical measurements were performed in a semi-captive infant calf. Regarding the zootechnical performance, the D3 showed the best feed conversion ($p < 0.05$) and a higher rate of growth. Observational data from TT and CDA for infant offspring were reported. Regarding the blood values of ALB, PT, COL, TRI, UR, CRE and GLU, there were no significant differences between diets ($p \geq 0.05$). It can be concluded that the diet 3 (Milk matrix 75% - Nan ® 25%) presented a higher zootechnical performance; likewise no diet significantly affected the blood biochemistry remaining within the normal ranges previously reported for offspring of the Amazonian manatee.

Key words: Amazonian manatee, nutritional profile, zootechnical performance, biometry, apparent digestibility, blood biochemistry.

I. INTRODUCCIÓN

Los manatíes son mamíferos acuáticos del Orden Sirenia, se alimentan de la vegetación existente en ríos, lagunas y costas en las que habita. Contribuye a la fertilización del agua y a la producción de plancton, siendo una especie de alto valor ecológico y tiene una función significativa dentro del ecosistema. Este animal es perteneciente al Género *Trichechus*, el cual se divide en tres especies: *Trichechus senegalensis* (manatí de África Occidental), *Trichechus manatus* (manatí antillano o del Caribe) y *Trichechus inunguis* (manatí amazónico).

El manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) es endémico de la cuenca amazónica, ocupando cuerpos de agua en Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. Aspectos como una baja natalidad (una cría cada dos años), caza clandestina, sobreexplotación, alteración y pérdida de hábitat, y efectos negativos de la pesca (impacto con embarcaciones); han ubicado a estos animales como especie en peligro de extinción siendo incluido en el Apéndice I de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y está considerado en situación vulnerable por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales). Actualmente, está considerado como “especie amazónica protegida” bajo el Reglamento de Ordenamiento Pesquero de la Amazonia Peruana (Resolución Ministerial N° 147-2001-PE) y catalogada “en peligro de extinción a nivel nacional” (Decreto Supremo N° 034-2004-AG).

En la Reserva Nacional Pacaya – Samiria (RNPS) la caza promedio por año registrada es de 35 individuos, siendo la mayoría en la subcuenca del río Ucayali (27.5 individuos/año); la caza es la principal amenaza responsable del desmedro de la población del manatí amazónico y de esta manera el número de crías lactantes huérfanas ha incrementado.

Las posibilidades de supervivencia de las crías son muy bajas no sólo por su temprana edad y gran susceptibilidad al estrés del cautiverio, si no también debido a la singular composición de la leche materna, la cual presenta gran dificultad de ser sustituida por fórmulas lácteas de forma exitosa que sean aceptadas por las crías y que cubran los requerimientos nutricionales de los animales.

El proceso de rehabilitación en los centros de rescate está basado en técnicas veterinarias de las cuales se tiene más información, como son: constantes hemáticas y bioquímicas, inmunología, contenido de minerales séricos, tratamientos médicos, constantes fisiológicas y sanidad. Sin embargo, los puntos críticos en el proceso de rehabilitación de estos animales es su alimentación, esto debido a que se tiene poca información sobre el desempeño zootécnico, metabolismo y perfil nutricional de esta especie. La mayor parte de los reportes en el ámbito nutricional de los manatíes, se han realizado en la especie *T. manatus*, y los pocos datos que se tiene del manatí amazónico (*T. inunguis*) se han obtenido en Brasil. Se debe tener en cuenta que el manejo alimenticio en cautiverio, las diferencias fisiológicas y anatómicas entre especies, y las condiciones climatológicas; son factores que influyen en el comportamiento de la especie.

El conocer el perfil nutricional de esta especie en cautiverio ayudará a determinar el efecto de la dieta suministrada y los requerimientos nutricionales, lo cual es una información relevante para ser incluida en los programas de alimentación del proceso de rehabilitación para la conservación del manatí amazónico y de esta manera liberar animales con un estado nutricional capaz de reintroducirse adecuadamente a su medio natural. De este modo las estrategias de conservación deben ser las adecuadas para la especie en específico, tomando en cuenta su morfología, fisiología digestiva, metabolismo, alimentación, reproducción y conducta social.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es evaluar el perfil nutricional del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) lactante en cautiverio alimentados con cuatro dietas no convencionales, considerando sus constantes de bioquímica sanguínea, desempeño zootécnico y composición nutricional de la leche materna.

II. REVISIÓN LITERARIA

2.1. Manatíes: consideraciones generales

2.1.1. Taxonomía del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*)

Los manatíes son mamíferos acuáticos pertenecientes al superorden de Paenungulata (Carmo, 2009), dentro del cual forman parte del orden Sirenia (Flores-Cascante, 2010). Dos familias componen el orden Sirenia: la familia Dugongidae, incluye el dugongo (*Dugong dugong*) y la extinta vaca marina de Steller (*Hydrodamalis gigas*); y la familia Trichechidae, la cual es monogénica y está representada por los manatíes dividido en tres especies: manatí de África occidental o de Senegal (*Trichechus senegalensis*), manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) y manatí marino (*Trichechus manatus*) (Vanoye, 2002). La especie *T. manatus* está subdividida en dos subespecies: manatí de Florida (*Trichechus manatus latirostris*) y el manatí de las Antillas (*Trichechus manatus manatus*) (Reep & Bonde, 2006).

Los datos obtenidos de la clasificación taxonómica exclusiva del manatí amazónico han sido recopilados y reportados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (IUCN), cuya información se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Clasificación taxonómica del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*).

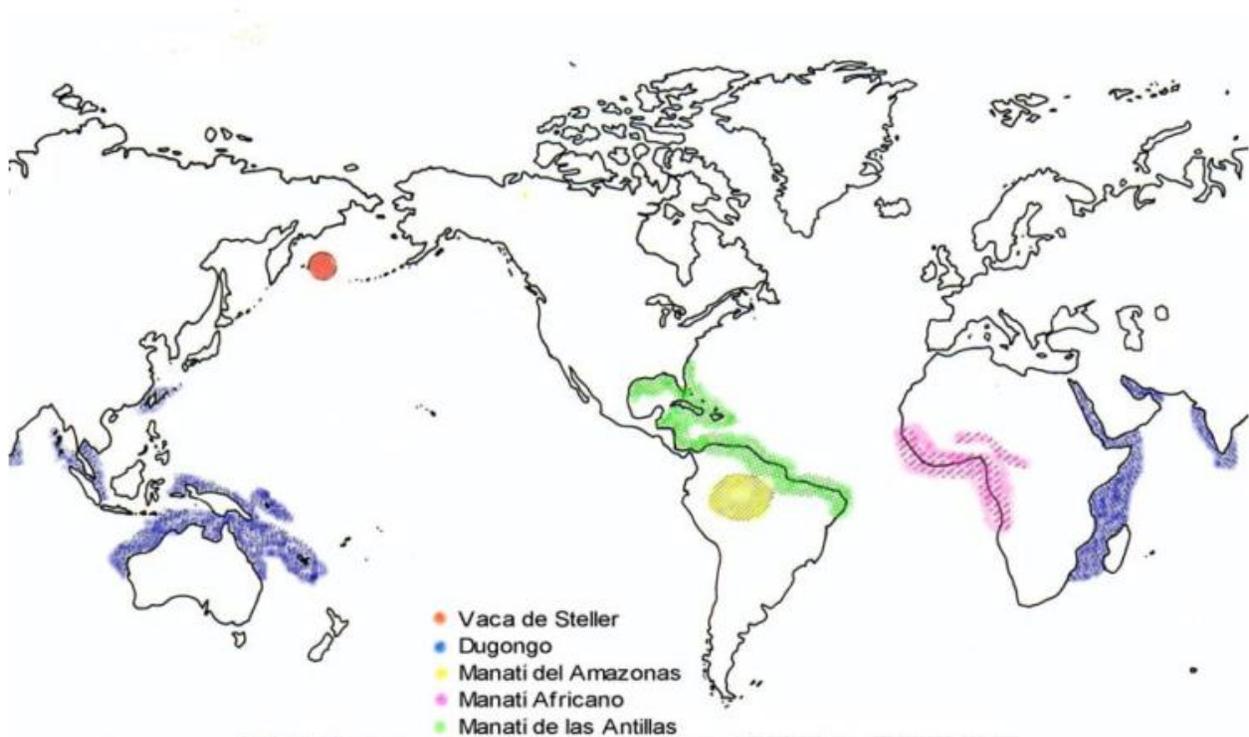
Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Sirenia
Familia	Trichechidae
Genero	<i>Trichechus spp.</i>
Especie	<i>Trichechus inunguis</i> (Natterer, 1883)

FUENTE: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN, 2013)

2.1.2. Hábitat y distribución

Los sirénidos presentan adaptaciones evolutivas de gran importancia que les han permitido explotar nichos acuáticos que otros mamíferos no han ocupado (Reep y Bonde, 2006). Con excepción de la vaca marina de Steller, que habitaba el Mar de Bering, todos los miembros recientes del orden están restringidos a aguas cálidas tropicales o subtropicales (Best, 1981). El mapa de referencia de la distribución mundial de las cinco especies de sirénidos reportadas se presenta en la Figura 1.

Figura 1: Distribución mundial de los Sirénidos.



FUENTE: Vanoye (2002)

El manatí amazónico es endémico de la cuenca Amazónica, ocupando cuerpos de agua de cuatro países: Brasil, Colombia, Ecuador y Perú, las aguas donde habitan son tranquilas con abundante vegetación acuática (Domning, 1980; Timm & Clauson, 1986). En el Perú la especie ha sido reportada principalmente en ríos dentro de la región de Loreto (Soini et al., 1996). El manatí amazónico dentro del territorio peruano ha sido reportado en los ríos Napo, Purus, Nanay, Orosa, Yavari, Yaguas, Putumayo, Yanayacu Grande y Tapiche (Reeves, 1996) y en todos los ríos

principales de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (Rio Tigre ó Marañón, Ucayali y Huallaga) (Tovar & Vasquez, 1992).

Rosas (1994) describió la distribución del manatí amazónico (*T. inunguis*) entre los ríos de Colombia, Perú, Brasil y Ecuador, el cual se presenta en la Figura 2.

Figura 2: Distribución del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*).



FUENTE: Rosas (1994)

El hábitat más frecuente del *T. inunguis* son lagos de inundación de aguas negras, meandros, y canales de los sistemas ribereños de aguas blancas (Bertram & Bertram, 1973).

Las aguas tropicales normalmente se encuentra en sitios con temperaturas entre los 24 ° y 26 °C (Arriaga et al., 1993 citado por Vanoye, 2002), por lo que los manatíes en vida libre son sensibles al agua fría, y en cautividad se recomienda tenerlos en rangos de temperatura entre los 23° y 29°C ya que cuando han sido mantenidos por debajo de los 20°C se ha observado cambios en su comportamiento y pérdida del apetito. Temperaturas superiores de los 31°C puede resultar una

depresión y pérdida del apetito en huérfanos jóvenes. Los individuos adultos pueden adaptarse a variaciones un poco altas de temperaturas poco más de 32 °C (Miller & Fowler, 1999). Específicamente, el manatí amazónico prefiere aguas con temperaturas de 25 a 30 °C, pH de 5.5 a 6, corrientes lentas y de abundante vegetación. Además es el único en su género que habita exclusivamente en agua dulce (Timm et al., 1986).

2.1.3. Morfología general

El *Trichechus inunguis* se diferencia claramente de los demás manatíes especialmente por el tamaño, color y la ausencia de uñas en las aletas (Castelblanco, 2000). Al igual que los demás manatíes, es ampliamente conocido por el nombre común de vaca marina (Calvimontes, 2009).

Respecto a su morfología, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) menciona que el manatí amazónico posee un cuerpo fusiforme, hidrodinámico y con forma de torpedo de color gris con manchas rosadas propias de cada espécimen en la región ventral, carecen de miembros posteriores, ni locomoción terrestre, y su parto tiene lugar en el agua. Su gran cola es horizontalmente aplanada y sus aletas anteriores poseen cinco dígitos cubiertos con una gruesa capa de piel, lo cual le ofrece movilidad y estabilidad al nadar (Rosas, 1994; Reep & Bonde, 2006).

El manatí no posee cuello notable, sus orejas carecen del pabellón externo, los ojos son pequeños y están rodeados de un músculo en forma de esfínter que realiza la función de un párpado y poseen una delgada membrana translúcida que les permite ver mejor bajo el agua y en bajas condiciones de luminosidad (Flores-Cascante, 2010). Su hocico es chato y está compuesto por labios flexibles carnosos provistos de cerdas (vibrisas); sobre el hocico se encuentran las narinas, las cuales se cierran al sumergirse en el agua. Carecen de dientes caninos e incisivos funcionales, solo presentan dientes molares (Rosas, 1994).

Se han reportado diferentes datos de longitud y peso corporal del *T. inunguis* y *T. manatus*; de los cuales, autores como Husar (1977) y Rosas (1994) han denominado al manatí amazónico

(*T.inunguis*) como el Sirénido de menor tamaño, midiendo aproximadamente 3 m de largo y pesando 450 Kg (Amaral et al., 2010).

Se ha reportado datos de peso y longitud corporal de individuos adultos de las especies *T. inunguis* y *T. manatus* en los diferentes países donde suelen habitar, el resumen de los datos recopilados por diferentes autores se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Reporte de peso y longitud corporal de *T. inunguis* y *T. manatus* por diferentes autores.

Especie	Peso corporal (Kg)	Longitud corporal (m)	Fuente
<i>T. inunguis</i>	300	2.80	Best, 1983
	400-500	3.0	Best, 1984; Best & da Silva, 1979
	450	2.8-3.0	Rosas, 1994
	420	2.75	Amaral et al., 2010
	350-450	NR	Arévalo-gonzález, 2015
<i>T. manatus</i>	500-600	3.9	Reeves et al., 1992
	500-600	4.6	Vanoye, 2002
	400-550	2.7-3.0	Reep & Bonde, 2006
	450-600	NR	Arévalo-gonzález, 2015

NR: No reportado

Así mismo con la utilización de los reportes obtenidos, se podido realizar la categorización por edad según longitud total del cuerpo para las especies *T. inunguis* y *T. manatus*, elaborado por Sousa Lima (1999) citado por Castelblanco, 2000 (Cuadro 3).

Cuadro 3: Categorización por edad según longitud corporal del *T. inunguis* y *T. manatus*.

Categoría de edad	Manatí Amazónico (<i>Trichechus inunguis</i>)	Manatí marino (<i>Trichechus manatus</i>)
Cría	≤1.50 m	≤2.20 m
Sub-adulto	1.50-2.10 m	2.20-2.60 m
Adulto	≥2.10 m	≥2.60 m

Fuente: Sousa-Lima, 1999 citado por Castelblanco, 2000.

La diferencia entre ambas especies no sólo es morfológica, si no también genética. El *T. inunguis* tiene 56 cromosomas, a diferencia de *T. manatus* que posee 48 (White et al., 1976; Domming, 1980).

2.1.4. Hábitos alimenticios

El manatí es un animal monogástrico herbívoro que puede pasar mucho tiempo comiendo, alrededor de 6-8 horas al día y el resto del tiempo se dedica a moverse o dormir (Hartman, 1979). Presentan un consumo diario de aproximadamente 5-10% del peso total de su cuerpo (Reep & Bonde, 2006), siendo este consumo altamente influenciado por el valor nutricional de la dieta y otros factores como la tasa metabólica, fisiología digestiva y la palatabilidad del alimento (Cavallante, 1995 citado por Barbosa et al., 2012).

El *T. inunguis* está restringido a ambientes fluviales y lacustres alimentándose únicamente de plantas de agua dulce. Por orden de preferencia los manatíes amazónicos se alimentan de plantas emergentes (60.1%), flotantes (27.8%) y sumergidas (12.1%); y prioriza las plantas jóvenes en crecimiento, que tienen mayor valor nutricional, evitando así eficazmente alto contenido de fibra y lignina que reduciría la eficiencia digestiva (Best, 1981).

Se ha identificado una colección de aproximadamente 69 especies vegetales de potencial consumo por el manatí amazónico, de las cuales 49 especies ha sido confirmada su consumo. Siendo las cinco especies de mayor consumo: *Hymenachne amplexicaulis*, *Oryza grandiglumis*, *Paspalum*

repens, *Azolla caroliniana* y *Limnobium spongia*. La familia de mayor frecuencia en la dieta fue Poaceae, con 91.5% y las especies vegetales de hábitos emergentes y fluctuantes libres (Guterres-Pazin et. al., 2014). Otras especies vegetales que consumen son *Echinochloa polystachya*, *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes*, *Utricularia foliosa*, *Reussia Rotundifolia*, *P. fasciculatum*, *Leercia haxandra*, *Pontederia rotundifolia*, *Ficus trigona*, *Cabomba sp*, *Panicum sp.*, *Vignia sp* (Best, 1981; Pérez & Chávez, 2000 citado por Castelblanco, 2000).

La coprofagia es un comportamiento común en manatíes y puede tener diferentes funciones. Los minerales en las heces tienen mayor disponibilidad que en la comida sin digerir y los excrementos contienen abundantes vitaminas del complejo B, así como compuestos nitrogenados proteínicos y no proteínicos. Además, las heces frescas presentan bacterias y protozoarios ciliados, componentes necesarios en la fermentación de los alimentos en el intestino posterior, de tal forma que la ingestión de heces puede servir para inocular estos cultivos (Hartman, 1979; Best, 1981; Borges, 2007; Medina, 2008).

La cantidad de grasa presente en su cuerpo puede representar adaptaciones críticas de sobrevivencia de la especie durante la época de sequía, ya que se puede calcular que un manatí puede sobrevivir hasta 200 días utilizando sus reservas de lípidos y comiendo vegetación muerta de origen alóctono, trabajando con su fermentación en intestino posterior para obtener los nutrientes de dicho material (Best, 1983 citado por Flores-Cascante, 2013). Cuando son pequeños se alimentan de la leche de su madre que los amamanta por dos años. La leche contiene un alto porcentaje de lípidos y no contiene hidratos de carbono (Best et al., 1982).

2.1.5. Estado de conservación y amenazas

En todo el mundo, la población de las especies del orden Sirenia está sufriendo una reducción alarmante. En 1973, la especie fue incluida en el Apéndice I de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre). Posteriormente en 1982, el manatí amazónico fue catalogado como Vulnerable (V) en la "Lista Roja de Animales Amenazados" por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos

naturales (IUCN) (Rosas, 1994). Esto significa que los Sirenios son susceptibles de convertirse en especies en peligro de extinción. La categoría vulnerable incluye todos aquellos taxa que sufren un fuerte detrimento de sus poblaciones debido a la sobreexplotación, destrucción extensiva del hábitat, y otros disturbios ambientales. También se consideran vulnerables las especies cuya viabilidad no está garantizada por completo, pese a la legislación nacional e internacional (Colding & Folke, 1997).

En el Perú, el manatí amazónico está protegido legalmente desde 1973 (Reeves et al., 1996), el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI categoriza a esta especie como Vulnerable (Silva & Montes, 2014; MINAM, 2014). Actualmente, está considerado como “especie amazónica protegida” bajo el Reglamento de Ordenamiento Pesquero de la Amazonia Peruana (Resolución Ministerial. N°147-2001-PE) (Ministerio de Producción, 2001) y está catalogada “en peligro de extinción a nivel nacional” (Decreto Supremo N° 034- 2004-AG) (MINAGRI, 2004). No obstante, la protección legal no ha detenido la caza del manatí como alimento o con fines comerciales en los lugares donde todavía habita (Rosas, 1994).

Según Silva & Montes (2014), el 27.5% de la población de la cuenca del río Ucayali en Perú piensa que la caza del manatí amazónico es legal; sin embargo, el 59.6% reconoce a esta especie como un animal en peligro de extinción. Aspectos como la baja tasa de natalidad, caza clandestina, enmallamiento en redes de pesca, colisiones con embarcaciones, desconocimiento de la especie y su importancia ecológica; contaminación y la pérdida del hábitat han significado grandes amenazas para esta especie ubicándola en estado Vulnerable (Flores-Cascante, 2010; Del Valle, 2002; Trujillo et al., 2006 citado por Arévalo-gonzález, 2015).

a. Caza

La explotación del manatí amazónico se remonta a los siglos XVII y XVIII; en esos tiempos la principal causa de la reducción del número de Sirénidos fue la caza de la especie para obtención de carne, aceite, piel y otros productos. De 1935 a 1954 se sacrificaron entre 4000 a 7000 manatíes por año en toda la Amazonía para su explotación (Lasso et al., 2011; Domning, 1980; Rosas, 1994;

Elcacho, s.f.). Históricamente la carne de manatí ha sido consumida por las poblaciones nativas durante cientos de años, siendo comercializada desde 1542.

La carne del *T.inunguis* es muy apetecible como fuente de proteína por el sabor, capacidad de tardar en deteriorarse, además de que se le atribuye propiedades medicinales como sanación de asma, dolores de espalda, artritis, heridas, úlceras, diarrea y sífilis (Timm et al., 1986; Correa & O'Shea, 1992 citado por Medina, 2008).

La grasa del manatí amazónico además de usarse para cocinar y conservar la carne, también se utilizaba como combustible para lámparas (FDN & NFWF, 2002). Ha sido utilizado como remedio casero para el reumatismo, bronquitis y manchas en la piel (FDN y NFWF, 2002), lo cual está basado en creencias de los nativos sin fundamento científico reportado aún.

Entre 1935 y 1954 se empezó a utilizar industrialmente el cuero de manatí amazónico, produciendo la caza y muerte de 80 000 a 140 000 animales (Colores et al., 1990 citado por Castelblanco, 2000). La piel era vendida a las curtiembres para elaborar pegantes, suela de zapatos, correas, mangueras, etc. El cuero de manatí era solicitado por ser más fuerte y grueso que el cuero de bovino (FDN y NFWF, 2002); sin embargo, su uso disminuyó por la dificultad que presenta al teñido y por la aparición del cuero sintético en el mercado (Best, 1984 citado por Calvimontes, 2009). Restos obtenidos de la faena, como los huesos, fueron usados para elaboración de artesanías (Bertram, 1971 citado por PNUMA, 1995).

Las hembras y juveniles son las presas más sencillas de capturar (Best et al., 1982). La caza de manatíes con el uso de arpones se han registrado sólo en el Perú (Timm et al., 1986) y en la frontera colombo-peruana (Oroszco, 2001 citado por El cacho, s.f.). Esta técnica ha causado el 30% de la mortalidad intencional de manatíes durante los años de 1998-2003 en Colombia (Kendall et al., 2003 citado por Elcacho, s.f.). También pueden ser capturados por flechas, cañales o redes (Baughman, 1946), una vez llevado el animal a tierra firme con el uso del arpón, se le asfixia introduciendo un machete hasta llegar a los pulmones (FDN y NFWF, 2002). Reeves et al. (1996) estimaron que en el río Samiria (Perú) son cazados aproximadamente 10 manatíes por año, mientras

que Timm et al. (1986), mencionan que en la frontera de Perú y Ecuador un cazador de manatíes mataba alrededor de 7 a 10 animales. En el año 2014, en la cuenca del río Ucayali en Perú, cerca del 65.1% de la población consumía carne de manatí y 8.4% comercializaba productos como grasa y cuero de manatí (Silva & Montes, 2014)

Las épocas del año en las que los manatíes amazónicos presentan mayor vulnerabilidad a la caza es el inicio y fin de la estación seca (junio, julio y diciembre-enero, respectivamente) ya que en esos momentos los individuos se desplazan obedeciendo a las migraciones estacionales de la especie y la época seca da mayor facilidad de captura debido al bajo nivel de agua (Tim et al., 1986; Pérez & Chávez, 2000 citado por Castelblanco, 2000).

b. Embarcaciones y redes de pesca, mortalidad accidental, jóvenes huérfanos y cautiverio ilegal

Estudios realizados en *Trichechus manatus*, reportaron que la utilización de embarcaciones a motor era el mayor contribuyente antrópico a la mortalidad de esta especie (Vanoye, 2002; Gómez, et al., 2012; Ackerman et al., 1995 citado por Medina, 2008). Sin embargo, en el caso de los manatíes del Amazonas, el transporte fluvial es escaso por lo que se reportan pocos casos de manatíes heridos por embarcaciones; así mismo aunque las redes para cazar manatíes en la Amazonía es poco frecuente, si puede significar un factor importante de la muerte del animal (Castelblanco, 2000).

El uso de redes para la pesca de especies como el paiche (*Arapaima gigas*) ha producido una mortalidad considerable de manatíes en los últimos años, convirtiéndose en otra importante amenaza para los manatíes amazónicos. Por lo general, los animales jóvenes atrapados en las redes terminan ahogándose y los que sobreviven se mantienen vivos en cautiverio para su posterior venta como mascota, ya que al poseer poca carne no sirve para el consumo (Orozco, 2001 citado por Elcacho, s.f.). La posibilidad de sobrevivencia de las crías en cautiverio es mínima por la mala alimentación, aumentando las probabilidades de enfermar y morir prontamente.

c. Pérdida de hábitat y contaminación

La destrucción del hábitat emerge como una de las amenazas más fuertes contra las poblaciones de Sirénidos (IUCN, 2013; Maduro, 2014). La contaminación y la transformación del paisaje, evidenciándose en la disminución de macrófitas adecuadas para suplir nutricionalmente a la población de manatíes, son factores que perjudican la viabilidad de la especie.

La construcción de represas hidroeléctricas puede aislar a las poblaciones, lo que limita la variabilidad genética (Rosas, 1994). Además, la reducción potencial de la precipitación anual, podría extender la estación seca e incrementar la mortalidad natural por inanición (Best, 1982 citado por Castelblanco, 2000).

Otro factor importante son los pesticidas, herbicidas y químicos industriales provenientes del agua y vegetación, los cuales son ingeridos y pueden acumularse en los tejidos del manatí. Entre estos elementos de polución también se encuentran derrames de gasolina y petróleo. Aunque no se ha estudiado con certeza el efecto de estos contaminantes en los manatíes, se sabe que disminuyen la calidad del agua y puede evitar el crecimiento de las plantas que le sirven de alimento, o por otro lado, puede provocar un crecimiento acelerado de ciertas plantas reduciendo el área por donde los manatíes se pueden movilizar (Del Valle, 2002).

d. Desconocimiento de la especie

Según Silva & Montes (2014), el 88.8% de las poblaciones de la cuenca del río Ucayali se refieren al manatí amazónico como “vaca marina”, 32.5% conoce que esta especie vive en el río y 36.4% de la población sabe que se alimenta de plantas como “gramalote”. Sin embargo, 15.4% de la población cree que el manatí amazónico se alimenta de peces, viéndolo como una amenaza para los pescadores. Por otro lado, el 52.6% de la población de Iquitos en Perú, conocen la función del manatí amazónico dentro del ecosistema (Elcacho, s.f.).

2.1.6. Importancia de la especie y rol ecológico

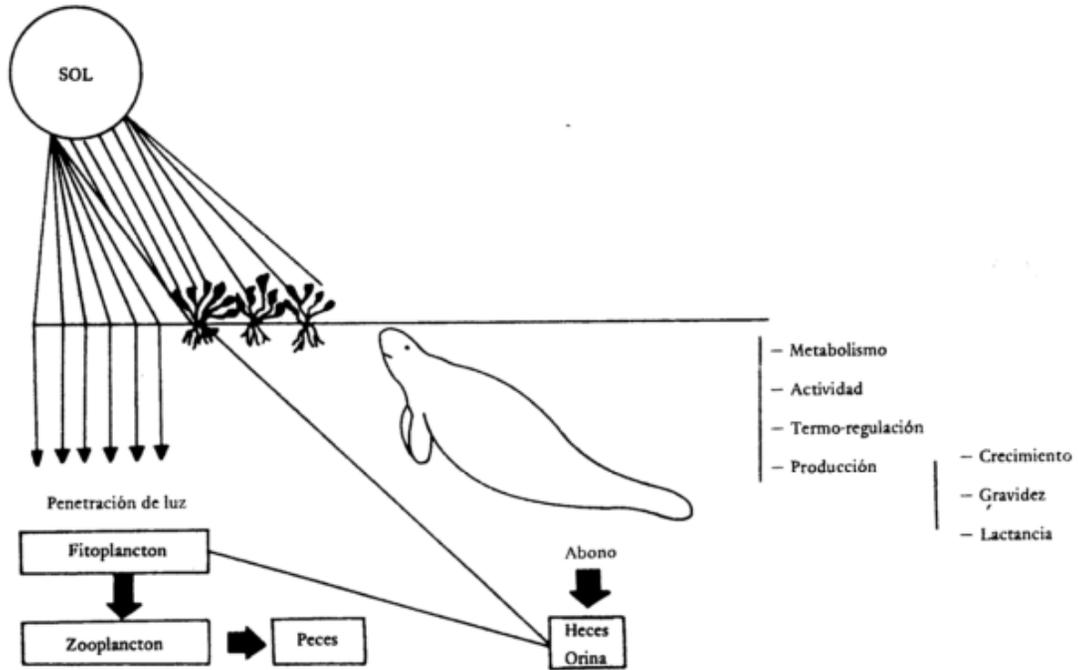
El manatí es un elemento esencial para el desarrollo de un ecosistema acuático estable y productivo, capaz de sostener diversas especies de plantas y animales. Su acción está relacionada con el desarrollo del plancton y con el ciclo de nutrientes disueltos en el agua (Best, 1981).

Cuando las plantas acuáticas superiores crecen en exceso, se incrementa la evapotranspiración hasta seis veces, y se impide la entrada de energía lumínica a los cuerpos de agua. Esto implica una disminución de la producción primaria del plancton, es decir, de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, lo cual va en detrimento de las poblaciones de peces y otros vertebrados.

El manatí es un mamífero acuático herbívoro de gran tamaño y se alimentan de la vegetación existente en ríos lagunas y costas en las que habita (Hartman, 1979), es allí donde se fundamenta su rol ecológico. Esta especie en estado adulto es capaz de consumir hasta 50 Kg de plantas al día, convirtiéndose en un factor de control importante en el crecimiento de las comunidades vegetales.

Así mismo, 40% del material consumido es devuelto al medio en forma de heces y orina, fertilizando el plancton en las aguas que frecuenta, contribuyendo a la productividad del ambiente (Best, 1984 citado por Castelblanco, 2000). Las heces sirven de nutrientes para pequeñas algas (fitoplancton) que existen en el agua. Estas algas son el alimento de animales muy pequeños (zooplancton), que al final son alimento de peces, creándose una cadena alimentaria. (Reep & Bonde, 2006; Vanoye, 2002). La Figura 3, representa la cadena alimenticia creada a partir del cumplimiento del rol ecológico del manatí en el ecosistema.

Figura 3: El rol ecológico del manatí en el ecosistema.



FUENTE: Vanoye (2002)

Los Sirénidos pueden ser útiles en el control de malezas (Husar, 1978) y de mosquitos vectores de enfermedades humanas (Maclaren, 1967). Así mismo, los Sirénidos tienen pocos o ningún competidor a nivel alimentario, este aspecto hace que su función ecológica sea aún más relevante, porque en caso de extinción, este nicho sería difícilmente ocupado (Castelblanco, 2000; Vanoye, 2002). Es por ello que el manatí es una especie de alto valor ecológico y tiene una función significativa dentro del ecosistema (Rosas, 1994).

2.2. Anatomía y fisiología digestiva

La musculatura de la región bucal y la evolución de cojines callosos en la parte superior de la boca, es considerada una especialización notable al hábito herbívoro (Bertram & Bertram, 1968, 1973). Su labio superior es profundamente hendido, lo que le permite aprehender la vegetación con facilidad. En la superficie de este labio se encuentran las vibrisas que le ayudan a localizar el alimento (Odell, 1982 citado por Alves, 2007). Los labios de los manatíes están en continuo y repetitivo movimiento, los labios superiores y vibrisas son usados para desgarrar plantas e introducirlas en la boca. (Reep y Bonde, 2006) (Figura 4).

Figura 4: Anatomía del hocico del manatí Amazónico.



FUENTE: Propia

Los manatíes del Amazonas no tienen el hocico desviado hacia abajo de forma pronunciada como en otras especies, esto puede deberse a su hábito de alimentarse de plantas flotantes (Domning, 1982). La dentición del *T. inunguis* está constituida por premolares y molares, los dientes caninos e incisivos están ausentes. Poseen de 6 a 8 molares en cada cuadrante de mandíbula y estos son sustituidos constantemente en orden de aproximadamente 1- 2 mm por mes, se regenera horizontalmente de izquierda a derecha, desde la mandíbula superior a la mandíbula inferior (Marsh et al., 1977; Reep y Bonde, 2006); variando de acuerdo al alimento consumido, siendo probablemente controlado por el mecanismo de masticación (Domning & Magor, 1978 citado por Best, 1981).

El sistema digestivo de los manatíes es similar al de un caballo, ambos presentan fermentación en el intestino posterior con largas secciones de intestino para procesar el alimento (Reep y Bonde, 2006). Otra característica notoria es la llamada glándula accesoria digestiva o glándula cardiaca, que se encuentra asociada con el estómago.

La glándula cardiaca es un accesorio digestivo, se localiza entre el lóbulo izquierdo del hígado y el hemidiafragma izquierdo. La capa muscular de la glándula está compuesta por glándulas gástricas recubiertas por células secretoras. Esta estructura es inusual y sólo se ha descrito que otros 8 mamíferos también la poseen: dugong (*Dugong dugon*), koala (*Phascolarctos cinereus*), pangolín (*Manis pentadactyla*), wombat (*Vombatus hirsutus*), castor (*Castor hirsutus*), ratón saltamontes (*Onychomys torridus longicaudus*), y las dos especies congénicas del manatí (Reynolds & Rommel, 1996). Se considera que la función de la glándula cardiaca es aislar el ácido clorhídrico y las células productoras de enzimas, de los efectos abrasivos de los alimentos ingeridos. La glándula también puede funcionar para producir moco extra para la lubricación de la digesta (Murray et al, 1977; Marsh et al., 1977).

El manatí no es un animal rumiante, posee un estómago simple (Moir, 1968 citado por Best, 1981). Su estómago es un saco largo, unilocular, en forma de “C”; posicionado entre el esófago y la parte proximal del intestino delgado. Internamente está dividido en dos porciones superior e inferior por una cresta muscular prominente, esta cresta junto con la gruesa pared muscular del estómago causan que la digesta siga el camino que aseguraría que todos los alimentos estén expuestos a las secreciones de la glándula cardiaca (Kenchington, 1972; Husar, 1977; Reynolds & Rommel, 1996). Dado que los manatíes se alimentan varias horas al día e inclusive en la noche, es probable que a pesar del volumen del estómago, los alimentos no se retengan en el estómago durante periodos prolongados de tiempo (Hartman, 1979).

Así mismo, Burn (1986) notó que no hay digestión de celulosa en el estómago del manatí, encontrando que la gruesa capa de moco que envuelve la digesta en el estómago probablemente minimizaría la absorción de nutrientes en el estómago.

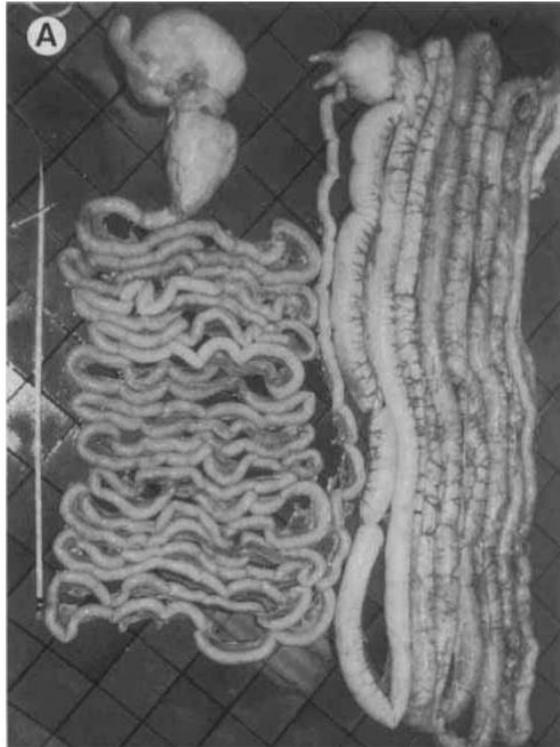
El tracto gastrointestinal completo incluyendo el contenido puede representar cerca del 23% del peso corporal comprendiendo: el 0.7-3.9% en el estómago, 1.4-5.6% el intestino delgado y 3.4-14% el intestino grueso (Reynolds & Rommel, 1996). En las Figuras 5 y 6, se presentan una fotografía y su esquematización del tracto gastrointestinal del *T. manatus*, respectivamente.

En el manatí, el duodeno es de interés a nivel anatómico debido a la presencia de una amplia ampolla duodenal y pares de divertículos duodenales, cuyo tamaño permite el paso de grandes volúmenes de digesta desde el estómago (Marsh et al., 1977; Lemire, 1968).

Su intestino delgado es extremadamente largo, aproximadamente 5-7 veces más largo que el largo del cuerpo (Kenchington, 1972), pero por lo general contiene sólo pequeñas cantidades de material vegetal en un gran volumen de líquido viscoso; esta falta de digesta implica un tiempo de paso rápido.

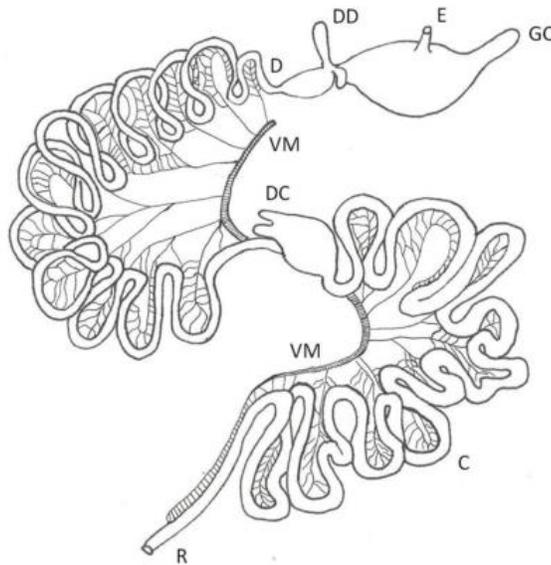
La mucosa del intestino delgado de la mayoría de los mamíferos se caracteriza por vellosidades largas, abundantes células absorbentes, células de glóbulos dispersas, células argentafinales relativamente abundantes y células Paneth, situadas en las bases de las criptas de Lieberkuhn (Dellmann, 1971); contraste con esta situación, en el manatí las vellosidades son cortas, las criptas son superficiales y el tipo de células dominantes en el intestino manatí es la célula caliciforme, que segrega una mezcla de mucinas ácidas (sialomucina), presumiblemente para la lubricación de la digesta. Las células Paneth en el intestino delgado del manatí están ausentes, las células absorbentes y argentafin son relativamente raras (Reynolds & Rommel, 1996). Por otro lado, Burn (1986) señaló que el 4.3% de la digestión de materia orgánica y sólo el 17% de la celulolisis se produce en el intestino delgado.

Figura 5: Fotografía del tracto digestivo del *Trichechus manatus*.



FUENTE: Reynolds & Rommel (1996).

Figura 6: Esquema de la anatomía del tracto digestivo del manatí.



Esófago (E), glándula cardiaca (GC), divertículos en el duodeno (DD), vena mesentérica (VM), divertículos en el ciego (DC), colon (C) y recto (R). FUENTE: Leimer (1968).

El tamaño de su intestino grueso es inmenso, está compuesto por ciego, colon y recto (Reynolds & Rommel 1996). El alimento transita rápidamente por el intestino delgado y se almacena en el intestino grueso, el ciego es el sitio de mayor producción y absorción de ácidos grasos volátiles, y es donde se da la mayor digestión de proteína y lípidos (Murray, 1977; Parra, 1978 citado por Best, 1981); también ocurre la digestión de celulosa por microorganismos (Reep y Bonde, 2006).

La mucosa glandular está superpuesta por varias capas de células epiteliales escamosas estratificadas, no queratinizadas, que podrían cumplir varias funciones. En primer lugar, el epitelio escamoso estratificado podría facilitar la absorción selectiva de ácidos grasos volátiles y otros productos de digestión. Las células escamosas también pueden proteger la mucosa glandular subyacente de la abrasión, al tiempo que permiten la secreción y la absorción de las glándulas. La secreción de moco, por ejemplo, es muy importante para la lubricación y el almacenamiento en buffer de la digesta a través del intestino grueso (Reynolds & Rommel, 1996). Asimismo, Burn (1986) indica que el intestino grueso es un sitio importante para la reabsorción de agua y las células de absorción son muy abundantes allí. Mucho menos moco recubre la digesta en el intestino grueso que en el estómago o el intestino delgado, lo que facilitaría la absorción de los nutrientes y de esta manera, en la porción proximal del colon se da gran parte de la celulolisis (>83%).

Los porcentajes de digestión de los diferentes nutrientes, según el compartimento del tracto digestivo del manatí *T. manatus*, se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Porcentaje del total de digestión en diferentes compartimentos del tracto digestivo del manatí.

Compartimento	Materia Orgánica	Nitrógeno	Grasa cruda	Celulosa
Estómago	---	---	---	---
Duodeno	4.3	0	0	16.2
Ciego	34.3	24.5	48.6	37.0
Colon Proximal	48.5	56.2	48.6	37.0
Colon distal	12.9	19.3	14.2	13.8

FUENTE: Burn (1986)

Poseen una eficiencia digestiva elevada, entre 45 y 80% (Best, 1981; Burn, 1986; Lomolino & Ewel, 1984 citado por Flores-Cascante, 2010). Burn (1986) encontró que el principal sitio de digestión de la celulosa es la zona proximal del intestino grueso (ciego y parte proximal del colon). El coeficiente de digestión de la celulosa en el manatí es del 80%, siendo mayor al de otros herbívoros y se reportó un largo tiempo de retención del alimento. Su alta eficiencia digestiva es probablemente atribuible a su lento tránsito intestinal, el largo de su cuerpo y el bajo contenido de lignina en plantas acuáticas (comparadas con las plantas terrestres) (Reynolds & Rommel, 1996).

La digestibilidad de una dieta es medida por la capacidad de un animal en fraccionar el alimento y absorber los nutrientes que están disponibles para energía y crecimiento. La digestibilidad aparente mide las cantidades de nutrientes en el alimento y las heces, como un medio para determinar la eficiencia, lo cual es común en la investigación nutricional (Gutiérrez-Coronado et al., 2003; Harshaw, 2012).

La colección total de alimento y heces es el método más usado para la determinación de digestibilidad aparente; sin embargo, no es el apropiado para animales como los manatíes, ya que se presentan dificultades en la recolección total de heces por el comportamiento de coprofagia y la pérdida de estas al disolverse en el agua. Como alternativa se usa marcadores para facilitar la colección de las heces, utilizando la relación del marcador en el alimento y las heces para la determinación de digestibilidad. De esta manera Rodríguez Chacon et al. (1999b) realizaron un estudio en lactantes de *T. inunguis*, donde utilizaron óxido crómico como marcador externo para caracterizar las heces, obteniendo en promedio la siguiente composición de las heces: 43% de lípidos; 11% de proteína; 13% de carbohidratos y 31% de cenizas.

Un marcador ideal debe ser capaz de mezclarse homogéneamente en la digesta, no absorbible y debe ser excretado por el tracto gastrointestinal para ser cuantificado en las heces (Sales & Janssens, 2003). En la determinación de digestibilidad en manatíes, se ha utilizado lignina como marcador interno en dos manatíes adultos *T. manatus latirostris*; en el cual observó que el nivel de lignina en heces fue menor al de la dieta sugiriendo que la lignina puede ser absorbida en el tracto digestivo o por sustancias endógenas como la mucosa (Harshaw, 2012).

Se analizó carcasas de manatíes adultos de *Trichechus manatus*, determinando los siguientes coeficientes de digestibilidad: materia orgánica (57-78%), nitrógeno (50-75%), grasa cruda (64-89%) y celulosa (64-89%) (Burn, 1986). Estos resultados fueron similares a los encontrados en el Dugong (Murray et al., 1977), evidenciando la alta eficiencia digestiva que posee las especies pertenecientes al orden Sirenia. Posteriormente, Harshaw (2012) determinó la digestibilidad aparente de dos manatíes adultos *T. manatus latirostris*: 68-82% materia seca y 72.0-80.5% proteína.

El manatí es un digestor pos gástrico que realiza fermentación en el intestino grueso (Reep & Bonde, 2006), por su gran tamaño corporal y del intestino grueso, el proceso de digestión tiende a ser más largo que otras especies y por lo tanto muestra una gran eficiencia en degradar la celulosa (Burn, 1986). Otro gran aspecto de la fisiología del manatí es la tasa metabólica basal extremadamente baja, entre 36 y 50% de la de un mamífero terrestre de tamaño similar (Gallivan y Best, 1980 citado por Best, 1981).

La terminología de la tasa de pasaje incluye el tiempo de tránsito o tiempo de retención mínimo, tiempo medio de retención y tiempo máximo de retención. El tiempo de tránsito o el tiempo mínimo de retención es el tiempo entre la alimentación y la primera aparición del marcador en las heces, el tiempo medio de retención es el tiempo medio integrado entre la ingestión del marcador y la excreción, y el tiempo máximo de retención es el intervalo entre la alimentación y la última excreción del marcador (Robbins, 1993 citado por Van Weyenberg et al., 2006).

Estudios previos como el de Rodriguez Chacon et al. (1999b) reporta el uso de óxido de cromo en crías de manatí amazónico para la caracterización de heces como marcador externo; también se han utilizado materiales como ligas de plástico y mazorca de maíz coloreada como marcadores en manatíes adultos para la determinación de tiempo de tránsito (Barbosa et al., 2012; Larkin et al., 2007).

El tiempo de tránsito descrito para el *T. manatus* es de 146 horas (aproximadamente seis días) y de 124 horas para *T. inunguis* (aproximadamente cinco días) (Barbosa et al., 2012), lo cual es un

tiempo largo en comparación con otros animales de fermentación intestinal posterior como el caballo, otros fermentadores a nivel intestinal posterior tienen un tiempo de tránsito promedio de 28 a 38 horas (Burn, 1986; Reynolds & Rommel, 1996).

El tamaño del intestino grueso del manatí sugiere que el pasaje de la ingesta es relativamente lento, Burn (1986) asocia esto con la alta eficiencia en la digestión de la celulosa. Además, las numerosas crestas en el intestino grueso (principalmente el colon) que corren perpendiculares a la dirección del paso de los alimentos podrían retardar el progreso (Reynolds & Rommel, 1996). Best (1981) señaló que la lenta tasa de paso puede ser necesaria para digerir la baja calidad (es decir, baja proteína cruda, bajo valor calórico) de los alimentos a veces consumidos por los animales.

El largo tiempo de tránsito de la ingesta puede ser de gran importancia para los manatíes, lo cual le permite sobrevivir a largos periodos de ayuno en los meses de invierno. Así mismo, el largo tiempo de retención les ayuda a mantener una amplia población de microorganismos en el intestino grueso (Stevens & Hume, 1998), lo cual es beneficioso para los manatíes, porque generalmente ellos son solitarios y no tienen la oportunidad de ingerir material fecal de congéneres para suplementar su población microbial (Harshaw, 2012).

2.3. Composición de la leche materna del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*)

El periodo de lactancia de las crías de manatí amazónico es prolongado, puede durar de dos años a más, lo cual significa un alto costo energético y nutricional para la madre para poder suplir los requisitos nutricionales de la cría (Oftedal, 1984 citado por Barbosa, 2011). Un manatí bebe, mama frecuentemente a cada hora, cada lactación dura en promedio dos minutos y ocurre entre dos respiraciones, las hembras y crías son más vulnerables debido a que las crías necesitan nadar hacia la superficie del agua con mayor frecuencia para respirar y lo hacen junto a sus madres, volviéndose presas más fáciles para los cazadores (Best, 1981).

La manatí hembra tiene dos mamas protuberantes y no retractiles localizadas a cada lado del cuerpo en la región axilar en la inserción ventral de las aletas pectorales, siendo diferente a la mayoría de mamíferos acuáticos cuyas mamas se encuentran en la zona abdominal y en el caso de los cetáceos, las mamas se encuentran cerca a los genitales (Caldwell and Caldwell, 1985 citado por Rodrigues et al., 2014).

La leche es un producto secretado por las glándulas mamarias de las hembras de mamíferos, cuya función es alimentar a las crías (Pereda, 2005 citado por Barbosa, 2011). Está compuesto por un sistema de múltiples componentes (sustancias), con funciones que se superponen parcialmente, estimula el crecimiento de la flora intestinal simbiótica y la transmisión de la inmunidad pasiva a las crías (Jenness, 1974). Barbosa (2011), reportó en la leche del manatí amazónico los siguientes valores: humedad (68.55% a 82.1%), sólidos totales (17.9 a 31.45%), grasa (8.76% a 19.73%), proteína cruda (4.24% a 10.47%) y ceniza (0.83% a 1.36%); siendo este estudio el único reporte en *T. inunguis*. La mayoría de estudios sobre la composición de la leche de manatí se han realizado con la especie *T. manatus*, entre los cuales en el estudio realizado por Bachman & Irvine (1979), se describió la composición de la leche materna del *T. manatus latirostris*: humedad (70.4% a 87.5%), sólidos totales (12.8% a 29.6%), grasa (5.5% a 21.5%), proteína (5.2% a 9.0%) y ceniza (0.95% a 0.99%).

Se ha identificado la ausencia de lactosa en la leche del manatí (Bachman & Irvine, 1979; Vergara et al., 2000; Barbosa, 2011). Los niveles de actividad de α -lactoalbúmina en la glándula mamaria son responsables de la regulación de la síntesis de lactosa que se encuentra en el suero de la leche de la mayoría de los mamíferos (Pereda, 2005 citado por Barbosa, 2011). En el manatí se encontró 0.0078% de α -lactoalbúmina, siendo 10% menor a lo presentado en otros mamíferos acuáticos como los delfines (0.083%) (Pervaiz & Brew, 1986). Asimismo, la lactosa es el principal azúcar en la leche y es de vital importancia en la producción del volumen de leche. Al poseer el manatí amazónico bajos niveles de lactosa en la leche, la producción lechera es mínima (Reich & Arnould, 2007).

La composición nutricional de la leche de manatí ha sido poco evaluada, sin embargo se tiene algunos reportes de su composición para las especies *T. manatus* y *T. inunguis* (Cuadro 5).

Cuadro 5: Valores medios reportados de análisis proximal de leche de *T. manatus* y *T. inunguis*.

Especie	Humedad %	Sólidos %	Grasa %	Proteína %	Ceniza %	Fuente
<i>T. manatus</i>	80.42±8.10	19.58±8.10	12.72±7.13	7.36±1.40	0.97±0.02	Bachman & Irvine (1979)
	---	---	19.0±2.00	9.65	---	Pervaiz & Brew (1986)
	86.4	---	17.40	5.25	---	Vergara et al. (2000)
<i>T. inunguis</i>	78.03±4.14	21.87±3.81	14.02±2.99	6.75±2.39	1.10±0.17	Barbosa (2011)

2.4. Manejo nutricional de lactantes en cautiverio

2.4.1. Alimentación de lactantes

Las crías huérfanas no son capaces de sobrevivir por sí solas, por lo que es necesario ser criados en centros de investigación o rescate, donde pueden recibir los cuidados necesarios para su sobrevivencia (Figura 7). Las crías huérfanas llegan con edades diferentes padeciendo de deficiencias nutricionales, estrés y problemas clínicos diversos; y la mayoría de ellos aún son lactantes. En varias ocasiones estos animales fueron mantenidos por algún tiempo en pequeños tanques, alimentados con algunas plantas las cuales ellos aún no pueden consumir con éxito porque son demasiado jóvenes para digerirlas (Best et al., 1982).

Figura 7: Alimentación de cría de *T. inunguis* en cautiverio.



FUENTE: Propia

La cría de mamíferos lactantes en cautiverio, como sirénidos y cetáceos, es difícil debido a la composición inusual de la leche materna (Bachman & Irvine, 1979). Las exigencias nutricionales de las crías del manatí amazónico son poco conocidas, por lo que la referencia más próxima que se tiene es la composición de la leche materna. Varios factores relacionados con la nutrición pueden

afectar a la tasa de crecimiento de los animales y entre estos factores son los niveles de energía, proteína y la proporción de energía en relación con proteínas de la dieta. Estos niveles determinan cómo el cuerpo va a utilizar estos nutrientes para llevar a cabo sus funciones metabólicas (Maduro, 2014).

Aún no se ha registrado una leche sustituta ideal para esta especie, sin embargo, si se han evaluado diferentes fórmulas lácteas: Best et al. (1982), evaluaron tres tipos de sustitutos de leche para la alimentación de crías de *T. inunguis* en cautiverio en el Instituto Nacional de Investigación Amazónica (INPA) en Brasil, basado en leche entera en polvo, leche de soja, y una mezcla de leche entera en polvo con plátano, además se añadió mantequilla y complejo vitamínico. Durante este estudio se obtuvo uno de los primeros reportes sobre la ganancia de peso promedio (1Kg/semana) y consumo de alimento máximo diario (8 litros), para crías de manatí amazónico en cautiverio.

Rodriguez Chacon et al. (1999a), en la misma institución, evaluaron una dieta basada en leche entera, manteca sin sal, melaza, yema de huevo y complejo vitamínico para crías de manatí amazónico de 30 Kg de peso vivo. En este caso se describieron una media de ganancia de peso de 1.11 Kg / semana, consumo de alimento diario promedio de 2.2 L/día y conversión alimenticia de 14.53 ± 5.0 .

Actualmente, el INPA utiliza una fórmula láctea basada en el contenido nutricional de la leche materna la cual fue evaluada por Maduro (2014), en este estudio se probó dos dietas para crías de *T.inunguis* en condiciones de cautiverio, para lo cual condujo 10 lactantes con peso promedio de 65.75 Kg (17-120Kg); obteniendo muy buenos resultados. Se describió ganancia de peso semanal promedio de 0.7 y 1.53 Kg, consumo de alimento de 1.43 L/día (3.49-2.89 L/día) y conversión alimenticia de 15.74 ± 6.05 .

Barbosa (2011) determinó la relación de energía bruta/proteína para crías del manatí amazónico mediante la evaluación de leche materna (22,69 kcal / g). Sin embargo, no se sabe si esta relación sería apropiada en la leche artificial para crías, con el fin de que varios factores pueden afectar la

demanda de energía de estos animales en cautividad como un estilo de vida sedentario, el estrés y la temperatura del agua. El conocimiento de los requerimientos de energía digestible es importante si se quiere mantener pesos adecuados en condiciones de cautiverio (Harshaw, 2012).

En el Perú no se ha reportado evaluaciones de fórmulas lácteas para *T. inunguis*, dada la falta de disponibilidad de información con respecto a la nutrición de crías del manatí amazónico en el Perú, es de vital importancia coleccionar datos necesarios para poder formular una dieta adecuada para estos animales criados en cautiverio, al aplicar estos conocimientos en el manejo nutricional se contribuirá a la conservación de la especie.

2.4.2. Alimentación en etapa adulta

En cautiverio, los manatíes adultos son alimentados usualmente con una dieta compuesta mayormente por lechugas romanas y col, algunas veces suplementada con manzanas, zanahorias, plátanos, papa, alfalfa, espinaca y otros vegetales (Best, 1981). Las plantas más usadas en la alimentación en cautiverio es el pasto de angola (*Brachiaria mutica*), cabomba (*Cabomba sp.*), camalotes (*Eichhornia sp.*), helechos acuáticos (*Salvinia sp.*) y gramíneas (Rodríguez Chacon et al., 1999b; Amaral et al., 2010; Barbosa et al., 2012; Maduro, 2014).

Siegal- Willott et al. (2010) encontraron que la vegetación que consume los manatíes en vida silvestre contienen más ceniza, lignina y carbohidratos estructurales incluyendo FDN (fibra detergente neutra) y FDA (fibra detergente acida) que la lechuga romana. La lechuga romana contiene más proteína cruda, extracto etéreo, carbohidratos no estructurales, y energía digestible en base seca (Harshaw, 2012). Los manuales de alimentación de manatíes adultos especifican que sus dietas deben estar compuestas de 70-85% de vegetación verde frondosa, 10-20% forraje seco y, 5% otros vegetales y frutas (Walsh y Bossart, 1999 citado por Harshaw, 2012).

En el Perú la alimentación en la fase adulta del manatí amazónico está basada en la planta acuática Huama (*Pistia stratiotes*), cuyo contenido nutricional ha sido reportado en Brasil, siendo: 8.8% proteína, 4.4% grasa y 12.4 mg/g carbohidratos solubles. Ocasionalmente la dieta es complementada con plátano (*Musa paradisiaca*) y papaya (*Carica papaya*) (Henry-Silva & Camargo, 2002; Perea-Sicchar et al., 2011) (Figura 8).

Figura 8: Alimentación con Huama (*Pistia stratiotes*) a un manatí amazónico adulto



FUENTE: Propia

2.5. Biometría y crecimiento

El crecimiento, comprende un aumento de tejidos de estructura como son los huesos, músculos y demás órganos del cuerpo. Durante esta fase del proceso biológico, las diferentes partes del cuerpo crecen a diferente velocidad, variando la composición química del organismo, con la edad del animal. Esto hace que los requerimientos de nutrientes tanto como su calidad, varíen de acuerdo con el grado de desarrollo. Mientras más avanzada es la edad, el aumento de peso en el animal adulto estará representado por una mayor proporción de grasa en la composición química de la ganancia de peso. Por el contrario, en el animal joven, ello estará dado por una mayor proporción de proteína (músculo) en desmedro de la grasa. El depósito de grasa en el cuerpo, le significa al animal un mayor costo energético que si deposita proteína, por ello, los animales jóvenes tienden a tener menores necesidades energéticas que los animales adultos debido a una mayor eficiencia en el uso de energía (INIA, 2006).

La relación peso corporal / longitud se utiliza ampliamente para monitorear el crecimiento y el factor de condición de varias especies animales; así mismo el uso de otras medidas biométricas tales como longitud curvilínea y circunferencia del cuerpo, son también herramientas importantes en la estimación del peso corporal en modelos predictivos, como es el caso de los pinnípedos (Castellini & Calkins, 1993 citado por Amaral et al., 2010).

En el estudio del desarrollo y crecimiento de los manatíes, se ha calculado la relación peso/longitud para crías de manatí amazónico de hasta tres meses de edad: además, se ha elaborado modelos de crecimiento no lineal para la especie, utilizando información de longitud corporal de individuos en cautiverio. Considerando que la dieta ofrecida y el manejo implementado pueden afectar las características del crecimiento animal se sugirió que puede haber alguna diferencia entre las ecuaciones de crecimiento para los animales cautivos referentes a animales de vida libre (Colares, 2002 citado por Vergara-Parente et al., 2010).

El tener la herramienta y poder predecir el peso vivo de los animales haciendo uso de medidas biométricas podría facilitar y mejorar el manejo de estos animales en cautiverio como es el caso de disminuir los efectos del estrés causado por la manipulación del animal para el pesado, y estimar el peso cuando no es posible pesarlos ya sea por algunas lesiones, estado crítico del animal o falta de condiciones.

2.6. Características bioquímicas de la sangre

En los estudios de biología de vida silvestre se ha evidenciado que la captura y el mantenimiento de estos animales en cautiverio ha tenido un papel fundamental, estas situaciones causan estrés al animal, provocando trastornos fisiológicos y como consecuencia cambios significativos en parámetros de la sangre. Colares et al. (2011) indicaron que los parámetros bioquímicos en la sangre de los animales nos dan información hematológica sobre el estado nutricional del individuo o población.

El muestreo de datos de sangre de especies de mamíferos marinos críticamente en peligro es extremadamente difícil. Aunque se han desarrollado varios estudios hematológicos para los manatíes en condiciones de cautividad, los estudios que han abordado los efectos ambientales y fisiológicos sobre los valores sanguíneos son escasos. Los investigadores de mamíferos marinos han demostrado la importancia y relevancia de utilizar los análisis de la química de la sangre como un índice de salud animal y estado nutricional (Silva et al., 2009).

Estudios comparativos sobre la bioquímica de la sangre puede proporcionar información importante sobre la fisiología y la salud de los mamíferos acuáticos (Kastelein et al., 1990 citado por Colares et al., 2000). Por ejemplo en los animales silvestres, la concentración de glucosa en la sangre puede cambiar en función de la dieta, edad, actividad física, condiciones ambientales, manipulación de los animales, tiempo del día en el que se da la extracción de sangre y el metabolismo (Halloran & Pearsson, 1972 citado por Colares et al., 2000).

La nutrición desempeña un papel fundamental rol en el estado fisiológico del animal, consecuentemente, provoca cambios en las concentraciones de los parámetros sanguíneos de los individuos. El uso de parámetros sanguíneos como índices fisiológicos para determinar el estado nutricional de los animales salvajes ha recibido mucha atención (Goncalves-colares, 1992). Otras especies como los cérvidos han mostrado variaciones de sus parámetros sanguíneos en correlación con el estado nutricional del animal (LeResche et al., 1974 citado por Goncalves-colares, 1992). Otros animales como el elefante *Elephas maximus*, presentaron variaciones en el contenido total de proteína y urea en la sangre en relación los distintos alimentos consumidos en diferentes períodos del año (Brown et al., 1978).

Los primeros datos hematológicos y bioquímicos en manatíes fueron obtenidos en el *Trichechus manatus*: Medway et al. (1982a) reportaron los primeros valores hematológicos, analizando la composición de sangre completa y de los analitos presentes en el suero (Medway et al., 1982b) de un grupo de manatíes comprendidos por animales en cautiverio y en vida libre de diferentes edades y estados fisiológicos (preñez, lactancia e inmaduros sexualmente <2.6 m de longitud total corporal). Para obtener datos más exactos se empezó a evaluar las constantes hematológicas y

bioquímicas tomando como principal factor la edad del animal, de esta manera en México se evaluó las constantes hemáticas para crías de manatí de Antillas (*T. manatus manatus*) de hasta dos años de edad en cautiverio diferenciados por sexo, elaborado por Vanoye (2002).

Silva (2008) realizó un estudio en la subespecie *T. manatus manatus* sobre el perfil hematológico y bioquímico de crías en cautiverio de ambos sexos de 1 mes a 3 años de edad, siendo agrupados por edad y sexo. Así mismo, en el mismo estudio se reportó los siguientes rangos de los componentes bioquímicos sanguíneos de crías alimentadas con leche materna: glucosa (20.0-116.0 mg/dL), urea (1.0-13.0 mg/dL), colesterol (73.00-109.00 mg/dL), triglicéridos (45-98 mg/dL) y creatinina (0.9-2.6 mg/dL).

Posteriormente, se describió la bioquímica sanguínea diferenciando el perfil para adulto y cría en cautividad, además de evidenciar la ausencia de diferencia significativa entre machos y hembras en ambas clases de edad (Silva et al., 2009). Seguidamente, Harvey et al. (2009) evaluaron la importancia de los análisis hematológicos en el diagnóstico para la salud de los manatíes de Antillas, teniendo en cuenta las variaciones por locación (vida libre o cautividad), edad y sexo.

Por otra parte Manire et al. (2003) evaluaron dos manatíes adultos de la subespecie *T. manatus latirostris* con el objetivo de determinar las alteraciones en los parámetros sanguíneos y de orina de esta especie en condiciones simuladas de liberación después de la rehabilitación.

Con respecto a los parámetros sanguíneos del manatí amazónico (*T. inunguis*), está siendo estudiado ampliamente. Goncalves-colares (1992) mediante la evaluación de manatíes amazónicos adultos en cautiverio indicó que los niveles de proteína y albúmina en sangre sufren variaciones por influencia de la dieta. Posteriormente, Rosas (1999) evaluó los índices hematológicos y contenidos minerales presentes en el suero sanguíneo de manatíes amazónicos en cautiverio.

Los parámetros sanguíneos varían según la especie y sus necesidades fisiológicas. Colares et al. (2000) encontraron que los niveles de glucosa, proteínas totales, albúmina y globulina de la sangre del manatí amazónico son inferiores a los encontrados en el manatí de Florida (*Trichechus manatus*

latirostris) (Manire et al., 2003). Estas variaciones se deben probablemente a las diferencias ambientales en cada una de estas especies de manatíes en vivo. Por ejemplo, los niveles de glucosa pueden aumentar en respuesta a la disminución de la temperatura que se produce en ciertas épocas del año en ambientes templados donde viven los manatíes de la Florida (Carmo, 2009).

Con el tiempo se empezó a tomar en cuenta otros factores que podrían influir en los parámetros sanguíneos como son las estaciones climáticas, es así como Colares et al. (2000) evaluaron la influencia de las variaciones de estación climática en el peso, consumo de alimento, glucosa, lípidos totales, urea, proteína total, albúmina y globulina sanguínea de animales adultos (*T. inunguis*) en cautiverio. Posteriormente, Carmo (2009) estudió la bioquímica sanguínea y hematología el manatí amazónico para determinar los valores normales y caracterizar diferencias de acuerdo a edad, sexo y dieta (fórmula láctea artificial o leche materna). Para crías de manatí *T. inunguis* alimentados con leche materna se obtuvieron los siguientes rangos de parámetros de bioquímica sanguínea: glucosa (44.0-79.3 mg/dL), urea (26.0-34.8 mg/dL), colesterol (292.0-392.0 mg/dL), triglicéridos (140.0-198.5 mg/dL) y creatinina (1.1-1.8 mg/dL).

Bajo el concepto de establecer valores de referencia de analitos bioquímicos del suero como factor importante para el monitoreo del estado de salud y fisiológico de animales en cautiverio; Mello et al. (2011) reportó rangos de parámetros bioquímicos sanguíneos en el manatí amazónico estudiando un grupo mixto de animales sin distinción de sexo (adultos, subadultos y crías). Así mismo; Colares et al. (2011) obtuvieron valores de parámetros hematológicos y bioquímicos de la sangre del manatí amazónico para compararlo con especies cercanas como el *T. manatus* y otras un poco más diferentes como el elefante, caballo, vaca, oveja y lobo marino; evaluando animales adultos en cautiverio.

También se analizó el efecto del transporte como un factor estresante causante de los cambios en los parámetros sanguíneos del manatí amazónico, realizado por Carmo et al. (2013). Mediante el cual se recomendó monitorear los parámetros hematológicos y bioquímicos antes y después del transporte para minimizar los efectos estresantes en esta especie.

Al aumentar el número de crías lactantes huérfanas rescatadas, se inició investigaciones para encontrar una dieta que sustituya la leche materna de la mejor manera cubriendo los requerimientos nutricionales de las crías. De este modo; Maduro (2014) realizó un estudio en el que comparó el performance zootécnico y parámetros sanguíneos de crías de manatí amazónico con dos dietas (la dieta convencional usada por el INPA y una nueva dieta formulada según el contenido nutricional de la leche materna de manatí).

Sousa et al. (2016) realizaron uno de los últimos reportes de las variables hematológicas y bioquímicas de manatíes amazónicos (*T. inunguis*) jóvenes saludables mantenidos en cautiverio alimentados con fórmula láctea artificial, plantas acuáticas y semi-acuáticas nativas de la Región del Bajo Amazonas.

Todos los estudios anteriormente mencionados en *T. inunguis* se han realizado en Brasil; sin embargo la variación de los valores hematológicos y bioquímicos entre diferentes poblaciones de manatíes se puede producir por características particulares del medio ambiente y el manejo nutricional. Por lo tanto, lo ideal es que se realice una serie de referencia específica según el ambiente en el que el animal se desarrolla (Sousa et al., 2016); en el Perú no se ha reportado descripción de análisis de bioquímica de la sangre del manatí amazónico para las poblaciones en cautiverio ni tampoco en estado silvestre, por lo que sería de mucha utilidad generar información en ese tema.

En los siguientes cuadros (Cuadro 6 y 7), se presenta los datos reportados de los valores medios del análisis bioquímico sanguíneo para las especies *T. manatus* y *T. inunguis* respectivamente.

Cuadro 6: Valores medios reportados de análisis bioquímico sanguíneo de *T. manatus*.

Especie	<i>T. manatus</i>					
Sub especie	<i>T. manatus manatus</i>					<i>T. manatus latirostris</i>
Parámetro	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE
Glucosa (mg/dL)	83±29	54.77±18.27	49.64±17.64	57.49±17.72	59.93±20.36	61.5±7.7
Triglicéridos (mg/dL)	---	---	---	67.68±34.23	68.46±33.31	---
Colesterol (mg/dL)	---	338±129.68	401.36±166.78	46.84±27.98	51.14±29.68	---
Proteínas totales (g/dL)	---	---	---	4.34±1.19	4.34±1.16	7.6±0.3
Albúmina (g/dL)	4.85±0.4	---	---	1.90±0.92	1.91±0.87	4.5±0.6
Globulina (g/dL)	3.43±0.3	---	---	2.38±0.96	2.38±0.96	3.1±0.4
Creatinina (mg/dL)	1.63±0.6	1.31±0.35	1.35±0.43	1.91±0.69	1.88±0.68	1.6±0.2
Úrea (mg/dL)	---	11.62±6.94	1.42±0.37	17.76±10.68	16.59±10.79	14.8±1.5
Clase etaria	Mixto	Crías hembras	Crías machos	Crías lactantes	Crías lactantes	Adulto macho
Autor	Medway et al., (1982)	Vanoye, (2002)	Vanoye, (2002)	Silva, (2008)	Silva et al., (2009)	(Manire et al., 2003)

Cuadro 7: Valores medios reportados de análisis bioquímico sanguíneo de *T. inunguis*.

Especie	<i>T. inunguis</i>					
Parámetro	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE
Glucosa (mg/dL)	51.0±13.6	54.1±23.1	46.0±13.0	43.3±7.5	53.50±9.28	43.63±17.80
Triglicéridos (mg/dL)	93.0±28.4	113.0±87.8	135.0±53.0	---	153.70±59.38	127.98±42.72
Colesterol (mg/dL)	208±37.0	284.0±87.8	209.0±75.0	---	307.20±84.42	310.13±115.12
Lípidos totales (mg/dL)	544.0±70.0	638.0±127.0	---	543.6±59.4	733.70±128.07	---
Proteínas totales (g/dL)	6.2±1.4	6.3±0.8	6.8	6.3±0.4	7.50±0.62	6.12±0.51
Albúmina (g/dL)	4.6±0.3	4.2±1.1	3.3	3.5±0.2	2.91±0.24	4.23±0.46
Globulina (g/dL)	2.5±1.2	2.2±0.7	---	2.8±0.4	4.59±0.39	---
Creatinina (mg/dL)	1.1±0.3	1.2±0.4	2.2	---	---	1.34±1.25
Úrea (mg/dL)	39.9±5.9	39.1±11.4	43	29.3±6.8	---	30.21±28.4
Clase etaria	Crías machos	Crías hembras	Mixto	Adultos	Crías	Crías
Autor	Carmo, (2009)	Carmo, (2009)	Mello et al., (2011)	Colares et al., (2011)	Maduro, (2014)	Sousa et al., (2016)

2.6.1. Glucosa

La glucosa es una sustancia extremadamente sensible a alteraciones fisiológicas. En respuesta a la contención física y/o química, se da la liberación de corticoides endógenos, lo cual puede alterar los niveles de glucosa, llevando a un aumento de sus niveles séricos (Kaneko et. al, 1997).

Carmo (2009), reportó valores de glucosa sanguínea de 51.0 ± 13.6 mg/dL para crías machos y 54.1 ± 23.1 mg/dL para crías hembras. Para la etapa de adulto se reportó un promedio de 43.3 ± 7.50 mg/dL por Colares et al., (2011).

Los valores de glucosa de los manatíes reportados para la etapa de lactantes tienen un rango de 24.50-73.80 mg/dL (Sousa et al., 2016). Los niveles de glucosa tienden a ser próximos a los rumiantes (30 a 60 mg/dL) e inferiores a los animales no rumiantes (60 a 110 mg/dL), lo cual sugiere que este animal tal como los rumiantes, orienta su metabolismo para el uso de ácidos grasos volátiles como fuente primaria de energía en lugar de glucosa, con esto los niveles de glucosa en la sangre son mínimos.

El nivel de glucosa reducido también es relacionado con el metabolismo lento del manatí amazónico. Por lo tanto, el uso de glucosa para satisfacer sus necesidades metabólicas es menor que otros mamíferos herbívoros no rumiantes. Además, Colares et al. (2011) determinaron que los niveles de glucosa en sangre de manatíes en silvestría fueron más altos que los encontrados en manatíes en cautiverio, debido al estrés producido en la captura.

2.6.2. Lípidos

El colesterol y triglicéridos son comúnmente eliminados en forma de ácidos biliares. Un aumento de las concentraciones de estas sustancias puede llevar a la obstrucción y enfermedades pancreáticas, renales, diabetes e hipertiroidismo (Bossart et al., 2001 citado por Silva, 2008).

La concentración de lípidos totales en la sangre del manatí del Amazonas reportado para lactantes es de 425-648 mg/dL (Carmo, 2009) y adultos 543.6 mg/dL (Colares et al., 2011), se acerca a los valores encontrados en dos carnívoros: lobo fino (*Arctocephalus australis*) (765 mg/dL) y de lobos marinos (*Otaria flavescens*) (675 mg/dL) (Martínez y Souto, 1980). Sin embargo, la concentración de lípidos encontrada por Colares et al. (2011) fue mayor que la encontrada para los herbívoros, como el elefante africano (22 mg/dl) (Moore & Sykes, 1967 citado por Colares et al., 2011) y bovino (196.2 mg/dl) (Duncan & Gartos, 1962).

Los triglicéridos son sustancias de reserva con alto valor calórico que pueden ser rápidamente movilizadas y degradadas para suplir necesidades energéticas del organismo (Conn & Stumpf, 1975 citado por Carmo, 2009). Los niveles de triglicéridos sufren fuertemente la influencia de factores nutricionales, y las crías pueden presentar niveles reducidos de esta sustancia en largos periodos de inanición después de haber sido separados de sus madres (Silva, 2008).

Para la etapa de lactantes, se reportó una concentración de triglicéridos de 57.50-213.50 mg/dL y 144-518 mg/dL de colesterol (Sousa et al., 2016).

2.6.3. Úrea

La úrea es sintetizada en el hígado como consecuencia del metabolismo del amoníaco, precedente del catabolismo proteico (proteínas procedentes de la dieta y endógenas), por su bajo peso molecular puede difundirse con facilidad a los líquidos corporales (espacios intra y extra celular, plasma, suero y sangre). La producción de urea se incrementa tras una dieta rica en proteína y por el contrario disminuye en dietas pobres en proteína (Goncalves-colares, 1992).

En los mamíferos acuáticos, sus niveles son más altos que los mamíferos terrestres, lo que es justificado por la alta tasa de proteína y grasa presente en las dietas de estos animales (Bossart et al., 2001 citado por Silva, 2008).

La concentración de úrea en la sangre del manatí amazónico en lactantes se encuentra en un rango de 14.30-54.25 mg/dL (Sousa et al., 2016) y un promedio de 29.3 mg/dL en adultos (Colares et al., 2011), la cual es similar a la encontrada en los elefantes (30 mg/dL) (Brown et al., 1978).

2.6.4. Creatinina

La creatinina se forma en el metabolismo de músculo esquelético y a diferencia de la úrea no se absorbe en los túbulos renales (Silva, 2008), no es reutilizable por el cuerpo y es eliminado por los riñones a una velocidad constante (Osborne et al., 1975 citado por Manire et al., 2003).

Es formada a partir de creatina, que es responsable del almacenamiento de fosfato de alta energía, particularmente en el músculo cardíaco y esquelético. La cantidad de creatina en el plasma está relacionada con la masa muscular y también con la función adecuada de los riñones (Devlin, 2007 citado por Carmo, 2009).

Muchos manatíes jóvenes al perder peso o presentar emaciación, el perfil químico de suero a menudo muestra signos de deshidratación, incluyendo elevación en los niveles de creatinina (Vanoye, 2002). Para el manatí amazónico se ha reportado valores de creatinina de 0.93-1.76 mg/dL (Sousa et al., 2016) para lactantes y 1.5-3.3 mg/dL en general sin distinción de edad (Mello et al., 2011).

2.6.5. Proteína total

Las proteínas son moléculas de alto peso molecular formadas por la unión de aminoácidos. Muchas proteínas plasmáticas son transportadoras, llevando nutrientes, metabolitos, hormonas y también sustancias tóxicas (Carmo, 2009). El manatí amazónico presenta un rango de 5.38-7.10 g/dL para lactantes (Sousa et al., 2016) y un promedio de 6.3 g/dL para adultos (Colares et al., 2011) de proteínas totales en la sangre, lo cual es una concentración menor que la de los manatíes marinos 7.4 g/dL (White et al., 1976), 7.7 g/dL (Irvine et al., 1980 citado por Carmo, 2009) y 8.3 g/dL (Medway et al., 1982a).

La albúmina es fuertemente dependiente e influenciada por la dieta y la función hepática. Los mamíferos acuáticos tienen una alta producción de albúmina en el nivel del hígado, es por ello que las alteraciones en sus niveles están directamente relacionados con casos extremos ocasionados por los factores nutricionales, excepto en los casos de daño hepático. En los cuadros de inanición, enfermedades gastrointestinales y / o quemaduras graves, la albúmina presenta disminución, lo contrario a lo que se encuentra en animales deshidratados (Kaneko et al., 1997).

La albúmina es la proteína más abundante, representando de 35 a 50 % de la proteína plasmática total (Hendrix, 2006 citado por Maduro, 2014). Es responsable del transporte de los ácidos grasos, Ca, Mg, Zn, Cu, ácido úrico, hormonas sexuales y vitaminas A y C. Según Sousa et al. (2016) los manatíes lactantes presentan un rango de 3.50-5.00 g/dL de albúmina en la sangre y 3.5 g/dL en adultos (Colares et al., 2011).

La globulina está compuesta por globulinas alfa (α), beta (β) y gamma (γ); pero se tiene poca información de la significancia diagnóstica de estas fracciones en los mamíferos acuáticos. Las α -globulinas son indicadoras de procesos inflamatorios en algunos mamíferos acuáticos, las β -globulinas se producen como respuesta inmunológica ante un antígeno. La ausencia de γ -globulinas en delfines, manatíes y focas neonatas puede indicar una inadecuada ingestión y/o ausencia de calostro llevando a una depresión del sistema inmune de las crías (King et al., 2001 citado por Silva, 2008).

La globulina es responsable del transporte de hierro, lípidos, grasa y vitaminas liposolubles. Valores de globulina más elevados que la albúmina en la fase de crecimiento de los animales está relacionado con el desenvolvimiento inmunológico del animal (Mundlim, 2008 citado por Maduro, 2014). Los niveles encontrados en manatíes amazónicos lactantes tienen un rango de 1.4 - 4.5g/ dL (Carmo, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y duración

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Zona de Cuarentena del Centro de Rescate Amazónico (CREA) ubicado en el Km 4.5 de la Carretera Iquitos-Nauta, ciudad de Iquitos, departamento de Loreto, Perú (Figura 9); a 113 m.s.n.m y humedad relativa de 88% (Senamhi, 2016). La duración fue de 84 días, desde el 28 de agosto hasta 17 de noviembre del 2016.

Figura 9: Mapa de ubicación del Centro de Rescate Amazónico.



FUENTE: Google Maps (2017).

3.2. Instalaciones y equipos

En la Zona de Cuarentena los animales se mantuvieron en 4 pozas; asignándose un animal por poza; cuyas dimensiones fueron de 2.79 m de largo x 2.01 m de ancho x 0.88 m de profundidad, con aproximadamente 14.06 m² de área calculada, 4.9 m³ de volumen y capacidad calculada de cuatro mil novecientos litros de agua (Figura 10 B). Las pozas contaban con sombra que cubría la mitad de la poza y un sistema de filtrado y renovación de agua proveniente de un tanque tratado (Figura 10 A). Se realizó monitoreo de la temperatura del agua mediante un medidor multiparámetro portátil HACH® procurando que la temperatura se mantenga constante y en un rango mayor a 23 °C. La limpieza de las pozas, desinfección y baño de los animales se realizó todos los días a primera hora, previo al suministro de la primera ración de alimento del día.

Figura 10: Instalaciones de la Zona de Cuarentena del Centro de Rescate Amazónico.



A. Sistema de filtrado del agua, B. Pozas de conducción.

3.3. Animales evaluados

Se trabajó con 4 manatíes lactantes (2 machos y 2 hembras) con un peso promedio de 28.95 Kg (27.06 – 30.30 Kg), longitud total promedio de 1.15 m (1.10 – 1.19 m) y edad aproximada promedio de 8.75 meses (8 – 9 meses) (Cuadro 8). Todos los animales fueron rescatados y mantenidos en cautiverio.

Cuadro 8: Información y codificación de las crías evaluadas en el experimento.

Identificación	Codificación	Nombre	Edad aprox. al Inicio del Experimento (meses)	Longitud total al Inicio del Experimento (m)	Peso vivo al Inicio del Experimento (Kg)	Sexo
0-48	Manatí 1 (M1)	Tahuayo	8	1.16	29.12	Macho
0-46	Manatí 2 (M2)	Contamano	9	1.10	29.30	Macho
0-47	Manatí 3 (M3)	PV2	9	1.15	27.06	Hembra
0-45	Manatí 4 (M4)	Shicshi	9	1.19	30.30	Hembra

3.4. Alimentación

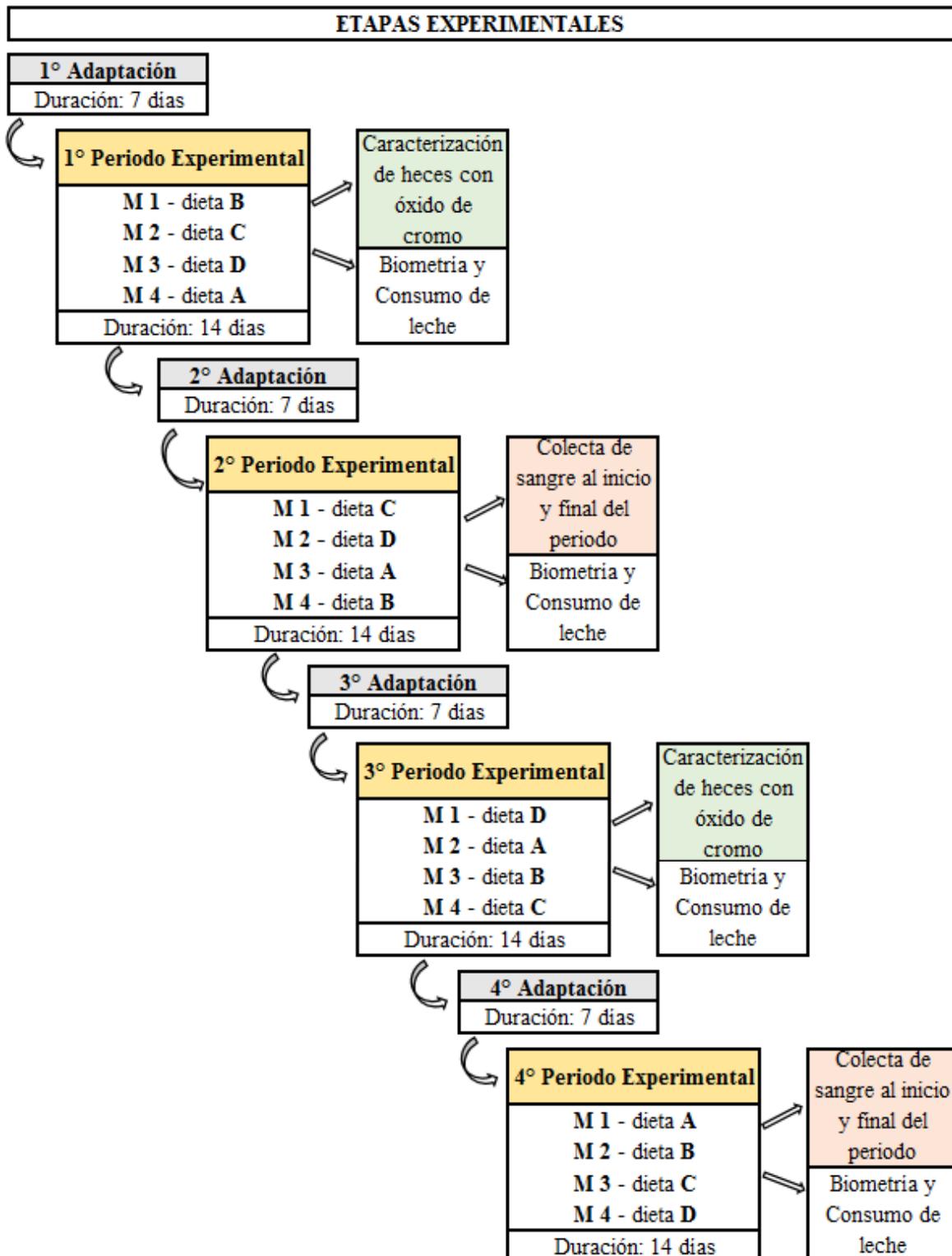
El número de raciones suministradas de alimento se realizó de la siguiente manera: en los dos primeros periodos de evaluación, cuatro veces al día en intervalos de tres horas desde las 8:00 am hasta las 17:00 pm; siendo el suministro diario de alimento de 1 litro/animal/día, repartido en 4 raciones de 250 ml aproximadamente. Al iniciar la adaptación del tercer periodo experimental, todas las crías sobrepasaron los 30 Kg de peso vivo por lo que se procedió a aumentar el suministro diario de alimento a 1,5 litros/animal/día, repartidos en 6 veces al día en intervalos de 2 horas, en seis raciones de 250 ml aproximadamente.

Se suministró cuatro diferentes dietas no convencionales a los cuatro manatíes, cada dieta fue ofrecida por un periodo experimental de catorce días y se tuvo un intervalo de adaptación de 7 días antes del inicio de cada periodo experimental. (Figura 11.)

El alimento ofrecido se pesó con una balanza digital de 3 Kg de capacidad y ± 0.1 g de sensibilidad, minimizando los remanentes y controlando la cantidad de alimento que se les ofrece a los animales. Para la preparación del alimento se disolvió 42 g de la leche en polvo evaluada en 200 ml de agua hervida, esta preparación se repitió para cada mamila. Se utilizó agua tratada hervida, para eliminar posibles patógenos y brindar la leche a una temperatura aceptable para el animal (35.8-37 °C), siendo en lo posible cercana a la temperatura de la leche materna.

El alimento fue suministrado en botellas de plástico de 700 ml de capacidad adaptadas con tetinas para terneros. Después de alimentar se verificó si el animal dejaba residuo de alimento y si era el caso se medía el residuo en una probeta de 50 ml de capacidad.

Figura 11: Esquema de las etapas del experimento, duración de los periodos y actividades.



3.5. Dietas evaluadas

Se evaluaron 4 dietas no convencionales, definidos a continuación:

Dieta 1 (D1): (25% Milk Matrix y 75% Nan® sin lactosa). Agua hervida (200 ml), sustituto lácteo Zoologic Milk Matrix (10.5 g) y Nan® sin lactosa (31.5 g).

Dieta 2 (D2): (50% Milk Matrix y 50% Nan® sin lactosa). Agua hervida (200 ml), sustituto lácteo Zoologic Milk Matrix (21 g) y Nan® sin lactosa (21 g).

Dieta 3 (D3): (75% Milk Matrix y 25% Nan® sin lactosa). Agua hervida (200 ml), sustituto lácteo Zoologic Milk Matrix (31.5 g) y Nan® sin lactosa (10.5 g).

Dieta 4 (D4): (100% Milk Matrix). Agua hervida (200 ml) y sustituto lácteo Zoologic Milk Matrix (42 g).

Figura 12: Sustitutos lácteos utilizados (Zoologic Milk Matrix y Nan® sin lactosa).



Las características nutricionales de las dietas se muestran en el cuadro 9 y 10.

Cuadro 9: Composición nutricional calculada de las dietas evaluadas.

NUTRIENTE (Por 100 gramos)	DIETA ¹			
	1	2	3	4
Energía (Kcal)	521.75	540.50	559.25	578.00
Proteínas (%)	16.60	22.40	28.20	34.00
Grasa (%)	29.48	33.95	38.43	42.90
Fibra cruda (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
Carbohidratos (%)	47.85	37.10	26.35	15.60
Minerales (Cenizas) (%)	3.30	4.00	4.70	5.40
Humedad (%)	2.78	2.55	2.33	2.10

¹ Dietas: D1: 75%Nan y 25%Milk Matrix; D2: 50%Nan y 50%Milk Matrix; D3: 25%Nan y 75%Milk Matrix; D4: 100% Milk Matrix.

Cuadro 10: Análisis químico proximal de las dietas evaluadas.

Nutriente (Por 100 gramos)	Dieta ¹			
	1	2	3	4
Energía (Kcal)	484.10	504.99	536.87	570.11
Proteínas (%)	17.19	23.25	29.16	35.43
Grasa (%)	13.55	18.44	23.55	28.40
ELN (%)	62.55	51.43	39.57	28.18
Minerales (Cenizas) (%)	3.20	3.58	4.60	5.32
Humedad (%)	3.5	3.29	3.11	2.67

FUENTE: Laboratorio de Evaluaciones Nutricionales (LENA) de la UNALM

¹ Dietas: D1: 75%Nan y 25%Milk Matrix; D2: 50%Nan y 50%Milk Matrix; D3: 25%Nan y 75%Milk Matrix; D4: 100% Milk Matrix.

La información de los productos Milk Matrix 33/40 y NAN® sin lactosa se presentan en los cuadros 11 y 12, respectivamente.

Cuadro 11: Contenido nutricional del producto Milk Matrix 33/40.

Nutriente	Por 100 g de polvo
Energía (Kcal)	578.00
Proteínas (g)	34.00
Grasa (g)	42.90
Fibra cruda (g)	0.00
Carbohidratos (g)	15.60
Minerales (Cenizas) (g)	5.40
Humedad (g)	2.10

FUENTE: Ficha técnica Milk Matrix 33/40

Milk Matrix 33/40: es un reemplazante lácteo bajo en lactosa, que puede usarse sólo en canidos y felinos, o puede ser mezclado con otros componentes adicionales para formular otros sustitutos de leche específicos para otras especies.

Especificaciones: aceite vegetal (preservado con BHA, BHT, galato de propilo y ácido cítrico), caseína, leche desnatada seca, yema de huevo, L-arginina, DL- metionina, carbonato de calcio precipitado, fosfato de potasio monobásico, jarabe de maíz seco, hidróxido de calcio, sal, lecitina, fosfato monocálcico, hidróxido de sodio, cloruro de colina, cloruro de potasio, carbonato de magnesio, sulfato de magnesio, vitamina A, sulfato de zinc, vitamina E, sulfato de hierro, niacina, sulfato de cobre, pantotenato de calcio, vitamina B12, sulfato de manganeso, ácido fólico, riboflavina, hidrocloreuro de tiamina, calcio yodado, hidrocloreuro de piridoxina(Matrix, n.d.).

Cuadro 12: Contenido nutricional del producto NAN® sin lactosa.

COMPONENTE	Por 100 g de polvo
Energía (Kcal)	503.00
Proteínas (g)	10.80
Lípidos (g)	25.00
Ácido linoleico (g)	4.00
Acido alfa-linolénico (mg)	500
DHA (mg)	53.00
ARA (mg)	53.00
Hidratos de carbono (g)	58.60
Minerales (Cenizas) (g)	2.60
Humedad (g)	3.00

FUENTE: Ficha técnica de Nan® sin lactosa –Nestlé

NAN® sin lactosa: Fórmula infantil para la alimentación de lactantes con intolerancia a la lactosa y para ser utilizada durante episodios de diarrea, desde el nacimiento.

Especificaciones: Jarabe de maíz (maltosa dextrina), oleína de palma, suero de leche, desmineralizado, caseinato de potasio, aceites vegetales, coco, raps, maíz, fosfato difásico de potasio, citrato de calcio, lecitina de potasio, cloruro de sodio, cloruro de magnesio, cloruro de potasio, vitaminas, taurina, nucleótidos (piridinas, purinas), sulfato ferroso, sulfato de Zinc, L-carnitina, sulfato de cobre, yoduro de potasio.

3.6. Metodología para caracterización de las dietas

Las muestras representativas de las dietas ofrecidas fueron colectadas al final del experimento tomándose muestras totales de 100 g por cada dieta evaluada. Estas muestras fueron almacenadas en bolsas herméticas (Ziploc R, SC Johnson and Son, Inc., Racine, WI) (Harshaw, 2012) y transportadas al Laboratorio de Evaluaciones Nutricionales (LENA) de la UNALM para su posterior análisis proximal.

Las muestras fueron sometidas a estufa a 105 °C durante 4 horas para hallar el contenido de humedad y materia seca, posteriormente se determinó el contenido de proteínas por el método de Kjeldhal, contenido de grasa por medio del Equipo de extracción de grasa Modelo ANKOM XT15 y finalmente se utilizó la mufla para determinación de ceniza. Finalmente el contenido de energía se determinó mediante la siguiente fórmula: $EB \text{ (Kcal/Kg)} = 56.5 \text{ Pt\%} + 41.5 \text{ (\%ELN + \%FC)} + 94 \text{ EE\% \{At Watter\}}$.

3.7. Peso vivo, ganancia de peso y biometría

Al inicio de experimento se realizó la biometría y pesaje individual de los 4 manatíes lactantes para determinar el peso inicial del animal previo al consumo de la dieta a evaluar. A lo largo del experimento se realizó el pesaje y biometría al inicio y final de cada periodo experimental.

Para obtener la ganancia de peso por periodo (14 días), se calculó la diferencia del peso final y peso inicial del periodo por dieta evaluada.

$$\text{Ganancia de peso por periodo (Kg/14 días)} = \text{Peso final (Kg)} - \text{Peso inicial (Kg)}$$

Durante la evaluación se tomó las siguientes mediciones biométricas: Longitud total (m), Longitud total curvada (m), Ancho de aleta pectoral (cm), Ancho de cola (cm), Circunferencia (m) y circunferencia del pedúnculo (cm) (Figura 13).

Figura 13: Medidas biométricas realizadas a manatíes lactantes.



Medidas biométricas realizadas a crías de manatí amazónico. A. Ancho de cola, B. Circunferencia del pedúnculo, C. Ancho de aleta, D. Circunferencia, E. Longitud total curvada, F. Longitud total.

- a) Longitud total: medida longitudinal desde el extremo anterior céfalo-nasal hasta el extremo posterior de la aleta caudal, considerando la proyección de una línea recta paralela a la columna vertebral (Harshaw, 2012; Harshaw et al., 2016; Vergara-Parente et al., 2010; Amaral et al., 2010).
- b) Longitud total curvada: medida de la longitud desde el extremo anterior céfalo-nasal hasta el extremo posterior de la aleta caudal, considerando el perímetro curvado del cuerpo, definido por la línea dorsal (Harshaw, 2012; Harshaw et al., 2016; Vergara-Parente et al., 2010; Amaral et al., 2010).
- c) Ancho de la aleta pectoral: distancia en la zona más ancha de la aleta pectoral.
- d) Ancho de cola: medición del mayor segmento de la aleta caudal.

- e) Circunferencia: medida perimetral de la circunferencia abdominal, semejante a un corte transversal imaginario a la altura de la sección del ombligo (Harshaw, 2012; Harshaw et al., 2016; Vergara-Parente et al., 2010; Amaral et al., 2010).
- f) Circunferencia del Pedúnculo: medición de la circunferencia perimetral entre la unión del cuerpo con la aleta caudal.

El pesaje y biometría se realizó en las primeras horas del día, previo a la alimentación de los animales, se procedió a inmovilizar a los manatíes con redes para pescar, posterior a ello se colocó al animal en una camilla de manejo (Figura 14). Se procedió con la biometría y finalmente el pesaje con una balanza colgante digital portátil Henkel® de 200 Kg de capacidad con sensibilidad de ± 0.1 Kg; para evitar errores en el pesaje se pesaba la camilla posterior a cada manatí ya que al absorber agua la camilla aumenta de peso.

Figura 14: Manejo de los animales para la biometría y pesaje.



Procedimiento para la biometría y pesaje periódico: A. Contención de los animales, B. Biometría individuales, C. Pesaje individual.

3.8. Consumo de alimento y conversión alimenticia (CA) por periodo (14 días)

Se registró el consumo total de alimento de cada dieta evaluada durante cada periodo (14 días), restando el residuo a la cantidad de alimento ofrecido.

Consumo de alimento (Kg/animal/14 días): *Alimento ofrecido (Kg) – Residuo (Kg)*

La conversión alimenticia (CA) fue calculada para cada dieta evaluada durante cada periodo, se relacionó cuanto alimento consume el animal lactante para ganar 1 Kg de peso por periodo (14 días).

$$\text{C.A. por periodo} = \frac{\text{Consumo de alimento (Kg)}}{\text{Ganancia de peso en 14 días(Kg)}}$$

3.9. Metodología para caracterización de las heces

Para el análisis posterior de digestibilidad en cada dieta ofrecida a los cuatro manatíes lactantes se adicionó, en la mezcla en polvo, óxido de cromo como marcador externo (Rodríguez Chacon et al.,1999b) (Figura 15). Entre el cuarto al quinto día de evaluación del primer y tercer periodo de evaluación, se suministró por todo un día 0.5 g de óxido de cromo en cada mamila, representando el 1.19% del alimento en base seca y 0.2% en base húmeda (Gutiérrez-Coronado et al., 2003).

Figura 15: Uso de óxido de cromo como marcador externo para caracterización de las heces.



Caracterización de heces: A. Leche preparada, B. Alimentación del animal con la dieta marcada.

Para una óptima colección de excretas se debió monitorear continuamente a los animales para evitar que las muestras de heces se pierdan al desintegrarse en el agua o que los animales limiten una óptima colección por la práctica de coprofagia de los mencionados. Las colectas diarias de heces se iniciaron al observar las primeras heces coloreadas de verde, permitiendo determinar el Tiempo de tránsito (TT) y Tiempo de retención máxima (TRM) para las diferentes dietas evaluadas y en

general para el manatí amazónico lactante. Para poder determinar el tiempo de tránsito se contabilizó el tiempo desde que el animal ingirió el alimento hasta que aparecieron las primeras heces marcadas; posterior a ello se siguió contabilizando el tiempo hasta que se terminó de excretar completamente el marcador para poder determinar el tiempo de retención máxima (Van Weyenberg et al., 2006; Barbosa et al., 2012; Larkin et al., 2007).

Se colectó las heces más coloreadas para la determinación de cromo, mientras que las heces menos coloreadas o de color combinado se usaron para el posterior análisis proximal. Las muestras de heces fueron colocadas en papel aluminio previamente codificado con el número de manatí, dieta evaluada y descripción de coloración (Figura 16), fueron almacenadas en bolsas de cierre hermético (Ziploc R, SC Johnson and Son, Inc., Racine, WI) para ser congeladas -20 °C hasta su análisis (Harshaw, 2012).

Figura 16: Coloración de las heces colectadas y su almacenamiento.



Colección de heces: A. Diferencia de coloración de heces, B. Almacenamiento de las heces envueltas en papel aluminio.

Las muestras de heces fueron deshidratadas sometiéndolas a 105 °C por 4 horas, separadas por dietas evaluadas y enviadas al Laboratorio de Evaluaciones Nutricionales (LENA) de la UNALM para la determinación de contenido proteínas por el método de Kjeldhal, contenido de grasa por el método de Soxhlet, contenido de ceniza por el método de incineración total, y la energía se calculó mediante la siguiente fórmula: $EB \text{ (Kcal/Kg)} = 56.5 \text{ Pt\%} + 41.5 \text{ (\%ELN + \%FC)} + 94 \text{ EE\% \{At Watter\}}$. El grupo de muestras más coloreadas de verde fueron enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelo y Plantas (LASPAF) de la UNALM para la determinación de cromo en heces.

3.10. Metodología para determinación de digestibilidad

El óxido de cromo fue agregado al alimento al 1.19% en materia seca, el cual se convirtió a cromato por la digestión con ácido en el tracto digestivo. Posterior al análisis de cromo en heces se realizó el cálculo de digestibilidad aparente de las dietas, proteína, extracto etéreo, ceniza y extracto libre de nitrógeno.

La diferencia entre lo consumido y lo excretado determinó el coeficiente de digestibilidad aparente. La cual se calculó a través de las siguientes ecuaciones (Harshaw, 2012):

$$\text{CD (MS)} = 100 - \left(100 * \frac{\% \text{Cr2O3 en el alimento}}{\% \text{Cr2 O3 en las heces}}\right)$$
$$\text{CD (MS) nutriente} = 100 - \left(100 * \frac{\% \text{nutriente de las heces} \times \% \text{Cr2O3 en el alimento}}{\% \text{nutriente del alimento} \times \% \text{Cr2 O3 en las heces}}\right)$$

3.11. Metodología para extracción de sangre

Al inicio y final del segundo y cuarto periodo experimental se colectaron muestras de sangre de los cuatro manatíes. Posterior a la biometría se iniciaba la extracción de sangre, las muestras de sangre fueron extraídas utilizando scalp 19 G y la punción se realizó en el plexo venoso braquial, situado en la base ventral de la aleta pectoral (Sousa et al., 2016; Carmo, 2009, 2013; Colares, 1992, 2000, 2011; Rosas et al., 1999).

En el segundo periodo experimental se colectó aproximadamente 1 ml de sangre por animal para ser sometido a análisis mediante el equipo MultiCare-in®, utilizado para la medición de Glucosa (GLU), Colesterol (COL) y Triglicéridos (TRI) en sangre. Luego de colectar la sangre se expuso aproximadamente una gota de sangre con el extremo de cada tira de examen. El equipo emitía un sonido para asegurar que la muestra está colocada correctamente y posteriormente se inició la lectura, luego de otra señal sonora en un intervalo de 5 segundos aproximadamente fue dado el resultado en (mg/dL) de glucosa en sangre; el resultado de triglicéridos y colesterol en sangre fue dado en un intervalo menor a 2 minutos aproximadamente (Sabadell, 2008) (Figura 17 A,B,C).

En el cuarto periodo experimental se colectó aproximadamente 5 ml de sangre por animal para análisis bioquímico, las muestras fueron acondicionadas en tubos Vacutainer® sin anticoagulante. Las muestras fueron refrigeradas a 4-8 °C por un intervalo menor a 3 horas para luego ser enviadas al Laboratorio SelvaSalud Rio Amazonas S.R.L para el análisis de Glucosa (GLU) (mg/dL), Colesterol (COL) (mg/dL), Triglicéridos (TRI) (mg/dL), Urea (UR) (mg/dL), Creatinina (CRE) (mg/dL), Proteína total (PT) (g/dL) y Albúmina (ALB) (g/dL) en sangre (Colares et al., 2011; Goncalves-colares, 1992; Carmo, 2009; Sousa et al., 2016) (Figura 17 D).

Figura 17: Colección de sangre para análisis bioquímico.



Colección de sangre: A. Punción en el plexo venoso braquial en la parte ventral de la aleta pectoral, B. Colocación de la muestra de sangre en la tira del equipo Multicare-in®, C. Resultado del análisis bioquímico sanguíneo con el equipo Multicare-in®, D. Muestra para en análisis bioquímico sanguíneo en laboratorio.

Este mismo procedimiento se realizó para la extracción de sangre en el monitoreo de una cría macho nacida en semicautiverio alimentada con leche materna, de edad similar a la de los manatíes evaluados. Esta práctica se realizó con el objetivo de realizar una comparación observacional del perfil bioquímico sanguíneo de una cría alimentada con leche materna, con los perfiles bioquímicos de las crías evaluadas alimentadas con diferentes dietas de leche artificial (Figura 18).

Figura 18: Colección de sangre de la cría nacida en semicautiverio.



A. Captura de la cría lactante. B. Preparación del animal para la colección de sangre.

3.12. Metodología para colección de leche materna

En la zona de semicautiverio se procedió a realizar el monitoreo veterinario de los animales, el cual se realiza dos veces al año, además se realizó biometría y pesaje. Se utilizó una red de pesca para capturar a los animales y acercarlos a la orilla de la laguna artificial donde se aloja estos animales. Una vez cerca a la orilla, se colocó al animal en una camilla de manejo; en este caso se capturó a una madre primeriza que se encontraba en su tercer trimestre de lactación aproximadamente. Después de desinfectar la glándula mamaria, se procedió a ordeñar manualmente al animal, colocando la muestra en un recipiente estéril autoclavable de 100 ml de capacidad (Barbosa et al., 2011; Bachman & Irvine, 1979) (Figura 19).

Posterior a la colección de leche, se colocó el recipiente con la muestra en un cooler para transportarlo y ser almacenado en refrigeración a 4°C hasta su análisis. La muestra fue enviada al Laboratorio de Calidad Total, UNALM para el análisis de contenido proteico.

El mismo procedimiento se realizó con otra hembra primeriza proveniente de una granja privada, la cual estaba en su segundo trimestre de lactación aproximadamente. Esta muestra fue enviada al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la UNALM para el análisis de contenido de sólidos totales y densidad. Una parte de la muestra fue enviada a la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) para el análisis de contenido de ceniza mediante incineración total en mufla.

Figura 19. Colección de leche materna de manatí amazónico en semi-cautiverio



A. Laguna de la Zona de Semicautiverio, B. Captura de la manatí madre, C. Colocación del animal en la camilla de manejo, D. Ordeño manual, E. Estimulación de la glándula mamaria mediante masajes, F. Muestra de leche colectada.

3.13. Diseño estadístico

Se empleó el Diseño Cuadrado Latino con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. El análisis de varianza se realizó aplicando el procedimiento ANOVA del programa IBM SPSS 24.0 (IBM, 2016).

El modelo estadístico para este diseño, será el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + C_j + H_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento ($i = 1, 2, 3, 4$)

C_j = efecto del j -ésimo periodo ($i = 1, 2, 3, 4$)

H_k = efecto del k -ésimo animal ($i = 1, 2, 3, 4$)

ϵ_{ij} = error experimental

3.14. Análisis de datos de bioquímica sanguínea

Para establecer la normalidad de los parámetros hematológicos de crías fue utilizada estadística descriptiva (media y desviación estándar). Los datos fueron analizados mediante ANOVA y se realizó comparación de medias entre dietas experimentales mediante la prueba de Duncan a un nivel $\alpha=0.05$ por el programa estadístico IBM SPSS 24.0

3.15. Análisis de datos de peso y biometría

Para establecer la normalidad de los datos de biometría y peso de crías, fue utilizada estadística descriptiva (media y desviación estándar). Los datos fueron analizados mediante ANOVA y se realizó comparación de medias respecto al peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia entre las dietas experimentales mediante la prueba de Duncan a un nivel $\alpha=0.05$ por el programa estadístico IBM SPSS 24.0.

Posteriormente mediante el mismo programa estadístico, se analizaron los datos para determinar la correlación entre peso vivo (Kg), longitud total (m), longitud total curvada (m), ancho de aleta pectoral (cm), ancho de cola (cm), circunferencia (m) y circunferencia del pedúnculo (cm). Seguido del análisis de regresión lineal para determinar ecuaciones de predicción de peso vivo mediante las medidas biométricas.

3.16. Análisis de composición química de las heces

Para establecer la normalidad de los datos de contenido de proteína, grasa, ceniza y ELN de las heces, se utilizó la estadística descriptiva (media y desviación estándar).

Los datos fueron analizados mediante ANOVA y se realizó comparación de medias mediante la prueba de Duncan a un nivel $\alpha=0.05$ por el programa estadístico IBM SPSS 24.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

El suministro de las dietas experimentales no originó ningún trastorno digestivo y fueron aceptadas fácilmente por los animales. Las medias de los resultados obtenidos para peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento total y conversión alimenticia acumulada obtenida de las cuatro dietas experimentales durante cuatro periodos de evaluación de 14 días, son presentadas en el Cuadro 13 y Anexo 1.

Cuadro 13: Medias de peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia acumulada de las cuatro dietas experimentales en 14 días de evaluación.

MEDICIONES ¹	DIETA ²			
	1	2	3	4
Peso vivo inicial, kg	32.37 ^a	31.88 ^a	32.12 ^a	32.52 ^a
Peso vivo final, kg	34.17 ^a	34.16 ^a	34.54 ^a	34.68 ^a
Ganancia de peso en 14 días, kg	1.80 ^a	2.28 ^a	2.42 ^a	2.16 ^a
Consumo de alimento total en 14 días, kg	15.34 ^a	15.57 ^a	14.73 ^a	14.69 ^a
Conversión Alimentaria Acumulada (C.A.A.)	9.16 ^a	6.95 ^{ab}	6.22 ^b	7.38 ^{ab}

^{ab} Letras distintas en un misma fila son valores diferentes estadísticamente ($p < 0,05$).

¹ Los valores para cada dieta representan el promedio de las 4 repeticiones.

² Dietas: D1: 75%Nan y 25%Milk Matrix; D2: 50%Nan y 50%Milk Matrix; D3: 25%Nan y 75%Milk Matrix; D4: 100% Milk Matrix.

No se observó diferencias significativas entre las cuatro dietas respecto al peso inicial, peso final, ganancia de peso y consumo de alimento (Cuadro 13). En contraste, se encontró diferencia significativa en la conversión alimenticia acumulada ($p < 0.05$), siendo la dieta 3 de menor conversión alimenticia (6.22) y la dieta 1 la de mayor conversión alimenticia (9.16).

En la ganancia de peso, se obtuvo un rango de 0.9-1.21 Kg/semana. Lo cual concuerda con la ganancia de peso promedio semanal reportada en estudios anteriores realizados en similares condiciones elaborados por Best et al. (1982), Rodriguez Chacon et al. (1999a), y Maduro (2014). A pesar de que no se presentó diferencia estadística significativa en la ganancia de peso entre las dietas, se pudo observar que la dieta 3 (2.42 Kg/14 días) presentó cierta mejora en la ganancia de peso, siendo superior en más de medio kilo a la ganancia de peso obtenida por la dieta 1 (1.80 Kg/14 días), la cual fue la dieta que presentó la menor ganancia de peso.

El consumo de alimento diario resultante fue de 1.05-1.11 Kilos de leche/ animal, lo cual fue muy inferior a lo reportado por Best et al. (1982). Sin embargo, autores como Rodriguez Chacon et al. (1999a) y Maduro (2014) obtuvieron consumo de alimento diario menores a lo reportado por Best et al. (1982), siendo ligeramente más cercanos a los presentados en este estudio. A pesar de que se obtuvo consumo de alimento medio menor a lo previamente reportado, se presentaron ganancias de pesos similares a los estudios anteriormente mencionados. Se podría sugerir que esto se debería a los insumos de las dietas suministradas, los cuales posiblemente fueron más aprovechables que los insumos usados en las fórmulas lácteas de los estudios previos. Si bien no se observó diferencias estadísticas significativas en el consumo diario de leche entre las dietas evaluadas, la dieta 2 presentó ligeramente mayor consumo (15.57 Kg/14 días) y la dieta 4 presentó el menor consumo con 14.69 Kg/14 días, estas pequeñas diferencias podría ser causadas por la palatabilidad de la dieta, siendo más aceptable en sabor para los lactantes la dieta 2. También se debe tomar en cuenta que la cantidad de alimento consumido es influenciado por la densidad energética de la dieta, así al incrementar la densidad energética de la dieta disminuye el consumo del alimento (NRC, 1987), esto se evidencia en lo sucedido con la dieta 4 presentando la mayor densidad energética (5.70 Kcal/g) y menor consumo.

La temperatura del agua es un factor importante que puede llegar a afectar el consumo de alimento, temperaturas menores a 20°C y mayores a 31°C resulta en una depresión y/o pérdida de apetito en las crías lactantes, las cuales son más susceptibles que los adultos (Vanoye, 2002). En el presente estudio se registró la temperatura del agua y pH, en el cual no se observó cambios extremos (Anexo 2). Se obtuvo temperatura ambiental promedio de 28.8°C y temperatura de agua promedio de 27.4°C, reportándose como la mínima temperatura 27.0°C y máxima de 27.9°C, lo cual estuvo dentro del rango de temperatura óptimo para las crías.

Con el suministro de un alimento más nutritivo, se puede reducir la frecuencia de alimentación durante el día, disminuyendo el contacto humano con los animales, lo cual podría tener influencia en los programas de reintroducción de estos animales en la naturaleza.

La conversión alimenticia obtenida en el presente trabajo de 6.22 a 9.16, fue menor a lo reportado en trabajos anteriores por Rodriguez Chacon et al. (1999a) y Maduro (2014). En este aspecto se encontraron diferencias estadísticas significativas, siendo la dieta 3 la de menor conversión alimenticia (6.22) ($p < 0.05$) lo cual sugiere que es la dieta que mejor se asimiló por los animales.

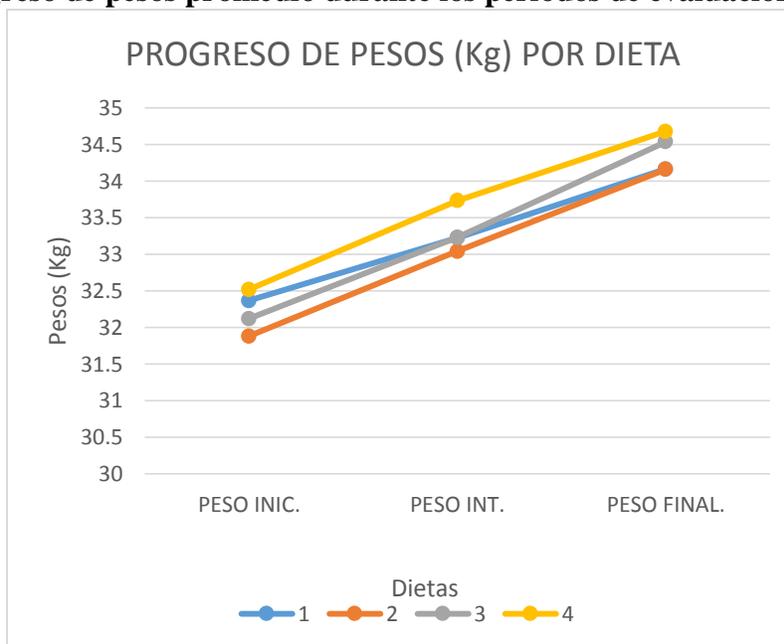
Para la cría del manatí amazónico, la relación energía/proteína bruta de la leche materna es de 22.69 Kcal/g, basado en los experimentos realizados por Barbosa (2011). La relación de energía bruta / proteína bruta presentada en las dietas 2 y 3 (21.72 y 18.41 Kcal/g) son las más cercanas a la leche materna, entre las cuales la dieta 3 parece ser más satisfactoria teniendo en cuenta que los animales obtuvieron mayor desempeño en ganancia de peso y conversión alimenticia menor en comparación a las otras dietas.

Las medias de los resultados obtenidos para el peso vivo inicial, intermedio y final de cada dieta durante 84 días de evaluación para las cuatro crías, son presentadas en el Cuadro 14. Además, el progreso de pesos promedio de cada dieta evaluada durante los cuatro periodos de evaluación se muestra en la Figura 20.

Cuadro 14: Medias (\pm Desviación estándar) y uniformidad de los pesos vivos iniciales, intermedios y finales para cada dieta evaluada.

Dieta	Peso vivo inicial (Kg)	Uniformidad (%)	Peso vivo intermedio (Kg)	Uniformidad (%)	Peso vivo final (Kg)	Uniformidad (%)
1	32.37 \pm 3.62	88.83	33.23 \pm 3.69	88.89	34.16 \pm 4.37	87.21
2	31.88 \pm 2.60	91.84	33.04 \pm 2.70	91.84	34.16 \pm 2.95	91.36
3	32.12 \pm 2.12	93.42	33.23 \pm 2.47	92.56	34.54 \pm 2.68	92.24
4	32.52 \pm 4.27	86.86	33.74 \pm 4.72	86.00	34.68 \pm 5.02	85.52

Figura 20: Progreso de pesos promedio durante los periodos de evaluación para cada dieta.



La uniformidad con la que los animales se fueron desarrollando con cada dieta fueron diferentes, las dietas 2 y 3 fueron las dietas que presentaron mayor uniformidad en el crecimiento a lo largo de tiempo, de las cuales la dieta 3 tuvo una tendencia a obtener mayor ganancia de peso con el paso del tiempo. La dieta 1 y 4 presentaron la menor uniformidad de crecimiento durante la evaluación, la dieta 4 al pasar el tiempo su ganancia de peso resultante disminuía. Al comparar entre las cuatro dietas evaluadas la dieta 3 presentó la mejor conversión alimenticia y mayor uniformidad de crecimiento; siendo probablemente la más eficiente respecto al desempeño zootécnico de los animales.

4.2. Relación peso y biometría.

Los resultados sobre longitud total (m), longitud total curvada (m), ancho de aleta (m), ancho de cola (m), circunferencia (m) y pedúnculo (m) de todos los animales, sin diferenciarlos por dietas ni periodos, se presenta en el Cuadro 15 y Anexo 3.

En el análisis de correlación se obtuvo los siguientes resultados: correlación positiva considerable del peso vivo con respecto a la longitud total (0.765-0.801), longitud total curvada (0.822-0.865) y circunferencia (0.821-0.887); y correlación positiva media del peso vivo con respecto al ancho de aleta (0.601-0.626), ancho de cola (0.599-0.616) y pedúnculo (0.508-0.715); lo cual se evidenció al inicio y final de los periodos. Las correlaciones aumentaron ligeramente a lo largo de la evaluación a excepción de la medida del pedúnculo (Cuadro 16).

Cuadro 15: Media, desviación estándar, máximos y mínimos de los datos recaudados en la biometría de las cuatro crías de manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) evaluadas (N=32).

Medida ¹	Media \pm SD ²	Mín ³	Máx ⁴
Peso (Kg)	33.30 \pm 3.35	27.06	40.38
LT (m)	1.18 \pm 0.05	1.11	1.29
LTC (m)	1.24 \pm 0.04	1.17	1.35
CIR (m)	0.85 \pm 0.04	0.78	0.92
AA (m)	0.09 \pm 0.01	0.08	0.10
AC (m)	0.30 \pm 0.02	0.27	0.34
PED (m)	0.49 \pm 0.03	0.42	0.54

¹Medidas: LT: Longitud Total; LTC: Longitud Total Curvada; AA: Ancho de Aleta; AC: Ancho de Cola; CIR: Circunferencia; PED: Pedúnculo.

²Media y desviación estándar de cada medida biométrica.

³Valores mínimos de cada medida biométrica.

⁴Valores máximos de cada medida biométrica.

Cuadro 16: Coeficientes de correlación de las medidas biométricas con el peso vivo de crías de manatí amazónico al inicio y final de los cuatro periodos de evaluación, con 16 muestras/promedio.

Mediciones al inicio de los periodos ¹		LT	LTC	AA	AC	CIR	PED
PV	Pearson Correlation	0.765**	0.822**	0.601*	0.599*	0.821**	0.715**
Mediciones al final de los periodos ¹		LT	LTC	AA	AC	CIR	PED
PV	Pearson Correlation	0.801**	0.865**	0.626**	0.616*	0.887**	0.508*

¹ Los valores comprenden los datos obtenidos de las cuatro repeticiones.

Medidas: LT: Longitud Total; LTC: Longitud Total Curvada; AA: Ancho de Aleta; AC: Ancho de Cola; CIR: Circunferencia; PED: Pedúnculo; PV: Peso Vivo.

** Correlación positiva considerable, * Correlación positiva media.

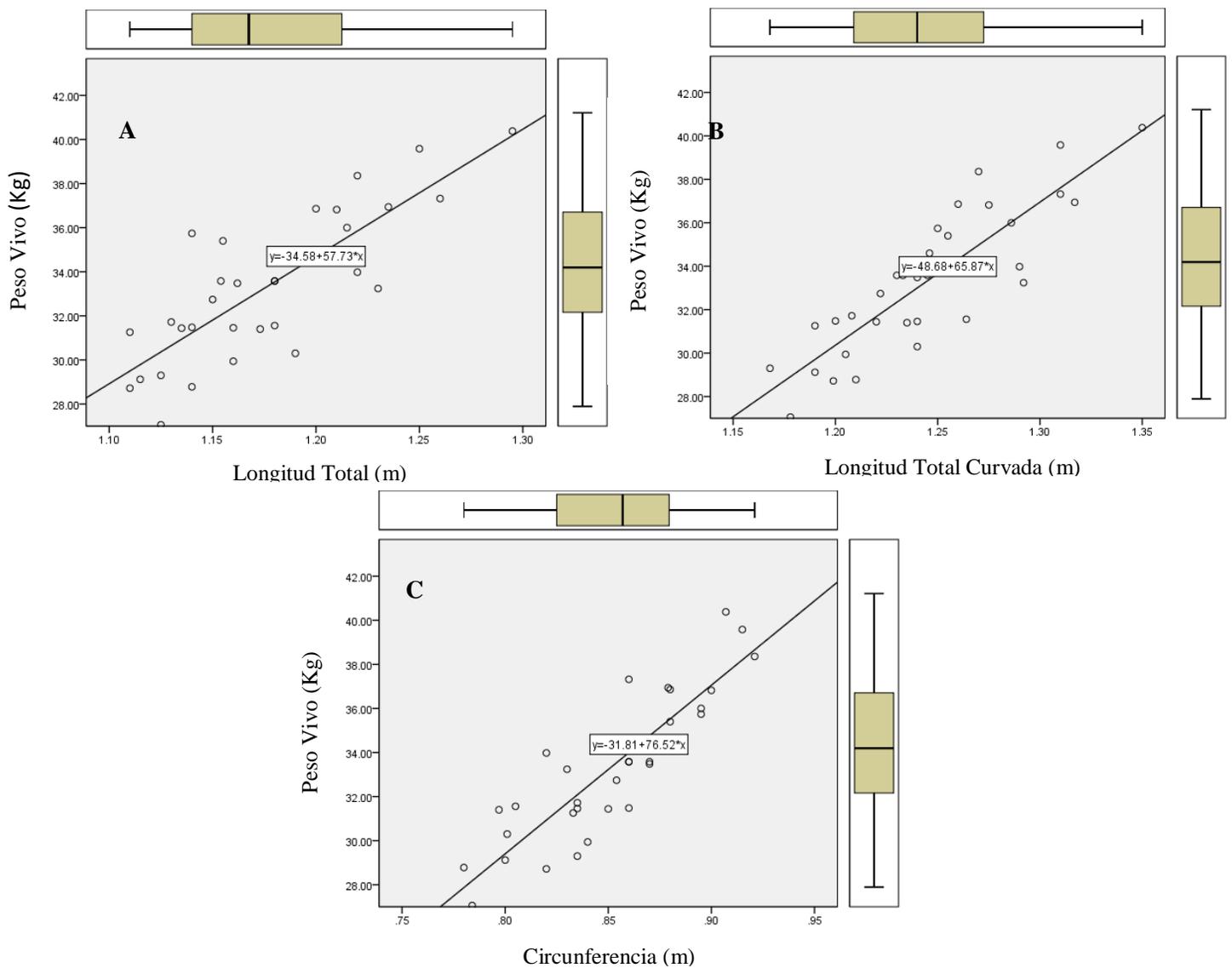
Al realizar la regresión lineal entre las medidas biométricas de coeficiente de correlación positiva considerable con el peso vivo, se obtuvieron las siguientes ecuaciones de predicción: $PV = 57.729 * LT - 34.58$ ($R^2=0.653$; $R^2_{aj}=0.641$) (**Figura 21, A**), $PV = 65.867 * LTC - 48.676$ ($R^2=0.740$; $R^2_{aj}=0.732$) (**Figura 21, B**) y $PV = 76.517 * CIR - 31.809$ ($R^2=0.762$; $R^2_{aj}=0.754$) (**Figura 21, C**), de los cuales los errores de estimación fueron: 2.00, 1.73 y 1.66 respectivamente.

En el presente estudio la longitud total curvada fue la segunda variable con mayor coeficiente de determinación con respecto al peso vivo ($R^2=0.740$; $R^2_{aj}=0.732$), esto concuerda con el estudio similar realizado por Vergara-Parente et al. (2010) quienes concluyeron que la longitud total curvada es una importante medida para describir el crecimiento de los manatíes. Caso contrario es lo descrito por Rosas (1994) quien indicó que la longitud total curvada no es una variable confiable debido a que individuos con la misma longitud total puede tener diferentes longitudes curvilíneas dependiendo de su estado nutricional. El alto coeficiente de correlación (0.822-0.865) y de determinación en la regresión lineal entre la longitud total curvada y el peso vivo, es una evidencia de la estrecha relación entre ambas variables, siendo la LTC una variable de gran utilidad para la predicción de peso vivo.

La longitud total ha sido muy usada en la predicción de masa corporal, volumen corporal y curva de crecimiento en manatíes amazónicos. Con respecto a esto la mayoría de las especies animales muestran un coeficiente de regresión en relación peso / longitud, cerca de 3, lo cual se ha evidenciado en varios mamíferos acuáticos, incluyendo el manatí amazónico reportando un coeficiente de regresión de 3.122 y de 4 (Amaral et al., 2010). Sin embargo, el coeficiente de regresión que se obtuvo en el presente estudio fue mayor ($b=57.73$) a lo anteriormente reportado. Se debe tener en cuenta que esta diferencia se pudo deber a que en el presente trabajo se analizaron los datos en la escala de Kg/m, mientras que en los trabajos anteriores se trabajó en escalas de Kg/cm. También en el caso de Amaral et al.(2010) se utilizaron 91 datos de manatíes de diferentes edades evidenciándose en los rangos de longitud total (73.5-261 cm) y peso vivo (7.8-363 Kg), en comparación al presente trabajo que se analizaron 32 datos de crías de manatíes de similares edades y pesos, con rangos de longitud total (1.11-1.19 m) y peso vivo (27.06 – 30.30 Kg), conduciendo un grupo de animales más homogéneo. Durante el primer año de vida, la mayoría de las especies

de mamíferos ganan más longitud, y solo después del destete el crecimiento longitudinal aumenta en proporción al peso y el coeficiente de regresión tiende a acercarse a 3 (Amaral et al., 2010). Los resultados obtenidos sugieren que los animales en la edad estudiada (8-9 meses) poseen un mayor desarrollo.

Figura 21: Gráfico de dispersión de regresión lineal A. Peso vivo-longitud total, B. Peso vivo-longitud total curvada y C. Peso vivo-circunferencia; (N=32) de crías de manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) en cautiverio.



La circunferencia abdominal ha sido poco usada en manatíes, sin embargo hay estudios como el de Amaral et al. (2010) en el cual se analizó la relación del peso, longitud total y circunferencia máxima mediante regresión múltiple lineal y calcularon el volumen corporal usando datos de esas variables. Usualmente la medida de circunferencia abdominal ha sido utilizada en manejo de Pinnípedos (Churchill et al., 2014). Waite & Mellish, (2009) realizaron un estudio con leones marinos de Steller y concluyeron que existe una relación muy significativa entre el peso corporal, longitud y circunferencia; además de obtener una ecuación de regresión múltiple que permite estimar el peso corporal a partir de medidas de longitud y circunferencia. Lo cual concuerda con lo encontrado en este estudio, en el que la circunferencia abdominal mostró el mayor coeficiente de correlación (0.821-0.887) con respecto al peso y su ecuación de regresión con el peso vivo fue el de mayor coeficiente de determinación ($R^2=0.762$, $R^2_{aj}=0.754$).

Las medidas de ancho de aleta, ancho de cola y pedúnculo han sido usadas mayormente para el monitoreo periódico de los animales en cautividad, mas no se pudo encontrar estudios que usen estas variables como predictoras de peso vivo. Los resultados obtenidos indicaron que las variables de AA (0.601-0.626), AC (0.599-0.616) y PED (0.715-0.508), tienen un gran potencial para ser usadas como predictoras de peso vivo y curva de crecimiento.

Además se calculó dos ecuaciones de predicción de peso vivo, la Ecuación (1) se realizó utilizando todas las medidas biométricas (LTC, LT, AA, AC, CIR y PED), y en la Ecuación (2) se utilizó las medidas biométricas LTC y CIR ($R^2>0.7$); cuyos resultados fueron los siguientes:

Ecuación (1)

$$PV = (37.802 * LTC) + (5.154 * LT) + (94.346 * AA) - (32.276 * AC) + (49.445 * CIR) - (3.338 * PED) - 58.834 \quad (R^2=0.959, R^2_{aj}=0.950).$$

Ecuación (2)

$$PV = (41.007 * LTC) + (49.550 * CIR) - 59.901 \quad (R^2=0.954, R^2_{aj}=0.951)$$

De los cuales los errores de estimación fueron: 0.75 y 0.74

Al comparar las dos ecuaciones de predicción de peso vivo obtenidas, se observa que ambas poseen coeficientes de determinación altos y muy semejantes, asegurando la confiabilidad de todas las ecuaciones. Ambas ecuaciones podrían ser usadas para predecir el peso vivo, dependiendo de las medidas biométricas que se tiene disponible para medir.

4.3. Tiempo de tránsito y retención máxima

El tiempo de tránsito y retención máxima de las cuatro dietas evaluadas durante los periodos 1 y 3, se muestran en el Cuadro 17 y Anexo 4, los cuales no mostraron diferencia estadísticamente significativa al ser comparados entre dietas ($p \geq 0.05$).

Cuadro 17: Media y desviación estándar del tiempo de tránsito y retención máxima de las cuatro dietas evaluadas en los periodos 1 y 3.

PARÁMETRO ¹	DIETA ²							
	1		2		3		4	
	Horas	Días	Horas	Días	Horas	Días	Horas	Días
Tiempo de tránsito	75.13 ^a	3.13 ^a	50.22 ^a	2.09 ^a	49.32 ^a	2.05 ^a	61.77 ^a	2.57 ^a
Tiempo de retención máxima	161.00 ^a	6.71 ^a	124.08 ^a	5.17 ^a	145.59 ^a	6.07 ^a	185.90 ^a	7.75 ^a

^{ab} Letras distintas en una misma fila son valores diferentes estadísticamente ($p < 0.05$).

¹ Los valores para cada dieta representan el promedio de dos repeticiones.

² Dietas: D1: 75%Nan y 25%Milk Matrix; D2: 50%Nan y 50%Milk Matrix; D3: 25%Nan y 75%Milk Matrix; D4: 100% Milk Matrix.

La media del tiempo de tránsito de las dietas evaluadas en los periodos 1 y 3, fue de 59.11 ± 17.81 horas, equivalente a 2.46 ± 0.74 días; y respecto al tiempo de retención máxima se obtuvo una media de 154.14 ± 37.36 horas, equivalente a 6.42 ± 1.56 días, lo cual está presentado en el Cuadro 18.

Cuadro 18: Medias, desviación estándar, mínimos y máximos del tiempo de tránsito y retención máxima de manatí amazónico lactante en cautiverio.

UNIDADES PARAMETRO	HORAS			DÍAS		
	Media ± DS ¹	Mín ²	Máx ³	Media ± DS ¹	Mín ²	Máx ³
Tiempo de tránsito	59.108 ± 17.81	47.10	98.77	2.463 ± 0.74	1.96	4.12
Tiempo de retención máxima	154.144 ± 37.36	78.95	195.18	6.423 ± 1.56	3.29	8.13

¹ Valores de la media y desviación estándar de todas las dietas en general.

² Valores mínimos reportados del tiempo de tránsito y retención máxima todas las dietas en general.

³ Valores máximos reportados del tiempo de tránsito y retención máxima todas las dietas en general.

Las heces no presentaron alteraciones, en ninguna de las dietas, con respecto a la consistencia, comparadas con las heces de otros animales no evaluados. Los marcadores fueron visualizados fácilmente en la recolección.

El tiempo de tránsito obtenido estuvo comprendido en el rango de 1.96-4.12 días, siendo menor a lo anteriormente reportado para *T.manatus latirostris* por Larkin et al. (2007), quienes describieron un promedio de 7 ±1.1 días y rango de 6-9 días; 5-9 días y 5.15-5.21 días para *T.inunguis* por Gallivan & Best (1986) y Barbosa et al. (2012), respectivamente. Caso similar ocurrió con el resultado de tiempo de retención máxima, el cual se encontró en el rango de 3.29-8.13 días, en contraste con los datos presentados en estudios previos con la misma especie: 120-140 horas (5-5.8 días) (Best, 1981) y 146 horas (6 días) (Lomolino & Ewel, 1984). Por otro lado, Larkin et al. (2007) indicaron un tiempo de retención de 8±1.1 días (6-10 días), lo cual se encuentra más cercano a los resultados obtenidos.

Las diferencias del tiempo de retención y tránsito que se han encontrado entre lo obtenido y lo reportado podrían deberse al efecto de la dieta y la edad de los animales estudiados, debido a que todos los estudios anteriores se realizaron en manatíes adultos mayores de 6 años de edad, en cautiverio y alimentados con dieta sólida (lechuga romana, zanahorias, manzanas, camote,

Brachiaria mutica y otros tipos de pastos), en comparación al presente estudio donde se trabajó exclusivamente con lactantes menores de 1 año de edad. Bajo este contexto, Burn (1986) indicó que la tasa de pasaje del alimento puede variar con la dieta y condiciones estresantes, teniendo en cuenta que la tasa de pasaje comprende el tiempo de tránsito y retención del alimento (Van Weyenberg et al., 2006). Además, Larkin et al. (2007) reportaron que no hay correlación significativa entre el tiempo de tránsito y retención con respecto a la edad y peso del manatí. Por lo tanto, la dieta sería el factor que más habría influido, así al suministrar una dieta líquida el paso del alimento por el tracto gastrointestinal fue más fácil y por lo tanto más rápido, disminuyendo el tiempo de retención y tránsito.

Un factor elemental es el marcador que se está usando, el cual no debe ser digerible y no asimilable por el cuerpo, y no tiene acción farmacodinámica en el tracto digestivo, además no puede mezclarse con la digesta. Franzini (2008) relató que los marcadores sólidos no son eficientes por la posibilidad de ser retenidos por largos periodos en el tracto digestivo de los animales, pudiendo sobreestimar los resultados encontrados. Bajo este contexto sugiere que los estudios podrían utilizar marcadores en polvo para verificar la ocurrencia de variaciones significativas en el tiempo de tránsito de alimentos de estudios previos en los que se usó marcadores sólidos como ligas de plástico; además de considerar la utilización de marcadores líquidos (Barbosa et al., 2012; Larkin et al., 2007). Bajo este concepto, el óxido de cromo fue muy útil, fácil de identificar y medir en las heces.

En general el tiempo de tránsito y retención obtenidos son elevados en comparación a otros mamíferos herbívoros como el equino (48-52 horas) (Barbosa et al., 2012) y elefantes (21-46 horas) (Rees, 1982). Barbieri & Leite (1998) indicaron que el tiempo de tránsito aumenta proporcionalmente a la longitud del intestino del animal, y teniendo en cuenta que 23% del peso total del cuerpo del manatí corresponde a su tracto gastrointestinal junto a sus contenidos, además que el tracto GI puede medir cerca de 40 metros a más (Reynolds & Rommel, 1996); se puede decir que los resultados obtenidos fueron congruentes con el gran tamaño del intestino grueso y baja tasa metabólica.

A pesar de que los animales fueron alimentados con cuatro diferentes dietas, no se observó diferencias significativas del tiempo de tránsito y retención entre las dietas evaluadas. Esto podría deberse a que las diferencias en el contenido nutricional de las dietas no eran extremas para ser capaces de afectar el tiempo de transición y retención.

4.4. Caracterización de las heces y digestibilidad

La media de los resultados obtenidos en materia seca (105 °C) del análisis proximal de las heces de las todas las dietas evaluadas en conjunto fueron: lípidos 50.11%, proteína 13.74%, carbohidratos 18.68% y ceniza 17.46%; los cuales fueron ligeramente mayores a lo observado en un estudio previo similar realizado por Rodriguez Chacon et al. (1999b), con excepción del contenido de cenizas.

Al comparar la composición de las heces de las cuatro dietas evaluadas, se observó diferencias significativas entre ellas con respecto al contenido de proteína, extracto etéreo, ELN y ceniza ($p < 0.05$). En el Cuadro 19 se presenta los resultados obtenidos del contenido de proteína, grasa, ceniza y ELN de las heces colectadas de las cuatro dietas evaluadas.

Cuadro 19: Análisis proximal de las heces de las cuatro dietas evaluadas.

NUTRIENTE ¹	DIETA ²			
	1	2	3	4
Proteína %	15.23 ^a	10.57 ^b	17.06 ^a	12.11 ^b
Extracto etéreo %	68.57 ^a	34.49 ^c	57.19 ^b	40.19 ^c
ELN %	2.38 ^c	38.52 ^a	4.64 ^c	29.20 ^b
Ceniza %	13.82 ^b	16.42 ^{ab}	21.11 ^a	18.50 ^{ab}
Energía (Kcal/100g)	740.48	548.83	653.27	567.37

^{ab} Letras distintas en una misma fila son valores diferentes estadísticamente ($p < 0.05$).

¹ Los valores para cada dieta representan el promedio de dos repeticiones.

² Dietas: D1: 75%Nan y 25%Milk Matrix; D2: 50%Nan y 50%Milk Matrix; D3: 25%Nan y 75%Milk Matrix; D4: 100% Milk Matrix.

Los porcentajes de digestibilidad de las cuatro dietas evaluadas y sus respectivos nutrientes, se encuentran en el Cuadro 20 y en el Anexo 5. La dieta 4 presentó la mayor digestibilidad de materia seca, proteína y energía bruta; las dietas 1 y 3 presentaron la mayor digestibilidad de ELN.

Cuadro 20: Digestibilidad de los nutrientes de las cuatro dietas evaluadas.

DIETA ¹	DIGESTIBILIDAD DE			
	Materia Seca (%)	Proteína Total (%)	Extracto Libre de Nitrógeno (%)	Energía Bruta (%)
1	74.13	77.08	99.02	60.43
2	63.90	85.59	72.96	61.12
3	63.64	78.73	95.74	55.76
4	84.27	94.62	83.70	84.34

¹ Dietas: D1: 75%Nan y 25%Milk Matrix; D2: 50%Nan y 50%Milk Matrix; D3: 25%Nan y 75%Milk Matrix; D4: 100% Milk Matrix.

Los manatíes parecen ser más eficientes que otros herbívoros en su habilidad de digerir proteína, siendo el ciego y colon los sitios primarios donde los manatíes realizan la digestión de la proteína y lípidos (Burn, 1986). Esto pudo evidenciarse al observar que el contenido promedio de proteína en heces (13.74%) presentó una reducción de aproximadamente 47.68% con respecto al contenido de proteína promedio de la dieta (26.26%). El contenido de proteína en las heces de las cuatro dietas evaluadas presentaron variaciones independientes del contenido de proteína de la dieta. Se esperaba que el contenido de proteína en heces aumentara conforme sea mayor el aporte de proteína de las dietas, sin embargo las dietas 2 y 4 presentaron menores contenidos de proteína en heces (10.57% y 12.11% respectivamente) en comparación con la dieta 3, la cual obtuvo mayor contenido de proteína en heces (17.06%) a pesar de presentar menor contenido de proteína que la dieta 4. Este hecho puede atribuirse a que el performance del animal pudo deberse a otros factores como la digestibilidad y perfil de aminoácidos de la proteína de la dieta, mas no de la cantidad de proteína ingerida; lo cual se evidenció al determinar el coeficiente de digestibilidad de proteína de cada una de las dietas, obteniéndose para las dietas 2 y 4 los mayores coeficientes de digestibilidad de proteína (85.59% y 94.62%) respectivamente.

La dieta 4 obtuvo el mayor coeficiente de digestibilidad de la proteína (94.62%), sin embargo no presentó el mejor desempeño zootécnico sugiriendo que al ser el Milk matrix un sustituto lácteo

para carnívoros, posee fuentes proteicas altamente disponibles pero el perfil de aminoácidos suministrados no son totalmente asimilables y utilizados por la especie estudiada (herbívoro).

El manatí amazónico es un animal monogástrico capaz de promover la fermentación pos-gástrica de los alimentos ya que posee ciego funcional. Es en esta parte donde ocurre un ataque microbiano a la fibra y la reduce a ácidos grasos volátiles para sintetizar glucosa y grasa; es este mecanismo lo que lo hace una especie con elevada eficiencia digestiva (cerca de 71.1%) (Barbosa et al., 2012; Burn, 1986). En las heces analizadas en el presente estudio se obtuvo un alto contenido de lípidos (50.11%) de lo cual se puede sugerir que los procesos fisiológicos digestivos producidos en el manatí transforman los alimentos consumidos (los cuales tienen un alto contenido de hidratos de carbono) en lípidos, siendo parte de ellos absorbidos mientras que la parte excedente son excretados en las heces como productos metabólicos. Caso similar se observó al comparar el contenido de lípidos en las heces de las cuatro dietas evaluadas, en el cual se obtuvo que la dieta 1 presentó el mayor contenido de lípidos en heces (68.57%) y al mismo tiempo era la dieta con mayor contenido de ELN (62.55%). Por otro lado, el hábito de coprofagia de esta especie podría explicarse por el alto contenido de grasa en las heces, siendo una estrategia de maximizar el aprovechamiento de los nutrientes (Rodríguez Chacon et al., 1999b).

Los promedios del contenido de carbohidratos en heces (18.68%) con respecto al de las dietas (45.43%), se observó una reducción de casi 58% sobre el carbohidrato ingerido; caso similar ocurrió en el estudio de Rodríguez Chacon et al. (1999b) donde la reducción fue de 41% sobre el carbohidrato ingerido. Teniendo en cuenta que la literatura indica que el *T. manatus* no tiene habilidad de asimilar la lactosa y tiene poca habilidad para digerir hidratos de carbono (Bachman & Irvine, 1979), es probable que los carbohidratos de las fórmulas lácteas sean altamente biodisponibles pero el animal puede que no utilice todos los carbohidratos absorbidos y que procese algún compuesto secundario a partir de los carbohidratos para ser posteriormente liberado en las heces como sugieren Rodríguez Chacon et al. (1999b), como podría ser los lípidos. Las dietas 1 y 3 obtuvieron los menores valores de contenido de ELN en heces (2.38% y 4.64% respectivamente) siendo evidenciado por las altas tasas de digestibilidad de ELN (99.02% y 95.74%) de ambas dietas, las cuales fueron las dietas cuyas heces presentaron mayores contenidos de lípidos.

Con respecto al contenido de ceniza en heces se obtuvo en promedio 17.46%, siendo menor a lo anteriormente reportado (31%) por Rodríguez Chacon et al. (1999b). De los contenidos de ceniza de las heces de las cuatro dietas evaluadas, la dieta 3 presentó el mayor contenido de ceniza en heces (21.11%).

Las heces de las dietas 1 y 3 presentaron los mayores contenidos de energía (740.48 y 653.27 Kcal respectivamente), lo cual sería resultado de los altos contenidos de lípidos de las heces. Así mismo la dieta 4, presentaron la mayor digestibilidad de energía (84.34%); al poseer las otras dietas menores digestibilidades de energía podría presentarse un balance energético negativo en el animal.

Entre las cuatro dietas evaluadas se observó que la dieta 4 presentó el mayor coeficiente de digestibilidad de materia seca (84.27%), cuyo valor es similar al rango (68-82%) reportado por Harshaw (2012) en el *T. mantus latirostris* adulto. La alta digestibilidad sugiere que los componentes de la dieta 4 son más biodisponibles en comparación a las otras dietas. Sin embargo, una alta digestibilidad no es necesariamente un buen indicador ya que se refiere a una dieta fácilmente fermentable lo que podría ocasionar cambios en el pH fecal, microbiota intestinal, ganancia de peso y hasta obesidad si no es monitoreado cuidadosamente (Harshaw, 2012).

Poseer prolongado tiempo de pasaje del alimento permite una mayor cantidad de fermentación, y esto podría contribuir a los altos valores de digestibilidad (Harshaw, 2012), al comparar el tiempo de retención máxima y la tasa de digestibilidad de cada dieta, se pudo observar que la dieta 4 presentó el mayor valor de ambos parámetros (7.75 días y 84.27%), evidenciando la relación directa entre ambos.

La digestibilidad de cada nutriente difiere entre las cuatro dietas, lo cual evidencia que se necesita formular una dieta balanceada basada en nuevos insumos con el contenido nutricional capaz de cubrir los requerimientos de la especie para cada nutriente, teniendo como referencia el contenido nutricional de la leche de manatí materna ya que no hay estudios previos de los requerimientos nutricionales de esta especie.

4.5. Bioquímica sanguínea

4.5.1. Bioquímica sanguínea de los animales evaluados.

Los resultados de las variables bioquímicas al inicio y final de los periodos 2 y 4, descritas con su media y desviación estándar, se encuentran en el Cuadro 21, 22 y Anexo 6.

Se observa que no se presentaron diferencias significativas entre las cuatro dietas con respecto al contenido de albúmina, proteína, colesterol, triglicéridos, úrea, creatinina y glucosa en sangre ($p \geq 0.05$). Estos resultados no son contrarios a los hallazgos de otro estudio realizado en manatí amazónico, donde observaron que el promedio de glucosa, lípidos totales y úrea sanguínea no presentaron diferencia significativa a lo largo de un año de monitoreo (Colares et al., 2000).

Proteína, albúmina y úrea

Los valores de proteínas totales y albúmina resultantes fueron semejantes a los encontrados en otros estudios para crías de *T.inunguis* realizados en Brasil por Carmo (2009), Mello et al. (2011), Maduro et al. (2014) y Sousa et al. (2016).

A pesar de que no se presentaron diferencias significativas en el contenido de proteína total y albúmina en sangre entre las dietas evaluadas, y que los resultados obtenidos son semejantes a lo reportado por anteriores estudios; se pudo observar que los animales alimentados con la dieta 1 presentaron en promedio la menor concentración de proteína total y albúmina sanguínea. Esto podría sugerir un aporte insuficiente de aminoácidos esenciales en la dieta, independiente del contenido de proteína bruta, teniendo en cuenta que la síntesis de albúmina se da en el hígado a partir de aminoácidos esenciales.

Diferentes autores sugieren que las variaciones en proteína sanguínea puede deberse por la diferencias de contenido de proteína cruda en la dieta (Brown et. al., 1978; Hellgren et. al., 1993; Colares et al., 1992, 2000). Sin embargo estas variaciones se dan cuando decrece enormemente el contenido de proteína en la dieta y se alimenta con esta dieta a los animales durante un periodo de

tiempo prolongado. Por ello Colares et al. (1992; 2000) sugirieron que los parámetros de proteína total y albúmina no son buenos indicadores del estado nutricional del animal. Lo cual concuerda con este estudio al no encontrar diferencias significativas en estos parámetros sanguíneos entre las cuatro dietas evaluadas.

Con respecto a la úrea en sangre, en estudios realizados en elefantes y ciervos se determinó que los animales alimentados con dietas altas en proteína provocan que se presente niveles más altos de úrea en sangre que los animales alimentados con dietas más bajas en proteína (Colares et al., 1992). Aunque no se presentó diferencias significativas, se puede observar en los resultados obtenidos en este estudio que la dieta 1, cuyo contenido de proteína fue de 7.22 g, presentó el nivel más bajo de úrea sanguínea (31.75 mg/dL); mientras la dieta 4, de 14.88 g de proteína, presentó el nivel más alto de úrea sanguínea (38.15 mg/dL).

Cuadro 21: Bioquímica sanguínea inicial de los cuatro animales evaluados.

PARÁMETRO	DIETA ³							
	1		2		3		4	
	PROM ± DS ⁴	n	PROM ± DS	n	PROM ± DS	n	PROM ± DS	n
Albúmina ¹	3.36	1	3.23	1	3.49	1	3.19	1
Proteína ¹	6.28	1	6.34	1	6.71	1	5.79	1
Colesterol ²	300.8 ± 90.23	2	209.05 ± 89.17	2	318.65 ± 145.17	2	290.7 ± 1.84	2
Triglicéridos ²	103.5 ± 4.95	2	63.1 ± 16.83	2	126.95 ± 22.70	2	137.15 ± 35.14	2
Úrea ¹	20.70	1	28.30	1	19.50	1	15.70	1
Creatinina ¹	2.32	1	1.75	1	1.91	1	2.27	1
Glucosa ²	107.95 ± 72.20	2	72.65 ± 40.09	2	67.35 ± 43.35	2	62.2 ± 43.56	2

¹ Los valores para cada dieta representa la repetición del periodo 4.

² Los valores para cada dieta representan el promedio de dos repeticiones de los periodos 2 y 4.

³ Dietas: D1: 75%Nan y 25%Milk Matrix; D2: 50%Nan y 50%Milk Matrix; D3: 25%Nan y 75%Milk Matrix; D4: 100% Milk Matrix.

⁴ Promedio y desviación estándar de cada parámetro.

Cuadro 22: Bioquímica sanguínea final de los cuatro animales evaluados.

PARÁMETRO ¹	DIETA ²							
	1		2		3		4	
	PROM ± DS ³	n	PROM ± DS	n	PROM ± DS	n	PROM ± DS	n
Albúmina ¹	3.74 ± 0.37 ^a	2	5.76 ± 3.17 ^a	2	4.73 ± 1.80 ^a	2	4.25 ± 1.07 ^a	2
Proteína ¹	5.68 ± 0.96 ^a	2	7.46 ± 0.77 ^a	2	8.21 ± 2.54 ^a	2	7.59 ± 1.99 ^a	2
Colesterol ¹	317.13 ± 81.49 ^a	3	287.13 ± 61.08 ^a	3	410.63 ± 90.92 ^a	3	273.43 ± 55.74 ^a	3
Triglicéridos ¹	137.97 ± 79.83 ^a	3	112.87 ± 65.23 ^a	3	156.43 ± 34.93 ^a	3	206.33 ± 59.53 ^a	3
Úrea ¹	31.75 ± 25.81 ^a	2	36.80 ± 18.67 ^a	2	38.10 ± 19.66 ^a	2	38.15 ± 18.17 ^a	2
Creatinina ¹	1.80 ± 1.12 ^a	2	1.78 ± 0.11 ^a	2	1.72 ± 0.45 ^a	2	2.29 ± 0.73 ^a	2
Glucosa ¹	55.77 ± 7.35 ^a	3	48.93 ± 15.63 ^a	3	44.97 ± 14.76 ^a	3	43.03 ± 18.70 ^a	3

¹ Los valores para cada dieta representan el promedio de dos repeticiones de los periodos 2 y 4.

² Dietas: D1: 75%Nan y 25%Milk Matrix; D2: 50%Nan y 50%Milk Matrix; D3: 25%Nan y 75%Milk Matrix; D4: 100% Milk Matrix.

³ Promedio y desviación estándar de cada parámetro.

Glucosa

Para las concentraciones de glucosa sanguínea, se observaron valores similares a los estudios previos realizados con crías de manatí amazónico por Carmo (2009), Mello et al. (2011), Maduro et al. (2014) y Sousa et al. (2016).

Colares et al. (2011), describió que los valores medios de glucosa que obtuvieron eran próximos al de los rumiantes (vaca y ovejas) e inferiores al de algunos animales no rumiantes (caballo). Además sugirieron que al igual que los rumiantes orientan su metabolismo para la utilización de ácidos grasos volátiles como fuente primaria de energía en lugar de la glucosa y por ello esta especie presenta niveles mínimos de glucosa en sangre. Acreditaron también que los niveles reducidos de glucosa están relacionado con el bajo metabolismo que presenta el manatí amazónico.

Un incremento en la asimilación de proteína por el animal puede generar mayor actividad gluconeogénica (Colares et al., 2000), esto puede explicar porque la dieta 1 al presentar menor contenido de proteína sanguínea, mayor asimilación de proteína, provocó el aumento de síntesis de glucosa incrementando su concentración en sangre (55.77 mg/dL); caso contrario se observó en la dieta 4 donde al darse menor asimilación de proteína, mayor concentración de proteína en sangre, la concentración de glucosa sanguínea fue menor (43.03 mg/dL).

Por otro lado muchos autores sugieren que los cambios en la glucosa sanguínea puede deberse al estrés generado al animal en manipuleo para la colecta de sangre, esto debido a que eventos estresantes estimulan el hipotálamo haciendo que a nivel adrenocortical se dé la liberación de glucocorticoides y catecolaminas endógenos (Möstl & Palme, 2002); lo cual según Morméde et al. (2007) indicaron que la acción de estas hormonas altera la concentración de este componente en la sangre (Colares et al., 2000, 2011; Mello et al, 2011; Carmo et al., 2013). Esto explicaría los valores variables de glucosa en una misma dieta y que los valores máximos obtenidos se hayan debido a efecto del estrés causado en la captura y colección de sangre.

Colesterol y Triglicéridos

Los valores de grasa y energía de las cuatro dietas evaluadas, fueron los siguientes: dieta 1 (5.69 g de grasa y 203.32 Kcal EB/42 g leche en polvo), dieta 2 (7.62 g de grasa y 212.09 Kcal EB/42 g leche en polvo), dieta 3 (9.89 g de grasa y 225.85 Kcal EB/42 g leche en polvo), y dieta 4 (11.93 g de grasa y 239.45 Kcal EB/42 g leche en polvo). Los contenidos de grasa y energía para la leche materna de manatí amazónico fueron reportados por Barbosa (2011), siendo los siguientes: 14.02 ± 2.99 g de grasa/100ml y 153.19 ± 28.10 Kcal EB/100g; al comparar el contenido de grasa de las dietas evaluadas con el de la leche materna, se observa que la dieta 4 es la única de aporte de grasa similar al de la leche materna.

Los valores de colesterol en sangre de la dieta 4 (273.43 ± 55.74 mg/dL) fueron menores a los de las otras dietas, como las colectas de sangre se realizaron posterior a un tiempo de restricción de leche de aproximadamente 14 horas, es posible que las concentraciones elevadas de colesterol de las dietas 1, 2 y 3 se deban al balance energético negativo y a la mayor movilización de reservas energéticas, ya que las dietas 1, 2 y 3 poseen menor contenido de energía y también presentaron menor coeficiente de digestibilidad de energía que la dieta 4 (Cuadro 10 y 20) .

Respecto a los valores de triglicéridos en sangre, las dietas 1 y 2 presentaron los valores más bajos (137.97 ± 79.83 y 112.87 ± 65.23 mg/dL) respectivamente. Al observar el contenido nutricional de las dietas se pudo detectar que las dietas 1 y 2 presentan mayor concentración de carbohidratos (62.55% y 51.43%) (Cuadro 10), lo que podría aumentar la secreción y acción de la insulina, reduciendo la lipólisis y disminuyendo los niveles de triglicéridos (Maduro et al., 2014) . Sin embargo no se encontró diferencias significativas entre las cuatro dietas para las variables de triglicéridos y colesterol.

El perfil lipídico de los animales evaluados es semejante a los obtenidos por otros autores como Mello et al. (2011) y Sousa et al. (2016). El aumento de lípidos en la sangre puede ser provocado por el estrés debido al bloqueo de la acción de la insulina generado por las catecolaminas y cortisol circulante. Ocurriendo así un balance energético negativo semejante a lo que pasa cuando el animal está en ayuno, dándose lipólisis y movilización de otras fuentes energéticas (Dugat et al., 2010;

Durham, 2006). El estrés provocado durante la manipulación para colección de sangre pudo influir en los valores máximos.

Creatinina

La mayor concentración de creatinina está relacionada con el desenvolvimiento de la masa muscular de animales adultos en comparación con los jóvenes y las crías (Sousa et al., 2016). Los valores de creatinina en sangre observados fueron semejantes a lo reportado por Mello et al. (2011); sin embargo, estos valores son provenientes de animales adultos, jóvenes y crías, y el presente estudio sólo evaluó crías por lo que se consideran que los niveles de creatina obtenidos son altos. Esto se evidencia al comparar con los resultados de Carmo (2009) y Sousa et al. (2016), los cuales condujeron animales de similar edad a las crías evaluadas en el presente estudio y dedujeron que el bajo valor de creatinina evidenciaba un menor desarrollo muscular influenciado por la edad.

Aún no se ha determinado que la concentración de creatinina se vea afectada por la dieta. Sin embargo, un estudio realizado con el manatí de Florida *T. manatus*, reportó que el aumento de la concentración de creatinina en sangre era en respuesta a la disminución de alimento ingerido, tipo de dieta y salinidad del ambiente (Manire et al., 2003). Durante el presente estudio se controló el ambiente por lo que es probable que las altas de concentraciones de creatinina se hayan debido a baja ingesta, esto se vio evidenciado con la dieta 4, la cual presentó la mayor concentración de creatinina y el menor consumo posiblemente por poseer mayor densidad energética.

La elevación de creatinina en mamíferos marinos también puede deberse a problemas renales, casos de lipemia provocados por aumento de concentración de triglicéridos en sangre; y casos de cetonemia (Mello et al., 2011). En los resultados obtenidos se pudo observar el aumento de creatinina paralelo al aumento de triglicéridos en sangre, siendo la dieta 1 la de menor concentración (1.80 ± 1.12 mg/dL) y la dieta 4 la de mayor concentración (2.29 ± 0.73 mg/dL). Sin embargo no son diferencias significativas y están dentro de los rangos anteriormente reportado, esto disminuye las posibilidades que las altas concentraciones de creatinina se debieran a casos de lipemia. Asimismo, no se llegó a diagnosticar problemas renales y cetonemia.

4.5.2. Bioquímica sanguínea de cría nacida en semi-cautiverio alimentada con leche materna

Las muestras de sangre fueron obtenidas de una cría macho nacida en semi-cautiverio de aproximadamente 7 meses de edad con 33.52 Kg de peso vivo, 1.28 m de longitud total curvada y 1.22 m de longitud total. Estas medidas biométricas y su edad fueron muy similares a los animales evaluados en cautiverio.

Fue posible efectuar sólo una colección sanguínea durante el periodo de la evaluación, debido a que no había suficiente logística y personal para realizar el monitoreo. Los resultados de la bioquímica sanguínea de la cría alimentada con leche materna, son presentados en el Cuadro 23 y Anexo 6.

Cuadro 23: Bioquímica sanguínea de una cría de manatí amazónico nacida en semi-cautiverio alimentado con leche materna y crías alimentadas con formula láctea artificial.

PARÁMETRO	DIETA	
	Leche materna	Formula láctea artificial
Albúmina (g/dL)	4.00	4.62
Proteína totales (g/dL)	8.00	7.23
Colesterol (mg/dL)	168.00	322.08
Triglicéridos (mg/dL)	175.00	153.40
Úrea (mg/dL)	50.00	36.20
Creatinina (mg/dL)	1.30	1.90
Glucosa (mg/dL)	63.00	48.17

Albúmina

El contenido de albúmina obtenido fue 4.00 g/dL, lo cual se encuentra dentro del rango de contenido de albúmina sanguínea (3.2-4.6 g/dL) reportado por Carmo (2009) para *T. inunguis* en el estudio de tres crías machos amamantados con leche materna en Brasil. Sin embargo, este resultado es mayor a los valores de albúmina sanguínea encontrados en *T. manatus manatus* (1.5-2.53 g/dL) por Silva (2008).

Los niveles de albúmina están íntimamente relacionados con factores nutricionales, cualquier alteración en la dieta puede afectar los niveles séricos de esta fracción proteica (Silva, 2008, 2009). Sin embargo, los mamíferos acuáticos poseen una alta producción hepática de albúmina (Bossart et al., 2003), lo cual ocasiona que sus niveles de albúmina sérica sean poco afectados en caso de carencia y/o deficiencia nutricional; esto podría explicar la semejanza de los valores de albúmina sanguínea encontrados en crías alimentadas con leche materna (4.00 g/dL) y fórmula láctea artificial (4.62 g/dL), sin ser afectados por la dieta.

Proteína Total

Se encontró 8.00 g/dL de proteína total sanguínea en la cría alimentada con leche materna, siendo ligeramente mayor a lo obtenido por Carmo (2009) (6.3-7 g/dL) para *T. inunguis*; y superior a lo reportado para *T. manatus manatus* (2.9-5.9 g/dL) por Silva (2008).

Al nacimiento, el nivel de proteínas totales séricas se presenta reducido debido a la baja tasa de inmunoglobulinas y albúminas en la sangre del recién nacido. A partir de la suministración del calostro los niveles de proteína aumentan debido a la ingesta de inmunoglobulinas maternas, las cuales van siendo sustituidas gradualmente por inmunoglobulinas producidas por el propio individuo. Por lo cual, con el avance de la edad, los niveles de proteína total sanguínea aumentan, los niveles de albúmina disminuyen y los de globulina aumentan (Kaneko et al., 1997). Es probable que la similitud de los contenidos de proteína total sanguínea entre la cría alimentada con leche materna (8.00 g/dL) y las crías alimentadas con fórmula láctea (7.23 g/dL) se haya debido a que a pesar de que los animales en cautiverio son huérfanos, estuvieron con su madre el tiempo suficiente para poder recibir el calostro, en conjunto con un buen aporte de proteína en la fórmula láctea durante su rehabilitación en cautiverio. Por otro lado Medway et al. (1982), encontraron valores menores para manatí marino en condiciones de cautiverio en comparación de los silvestres, sugiriendo que puede deberse a la vida sedentaria.

Colesterol y Triglicéridos

El nivel de colesterol sanguíneo obtenido en la cría amamantada por leche materna fue 168.00 mg/dL; siendo menor a los valores reportados por Carmo (2009) para *T. inunguis*. Sin embargo, el

valor obtenido fue mayor a lo presentado por Silva (2008) para *T. manatus manatus*. Por otra parte, las crías alimentadas por fórmula láctea presentaron valores de colesterol sanguíneo superior (322.08 mg/dL).

El contenido de triglicéridos en sangre presentado en la cría alimentada con leche materna fue 175 mg/dL, cuyo resultado se encuentra dentro del rango descrito por Carmo (2009) para *T.inunguis*. En contraste, este resultado es superior a lo encontrado en *T. manatus manatus* por Silva (2008). Se observó niveles más bajos de triglicéridos en sangre para los animales alimentados con fórmula láctea (153.40 mg/dL).

El contenido de lípidos de las fórmulas lácteas artificiales ofrecidas a las crías (5.69-11.93 g grasa /42 g de fórmula láctea) fueron menores al de la leche materna del manatí amazónico (8.00-19.73 g de grasa/100ml de leche materna) (Barbosa, 2011). Es probable que las fuentes lipídicas de las fórmulas lácteas no son absorbidas por el organismo con la misma eficacia que los lípidos de la leche materna, lo cual podría explicar el menor contenido de triglicéridos en sangre de los animales alimentados con fórmula láctea (Carmo, 2009).

Urea

La cría amantada con leche materna presentó 50 mg/dL de úrea en sangre, siendo mayor a lo reportado en los estudios de Carmo (2009) y Silva (2008) para *T. inunguis* y *T.manatus manatus*, respectivamente. La úrea es un metabolito resultante de la desaminación de las proteínas (Carmo, 2009). Es probable que la leche materna contenga proteína de mayor calidad, tomándolo como fuente principal de energía; evidenciándose en el mayor contenido de urea en sangre de la cría amantada con leche materna en comparación a lo encontrado en la sangre de crías alimentadas con fórmula láctea (50 mg/dL y 36.20 mg/dL), respectivamente.

Creatina

Respecto al contenido de creatinina sanguínea, se obtuvo 1.3 mg/dL; caso similar se presentó en el estudio de Carmo (2009) para *T.inunguis*, asimismo encontrándose en el rango reportado para *T. manatus manatus* por Silva (2008).

Glucosa

Se obtuvo 63.00 mg/dL de glucosa en sangre, resultado semejante a lo anteriormente reportado para *T. inunguis* y *T. manatus manatus* por Carmo (2009) y Silva (2008), respectivamente. Se observó menor contenido de glucosa sanguínea (48.17 mg/dL) para las crías alimentadas con fórmula láctea, con respecto a la cría amamantada con leche materna.

Medway et al. (1982), estudiaron los niveles glucémicos de manatí marino cautivo y silvestre, encontrando mayores valores en el animal silvestre; lo cual coincide con este trabajo. Posiblemente los valores elevados encontrados en la cría alimentada con leche materna sea consecuencia del estrés generado en la captura, ya que este animal se encontraba en semicautiverio y no está acostumbrado al manejo.

4.6. Composición de leche materna de manatí amazónico

En la colección de la leche materna se tuvo mucha dificultad para poder obtener volumen suficiente de leche para el análisis proximal, por lo que sólo se pudo analizar contenido de proteína, sólidos totales, humedad y ceniza; y no se pudo analizar contenido de grasa. Este mismo problema ocurrió en estudios previos realizados con *T. manatus* por Bachman & Irvine (1979) y Vergara et al. (2000).

Existen muchos posibles factores que pueden haber influenciado para obtener un volumen restringido de muestra. Las glándulas mamarias en los sirénidos se encuentran ubicadas en la región axilar (Rodrigues et al., 2014) cuya localización es de difícil acceso a la mano para el ordeño, asimismo la cría no fue separada de la madre por lo cual es probable que la cría fue amantada antes de que se haga la colecta, y finalmente podría influir la etapa de lactación.

La oxitocina causa la contracción de las células musculosas mioepiteliales, las cuales se encuentran alrededor de las células secretoras de leche, provocando así la secreción de leche (Bachman & Irvine, 1979). Debido a esto fue utilizada en otros estudios similares para optimizar la colecta de leche, como fueron los casos de los estudios realizados por Barbosa (2011) y Bachman & Irvine (1979); sin embargo en este estudio no se pudo utilizar la oxitocina debido a que se sospechaba de

una posible preñez de la madre y la administración de oxitocina podría provocar aborto de la cría, si ese era el caso.

Características físicas

De las muestras colectadas de las dos hembras en lactación, se pudo observar que la leche de manatí amazónico presenta un aspecto líquido, levemente cremoso, homogéneo y bastante viscoso; de color blanco opaco. Cuando se dejó la muestra de leche colectada en reposo se pudo observar la formación de una capa de grasa en la superficie. Esta descripción concuerda con estudios anteriores realizados con leche de manatí por Barbosa (2011), para *T. inunguis*; y Pervaiz & Brew, (1986), para *T. manatus latirostris*.

Análisis de composición química

Los resultados del contenido de proteína, sólidos totales, humedad y ceniza; son presentados en el Cuadro 24, Anexo 7 y Anexo 8.

Cuadro 24: Contenido nutricional de la leche materna de manatí amazónico (1^{er}-2^{do} trimestre de lactación)

NUTRIENTE	CONTENIDO
Proteína % ¹	9.70
Humedad % ¹	83.22
Ceniza % ²	0.85
Sólidos Totales% ¹	16.78

¹ Contenido promedio del nutriente de las muestras provenientes de la hembra que se encontraba en el segundo trimestre de lactación. ² Contenido promedio del nutriente de las muestras provenientes de la hembra que se encontraba en el primer trimestre de lactación.

Densidad

La densidad que se obtuvo de la leche de manatí fue de 0.99 g/ml, lo cual es similar a lo reportado para otros mamíferos acuáticos como el delfín común (*Delphinus delphis*) (1.025-1.076) y el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) (1.010-1.020) por Eichelberger et al. (1940) y Peddemors et al. (1989), respectivamente. Esto podría deberse al contenido similar de grasa en la leche de las tres especies anteriormente mencionadas (10-30%) (Ofstedal, 1997).

Proteína

El contenido de proteína encontrado fue de 9.70%, lo cual está dentro del rango de contenido proteico en leche de manatí amazónico descrito por Barbosa (2011). Estos resultados son similares a los encontrados para *T. manatus latirostris* por Pervaiz & Brew (1986); Bachman & Irvine (1979) y Vergara *et al.* (2000).

Cuando se compara el contenido de proteína de la leche de *Trichechus inunguis* con otros mamíferos acuáticos como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) (12.2%), delfín rosado (*Inia geoffrensis*) (9.6%) y el delfín común (*Delphinus delphis*) (10.3%) (Pervaiz & Brew, 1986), (Rosas & Lehti, 1996) y (Peddemors *et al.*, 1989) respectivamente; se puede observar que ocurre una transferencia de una gran cantidad de proteína para la cría, mucho mayor que la que se da en mamíferos terrestres, como el elefante africano (*Loxodonta africana*) (4.9%) (Jensen, 1995), el Jak (*Bos mutus*) (4-5.9%) y animales domésticos como la vaca (3.5%) (FAO, 2017) y cabra (3.3%) (Boza & Sanz, 1997).

La mayor concentración de proteína en los mamíferos acuáticos se podría deber a la mayor necesidad de retención de oxígeno para el buceo y las proteínas son nutrientes esenciales para la formación de estructuras e inclusive células sanguíneas responsables del transporte del oxígeno (Barbosa, 2011).

Humedad

Se encontró 83.22% de contenido de humedad, caso similar se observó en el estudio realizado por Barbosa (2011). Además también concuerda con los resultados encontrados para *T. manatus latirostris* (Bachman & Irvine, 1979).

La estrategia de lactación adoptada por *Trichechus inunguis* es parecida a las ballenas y delfines del suborden *Odontoceti*, los cuales poseen lactaciones extensas que pueden durar de 1 a 3 años por lo cual producen leche de elevado contenido de agua (60-77%) y de menor contenido de grasa (10-30%); con respecto a otras especies como las ballenas del suborden *Mysticeti* las cuales poseen

lactaciones cortas (5-7 meses) con contenido de agua menor (30-50%) y rico en grasas (30-50%) (Ofstedal, 1997).

Ceniza

El contenido de ceniza encontrado fue de 0.85%, el cual se encuentra en el rango descrito por Barbosa (2011), y es cercano al contenido de ceniza encontrado para *T. manatus latirostris* por Bachman & Irvine (1979). Sin embargo, este resultado es menor al reportado para las ballenas del suborden *Mysticeti*, en el cual Ofstedal (1997) reportó un rango de (1.2-2.1%) de contenido de ceniza en leche, esto puede deberse a la diferencia en la estrategia de lactación en el cual para esta especie de ballenas es de mayor importancia brindar a la cría una leche rica en nutrientes durante un corto tiempo, mientras que las especies como el manatí brinda a su cría leche un poco más pobre en contenido nutricional pero durante un largo tiempo.

Asimismo Barbosa (2011) indica que posiblemente la acción principal de la madre de *T. inunguis* se basa en su trabajo a lo largo del periodo de lactación y no en el contenido nutricional de la leche propiamente dicho.

Sólidos totales

Respecto a sólidos totales se obtuvo 16.78%. Este resultado no es distante a lo hallado por estudios previos realizados por Barbosa (2011) y Bachman & Irvine (1979) para *T. inunguis* y *T. manatus latirostris*, respectivamente. Sin embargo, este resultado es inferior a lo descrito por Ofstedal (1997) para individuos de la Familia *Balaenopteridae* como la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) (59.9%).

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se llevó a cabo la presente investigación se ha podido concluir lo siguiente:

1. La Dieta 3 (75% Milk Matrix – 25% Nan® sin lactosa) presenta la mejor conversión alimenticia y mayor uniformidad de crecimiento, presentándose como la dieta con mejor desempeño zootécnico de las crías de manatí amazónico mantenidos en cautiverio.
2. Existe alta correlación positiva entre las medidas biométricas y el peso vivo del manatí lactante, siendo la circunferencia, longitud total curvada y longitud total, las medidas biométricas de mayor correlación con el peso vivo.
3. El tiempo de tránsito y de retención máximo del alimento en la cría del manatí amazónico es menor a lo reportado para animales adultos.
4. Ninguna dieta afectó significativamente la bioquímica sanguínea de los animales manteniéndose dentro de los rangos normales anteriormente reportado para crías del manatí amazónico.
5. Las características organolépticas y el contenido nutricional de la leche materna del manatí amazónico, sirven como referencia de los requerimientos nutricionales de la cría lactante y así poder formular una dieta artificial de características físicas y nutricionales más cercanas a la dieta natural siendo capaces de cubrir los requerimientos nutricionales de las crías huérfanas en proceso de rehabilitación mantenidas en cautiverio.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para la evaluación de la digestibilidad, se podría evaluar el uso de otros marcadores que minimice la pérdida de marcador al disolverse cuando las heces están en el agua, o buscar un método de colección de heces más eficiente que disminuye las mermas. Además se podría tomar en cuenta la colección de orina para ajustar el requerimiento de proteína de la cría del manatí.
2. Para la colección de leche materna se recomienda usar oxitocina para estimular la secreción láctea y poder conseguir volumen de muestra suficiente para un análisis proximal completo, y también diferenciar la composición de la leche materna según el estadio de lactación (calostro, primer trimestres, segundo trimestre, 1^{er} año y 2^{do} año).
3. Los datos obtenidos de la bioquímica sanguínea de la cría nacida en semi-cautiverio alimentado con leche materna pueden servir de referencia como valores normales de los parámetros sanguíneos para crías lactantes del manatí amazónico.
4. Minimizar el estrés en el momento de la colección de sangre mediante prácticas como: humedecer la piel, tapar los ojos y realizar el manejo en el menor tiempo posible, con el fin de disminuir los factores estresantes y relajar al animal en el momento del manejo, reduciendo el efecto del estrés en los parámetros sanguíneos como lípidos y glucosa.
5. El tiempo de evaluación para cada dieta debe ser mayor en busca de que se pueda expresar cambios en la bioquímica sanguínea por el efecto de la dieta.
6. Formular dietas artificiales con insumos accesibles, teniendo como referencia el contenido nutricional de la leche materna del manatí amazónico y evaluar su desempeño zootécnico.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez, C. (2004). Evaluación del contenido de energía metabolizable y proteína digestible de alimentos secos comerciales para perros en etapa de crecimiento, 5-7.

Alves, O. M. D. (2007). Peixe-boi marinho, *Trichechus manatus manatus*: ecologia e conhecimento tradicional no ceará e Rio Grande do Norte, Brasil.

Amaral, R. S., Silva, V. M. F. Da, & Rosas, F. C. W. (2010). Body weight/length relationship and mass estimation using morphometric measurements in Amazonian manatees *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Marine Biodiversity Records*, 3(1977), 1–4. <https://doi.org/10.1017/S1755267210000886>

Arévalo-gonzález, K. (2015). La conservación de los manatíes (*Trichechus inunguis* y *Trichechus manatus*) en áreas no protegidas de Colombia La conservación de los manatíes (*Trichechus inunguis* y *Trichechus manatus*) en áreas no protegidas de Colombia, (December).

Bachman, K. C., & Irvine, A. B. (1979). Composition of milk from the florida latirostriv manatee, The lactating, 62, 873–878.

Barbieri, R., & Leite, R. (1998). Food passage time through the alimentary tract of a brazilian teleost fish, *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) using radiography. *Braz. J. vet. Res. Anim. Sci.*, 35 (1): 32–36. <https://doi.org/10.1590/S1413-95961998000100006>

Barbosa, P.D.S. (2011). Composição Química do Leite de Peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*, NATTERER 1883) em cativeiro nos diferentes estágios de lactação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. Programa de Pós-Graduação do INPA.

Barbosa, P. D. S., Maria, V., Da, F., & Junior, G. P. (2012). Tempo de passagem de duas dietas no trato gastrointestinal do peixe-boi da Amazônia *Trichechus inunguis* (Natterer , 1883) em cativeiro, *43*(3), 365–370. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000300012>

Baughman, J. L. (1946). Some early notices on American manatees and the mode of their capture. *Journal of Mammalogy* *27*(3):234-239. 1946., *27*(3), 6. <https://doi.org/10.2307/1375433>

Bertram, G. C. L. & Bertram, C. K. R. (1968). Bionomics of Dugongs and Manatees. Nature Publishing Group. *Nature*, 423-426.

Bertram, G. C. L. & Bertram, C. K. R. (1973). The modern Sirenia: their distribution and status. *Biological Journal of the Linnean Society*, *5*(4), 297–338. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1973.tb00708.x>

Best, R. C. (1981). Foods and feeding habitats of wild and captive Sirenia. *Mammal*, *11*(1), 3–29.

Best, R.C.; Yamakoshi, M.; Ribeiro, G.A. & Da Silva, V. M. F. (1982). Artificial feeding for unweaned Amazonian manatee. *International Zoological Yearbook*, *22*, 263–277.

Borges, J. C. G. (2007). *Cryptosporidium spp.* (Tyzzer, 1907) em peixes-boi marinhos (*Trichechus manatus*) (Linnaeus, 1758) e peixes – boi amazonicos (*Trichechus inunguis*) (Natterer, 1883) no Brasil. Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 62.

Bossart, G. D., Meisner, R. A., Rommel, S. A., Ghim, S. & Jenson, A. B. (2003). Pathological features of the Florida manatee cold stress syndrome. *Aquatic Mammals* *29*(1):9-17. 2003., *29*, 9.

Boza, J. & Sanz. (1997). Aspectos Nutricionales De La Leche De Cabra. *Agronomía Mesoamericana*, *16*(2), 239–252. <https://doi.org/10.15517/am.v16i2.11878>

Brown, I. R. F., White, P. T., & Malpas, R. C. (1978). Proteins and other nitrogenous constituents in the blood serum of the African elephant, *Loxodonta Africana*. *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology*, 59(3), 267–270. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(78\)90159-7](https://doi.org/10.1016/0300-9629(78)90159-7)

Burn, D. M. (1986). The digestive strategy and efficiency of the west indian manatee, *Trichechus manatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology*, 85(1), 139–142. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(86\)90475-5](https://doi.org/10.1016/0300-9629(86)90475-5)

Calvimontes, J. (2009). Etnoconocimiento, uso y conservación del manatí amazónico (*Trichechus*) en la Reserva de Desarrollo Sostenible Amanã, Brasil. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32461.64488>

Carmo, T.L.L. (2009). Hematologia e Bioquímica sanguínea do Peixe- boi da Amazonia, *Trichechus inunguis* (Natterer, 1883). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. Programa De Pós-Graduação Do Inpa Programa De Pós-Graduação Em Biologia De Água Doce e Pesca Interior.

Carmo, T. L. L. Do, Amaral, R. D. S., Rosas, F. C. W., D’Affonsêca Neto, J. A., Reisfeld, L., & Silva, V. M. F. Da. (2013). Changes in the blood parameters of the Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*) after long-distance transportation - doi: 10.4025/actascibiolsci.v35i4.20081. *Maringá*, 35(4), 591–594. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v35i4.20081>

Castelblanco M., D. N. (2000). Estudio del comportamiento de Manatí amazónico *Trichechus inunguis* en cautiverio (Puerto Nariño - Amazonas, Colombia), (December), 1–189.

Castelblanco, M. D. N. (2005). Ecología y Conservación del Manatí Antillano *Trichechus manatus manatus* en la zona comprendida entre Puerto Carreño, Colombia y Puerto Ayacucho, Venezuela (2004-2005), 4-6.

Castelblanco, M. D. N., Morales-Vela, B., & Padilla-Saldívar, J. A. (2014). Using craniometrical predictors to infer body size of Antillean manatees. *Mammalia*, 78(1), 109–115. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2012-0136>

Churchill, M., Clementz, M. T., & Kohno, N. (2014). Predictive equations for the estimation of body size in seals and sea lions (Carnivora: Pinnipedia). *Journal of Anatomy*, 225(2), 232–245. <https://doi.org/10.1111/joa.12199>

Colares, E.P., Gonçalves-Colares, I. & Amaral, A. D. (1992). Blood Parameters of the Amazonian Manatee (*Trichechus Inunguis*) -Dietary Variation. Instituto Nacional de Pesquisas de Amazônia. *Biochem. Physiol*, 103(2), 413–415.

Colares, E. P., Colares, I. G., Bianchini, A., & Santos, E. a. (2000). Seasonal variations in blood parameters of the Amazonian manatee, *Trichechus inunguis*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 43(2), 165–171. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132000000200005>

Colares, E.P., Colares, I.G. & Amaral, A.D. (2011). Parâmetros Bioquímicos do sangue do peixe-boi da amazônia (*Trichechus inunguis*, mammalia: sirenia) biochemical parameters of blood Manatee amazon (*Trichechus inunguis*, Mammalia: Sirenia), 15–20. <https://doi.org/10.6008/ESS2237-9290.2011.002.0002>

Colding, J. & Folke, C. The Relations Among Threatened Species, Their Protection, and Taboos. (1997). *Conservation Ecology*.

Dellmann, H. (1971). *Veterinary Histology. An Outline Text-Atlas*. Lea and Febiger, Philadelphia, 305.

Del Valle, F. (2002). Protocolo de Monitoreo para el Manatí (*Trichechus manatus*, L). Fundación Defensores de la Naturaleza-FDN-National Fish and Wildlife Foundation-NFWF.

Domning, D. P. (1980). Distribution and status of manatees *Trichechus* spp . Near the mouth of the amazon river, Brazil, *19*(9), 85–97.

Domning, D. P. (1982). Evolution of Manatees: A Speculative History. *Journal of Paleontology*, *56*(3), 599–619. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1304394>

Domning, D. P. & Hayek, L. (1986). Interspecific and intraspecific morphological variation in manatees (Sirenia: *Trichechus*). *Marine Mammal Science*, 87-144.

Dugat, S. L., Taylor, T. S., Matthews, N. S., & Gold, J. R. (2010). Values for Triglycerides, Insulin, Cortisol, and ACTH in a Herd of Normal Donkeys. *Journal of Equine Veterinary Science*, *30*(3), 141–144. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2010.01.054>

Duncan, W. R. H., & Gartos, G. A. (1962). The C 18 fatty acids of ox plasma lipids. *Lipid Research Journal*, *3*(1), 5–7.

Durham, A. E. (2006). Clinical application of parenteral nutrition in the treatment of five ponies and one donkey with hyperlipaemia. *The Veterinary Record*, *158*(5), 159–164. <https://doi.org/10.1136/vr.158.5.159>

Eichelberger, L., Fetcher, E. S., Geiling, E. M. K., & Vos, B. J. (1940). The composition of dolphin milk. *Journal of Biological Chemistry*, *134*(1), 171–176.

Elcacho, M. R. (s.f.). Percepción social sobre el manatí amazónico, *Trichechus inunguis*, en Iquitos (Perú). Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental (ICTA), Universidad Autónoma de Barcelona, España. 1–27.

Flores-Cascante, L. (2010). Aspectos biológicos de los sirénidos *trichechus manatus linneaus*, 1758 en México. *Biocyt*, *3*(9), 122–134.

Flores-Cascante, L., Morales-Vera, B., Castelblanco-Martínez, N., Padilla Saldívar, J. & Auil, N. (2013). Elementos de la dieta del manatí *Trichechis manatus manatus* en tres sitios importantes para la especie en México y Belice, 26-33.

Franzini, A. M. (2008). Etnoecología do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) na província petrolífera de Urucu, Amazonas, Brasil, 121.

Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN) & National Fish and Wildlife Foundation (NFWF). (2002). Protocolo de Monitoreo para el Manatí (*Trichechus manatus L.*), 15-18.

Gallivan, G.J. & Best, R.C. (1986). The Influence of Feeding and Fasting on the Metabolic rate and Ventilation of the Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*).

Google Maps. (2017). Ubicación del Centro de Rescate Amazónico, Iquitos, Loreto-Perú. Obtenido de: <https://www.google.com.pe/maps/place/Centro+de+Rescate+Manat%C3%ADes/@-3.8172154,-73.3195117,881m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91ea0e7e3f2a8c65:0x69e7c573fe1fcb6a!8m2!3d-3.8172314!4d-73.3224133?hl=es-419>

Goncalves-Colares, I. , Colares, P. E., & Domingos Do Amaral, A. (1992). Blood Parameters of The Amazonian Manatee (*Trichechus inunguis*)-dietary variation. Instituto Nacional de Pesquisas de Amazônia, Amazonas, Brasil. *Comp. Biochem. Physiol*, 103 (2), 413-415.

Gómez A., Rodríguez, J., Jiménez, N., Cabezas, F., Rodríguez, J. E. & Matamoros, Y. (2012). Viabilidad de la Población y el Hábitat del Manatí (*Trichechus manatus manatus*) en el Caribe. Estrategia para la conservación de la especie. 20-24 de junio, 2011. Zoológico y Jardín Botánico Nacional Simón Bolívar. UICN/SSC Conservation Breeding Specialist Group-Mesoamérica (CBSG Mesoamérica), 62-85.

Guterres-Pazin, M. G., Marmontel, M., Rosas, F. C. W., Pazin, V. F. V., & Venticinque, E. M. (2014). Feeding ecology of the amazonian manatee (*Trichechus inunguis*) in the mamirauá and Amanã sustainable development reserves, Brazil. *Aquatic Mammals*, 40(2), 139–149.

Gutiérrez-Coronado, L., García-Rico, L., Vázquez-Ortiz, F., & Saavedra-Insunza, B. (2003). Digestibilidad aparente ileal y fecal de amino ácidos de harina de semilla de algodón en cerdos. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia*, 13(6), 452–459.

Hartman, D.S. (1979). Ecology and behaviour of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. *American Society of Mammalogists, Special Publication*, 5, 414-422.

Harshaw, L.T. (2012). Evaluation of the Nutrition of Florida Manatees (*Trichechus manatus latirostris*). The Graduate School of The University of Florida.

Harshaw, L. T., Larkin, I. V., Bonde, R. K., Deutsch, C. J., & Hill, R. C. (2016). Morphometric Body Condition Indices of Wild Florida Manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *Aquatic Mammals*, 42(4), 428–439. <https://doi.org/10.1578/AM.42.4.2016.428>

Harvey, J. W., Harr, K. E., Murphy, D., Walsh, M. T., Nolan, E. C., Bonde, R. K., ... Clapp, W. L. (2009). Hematology of healthy Florida manatees (*Trichechus manatus*). *Veterinary Clinical Pathology*, 38(2), 183–193. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2009.00113.x>

Hellgren, E., Rogers, L., & Seal, U. (1993). Serum Chemistry and Hematology of Black Bears: Physiological Indices of Habitat Quality or Seasonal Patterns? *Journal of Mammalogy*, 74(2), 304–315. <https://doi.org/10.2307/1382385>

Henry-Silva, G. G., & Camargo, A. F. M. (2002). Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. *Acta Scientiarum*, 24, 519–526. <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v24i0.2353>

Husar, S. L. (1978). *Trichechus senegalensis*. *Mammalian Species*, 89(89), 1–3. <https://doi.org/10.2307/3503790>

IBM SPSS Statistics. (2016). Software de analítica predictiva. <https://www-01.ibm.com/software/pe/analytics/spss/>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2006). Manual de Producción de Leche para Pequeños y Medianos productores. Gobierno de Chile. (148). 37.

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). (2013). Red List of Threatened Species. Obtenido desde: <http://www.iucnredlist.org/details/22102/0>

Jennes, R.G. (1974). Biosynthesis and Composition of Milk. *Journal of Investigative Dermatology*, 63, 109-118.

Jensen, R.G. (1995). *Handbook of Milk Composition*. Academic Press, San Diego. 566pp

Jennes, R. & Sloan, R. (1970). The composition of milks of various species: a review. *Dairy Sci Abstr*, 599-612.

Kaneko, J. J., Harvey, J. W., & Bruss, M. L. (1997). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 661, 890–894.

Kenchington, R. A. (1972). Observation on the Digestive System of the Dugong, *Dugong dugong* (Erxleben). *Journal of Mammalogy*, 53(4), 884-887. <https://doi.org/10.2307/1379226>

Kiezebrink International. (s.f.). Ficha Técnica Zoológica Milk Matrix 33/40.

Larkin, I. L. V., Fowler, V. F. & Reep, R. L. (2007). Digesta passage rates in the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Zoo. Biol.*, 26(6), 503-515

Lasso, C. A., Rial, A. B., & Matallana, C. L. (2011). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia, 149-159. <https://doi.org/978-958-8343-60-0>

Leimer, M. (1968). Particularites de L'Estomac Du Lamantin *Trichechus Senegalensis* Link (Sireniens, Trichechides). University of California. 32, 475-524.

Lomolino, M. V. ,& Ewel, K. C. (1984). Digestive efficiencies of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*). *Biol Sci* 3:176–179.

Maclaren, J. P. (1967). Manatees as a naturalistic biological mosquito control method. *Mosquito News*, 27, 387-393. Obtenido desde: http://archive.org/details/cbarchive_115680_manateesasanaturalisticbiologi1967

Maduro, A.H.P. (2014). Perfil Metabólico e Desempenho Zootécnico de Filhotes de Peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) mantidos em cativeiro. Alimentados com diferentes Sucedâneos do Leite materno. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. Programa de Pós-Graduação do INPA.

Manire, C. A., Walsh, C. J., Rhinehart, H. L., Colbert, D. E., Noyes, D. R., & Luer, C. A. (2003). Alterations in blood and urine parameters in two Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*) from simulated conditions of release following rehabilitation. *Zoo Biology*, 22(2), 103–120. <https://doi.org/10.1002/zoo.10074>

Marsh, H., Spain A. V. & Heinsohn, G. E. (1977). Physiology of the Dugong. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 61(A), 156-168.

Martinez, C.M. & Souto, F.C. (1980). Estudios hematológicos y serológicos em *Arctocephalus australis* (Zimmerman) y *Otaria flavescens* (Shaw). (Mammalia: Pinnipedia): metodología y primeros resultados. *Res.Jorn.C.Nat.* 1. 97-98.

Medina, V. E. H. (2008). Comportamento do peixe-boi (*Trichechus manatus manatus*) nos oceanários de Itamarazá: manejo e condições abióticas. Programa de Pós-Graduação do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 39-49.

Medway, M.I., Bruss, J.I. & Black, D.J. (1982a). Blood Chemistry of West indian manatee (*Trichechus manatus*). *Journal of Wildlife Diseases*, 18.

Medway, W., Rathburn, G. B., & Black, D. J. (1982b). Hematology of the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*). *Veterinary Clinical Pathology*, 11(2), 11–5. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15311402>

Mello, D. M. D., da Silva, V., & Rosas, F. (2011). Serum biochemical analytes in captive Amazonian manatees (*Trichechus inunguis*). *Veterinary Clinical Pathology*, 40(1), 74–77. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2011.00297.x>

Miller, E.R. & Fowler, M. E. (1999). *Zoo and Wild Animal Medicine*. Elsevier. (7). 450-457.

Ministerio de Agricultura del Perú. (2007). DECRETO SUPREMO N° 034-2004-AG, Aprueban categorización de especies amenazadas de fauna silvestre y prohíben su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales.

MINAM. (2014). Especies de Fauna Silvestre Peruana en los apendices de la CITES, (CoP 16). Actualización del Listado de Especies de Fauna Silvestre Peruana en los Apéndices de la CITES luego de la Decimosexta Reunión de la Conferencia de las Partes.

Ministerio de Producción. (2001). Resolución Ministerial N° 147-2001 -PE. Aprueban el Reglamento de Ordenamiento Pesquero de la Amazonía Peruana.

Morméde, P., Andanson, S., Aupérin, B., Beerda, B., Guémené, D., Malmkvist, J., Manteca, X., Manteuffel, G., Prunet, P., Cornelis, G., Reenen, V., Richard, S. & Veissier, I. (2007). Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiology and Behavior*, 92(3), 317–339. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.12.003>

Möstl, E., & Palme, R. (2002). Hormones as indicator of stress. *Domestic Animal and Endocrinology*, 23, 67–74. [https://doi.org/10.1016/S0739-7240\(02\)00146-7](https://doi.org/10.1016/S0739-7240(02)00146-7)

Murray, R. M., Marsh, H., Heinsohn, G. E., & Spain, A. V. (1977). The role of the midgut caecum and large intestine in the digestion of sea grasses by the dugong (Mammalia: Sirenia). *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology*, 56(1), 7–10. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(77\)90432-7](https://doi.org/10.1016/0300-9629(77)90432-7)

Nestle. (2014) Ficha Técnica Nan ® sin lactosa.

National Research Council. (1987). Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals. National Academy Press.

Oftedal, O. T. (1997). Lactation in whales and dolphins: evidence of divergence between baleen- and toothed-species. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 2(3), 205–230. <https://doi.org/10.1023/a:1026328203526>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2017). Producción y productos lácteos: Composición de la leche. Revisado desde: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/composicion-de-la-leche/es/#.WBx2c8klmOA>.

Perea-Sicchar, C. M., Velásquez-Varela, L. J., Sánchez-Babilonia, J., Lee-Richardson, D., & Sigler, L. (2011). Manejo y rehabilitación del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) en cautiverio en el Perú management and rehabilitation of the amazonian manatee (*Trichechus inunguis*) in captivity in Peru, 1(2), 104–113.

Pereda, J. (2005). Tecnología de alimentos: alimentos de origen animal, 279.

Peddemors, V. M., de Muelenaere, H. J. H., & Devchand, K. (1989). Comparative milk composition of the bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*), humpback dolphin (*Sousa plumbea*) and common dolphin (*Delphinus delphis*) from southern African waters. *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology*, 94(4), 639–641. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(89\)90608-7](https://doi.org/10.1016/0300-9629(89)90608-7)

Pervaiz, S., & Brew, K. (1986). Composition of the milks of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*, 84(2), 357–360. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(86\)90629-8](https://doi.org/10.1016/0300-9629(86)90629-8)

PNUMA, 1995. Plan de manejo regional para el manatí antillano, *Trichechus manatus*. Informe Técnico del PAC No. 35. Programa Ambiental del Caribe del PNUMA, Kingston, Jamaica .

Reep, R. L. & Bonde, R. K. (2006). *The Florida Manatee Biology and Conservation*. University Press of Florida, pp. 25-28.

Rees, P. A. (1982). Gross assimilation efficiency and food passage time in the African elephant. *African Journal of Ecology*, 20(3), 193–198. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.1982.tb00290.x>

Reeves, R. R., Leatherwood, S., Jefferson, T. A., Barbara, E., & Henningsen, T. (1996). AMAZONIAN MANATEES, *Trichechus inunguis*, in Peru: distribution , exploitation , and conservation status, 21(6), 246–254.

Reich, C. M., & Arnould, J. P. Y. (2007). Evolution of Pinnipedia lactation strategies: a potential role for alpha-lactalbumin? *Biology Letters*, 3(5), 546–549. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.026>

Reynolds, J. E. & Rommel, S. A. (1996). Structure and function of the gastrointestinal tract of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*. *Anatomical Record* 245(3):539-558. 1996., (May), 20. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0185\(199607\)245](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0185(199607)245)

Rodriguez Chacon, Z.M., Da Silva, V.M. & Neto, J.A. (1999a). Teste de Fórmula Láctea na Alimentação de filhotes órfãos de Peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*). Conservação e manejo do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) em cativeiro.

Rodriguez Chacon, Z.M., Da Silva, V.M.F. & Neto, J.A. (1999b). Conservação e manejo do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) em cativeiro. Nutrição e Alimentação do Peixe-boi.

Rodrigues, F. R., da Silva, V. M. F., & Marques Barcellos, J. F. (2014). The mammary glands of the amazonian manatee, *trichechus inunguis* (mammalia: Sirenia): Morphological characteristics and microscopic anatomy. *Anatomical Record*, 297(8), 1532–1535. <https://doi.org/10.1002/ar.22956>

Rosas, F. C. W. (1994). Biology, conservation and status of the Amazonian Manatee *Trichechus inunguis*. *Mammal Review*, 24(2), 49–59. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1994.tb00134.x>

Rosas, F. C. W., & Lehti, K.K. (1996). Nutritional and mercury content of milk of the Amazon river dolphin, *Inia geoffrensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 115(2), 117–119. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(96\)00021-7](https://doi.org/10.1016/0300-9629(96)00021-7)

Rosas, F.C.W., Lehti, K.K. & Marmontel, M. (1999). Hematological indices and mineral content of serum in captive and wild amazonian manatees, *Trichechus inunguis*. *Arq. cién. vet. zool., UNIPAR*, 2 (1): 37-42.

Sabadell, D. B. (2008). Guía del Usuario In-vitro diagnóstico de Ayuda para la libre de ensayo, MultiCare in. 1–11.

Sales, J., & Janssens, G. P. (2003). Acid-insoluble ash as a marker in digestibility studies: a review. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 12, 383–401.

Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI). (2016). Análisis Meteorológico.

Siegel-Willott, J. L., Harr, K., Hayek, L. A. C., Scott, K. C., Gerlach, T., Sirois, P., Hill, R. C. (2010). Proximate nutrient analyses of four species of submerged aquatic vegetation consumed by Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) compared to romaine lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 41(4), 594-602. <https://doi.org/10.2307/40962301>

Silva, F. M. de O. (2008). Perfil Hematológico , Bioquímico Sérico , Nutricional E Biométrico De Filhotes De Peixe-Boi Marinho (*Trichechus Manatus Manatus* Linnaeus , 1758) Mantidos Em Cativeiro No Centro Mamíferos Aquáticos – CMA/ICMBio, ILHA DE ITAMARACÁ, PE. 39-64.

Silva, F. M. O., Vergara-Parente, J. E., Gomes, J. K. N., Teixeira, M. N., Attademo, F. L. N., & Silva, J. C. R. (2009). Blood chemistry of Antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*): Age variations. *Aquatic Mammals*, 35(2), 253–258. <https://doi.org/10.1578/AM.35.2.2009.253>

Silva, J., & Montes, D. (2014). Conocimientos , conservación y avistamiento del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*), según los pobladores de la cuenca del río Ucayali (Loreto, Perú), 32–38.

Soini, P., Sicchar, L.A., Gil, G.N., Fanchín, A. T., Pezo, R. & Chumbe, M.A. (1996). Una Evaluación de la Fauna Silvestre y su Aprovechamiento de la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). 12.

Soto, A. (2007). Caza del manatí amazónico en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú. Centro de datos para la conservación, Universidad Nacional Agraria La Molina, 23.

Sousa, I. K. F., Sousa, R. S., Azevedo, A. C. P., Corrêa, I. F. C. B., Oliveira, J. M., Matos, S. P., Mori, C.S., Ortolani, E.L. & Almosny, N. R. P. (2016). Variáveis hematológicas e bioquímicas de peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) jovens. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36(9), 869–873. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2016000900013>

Sousa, I. K. F., Sousa, R. S., Azevedo, A. C. P., Corrêa, I. F. C. B., Oliveira, J. M., Matos, S. P., Mori, C. S., Ortoñani, E. L., & Almosny, N. R. P. (2016). Variáveis hematológicas e bioquímicas de peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) jovens. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36(9), 869–873. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2016000900013>

Stevens, C. E., & Hume, I. D. (1998). Contributions of microbes in vertebrate gastrointestinal tract to production and conservation of nutrients. *Physiological Reviews*, 78(2), 393–427.

Tovar N.A., & Vasquez R. P. (1992). Evaluación Ecológica de la Reserva Nacional Pacaya – Samiria. Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía. 88-90.

Timm, R. M., V., L. A., & Clauson, B. L. (1986). Ecology, distribution, harvest, and conservation of the Amazonian manatee *Trichechus inunguis* in Ecuador. *Biotropica*, 18(2), 150–156. <https://doi.org/10.2307/2388757>

Van Weyenberg, S., Sales, J., & Janssens, G. P. J. (2006). Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: A review. *Livestock Science*, 99(1), 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.04.008>

Vanoye, F.F.L. (2002). Constantes Hemáticas para crías de manatí (*Trichechus manatus manatus*) de hasta dos años de edad en cautiverio. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, México.

Vergara, J.E., Parente, C.L., Sommerfeld, P.A. & Lima, R.P. (2000). Estudo da composição do leite do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus* LINNEAUS 1856) no Nordeste do Brasil com inferências para uma dieta artificial. *Ciências Veterinária Nos Trópicos*, 3(3), 159–166.

Vergara-Parente, J., Parente, C., Marmontel, M., Carlos Ramos Silva, J., & Bezerra Sa, F. (2010). Growth curve of free-ranging *Trichechus inunguis*. *Biota Neotropica*, 10(3), 8–11. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000300009>

Waite, J. N., & Mellish, J. A. E. (2009). Inter- and intra-researcher variation in measurement of morphometrics on Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). *Polar Biology*, 32(8), 1221–1225. <https://doi.org/10.1007/s00300-009-0649-7>

Walsh, M.T. & Bossart, G.D. (1999). Manatee medicine. In: Fowler ME, Miller RE, editors. *Zoo and Wild Animal Medicine*. Philadelphia: W.B. Saunders, 507-516.

White, J. R., Harknesst, D. R., Isaackst, R. E., & Duffield, D. A. (1976). Some Studies on Blood of the Florida Latirostris Manatee , 55.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Resultados de los pesos, ganancia de pesos, consumo de alimento y conversión alimenticia de las cuatro dietas evaluadas de las cuatro crías de manatí amazónico durante los cuatro periodos de evaluación.

PERIODO	DIETA	ANIMAL	P.V.I ¹ (Kg)	P.V.IN ² (Kg)	P.V.F ³ (Kg)	G.P 1 ⁴ (Kg)	G.P 2 ⁵ (Kg)	G.P./PERIODO ⁶ (Kg)	C.S 1 ⁷ (Kg)	C.S 2 ⁸ (Kg)	C.AC ⁹ (Kg)	C.A. 1 ¹⁰	C.A. 2 ¹¹	C.A./ PERIODO ¹²
1	1	4	30.30	30.66	31.40	0.36	0.74	1.10	6.2038	6.0558	12.2596	17.23	8.184	11.145
1	2	1	29.12	30.58	31.46	1.46	0.88	2.34	6.1752	6.2916	12.4668	4.23	7.150	5.328
1	3	2	29.30	29.98	31.26	0.68	1.28	1.96	6.1332	6.0222	12.1554	9.02	4.705	6.202
1	4	3	27.06	28.20	28.78	1.14	0.58	1.72	6.0344	5.9880	12.0224	5.29	10.324	6.990
2	1	3	28.72	29.76	29.94	1.04	0.18	1.22	6.2470	6.3510	12.5980	6.01	35.283	10.326
2	2	4	31.56	32.54	33.24	0.98	0.70	1.68	6.2170	6.3980	12.6150	6.34	9.140	7.509
2	3	1	31.72	32.64	33.58	0.92	0.94	1.86	6.2090	6.3720	12.5810	6.75	6.779	6.764
2	4	2	31.48	31.90	32.74	0.42	0.84	1.26	6.1500	6.2950	12.4450	14.64	7.494	9.877
3	1	2	33.58	34.82	35.74	1.24	0.92	2.16	8.9040	9.5114	18.4154	7.18	10.338	8.526
3	2	3	31.44	32.16	33.58	0.72	1.42	2.14	8.8412	9.5012	18.3424	12.28	6.691	8.571
3	3	4	33.98	35.30	37.32	1.32	2.02	3.34	7.7242	9.2180	16.9422	5.85	4.563	5.073
3	4	1	34.60	35.72	36.82	1.12	1.10	2.22	7.9824	8.9132	16.8956	7.13	8.103	7.611
4	1	1	36.86	37.67	39.58	0.81	1.91	2.72	8.8860	9.1960	18.0820	10.97	4.815	6.648
4	2	2	35.40	36.88	38.36	1.48	1.48	2.96	9.1960	9.6600	18.8560	6.21	6.527	6.370
4	3	3	33.48	35.00	36.00	1.52	1.00	2.52	8.9656	8.2620	17.2276	5.90	8.262	6.836
4	4	4	36.94	39.12	40.38	2.18	1.26	3.44	8.8700	8.5140	17.3840	4.07	6.757	5.053

¹ Peso vivo inicial

⁴ Ganancia de peso 1^{era} semana

⁷ Consumo de alimento 1^{era} semana

¹⁰ Conversión alimenticia 1^{era} semana

² Peso vivo intermedio

⁵ Ganancia de peso 2^{da} semana

⁸ Consumo de alimento 2^{da} semana

¹¹ Conversión alimenticia 2^{da} semana

³ Peso vivo final
periodo

⁶ Ganancia de peso por periodo

⁹ Consumo de alimento acumulado

¹² Conversión alimenticia por

Anexo 2: Registros de la temperatura ambiental, temperatura y pH del agua durante los periodos 1, 2 y 4.

PERIODO	POZA	TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)¹	TEMPERATURA DEL AGUA (°C)²	pH²
1	1	27.9	27.7	6.48
	2	27.7	27.7	6.64
	3	28.2	27.9	6.55
	4	28.2	27.3	6.73
2	1	29.0	27.4	7.15
	2	29.1	27.3	7.25
	3	28.9	27.1	7.28
	4	29.0	27.0	7.31
4	1	29.4	27.8	7.19
	2	29.1	27.2	7.12
	3	29.4	27.5	7.14
	4	29.4	27.3	7.13
PROMEDIO		28.8	27.4	7.0
MAX		29.4	27.9	7.3
MIN		27.7	27.0	6.5

¹Medido con Termómetro Ambiental.

²Medido con multiparámetro portátil HACH®.

Anexo 3: Resultados de las mediciones biométricas de las cuatro crías de manatí amazónico durante los cuatro periodos de evaluación.

Peso Vivo (Kg)	Long.Total (m) ¹	L.T.C ² (cm)	CIR. ³ (cm)	AA. ⁴ (m)	AC. ⁵ (m)	PED. ⁶ (m)
30.300	1.190	1.240	0.801	0.088	0.305	0.446
31.400	1.173	1.235	0.797	0.077	0.275	0.449
29.120	1.115	1.190	0.800	0.080	0.272	0.459
31.460	1.160	1.240	0.835	0.080	0.288	0.416
29.300	1.125	1.168	0.835	0.086	0.293	0.452
31.260	1.110	1.190	0.833	0.097	0.305	0.502
27.060	1.125	1.178	0.784	0.085	0.285	0.495
28.780	1.140	1.210	0.780	0.078	0.280	0.453
28.720	1.110	1.199	0.820	0.085	0.299	0.500
29.940	1.160	1.205	0.840	0.090	0.305	0.510
31.560	1.180	1.264	0.805	0.095	0.320	0.500
33.240	1.230	1.292	0.830	0.085	0.290	0.490
31.720	1.130	1.208	0.835	0.094	0.310	0.504
33.580	1.180	1.245	0.860	0.086	0.290	0.495
31.480	1.140	1.200	0.860	0.090	0.310	0.501
32.740	1.150	1.222	0.854	0.095	0.325	0.477
33.580	1.180	1.233	0.860	0.090	0.310	0.502
35.740	1.140	1.250	0.895	0.083	0.290	0.490
31.440	1.135	1.220	0.850	0.080	0.275	0.480
33.580	1.154	1.230	0.870	0.085	0.292	0.460
33.980	1.220	1.290	0.820	0.083	0.297	0.502
37.320	1.260	1.310	0.860	0.095	0.315	0.477
34.600	1.180	1.246	0.860	0.082	0.290	0.512
36.820	1.210	1.275	0.900	0.082	0.280	0.508
36.860	1.200	1.260	0.880	0.087	0.290	0.495
39.580	1.250	1.310	0.915	0.090	0.312	0.465
35.400	1.155	1.255	0.880	0.100	0.330	0.485
38.360	1.220	1.270	0.921	0.090	0.305	0.538
33.480	1.162	1.240	0.870	0.090	0.318	0.525
36.000	1.215	1.286	0.895	0.088	0.295	0.510
36.940	1.235	1.317	0.879	0.090	0.315	0.482
40.380	1.295	1.350	0.907	0.098	0.340	0.507

¹ Longitud total (m)

² Longitud total curvada (m)

³ Circunferencia (m)

⁴ Ancho de aleta (m)

⁵ Ancho de cola (m)

⁶ Pedúnculo (m)

Anexo 4: Resumen de los resultados del tiempo de tránsito y retención de las cuatro dietas evaluadas durante el periodo 1 y 3.

Parámetro	Dias	Horas	Minutos	Dieta	Animal	
Tiempo de tránsito	2.03	48.83	2930	2	Manatí 3	
Tiempo de retención máxima	3.29	78.95	4737		Manatí 2	
Tiempo de tránsito	2.15	51.60	3096		3	Manatí 4
Tiempo de retención máxima	7.05	169.22	10153			Manatí 3
Tiempo de tránsito	1.96	47.10	2826	4		Manatí 1
Tiempo de retención máxima	5.03	120.72	7243			Manatí 4
Tiempo de tránsito	2.15	51.53	3092		1	Manatí 2
Tiempo de retención máxima	7.10	170.47	10228			Manatí 1
Tiempo de tránsito	3.00	72.08	4325	1		Manatí 2
Tiempo de retención máxima	8.13	195.18	11711			Manatí 4
Tiempo de tránsito	2.14	51.45	3087		1	Manatí 2
Tiempo de retención máxima	7.36	176.62	10597			Manatí 1
Tiempo de tránsito	4.11	98.77	5926	1		Manatí 2
Tiempo de retención máxima	7.15	171.50	10290			Manatí 1
Tiempo de tránsito	2.15	51.50	3090		1	Manatí 1
Tiempo de retención máxima	6.27	150.50	9030			Manatí 1

Parámetro	Dieta	1		2		3		4	
		Horas	Dias	Horas	Dias	Horas	Dias	Horas	Dias
		Media±DS							
Tiempo de tránsito		75.13±33.42	3.13±1.39	50.22±1.96	2.09±0.08	49.32±3.13	2.05±0.13	61.77±14.59	2.57±0.61
Tiempo de retención máxima		161.00±14.85	6.71±0.62	124.08±63.83	5.17±2.66	145.59±35.18	6.07±1.46	185.90±13.13	7.75±0.55

Anexo 5: Informe de análisis de contenido de cromo en heces de las cuatro dietas evaluadas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
PROCEDENCIA : LORETO
MUESTRA DE : EXCRETAS DE MANATI
REFERENCIA : H.R. 57034
FACTURA : 37269
FECHA : 03/01/17

N° LAB	CLAVES	Cr ₂ O ₅ ppm
4285	Contamano Trat. A	46.00
4286	PV2, Trat. B	32.96
4287	Shicshi, Trat. C	32.73
4288	Tahuayo, Trat. D	75.63



Sady García Bendezú
Sady García Bendezú
Jefe de Laboratorio

Anexo 6: Informe de los resultados de los análisis bioquímicos sanguíneos de las crías alimentadas por las cuatro dietas evaluadas y de la cría nacida en cautiverio.

EXTRACCIÓN DE SANGRE (EQUIPO PORTATIL)¹								
Periodo	Animal	Dieta	Glucosa inicial (mg/dL)	Glucosa final (mg/dL)	Colesterol inicial (mg/dL)	Colesterol final(mg/dL)	Triglicéridos inicial (mg/dL)	Triglicéridos final (mg/dL)
2	1	3	98	36	216	307	143	173
2	2	4	93	37	292	277	162	234
2	3	1	159	56	237	295	100	105
2	4	2	101	50	146	264	75	115

EXTRACCIÓN DE SANGRE - ANÁLISIS DE LABORATORIO²									
Periodo	Animal	Dieta	Glucosa final(mg/dL)	Creatinina final(mg/dL)	Urea final(mg/dL)	Colesterol final (mg/dL)	Albuminas final (g/dL)	Proteinas totales final (g/dL)	Trigliceridos final(mg/dL)
2	1	3	62	1.4	52	477	6	10	180
2	2	4	64	2.8	51	216	5	9	247
2	3	1	63	1	50	249	4	5	229
2	4	2	64	1.7	50	241	8	8	177

EXTRACCIÓN DE SANGRE - ANÁLISIS DE LABORATORIO²							
Animal	Glucosa (mg/dL)	Creatinina (mg/dL)	Urea (mg/dL)	Colesterol (mg/dL)	Albuminas (g/dL)	Proteinas totales (g/dL)	Triglicéridos (mg/dL)
Cría nacida en cautiverio	63.0	1.3	50.0	168.0	4.0	8.0	175.0

¹Equipo Portátil Multicare-in®.

²Laboratorio de Diagnóstico –Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Veterinaria, IVITA, Iquitos.

EXTRACCIÓN DE SANGRE LABORATORIO										
Periodo	Animal	Dieta	Glu I. (mg/dL)	Glu F. (mg/dL)	Col I. (mg/dL)	Col F. (mg/dL)	Trig I. (mg/dL)	Trig F. (mg/dL)	Urea I. (mg/dL)	Urea F. (mg/dL)
4	1	1	56.9	48.3	364.6	407.4	107	79.9	20.7	13.5
4	2	2	44.3	32.8	272.1	356.4	51.2	46.6	28.3	23.6
4	3	3	36.7	36.9	421.3	447.9	110.9	116.3	19.5	24.2
4	4	4	31.4	28.1	289.4	327.3	112.3	138	15.7	25.3

EXTRACCIÓN DE SANGRE LABORATORIO										
Periodo	Animal	Dieta	Creat. I. (mg/dL)	Creat F. (mg/dL)	PT I. (g/dL)	PT F. (g/dL)	Alb I. (g/dL)	Alb F. (g/dL)	Glob I. (g/dL)	Glob F. (g/dL)
4	1	1	2.32	2.59	6.28	6.36	3.36	3.48	2.92	2.88
4	2	2	1.75	1.86	6.34	6.91	3.23	3.51	3.11	3.40
4	3	3	1.91	2.04	6.71	6.41	3.49	3.45	3.22	2.96
4	4	4	2.27	1.77	5.79	6.18	3.19	3.49	2.55	2.69

Glu: Glucosa

Col: Colesterol

Trig: Trilicéridos

Crea: Creatinina

PT: Proteínas Totales

Alb: Albumina

Glob: Globulina

I.: Inicial

F.: Final

Anexo 7: Informe del ensayo de análisis de proteína de Leche de Manatí Amazónico



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 009723 - 2016

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
DIRECCIÓN LEGAL : AV. LA MOLINA NRO. SN LIMA - LIMA - LA MOLINA
: RUC: 20147897406 Teléfono: 6147800
PRODUCTO : LECHE DE MANATI
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 180,9 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en frasco de vidrio a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-005326 -2016
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 10/10/2016
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Proteína (g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,38)	9,7

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- NTP 202.119 1998

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 10/10/2016 Al 14/10/2016.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

La Molina, 14 de Octubre de 2016

Anexo 8: Informe del ensayo de Densidad y Sólidos Totales de la Leche de Manatí Amazónico.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN

Av. La Molina s/n – La Molina

LAB. DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN

INFORME DE ENSAYO

PRODUCTO: Leche de Manatí CODIGO: s.c.

CANTIDAD DE MUESTRAS: 1 (uno)

VOLUMEN RECIBIDO: 8 ml.

REGITRO: Ninguno

PRESENTACIÓN DEL PROD.: Fluido/envase hermético

FECHA DE RECEPCIÓN: lunes, 31 de octubre del 2016

SOLICITUD DE EVALUACIÓN: Densidad / Solidos Totales

RESULTADOS:

Nro. Muestra	Peso Muestra, g	Volumen, ml	Densidad	Peso de sólidos, g	Porcentaje de sólidos, %ST
R1	1,9997	2,0000	0,9999	0,3335	16,6775
R2	1,9881	2,0000	0,9941	0,3299	16,5937
R3	1,9730	2,0000	0,9865	0,3341	16,9336
R4	0,9978	1,0000	0,9978	0,1688	16,9172

*Método utilizado: Densidad (Picnómetro); Solidos totales (desección en estufa)

Lab. de Investigación en Nutrición
Proyecto UNALM-FONDECYT 275