

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA CRUDA  
DIETARIA SOBRE INDICADORES BIOMÉTRICOS  
Y BIOQUÍMICOS DEL MONO NOCTURNO (*Aotus nancymae*)  
EN CRECIMIENTO”**

Presentada por:

**TALIA SAMANTA VALERA GUERRERO**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Lima – Perú

**2020**

---

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**“EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA CRUDA  
DIETARIA SOBRE INDICADORES BIOMÉTRICOS  
Y BIOQUÍMICOS DEL MONO NOCTURNO (*Aotus nancymae*)  
EN CRECIMIENTO”**

Presentada por:

**TALIA SAMANTA VALERA GUERRERO**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

---

Dr. Víctor Guevarra Carrasco  
Presidente

---

Dra. Lucrecia Aguirre Terrazas  
Miembro

---

Ing. Víctor Hidalgo Lozano  
Miembro

---

Dr. Carlos Vílchez Perales  
Asesor

---

Ing. Pierina Jocelyn Mendoza Yengle  
Co Asesora

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitir que llegue hasta aquí guiando cada uno de mis pasos para lograr mis metas.

A mis padres Margarita y Fernando, por ser el pilar más importante, por el sacrificio que hacen para sacarnos adelante, por darme la mejor educación a través de su ejemplo, por darme su apoyo incondicional siempre para lograr todas mis metas y sueños y por enseñarme a levantarme cada vez que caigo.

A Fernanda, Maricielo y Britca, por quienes trato de ser una mejor persona cada día.

A toda mi familia (tías, tíos y primas) en especial a mis abuelas Alicia y Lili.

A Miedosa, Glotona, Gordo y Pequeñín, los cuatro monos nocturnos que hicieron posible que esta investigación se lleve a cabo.

A todos los animales silvestres que son víctimas del tráfico ilegal y a todos los animales del mundo.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por hacer posible todas mis metas.

Al M.V. Hugo Alejandro Gálvez Carrillo, por ser un buen maestro, por la oportunidad que me dio para realizar investigación en primates y por su gran apoyo incondicional antes, durante y después de realizar el trabajo de investigación.

Al Ph.D. Niceas Carlos Vílchez Perales, por brindarme todo el apoyo necesario para lograr culminar mi trabajo de investigación.

A la Ing. Pierina Mendoza Yengle, por ser buena amiga y consejera, ya que me dio su apoyo incondicional las 24 horas del día, desde la redacción del proyecto de tesis hasta finalizar la redacción de la tesis.

Al Centro de Reproducción y Conservación de Primates de la Estación experimental- IVITA por brindar las facilidades del uso de las instalaciones.

A Iván Goytizolo por estar siempre presente en los momentos que más necesité, levantarme los ánimos para poder continuar cuando decaía y por brindarme todo su apoyo en general.

Al señor Alejos, por enseñarme muchas cosas sobre fauna silvestre y por el empujón que me dio para ayudarme a salir de mi zona de confort y poder viajar para realizar este trabajo de investigación.

Al Dr. Marco Gutiérrez Tang por la ayuda brindada en la parte estadística.

A mi familia, motor importante en mi vida, por estar conmigo siempre en las buenas y en las malas, y apoyarme siempre en mis locuras para poder lograr mis objetivos.

A todas mis amigas (Anaís, Cecilia, Rosalyn, Tessy, Christie, Geral, Cynthia, Michelle) que me brindaron su apoyo a pesar de la distancia.

A mis compañeros de la Estación IVITA por brindarme su compañía.

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Mono nocturno: Consideraciones generales.....	3
2.1.1 Taxonomía del mono nocturno.....	3
2.1.2 Hábitat .....	4
2.1.3 Distribución geográfica .....	5
2.1.4 Morfología general .....	5
2.1.5 Comportamiento .....	7
2.1.6 Hábitos alimenticios .....	8
2.1.7 Estado de conservación y amenazas.....	9
2.1.8 Anatomía y fisiología digestiva del mono nocturno.....	9
2.2 Requerimientos nutricionales del mono nocturno.....	12
2.2.1 Requerimiento de energía.....	14
2.2.2 Requerimiento de proteína.....	15
2.3 Digestibilidad .....	16
2.3.1 Determinación de la digestibilidad por el método directo.....	17
2.3.2 Factores que afectan la digestibilidad.....	18
2.3.3 Energía digestible .....	20
2.3.4 Energía metabolizable .....	20
2.3.5 Tiempo de tránsito y tiempo de retención máximo .....	20
2.4 Biometría y crecimiento .....	21
2.5 Parámetros bioquímicos de la sangre .....	22
2.5.1 Glucosa .....	22
2.5.2 Urea .....	23
2.5.3 Colesterol.....	24
2.5.4 Triglicéridos .....	24
2.5.5 Proteína total.....	25

III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1	Lugar y duración .....	27
3.2	Instalaciones y equipos.....	28
3.3	Animales evaluados.....	29
3.4	Alimentación .....	29
3.5	Dietas evaluadas .....	31
3.6	Mediciones: Parámetros zootécnicos .....	33
3.6.1	Peso vivo y ganancia de peso .....	33
3.6.3	Consumo de alimento y conversión alimenticia (CA) .....	36
3.7	Metodología para la determinación del tiempo de tránsito y tiempo de retención máximo .....	37
3.8	Metodología para determinación de digestibilidad .....	38
3.9	Metodología para colección de orina .....	39
3.10	Energía digestible, energía metabolizable y metabolicidad .....	40
3.11	Parámetros bioquímicos .....	41
3.12	Diseño estadístico.....	42
3.13	Análisis de datos de bioquímica sanguínea.....	42
3.14	Análisis de los datos de peso y biometría.....	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
4.1	Consideraciones de la metodología.....	44
4.2	Peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia .....	45
4.3	Relación peso y biometría .....	51
4.4	Tiempo de tránsito y retención máxima .....	54
4.5	Caracterización de heces, orina y digestibilidad .....	57
4.6	Energía digestible, energía metabolizable y metabolicidad .....	61
4.7	Bioquímica sanguínea .....	64
V.	CONCLUSIONES .....	71
VI.	RECOMENDACIONES .....	72
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	73
VIII.	ANEXOS.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Requerimientos nutricionales de micronutrientes y proteína para primates del Nuevo Mundo .....	13
<b>Tabla 2:</b> Requerimientos nutricionales en primates del Nuevo y Viejo Mundo .....	13
<b>Tabla 3:</b> Estimaciones generales del requerimiento diario de energía según TMB .....	15
<b>Tabla 4:</b> Estimación de requerimiento de proteína para primates .....	16
<b>Tabla 5:</b> Comparación de los coeficientes de digestibilidad por colección total y por el uso del marcador óxido de cromo en una especie de primate neotropical.....	17
<b>Tabla 6:</b> Valores reportados de bioquímica sanguínea en <i>Aotus sp.</i> ....	26
<b>Tabla 7:</b> Información y codificación de los animales evaluados en el experimento .....	29
<b>Tabla 9:</b> Composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas en el estudio (tal como ofrecido) .....	32
<b>Tabla 10:</b> Composición nutricional estimada en base fresca y seca de las dietas evaluadas (mezcla de ración y plátano) .....	33
<b>Tabla 11:</b> Media y desviación estándar de peso inicial, peso final e índices de performance zootécnico de las cuatro dietas experimentales en 15 días de evaluación. ....	45
<b>Tabla 12:</b> Media y desviación estándar de ganancia de peso, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica y eficiencia de utilización de proteína corregidos.....	50
<b>Tabla 13:</b> Media y desviación estándar de la medida corporal inicial y final de todos los periodos de los cuatro monos nocturnos ( <i>Aotus nancymae</i> ) evaluados (N=16).....	52
<b>Tabla 14:</b> Coeficientes de correlación de las medidas biométricas con el peso vivo de monos nocturnos al inicio y al final de los cuatro periodos de evaluación, N=16 .....	53

<b>Tabla 15:</b> Media y desviación estándar del tiempo de tránsito y tiempo de retención máximo de las cuatro dietas evaluadas en los cuatro períodos experimentales .....	55
<b>Tabla 16:</b> Media y desviación estándar del análisis proximal de las heces y orina de las cuatro dietas evaluadas .....	57
<b>Tabla 17:</b> Digestibilidad de los nutrientes de las cuatro dietas evaluadas.....	59
<b>Tabla 18:</b> Media y desviación estándar de EB, ED, EM y metabolicidad de las dietas evaluadas .....	63
<b>Tabla 19:</b> Bioquímica sanguínea inicial y final resultantes de las dietas evaluadas .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Distribución geográfica de <i>A. nancymaae</i> .....	5
<b>Figura 2:</b> <i>Aotus nancymaae</i> en diferente clase etárea: A. Cría (1 mes), B. Juvenil (7 meses), C. Adulto (4 años) .....	6
<b>Figura 3:</b> Pareja de monos nocturnos ( <i>Aotus nancymaae</i> ) con su cría en cautiverio .....	8
<b>Figura 4:</b> Fotografía del tracto digestivo de <i>Aotus nancymaae</i> .....	10
<b>Figura 5:</b> Fotografía del intestino delgado y grueso de <i>Aotus nancymaae</i> .....	10
<b>Figura 6:</b> Esquema de la clasificación del tracto gastrointestinal en primates.....	11
<b>Figura 7:</b> Mapa de ubicación del Centro de Reproducción y Conservación de Primates- Estación IVITA, Iquitos .....	27
<b>Figura 8:</b> Jaulas metabólicas del laboratorio experimental del Centro de Reproducción y Conservación de Primates .....	28
<b>Figura 9:</b> Alimento ofrecido a los monos nocturnos .....	31
<b>Figura 10:</b> Procedimiento periódico de pesaje y biometría.....	34
<b>Figura 11:</b> Medidas biométricas del mono nocturno en crecimiento .....	35
<b>Figura 12:</b> Uso de óxido de cromo como marcador externo para caracterización de las heces .....	39
<b>Figura 13:</b> Colecta de orina de mono nocturno en crecimiento .....	39
<b>Figura 14:</b> Colección de sangre para análisis bioquímico.....	41
<b>Figura 15:</b> Niveles de glucosa sanguínea inicial (A) y final (B) por dieta.....	66
<b>Figura 16:</b> Niveles de colesterol sanguíneo inicial (A) y final (B) por dieta .....	68
<b>Figura 17:</b> Niveles de triglicéridos sanguíneo inicial (A) y final (B) por dieta .....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Composición nutricional del plátano maduro .....	92
<b>Anexo 2:</b> Análisis de varianza del consumo de alimento total en base seca.....	93
<b>Anexo 3:</b> Análisis de varianza del consumo de proteína total en base seca .....	93
<b>Anexo 4:</b> Análisis de varianza del peso vivo final .....	93
<b>Anexo 5:</b> Análisis de varianza de la ganancia de peso.....	93
<b>Anexo 6:</b> Análisis de varianza de la Conversión Alimenticia.....	94
<b>Anexo 7:</b> Análisis de varianza de la Eficiencia de Utilización del Alimento .....	94
<b>Anexo 8:</b> Análisis de varianza de la Relación de la Eficiencia Proteica.....	94
<b>Anexo 9:</b> Temperatura y humedad ambiental durante los cuatro periodos de evaluación .....	95
<b>Anexo 10:</b> Resultado de los pesos, ganancia de pesos, consumo de alimento, conversión alimenticia, relación de la eficiencia proteica y eficiencia de utilización del alimento .....	99
<b>Anexo 11:</b> Resultados de las mediciones biométricas de las cuatro crías de mono nocturno durante los 4 periodos de evaluación .....	100
<b>Anexo 12:</b> Media y desviación estándar de TT, TRM de las dietas, temperatura y humedad por período .....	101
<b>Anexo 13:</b> Media de la temperatura interna, temperatura ambiental y humedad de la mañana del día de evaluación, por período experimental .....	101
<b>Anexo 14:</b> Resumen de los resultados de tiempo de tránsito y retención de las cuatro dietas evaluadas durante los cuatro periodos de evaluación .....	102
<b>Anexo 15:</b> Informe de análisis de contenido de cromo en heces de las cuatro dietas evaluadas .....	103
<b>Anexo 16:</b> Comparación de medias entre el tiempo de retención máximo y la digestibilidad de los nutrientes de las dietas por período.....	105
<b>Anexo 17:</b> Informe de los resultados de los análisis bioquímicos sanguíneos de los monos nocturnos alimentados por las cuatro dietas evaluadas de los periodos 1 y 4 .....	106

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de cuatro dietas con diferentes niveles de proteína sobre el perfil sanguíneo, medidas biométricas, digestibilidad y variables de desempeño zootécnico en monos nocturnos (*Aotus nancymaae*) en crecimiento. Se utilizaron cuatro animales de siete meses de edad (dos machos y dos hembras) con peso promedio de 539.5 g. Las dietas experimentales contenían los siguientes niveles de proteína cruda (PC): D1= 13.40% PC, D2: 18.27% PC, D3= 21.15% PC y D4= 22.24% PC. Las variables evaluadas fueron: consumo de alimento, peso vivo (PV), digestibilidad aparente (CDA), tiempo de tránsito (TT), tiempo de retención máximo (TRM), bioquímica sanguínea: proteína total (PT), colesterol (COL), triglicéridos (TRI), glucosa (GLU) y urea (UR); y medidas biométricas: longitud corporal (LC), largo de cara (LCA), ancho de cara (AC), perímetro craneal (PC), circunferencia abdominal (CA), circunferencia torácica (CT), longitud de brazo (LB), longitud de pierna (LP), largo de pie (LPI), ancho de pie (API), largo de mano (LM), ancho de mano (AM) y longitud de cola (LCO). Los datos obtenidos fueron sometidos a un ANOVA bajo un Diseño Cuadrado Latino 4 x 4 y para comparación de medias se utilizó la prueba Tukey. Los resultados mostraron que los niveles de proteína no afectaron significativamente ( $P>0.05$ ) el desempeño zootécnico del animal; sin embargo, se observó mejores resultados con la dieta 3 (21.15% PC). Asimismo, el TT, TRM y parámetros sanguíneos, no fueron afectados significativamente ( $P>0.05$ ) por el nivel de proteína dietario. En conclusión, el nivel de proteína dietario no tuvo influencia significativa sobre las variables evaluadas cuyos valores estuvieron dentro de los rangos previamente reportados para la especie.

Palabras clave: Mono nocturno, perfil sanguíneo, medidas biométricas, desempeño zootécnico

## ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effect of four diets with different protein levels on the blood profile, biometric measures, digestibility and variables of zootechnical performance in growing owl monkeys (*Aotus nancymaae*). Four seven-month-old animals (two males and two females) with an average weight of 539.5 g. The diets contained the following levels of crude protein (CP): D1 = 13.40% CP, D2= 18.27% CP, D3 = 21.15% CP and D4 = 22.24% CP. The variables evaluated were: food consumption, live weight (LW), apparent digestibility (AD), transit time (TT), maximum retention time (MRT), blood biochemistry: Total protein (TP), cholesterol (COL), triglycerides (TRI), glucose (GLU) and urea (UR); and biometric measurements: Body length (BL), face length (FL), face width (FW), cranial circumference (CC), abdominal circumference (AC), chest circumference (CC), arm length (AL), leg length (LL), foot length (FL), foot width (FW), hand length (HL), hand width (HW) and tail length (TL). The data obtained was subjected to an ANOVA distributed according to a Latin square design (LSD) (4x4) and the Tukey test was used. Results showed that protein levels did not significantly affect the animal's zootechnical performance; however, better results were observed with diet 3 (21.15% CP). Regarding TT, MRT and blood parameters, they were not significantly affected by the level of dietary protein. In conclusion, dietary protein levels had no significant influence on the variables evaluated whose values were within the ranges previously reported for the species.

Keywords: Owl monkey, blood profile, biometric measures, zootechnical performance

## I. INTRODUCCIÓN

El mono nocturno de Nancy Ma (*Aotus nancymaae*) es una de las 39 especies de primates que existe en el Perú (Pacheco et al. 2009). En la actualidad se encuentra en el apéndice II de la Convención sobre el Tráfico Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2018), actividades como la caza clandestina para el comercio ilegal, la deforestación y el uso descontrolado e ilegales en investigaciones biomédicas, ha provocado que esta especie esté catalogada en situación vulnerable por la Lista Roja de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales). El mono nocturno es considerado frugívoro, lo que le hace tener un papel primordial como dispersor de semilla en el Neotrópico, lo cual tienen una gran importancia ecológica en la mantención del equilibrio y complejidad del bosque tropical.

La información disponible sobre la adecuada nutrición y alimentación en cautiverio de *Aotus nancymaae* y primates en general es limitada; en cambio, se dispone información sobre el manejo en los zoológicos y centros de rescate basado en técnicas veterinarias, como constantes hemáticas, bioquímica sanguínea, inmunología, tratamientos médicos, métodos de contención química y sanidad. La mayor parte de los reportes sobre alimentación de los monos nocturnos, se han realizado en animales en vida libre, donde se describen los alimentos que componen su dieta, siendo estos estudios un punto de partida para mejorar las dietas de los primates cautivos ofreciéndoles raciones que contengan ingredientes similares y que aporten similar valor nutricional al alimento que obtienen en vida silvestre con modificaciones correspondientes al estilo de vida más sedentario que es observado en cautiverio. Así mismo, se debe tener en cuenta que el manejo alimenticio, las diferencias fisiológicas, diferencias genéticas entre especies del género *Aotus* y las condiciones climatológicas, son factores que influyen el comportamiento de la especie.

En nuestro país es muy poco estudiada el área de nutrición de animales silvestres, especialmente en primates. Aunque existen registros sobre el contenido nutricional de los alimentos, los requerimientos nutricionales de muchas especies silvestres se ignoran. Los requerimientos de animales domésticos sirven como base para que los nutricionistas

formulen dietas para animales silvestres. Sin embargo, debido a las diferencias fisiológicas y comportamentales entre animales domésticos y silvestres, la mayoría de los animales cautivos son más susceptibles a enfermarse y desarrollar desórdenes metabólicos por deficiencia o exceso de nutrientes, como la diabetes que ha sido severamente descrita para diferentes especies de primates en cautiverio; en consecuencia, problemas reproductivos también suelen presentarse.

Conocer el estado nutricional de los monos nocturnos cautivos ayudará a obtener información sobre los requerimientos nutricionales, lo cual es importante para ser incluida en programas de alimentación de zoológicos, centros de rescate y centros de investigación biomédica, ya sea para su conservación ex-situ o para la utilización sostenible de la especie. Además, será de mucha ayuda para que disminuya la susceptibilidad de los animales de desarrollar enfermedades metabólicas que conllevan a problemas reproductivos y a que les permitan crecer hasta el tamaño, peso y condición corporal adecuada en la etapa adulta.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de los diferentes niveles de proteína cruda dietario sobre el estado nutricional, digestibilidad, energía digestible y metabolizable, crecimiento (peso e indicadores biométricos), y bioquímica sanguínea de crías de mono nocturno (*Aotus nancymaae*) en cautiverio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Mono nocturno: Consideraciones generales

#### 2.1.1 Taxonomía del mono nocturno

El género *Aotus*, inicialmente fue descrito por Humboldt y Bonpland (1812), y a lo largo del tiempo estuvo constantemente sometido a cambios de denominación taxonómica basándose en evidencias sobre cariotipo y fenotipo (Ma, 1981; Giraldo et al., 1986; Defler, 2004, 2010; Defler y Bueno, 2003, 2007; Defler et al., 2001; Monsalve y Defler, 2010). Así mismo, cada vez se conoce más sobre la filogenética de los monos nocturnos, gracias a la genética molecular (Ruiz-García et al., 2003, 2005, 2011, 2013), asimismo, los estudios sobre la taxonomía de los monos nocturnos se encuentran en transición gracias a los conocimientos sobre la taxonomía que investigadores vienen realizando. (Ma, 1981; Hershkovitz, 1983; Giraldo et al., 1986; Ford, 1994; Defler y Bueno, 2003, 2007; Ruiz-García et al., 2003, 2011, 2013; Ruiz-García y Vallejo, 2005).

Se pueden diferenciar dos grupos dentro del género *Aotus* por sus características fenotípicas y ecológicas: el grupo de los que presentan pelaje de color gris en el cuello, que se evidencia en el aspecto ventral y lateral del cuello con una coloración de pelaje que va de gris a crema, distribuidos al norte del río Amazonas y Marañón; y el grupo que presentan pelaje de color rojo anaranjado en el cuello en las mismas zonas que el grupo anteriormente descrito, distribuidos principalmente al sur del río Amazonas y Marañón. (Hershkovitz, 1983).

Actualmente, se reconocen al menos 12 especies para el género *Aotus*:

- Especies de cuello gris: *A. zonalis*, *A. griseimembra*, *A. lemurinus*, *A. jorgehernandezii*, *A. brumbacki*, *A. vociferans*, *A. trivirgatus* (Defler, 2003, 2004, 2010; Defler & Bueno, 2003, 2007; Defler et al., 2001).
- Especies de cuello rojo: *A. nancymae*, *A. miconax*, *A. nigriceps*, *A. azarai* (Hershkovitz, 1983; Fenández-Duque, 2007; Cornejo et al., 2008; Rylands y Mittermeier, 2009; García et al., 2011, 2013).

- Así mismo, otros estudios demuestran que existen dos posiciones sobre el nivel taxonómico de las subespecies de la especie *Aotus azarai*:
- El taxón *Aotus azarai*, tiene dos subespecies (*A. a. azarai* y *A. a. boliviensis*) y *A. infulatus* es descrita como otra especie (Herskovitz, 1983; Ford, 1994)
- El taxón *Aotus azarai* tiene tres subespecies (*A. a. azarai* y *A. a. boliviensis* y *A. a. infulatus*) (Groves, 2001 en Rylands A. y Mittermeier, 2009).

Perú es uno de los países más diversos en especies del género *Aotus*, identificándose cinco especies principales: *A. miconax*, *A. azarae*, *A. nancymae*, *A. nigriceps*, *A. vociferans*, siendo el *A. miconax* especie endémica (Pacheco et al., 2009). Este género presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Orden: Primates

Suborden: Anthropeida (Mirvart, 1873; citado por Alfonso, 2014)

Infraorden: Platyrrhini- Primates del Nuevo Mundo

Superfamilia: Ceboidea (Simpson, 1931; citado por Alfonso, 2014)

Familia: Cebidae (Swainson, 1835; citado por Alfonso, 2014)

Subfamilia: Aotinae (Elliot, 1913; citado por Alfonso, 2014)

Género: *Aotus* (Illiger, 1811; citado por Alfonso, 2014)

### 2.1.2 Hábitat

Los monos del género *Aotus* tienen un intervalo muy amplio de tolerancia térmica, lo que les ha permitido alcanzar alturas hasta de 2800- 3200 m.s.n.m y tener una distribución geográfica relativamente extensa (Hernández-Camacho y Cooper, 1976; Aquino *et al.*, 1994; Morales-Jiménez *et al.*, 2004; Defler, 2004, 2010).

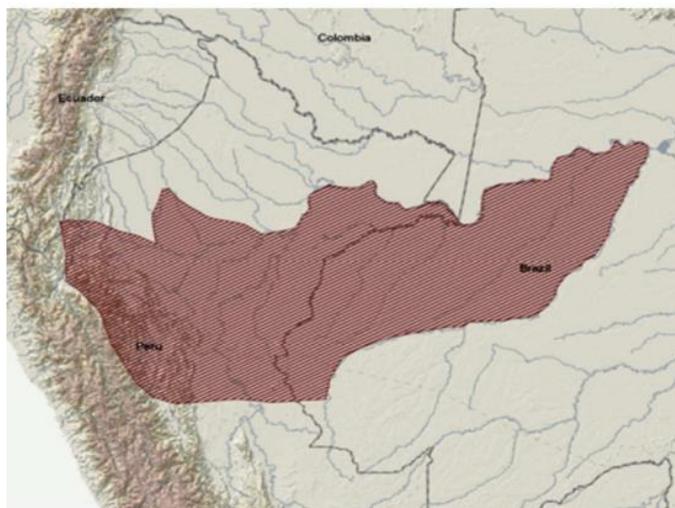
Los bosques primarios, secundarios remanentes de bosques y plantaciones de café (Wright, 1981; Emmons, 1990; Defler, 2003, 2010; Castaño *et al.*, 2010, Campbell, 2011), son los hábitats más comunes de las especies de este género de primates. Así mismo, hay estudios que demuestran que estas especies pueden permanecer en bosques degradados, indicando que no solo habitan bosques altamente diversos y en buen estado (Defler, 2003, 2004; Castaño *et al.*, 2010; Shannee *et al.*, 2013).

Los monos nocturnos usan todos los estratos desde el nivel cercano al piso hasta el dosel alto (Moynihan, 1964; Wright, 1981; Aquino y Encarnación, 1994), utilizando el dosel alto y los árboles emergentes para obtener parte de su dieta y el dosel medio y bajo para actividades

de desplazamiento (Aquino y Encarnación, 1994). En Perú, siendo un hábitat fragmentado, se ha reportado que los monos nocturnos pueden usar el piso para desplazarse como intento de dispersión o en busca de alimento y refugio (Shanee, 2011).

### 2.1.3 Distribución geográfica

El género *Aotus* está ampliamente distribuido a través de Centro y Sur América (Hernández-Camacho y Cooper, 1976; Hershkovitz, 1983; Defler et al., 2001), abarcando los bosques desde el norte de Argentina hasta Panamá (Wright, 1981, 1994; Dixon, 1983; Zunino, 1985; Emmons, 1990; Ford, 1994; Morales-Jiménez *et al.*, 2004; Fernandez-Duque, 2007, 2012). La especie *Aotus nancymae* (mono nocturno de Nancy Ma) se encuentra al sur del río Amazonas al occidente del río Jutáí y en el límite sur ubicado en la cabecera del mismo río, que se extiende hacia el oeste hasta cruzar el río Yavarí, a nivel de la cabecera del río Tapiche, a través de la cuenca del Ucayali, hasta la parte superior del río Marañón. El límite norte de su distribución en el Perú es desde la margen derecha del Amazonas hasta el norte del Marañón entre los ríos Tigre y Pastaza (Aquino y Encarnación, 1994; Cornejo y Palacios, 2008).



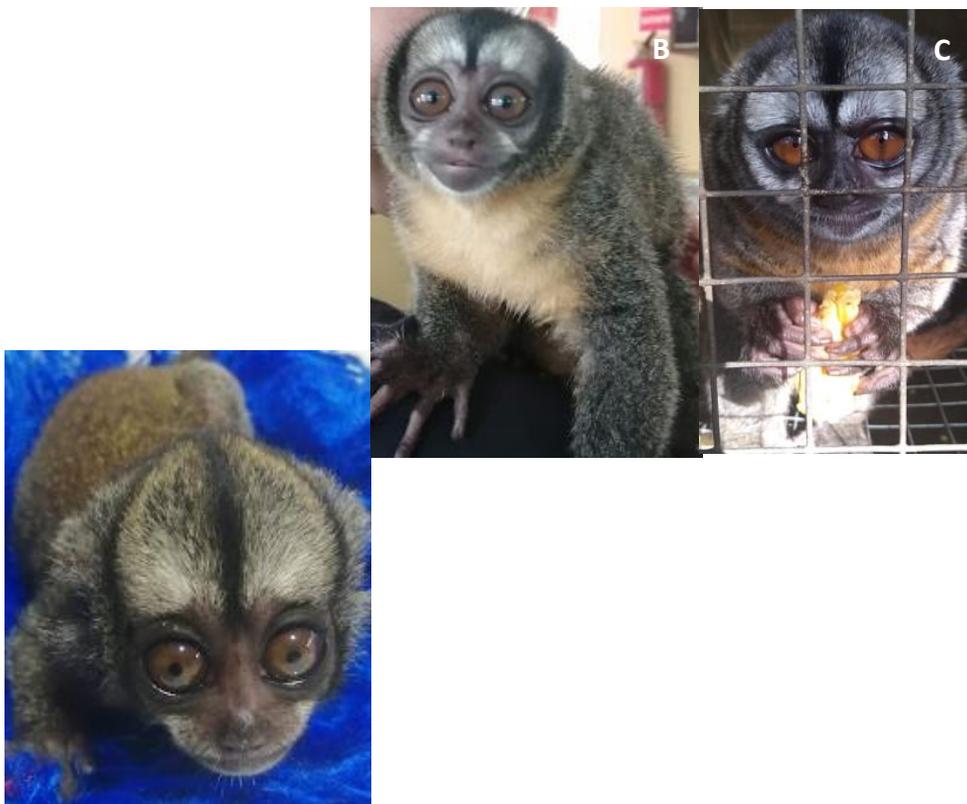
**Figura 1:** Distribución geográfica de *A. nancymae*.  
**FUENTE:** Cornejo y Palacios (2008)

### 2.1.4 Morfología general

Los monos nocturnos se caracterizan por ser de tamaño pequeño, presentando una longitud corporal de 17- 24 cm y una longitud de cola de 22- 42 cm (Wright, 1981; Emmons, 1990; Defler, 2003, 2004), el peso corporal de adultos (mayor a 3 años de edad) varía entre 0.7- 1.5 kg, (Aquino & Encarnación, 1983; Emmons, 1990; Defler, 2003; Fernandez-Duque, 2004; Ankel-Simons, 2007), sin presencia de dimorfismo sexual (Defler, 2010) (Figura 2).

Presentan la cabeza de forma redondeada y la cara pequeña, con las orejas escondidas casi en su totalidad debajo del pelaje (Ankel-Simons, 2007). Poseen orificios nasales redondeados u ovals dirigidos lateralmente, permanentemente abiertos debido a un soporte cartilaginoso, y separados por un ancho septo internasal en la mayoría de especies (Varela, 2005). Los globos oculares del mono nocturno son de gran tamaño, que evidencian su comportamiento nocturno (Ankel-Simons, 2007).

El globo ocular del mono nocturno presenta algunas particularidades como una casi inexistente fovea en la retina, córnea de gran tamaño, ausencia de mácula lútea y tapetum lucidum (presente en prosimios nocturnos) y la retina con un número reducido de conos en comparación con otros primates (Lucas *et al*, 2003; Varela, 2005). A pesar que algunos estudios mencionan que tienen una visión de color, pero de menos agudeza que otros primates, son considerados monocromáticos (Jacobs *et al.*, 1993; Dominy y Lucas, 2001; Varela, 2005). Esta última característica no es desventaja para desarrollar sus hábitos nocturnos ya que demuestran ser más veloces y tener mejor resolución espacial en ambientes con bajo nivel de luz (Wright, 1994).



**Figura 2:** *Aotus nancymaae* en diferente clase etárea: A. Cría (1 mes), B. Juvenil (7 meses), C. Adulto (4 años)

### 2.1.5 Comportamiento

Los monos nocturnos forman grupos reproductivos monógamos, donde es muy difícil distinguir a la hembra del macho por el casi inexistente dimorfismo sexual que la especie posee (Fernandez- Duque, 2007). En cautiverio pueden vivir aproximadamente de 20 a 27 años (Sri kantha & Suzuki, 2006) y en vida silvestre es difícil de determinar debido a su comportamiento nocturno y a que fenotípicamente es complicado de diferenciarlos entre las especies del mismo género (Wright, 1985; Fernandez- Duque et al., 2001).

Solo obtienen una cría por parto, la cual aproximadamente pesa 10- 13% (90- 105 g) del peso del adulto (Fernandez y Duque, 2007). Desde que la cría nace, el padre se encarga de transportarlo, pero a partir de su segunda semana de vida, el padre se encarga por completo de su cuidado, donde solo entrega la cría a la madre cada 2 o 3 horas para que sea alimentado (Dixson, 1994; Wright, 1994). La cría empieza a comer sólidos entre la tercera y sexta semana de vida; sin embargo, aún es muy dependiente del cuidado y transporte del padre. (Figura 3). A los 8 meses la cría empieza a moverse más, pero muy cerca a los padres. La dependencia de la cría con los padres es casi nula a los ocho meses de edad (Dixson, 1994; Garber & Leigh, 1997). Estudios sobre comportamiento en la especie *Aotus azarae* reportan que la cría cuando es independiente debe acercarse a la madre para poder recibir sus cuidados, por otro lado, la madre rechaza a la cría a partir de los tres meses de edad, pero puede permitir que la lactancia dure hasta los 5-8 meses (Rotundo et al., 2005).

Las crías se convierten en juveniles al momento del destete, y en subadultos a partir del año de edad, permanecen todo este tiempo en el grupo familiar hasta que alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2-3 años, luego abandonan el grupo familiar (Wright, 1994). Fernandez y Dueque (2007) reportaron que otro motivo por lo que el animal emigra es por la presencia de nuevas crías en el grupo y por la poca disponibilidad de espacios para el descanso alrededor. Luego de que el animal abandone el grupo familiar, el individuo atraviesa un período solitario mientras busca territorio y pareja (Wright, 1985; Fernandez- Duque y Huntington, 2002). Dixson (2004) en un estudio de monos nocturnos en cautiverio reportó que los machos entran a la pubertad antes del año, cuando empieza el crecimiento testicular y la activación de glándulas sexuales; sin embargo, en un estudio realizado por Cawthon- Lang (2005), reportó que a esa edad la producción de espermatozoides es muy baja. En vida silvestre, estos animales empiezan a reproducirse a partir de los 3- 5 años de edad (Fernández- Duque, 2007).



**Figura 3:** Pareja de monos nocturnos (*Aotus nancymae*) con su cría en cautiverio

### 2.1.6 Hábitos alimenticios

Los primates pertenecientes al género *Aotus* son considerados principalmente frugívoros, pero también suplementan su dieta con flores, hojas, néctar, invertebrados e incluso pequeños mamíferos (Puertas *et al.*, 1992; Fernández-Duque, 2007). Por esa razón, a la gran mayoría de los primates se les considera como omnívoros, por la gran variedad de alimentos que consumen (Chapman & Chapman, 1990).

El hábito nocturno les da una ventaja para poder conseguir el alimento, ya que de esa forma no compiten con los frugívoros diurnos (Wright, 1989). Así, investigaciones realizadas en Perú demuestran que *Aotus* pasa las tres cuartas partes de tiempo de alimentación consumiendo frutas y el resto del tiempo consumiendo hojas y artrópodos.

Una fuente importante de proteína para los monos nocturnos son los insectos, invirtiendo la quinta parte de su tiempo de alimentación en forrajear en búsqueda de artrópodos, cazando principalmente grandes ortópteros, lepidópteros, coleópteros y arañas, especialmente en horas crepusculares (Wright, 1985).

Con respecto al estrato que utilizan para alimentarse, estudios indican que el 50 por ciento del tiempo de alimentación es realizado en el dosel medio (11- 20m) y el 33 por ciento alimentándose en el dosel alto (21- 40m) (Wright, 1984).

La estimación de los requerimientos nutricionales de animales silvestres, específicamente primates, es muy complicado debido a la variedad de las dietas en el medio natural,

adaptándose a la disponibilidad de alimentos según la época del año. Sin embargo, la obtención de estos datos ayuda a un mejor manejo nutricional de los animales en cautiverio con fines de obtener animales de estado nutricional óptimo para participar en un programa reproductivo, teniendo como fin la conservación de estas especies (Arias y Jaramillo, 2006).

### **2.1.7 Estado de conservación y amenazas**

En la actualidad, el género *Aotus* está ubicado en el Apéndice II de la Convención sobre el Tráfico Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), y según la lista roja de la IUCN del (International Union for Conservation of Nature) del año 2018, las especies *Aotus miconax* (especie endémica) y *A. nancymaae* se encuentran en la categoría vulnerable. Esta categoría incluye todos aquellos taxas 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 este contexto las principales amenazas que reciben los monos nocturnos son tres: la caza indiscriminada, la destrucción de su hábitat y el uso descontrolado e ilegal en investigaciones biomédicas (Defler, 2010; Morales-Jiménez *et al.*, 2008; Aquino *et al.*, 1992).

### **2.1.8 Anatomía y fisiología digestiva del mono nocturno**

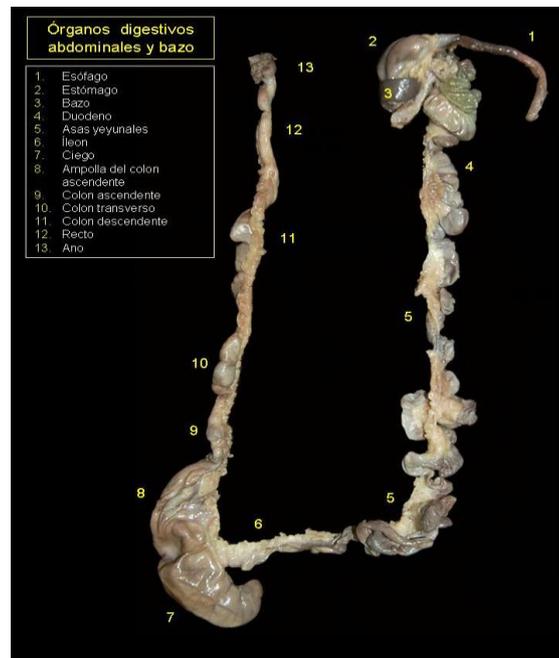
Mayor *et al.* (2015) describieron que el estómago del *A. nancymaae* es monocavitario (monogástrico). Al igual que en los carnívoros, en el estómago del mono nocturno se puede encontrar un fundus poco desarrollado, un cuerpo y una parte pilórica compuesta por el antro y canal pilórico. Además, describen que la mayor parte de la mucosa del estómago tiene carácter glandular.

La longitud intestinal descrita alcanzó aproximadamente tres veces la longitud corporal del animal. Así mismo, respecto al ciego mencionó que es la porción más inconstante del intestino grueso y que en el mono nocturno presenta un cierto desarrollo, el cual podría estar relacionado con la dieta frugívora de la especie. Para el colon mantuvo que está dividido en ascendente, transversal y descendente. El colon ascendente del mono nocturno mostró un tamaño importante y el tramo más próximo al ciego está considerablemente dilatado y forma

la ampolla del colon ascendente y la parte restante del colon ascendente disminuye en grosor para unirse con el colon transverso (Figura 4 y 5).

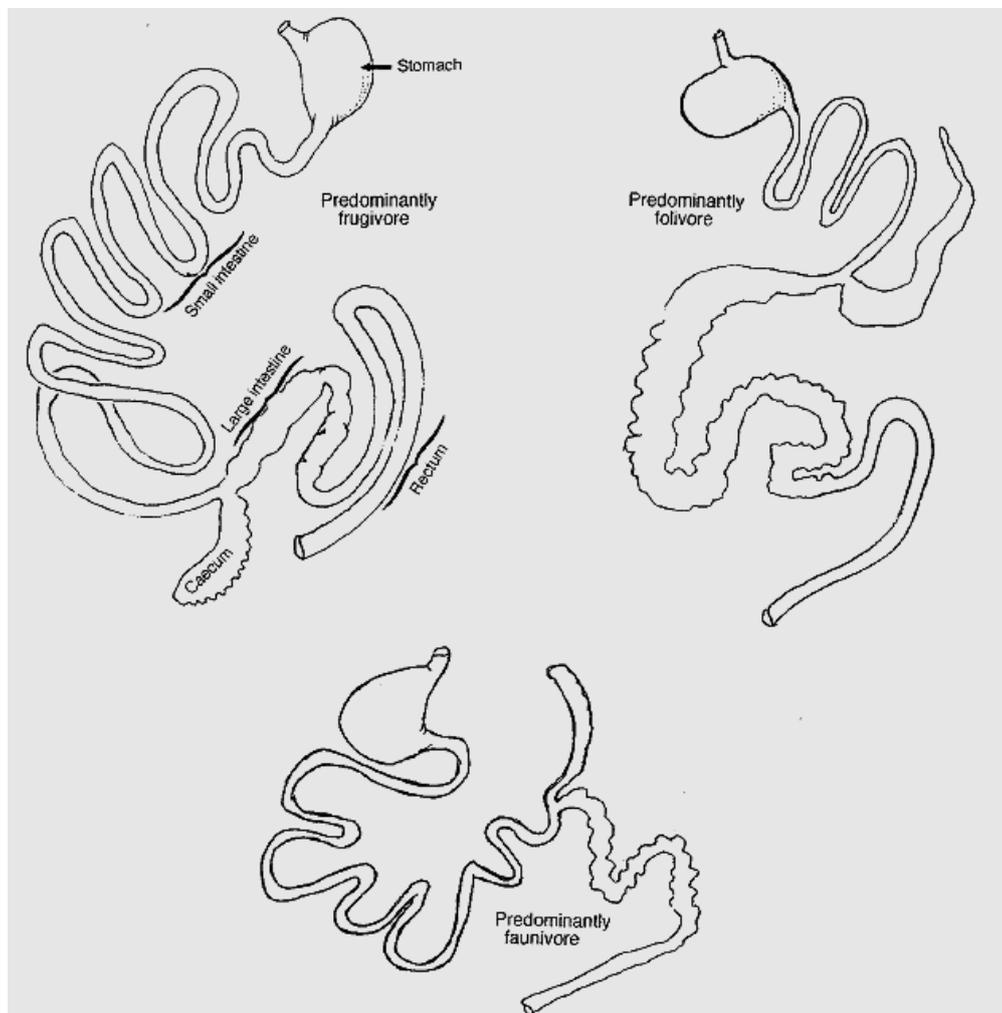


**Figura 4:** Fotografía del tracto digestivo de *Aotus nancymaee*  
**FUENTE:** Mayor et al., 2015



**Figura 5:** Fotografía del intestino delgado y grueso de *Aotus nancymaee*  
**FUENTE:** Mayor et al., 2015

La anatomía del tracto digestivo de los primates según la predominancia de lo que consumen, se clasifica en frugívoro, folívoro y faunívoro. En el grupo de los frugívoros se encuentran la mayoría de los primates, pero ninguno de ellos subsiste exclusivamente de frutas, dentro de este grupo se encuentra *Aotus nancymaae*. Todos los primates frugívoros suplementan su dieta con cantidades variables de insectos u hojas, aunque no presentan diferenciación anatómica a nivel del tracto gastrointestinal, por ello, la estructura es casi homogénea entre los primates frugívoros (Chivers y Hladik, 1980) (Figura 6).



**Figura 6:** Esquema de la clasificación del tracto gastrointestinal en primates  
**FUENTE:**Ankel- Simons, 2007 (Adaptado de Chivers y Hladik, 1980)

## **2.2 Requerimientos nutricionales del mono nocturno**

Los alimentos contienen nutrientes necesarios que ayudan a mantener los procesos vitales, promover el crecimiento y permitir la reproducción (ITC, Training Manual Jersey, 2003). Por consiguiente, mantener los niveles apropiados de nutrientes mediante la alimentación es importante para asegurar una adecuada función digestiva y cumplir con las necesidades metabólicas.

El bienestar de los primates no humanos que se encuentran en cautiverio depende mucho del conocimiento que se tiene sobre sus requerimientos nutricionales, para ello es muy importante conocer la anatomía y fisiología del sistema digestivo, y de las opciones y restricciones de la dieta que se suministra en su manejo en cautiverio (NRC, 2003).

Para conocer los requerimientos nutricionales de los primates se debe conocer el comportamiento alimenticio de cada género en vida silvestre. Los datos registrados sobre requerimientos son para primates en general y son escasos, debido a la poca investigación en nutrición de primates, no registrándose datos sobre los requerimientos nutricionales para cada género de primates del Nuevo Mundo (Jiménez, 2008).

Los requerimientos nutricionales de los primates varían de acuerdo con las características de sus hábitos alimenticios, encontrando herbívoros, frugívoros u omnívoros. Sin embargo, se aceptan requerimientos generales (Ruíz y Zambrano, 2015). En este sentido, los requerimientos generales de micronutrientes y proteína nutricionales para primates del nuevo mundo se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Requerimientos nutricionales de micronutrientes y proteína para primates del Nuevo Mundo

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Biotina	0,11	mg/Kg
Calcio	0,56	%
Proteína cruda	27,8	%
Hierro	200	mg/Kg
Magnesio	0,17	%
Manganeso	44,4	mg/Kg
Fósforo	0,44	%
Potasio	0,89	%
Sodio	0,33	%
Vitamina A	13,9	IU A/g
Vitamina B12	5,56	mg/Kg
Vitamina B3	55,6	mg/Kg
Vitamina B6	2,78	mg/Kg
Vitamina C	111	mg/Kg
Vitamina D3	2,22	IU Vit D3/g
Ácido pantoténico	16,7	mg/Kg
Vitamina E	55,6	mg/Kg
Zinc	11,1	mg/Kg

**FUENTE:** NRC (1978)

Las diferencias de los requerimientos nutricionales entre primates del nuevo y viejo mundo propuestos por la NRC (1978) se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 2:** Requerimientos nutricionales en primates del Nuevo y Viejo Mundo

<b>Clasificación</b>	<b>Proteína Total (%)</b>	<b>Extracto etéreo (%)</b>	<b>Calcio (%)</b>	<b>Fósforo (%)</b>	<b>Vitamina A (IU/Kg)</b>	<b>Vitamina D (IU/Kg)</b>	<b>Vitamina E (mg/kg)</b>
Nuevo mundo	15	4%	0.5	0.4	100000	2000	50
Viejo mundo	25	-	0.5	0.4	100000	2000	50

**FUENTE:** Adaptado de NRC (1978)

Algunas investigaciones realizadas en primates han establecido que existe una gran variedad de nutrientes que son requeridos por los animales y que sus niveles específicos pueden variar considerablemente según la especie. Los requerimientos de nutrientes por día de los animales se ven influenciados por la condición corporal, tamaño corporal, estado fisiológico, nivel de actividad, edad, sexo, salud, entre otros (Allen y Oftedal, 1996).

### **2.2.1 Requerimiento de energía**

El requerimiento de energía es uno de los varios factores por el cual está basado el consumo de alimento de un animal. La dieta debe estar formulada correctamente, tomando en cuenta varias variables para que este requerimiento sea cubierto adecuadamente y que el contenido de energía bruta del alimento no limite el consumo comprometiendo la satisfacción de los requerimientos de los otros nutrientes. Los animales de menor tamaño tienen altos costos metabólicos por unidad de peso corporal para su mantenimiento y movimiento, y son menos hábiles para almacenar y utilizar las reservas de grasa en el organismo a comparación de los animales de gran tamaño (Garber, 1991; Savage, 1990). Esta situación, obliga que los animales pequeños mantengan un régimen dietario de alta calidad y alta energía (Garber, 1991).

La cantidad de energía que necesitan se relaciona directamente con la digestibilidad de los alimentos consumidos, siendo los requerimientos energía bruta en general para un primate adulto en una dieta de mantenimiento sin distinción y género de 150- 160 Kcal/kg peso corporal por día (Morin, 1980).

Para Eliot (1913) los requerimientos energéticos diarios se basan en la masa corporal, siendo descrito mediante la fórmula  $TMB = 70 \times W^{0.75}$ , donde TMB es la tasa metabólica basal expresada en kilocalorías por día y W es el peso corporal en kilogramos, el cual está elevado a la 0,75 potencia. Basándonos en esta fórmula dada, se puede dar estimaciones generales del requerimiento mínimo diario de energía como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Estimaciones generales del requerimiento diario de energía según TMB

<b>Animal</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>Reproducción</b>
Mamíferos (excepto marsupiales)	2 x TMB	3 x TMB	4-6 X TMB (último trimestre o lactancia)

**FUENTE:** Adaptado de Robbins, 1983, citado por Jiménez, 2008

### 2.2.2 Requerimiento de proteína

La proteína es un nutriente básico compuesto por aminoácidos, es el mayor constituyente del cuerpo animal interviniendo en diversas funciones vitales esenciales, como el metabolismo, la contracción muscular o la respuesta inmunológica (Dierenfeld, 2001).

Los animales monogástricos usualmente requieren 10 aminoácidos esenciales como la lisina, metionina, leucina, isoleucina, fenil-alanina, triptófano, valina, histidina y arginina. La deficiencia de arginina es la que más rápido induce a la deficiencia nutricional observada en cualquier animal (Morris, 1985).

Debido a que la composición de la proteína de la dieta depende del perfil de aminoácidos de las fuentes proteicas utilizadas, la proporción de proteína en relación a la energía utilizable en la dieta y a la cantidad total de alimento consumido; la estimación de los requerimientos de proteína para mantenimiento y producción son los más difíciles de realizar (Robbins, 1993).

Según la NRC (1998), los primates del nuevo mundo necesitan niveles más altos de proteína que los primates del viejo mundo. Según los datos publicados sobre los requerimientos generales para primates en todas las etapas fisiológicas se describe un requerimiento proteico de 16% a 18% de proteína cruda en base seca. Aunque esta fuente aún se encuentra bajo revisión, es una fuente principal de información científica. Sin embargo, los requisitos de proteína publicados para especies de primates pequeños en general son de 3.4- 4.5 g/Kg masa corporal/ día (NRC, 1978). Sin embargo, los requerimientos diarios de proteína para primates en general han sido estimados en:

6 g de proteína/ Kg de peso (Kirkwood et al., 1983) y

9.75 g de proteína/ Kg (Flurer et al., 1983)

En los primates los requerimientos de proteína decrecen con la edad, al igual que la energía requerida por Kg de peso vivo, por lo que la cantidad de alimento consumido en relación al peso corporal también disminuye (Dierenfeld, 1996).

En la Tabla 4 se presenta la necesidad de proteína estimada para primates, según el NRC (2003).

**Tabla 4:** Estimación de requerimiento de proteína para primates

<b>Edad</b>	<b>Peso vivo (Kg)</b>	<b>Proteína Total (% de la Materia Seca)</b>	<b>Fuente de proteína</b>	<b>Variables dependientes</b>
Crías	0,40	9,8	Lactoalbúmina	Cambio de peso
Adultos	2,00	7,1	Lactoalbúmina	Cambio de peso

**FUENTE:** NRC (2003)

### **2.3 Digestibilidad**

La digestibilidad de los alimentos se define como la cantidad de alimento que no es excretado en las heces y que, por lo tanto, se considera que es absorbida por el animal. De tal forma, el coeficiente de digestibilidad se determina en materia seca como el porcentaje de la diferencia entre la cantidad de alimento consumido y la cantidad de alimento excretado en las heces (Mc Donald et al., 2002; Cañas, 1998).

La digestibilidad solo se refiere a la eficiencia de los procesos que ocurren dentro del tracto digestivo y no incluyen las pérdidas internas en la orina. Los coeficientes de digestibilidad determinados por diferentes métodos se denominan aparentes, ya que es difícil cuantificar con exactitud las cantidades de origen endógeno de un determinado elemento presente en las heces (Robbins, 1993). Para la determinación del coeficiente de digestibilidad existen diversos métodos, siendo los más usados el método de la colección total de las heces y el método de las proporciones usando marcadores (Lachman y Febres, 1999).

Los datos de la Tabla 5 muestran la comparación de la digestibilidad de una especie de primate neotropical mediante el método de colección total y el método del marcador externo óxido de cromo.

**Tabla 5:** Comparación de los coeficientes de digestibilidad por colección total y por el uso del marcador óxido de cromo en una especie de primate neotropical

Método	Digestibilidad de				
	Proteína total (%)	Fibra cruda (%)	Materia seca (%)	Extracto etéreo (%)	Ceniza (%)
Colección total	86	91	93	89.8	79.7
Uso de óxido de cromo	92.42	88.93	94.95	95.12	70.34

**FUENTE:** Arias y Jaramillo, 2006

Respecto a la digestibilidad de nutrientes del primate neotropical “*Saguinos laucopus*”, se comparó los coeficientes de digestibilidad hallados por dos métodos, colección total y uso del marcador externo. Este último mostró valores de digestibilidad ligeramente superiores a los valores de digestibilidad por colección total en los coeficientes de proteína, materia seca y extracto etéreo.

### 2.3.1 Determinación de la digestibilidad por el método directo

El método indirecto se emplea cuando el alimento en estudio es el único componente de la dieta (Maynard et al., 1981). Mediante este método, la digestibilidad puede determinarse mediante dos formas: por colección total o por el uso de un indicador.

#### Óxido de cromo como indicador

Robbins (1993) definió que los marcadores son compuestos utilizados para el monitoreo de aspectos físicos como la tasa de pasaje, y aspectos químicos como hidrólisis y síntesis haciendo estimaciones cuantitativas y cualitativas de la fisiología nutricional.

El marcador debe presentar ciertas características para ser considerado como tal, estas características son las siguientes: sustancia inerte, no debe ser secretada, digerida o metabolizada en su paso por el tracto digestivo (Stevens y Humen, 1995).

El óxido de cromo es uno de los marcadores más utilizados para determinar digestibilidad de nutrientes y tiempo de pasaje de los alimentos por el tracto gastrointestinal de los primates. Norconk, Oftedal & Power (2002) realizaron un trabajo de investigación donde utilizaron óxido de cromo para determinación de digestibilidad en primates como el saki (*Pithecia pithecia*), donde no tuvieron inconvenientes al utilizarlo como marcador. Vega (2009), tampoco presentó problemas al utilizar el óxido de cromo en titi gris (*Saguinos leucopus*) para determinar digestibilidad de los alimentos, tiempo de tránsito y retención.

### **2.3.2 Factores que afectan la digestibilidad**

#### **a. Consumo de alimento**

Los niveles altos de consumo pueden generar que la digestibilidad disminuya. La velocidad del pasaje del alimento por el tracto digestivo es determinada por el nivel de ingestión, es decir, el paso del alimento se acelera, de esta forma reduce el tiempo para los procesos de digestión enzimática y absorción (Huayhua, 2008).

Maynard et al (1981) afirma que cuando la ingesta de alimentos se reduce por debajo de los niveles de mantenimiento, los animales tienden a ser más eficientes para digerir los alimentos y usar los nutrientes.

#### **b. Niveles de inclusión**

El contenido de los ingredientes y sus propiedades organolépticas también son decisivas para la digestibilidad, ya que alimentos poco palatables reducirán el consumo de alimentos, y el valor aparente de energía metabólica (EMA) obtenido es bajo, lo cual se acentúa con niveles altos de alimentación (Sibbald, 1882; citado por Arenaza, 1996).

#### **c. Composición de la dieta**

Uno de los componentes en la dieta que afecta la digestibilidad es la fibra cruda, y grandes cantidades de ella reducen la digestibilidad de los otros componentes que conforman la dieta. Además, la presencia de fibra en los alimentos reduce la digestibilidad de la energía de la dieta (Wittemore y Elsey, 1978; citado por Arenaza, 1996).

Al respecto, Cheeke (1995) observó que a medida que aumentaba el contenido de fibra de la dieta, debido al efecto abrasivo de la fibra, las células intestinales (nitrógeno endógeno) en casi todas las especies tienen un mayor desprendimiento, lo que reduce la digestibilidad aparente de la proteína en la mayoría de los animales.

Cuanto mayor es el contenido de fibra en los alimentos, más espesas y resistentes son las paredes de la celulosa a la acción enzimática, lo que reduce la digestión de los ingredientes tales como extracto libre de nitrógeno y, en menor medida, proteínas y grasa (Morrinson, 1980).

Niveles reducidos de proteína en relación a los carbohidratos de fácil digestión alteran la actividad de las bacterias digestivas y estas prefieren degradar almidón y azúcares, reduciendo la digestión de los otros nutrientes. Este hecho es muy importante porque es una

de las razones por lo que resulta ineficaz una ración pobre en proteínas (Morrison, 1980). Además, la digestión incompleta de la celulosa puede causar una falla en la digestión completa de ciertas sustancias intrínsecamente digeribles, ocasionando heces copiosas (García, 2009).

En general, la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (ELN) es ligeramente más alta que las proteínas y grasas, y mucho más alta que la celulosa. EL ELN de los granos de cereales y casi todas las semillas está compuesto por almidón fácilmente digerible (Morrison, 1980).

#### **d. Preparación de la dieta**

Por lo general, los alimentos antes de ser administrados deben ser aplastados, triturados o molidos. Es mejor opción proporcionar alimento triturados o picados en lugar de alimentos finamente molidos, ya que puede reducir la digestibilidad motivada por la consistencia pulverulenta del alimento ingerido o por el pasaje más rápido a través del tracto digestivo (Maynard et al., 1981). La reducción del tamaño de partícula, mediante la molienda, ocasiona una disminución de la tasa de pasaje del alimento, lo que favorece su digestión y absorción, sobre todo en monogástricos, los cuales mastican el alimento por menos tiempo (Totsuka, 1977; citado por Campos, 2007). La explicación del mejoramiento de la digestibilidad al disminuir el tamaño de partícula puede encontrarse en la menor tasa de pasaje de la ingesta a través del tracto gastrointestinal (Seeley et al., 1962; citado por Correa, 1994).

El volumen también disminuye la ingesta de los nutrientes digeribles totales, reduciéndose la digestibilidad (Maynard et al., 1981).

#### **e. Factor animal**

La eficiencia de la digestión de los nutrientes es distinta entre las diferentes especies animales. Debido al tipo de aparato digestivo, capacidad de digestión y utilización de los alimentos, esta diferencia es mayor entre animales rumiantes y no rumiantes. Estas diferencias anatómicas y funcionales que poseen los rumiantes permiten que tengan una mejor utilización de los alimentos fibrosos en comparación con otras especies como el porcino y aún más con las aves, por lo que es conveniente determinar los coeficientes de digestibilidad para cada especie (Bondi, 1988).

### **2.3.3 Energía digestible**

La energía digestible aparente de un alimento, es la energía bruta contenida en una unidad de peso del alimento, menos la energía bruta contenida en las heces procedente del consumo de una unidad de peso procedente de dicho alimento (McDonald et al., 2002). La energía bruta (EB) de los alimentos se puede determinar fácilmente a través de un equipo llamado bomba calorimétrica, donde el alimento realiza combustión y se oxida por completo hasta obtenerse los productos finales  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  (Pesti y Edwards, 1983; citados por Bernuy, 1979).

Gómez y Vergara (1993) reportaron que los requerimientos de energía están influenciados por factores como la edad, la actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental. Cuando estas necesidades han sido satisfechas, el exceso de energía se almacena como grasa en el cuerpo. El consumo de alimento se ve afectado por el contenido de energía de la dieta; los animales tienden a tener un mayor consumo a medida que el nivel de energía de la dieta disminuye.

Los carbohidratos, grasas y proteínas son los nutrientes que aportan energía. La fuente primordial de energía son los hidratos de carbono almacenados en forma de almidón y celulosa, que es un glúcido estructural, fuente de energía digerida por la celulasa de las bacterias del ciego y absorbidas en forma de ácido graso volátiles (Huayhua, 2008).

### **2.3.4 Energía metabolizable**

La energía metabolizable de un alimento se define como aquella fracción energética de la energía bruta, usada para el mantenimiento, la síntesis de nuevos componentes corporales o para su conversión en calor (NRC, 1994), que se obtuvo al restarle la energía contenida en las heces, orina y productos gaseosos de la digestión del animal (Bernuy, 1999).

La energía contenida en la orina proviene de la oxidación incompleta de productos nitrogenados de la dieta, ácido úrico, en aves, urea en mamíferos y del nitrógeno endógeno urinario, que cuando un animal está en ayunas, es la única pérdida la cual debemos considerar o restar (Maynard et al., 1981).

### **2.3.5 Tiempo de tránsito y tiempo de retención máximo**

La tasa de pasaje o tiempo de tránsito se define como la velocidad con la que el alimento atraviesa el tracto gastrointestinal por unidad de tiempo. Por consiguiente, se debe monitorear el intervalo de tiempo desde el que alimento es ingerido hasta que es excretado

como residuos no digeridos. Comúnmente, se evalúa la tasa de pasaje añadiendo marcadores no absorbibles al alimento que será visto cuando el animal excrete (Robbins, 1993).

## **2.4 Biometría y crecimiento**

La biometría es la ciencia de la identificación de los seres vivos sobre la base de características físicas únicas (Gregory y Simon, 2008). También se le define como la ciencia dedicada al estudio estadístico de las características cuantitativas de los seres vivos como son: peso, longitud, anchura entre otros (Tapiador, 2005)

Fowler (1968) describe que el crecimiento presenta dos aspectos: el primero se refiere como el aumento de masa (peso) como unidad de tiempo y el segundo se refiere a los cambios de forma y composición, que resultan de un crecimiento diferencial de las partes componentes de cuerpo.

Hammond (1997) define que el crecimiento es el aumento de peso de los animales desde el nacimiento hasta su estabilización en la adultez, y define que desarrollo son las modificaciones que experimentan las proporciones, conformación, composición química, corporal y fisiológica del animal a medida que la edad avanza.

Según lo descrito por Lloyd et al. (1982), ambos fenómenos pueden producirse simultáneamente, es decir, es posible que un individuo se desarrolle (aumente su largo y alto) sin experimentar alteraciones en su crecimiento (peso). El crecimiento es el resultado de los procesos anabólicos del organismo, el individuo aumenta en tamaño hasta que alcanza la adultez. El tamaño y desarrollo máximo están fijados hereditariamente, donde la nutrición es uno de los factores más importantes que determina que se alcance el valor máximo (Lloyd et al., 1982).

Se entiende como desarrollo a las modificaciones en las formas y proporciones del cuerpo del animal, así como en sus funciones y facultades, asociados del aumento de la masa corporal. Por lo tanto, el crecimiento es cuantitativo, mientras que el desarrollo es un proceso cuantitativo y cualitativo. El crecimiento y desarrollo deben realizarse simultáneamente, sin embargo, podría ocurrir que el animal se desarrolle en largo y alto sin experimentar aumentos considerables de peso (crecimiento) (Ayala, 2018).

## **2.5 Parámetros bioquímicos de la sangre**

El análisis de sangre es una evaluación importante que permite determinar el estado de salud de un individuo ya que la sangre participa directa e indirectamente en todos los procesos bioquímicos del cuerpo, alteraciones en su estado ayudan a detectar enfermedades o lesiones. La sangre es fácil de muestrear, esto hace que realizar un examen de sangre, sea un diagnóstico muy útil (Medway et al., 1986).

La realización de una valoración bioquímica es una tarea imprescindible porque da información muy útil sobre posibles desequilibrios nutricionales (Urdampilleta et al., 2014). La utilización de los parámetros bioquímicos es necesaria a la hora de realizar una intervención dietético- nutricional (Degoutte et al., 2006). El estado fisiológico del animal al momento de la toma de muestra puede afectar la composición de esta, se debe tener en consideración la especie, edad, sexo, ejercicio, manejo y alimentación (Medway et al., 1986).

La nutrición desempeña un rol importante en el estado fisiológico del animal, ya que puede alterar 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). Ejemplo de especies que han mostrado variaciones de sus parámetros sanguíneos en correlación con el estado nutricional son los cérvidos (LeResche et al., 1974 citado por Goncalves-colares, 1992). Otra especie como Los elefantes *Elephas maximus*, presentaron variaciones en el contenido total de proteína y urea en la sangre en relación a diferentes alimentos consumidos en diferentes épocas del año (Brown et al., 1978).

### **2.5.1 Glucosa**

Es la fuente de energía del cuerpo y se regula por la acción conjunta de insulina y glucagón. Pasa por a través del glomérulo renal y se absorbe totalmente en los túbulos. Conforme la glucosa aumenta, este mecanismo se satura y se pasa el umbral renal de la glucosa y aparece en la orina (IDEXX, 2014).

La glucosa es una sustancia muy sensible a alteraciones fisiológicas. En respuesta a la contención física y química, se da la liberación de corticoides endógenos, esto puede alterar los niveles de glucosa, el cual lleva a un aumento de sus niveles séricos (Kanelo et al., 1977).

La concentración de glucosa en sangre refleja las condiciones nutricionales, emocionales y endocrinas del animal. Después de ingerir alimentos, el nivel de glucosa aumenta, hiperglucemia alimentaria, en monogástricos, mas no en los rumiantes. Por esta razón, es recomendable obtener muestras de sangre de individuos en estado post-prandrial, para determinar niveles de glucosa sanguínea en ayunas (Bush, 1982).

Niveles de glucosa elevados puede deberse a que el animal está atravesando problemas de diabetes, estrés, enfermedades hepáticas, enfermedades renales, hipertiroidismo y pancreatitis (Ruís-Rodríguez 2013, Silvestre et al. 2013). Si los niveles de glucosa son bajos, puede deberse a enfermedades como fallo hepático, neoplasias, leucemia, hipopituitarismo, hipotiroidismo, ayuno y parasitismo (IDEXX Laboratories, 2018).

### **2.5.2 Urea**

La urea es una sustancia nitrogenada no proteica, sus síntesis ocurre en el hígado como mecanismo de excreción del amonio generado por el metabolismo de los compuestos que contienen nitrógeno (aminoácidos dietarios y endógenos). El glomérulo es quien se encarga de filtrar la urea, y los túbulos de reabsorberla, de forma que menos del 50% de la urea filtrada por el glomérulo aparece en la orina final. La concentración sérica de urea se utiliza como una prueba de funcionalidad renal, donde se pueden identificar tres tipos azoemia (incremento de la concentración sanguínea de urea u otros compuestos no nitrogenados): prerrenal, renal y postrenal (Bellamy, 1997).

La urea es un compuesto orgánico, producido por los mamíferos en el hígado, es una de las sustancias que se extiende rápidamente en el organismo y se encuentra en todos los líquidos del cuerpo. La urea es relativamente atóxica, pero en concentraciones elevadas desnaturaliza proteínas y forma productos tóxicos. Otra característica es que se elimina principalmente por los riñones, pero una porción de ella es eliminada por la piel, sobre todo en los animales que sudan (Bellamy, 1997).

Los niveles de urea en sangre aumentan debido a trastornos renales como la insuficiencia renal crónica y aguda; por obstrucción de las vías urinarias; excesiva destrucción de proteínas como en estado de fiebre, toxicidad o sepsis extensa. Otras razones por las que la urea se aumenta en la sangre son por una hemoconcentración generalmente debida a graves vómitos o diarreas y cuando existe alteración de la función cardiaca que reduce el flujo de sangre a través del riñón (Medway, 1990; Bush, 1982 y Benjamín, 1962).

El nivel de urea en sangre es importante porque constituye un indicador muy sensible del suministro de proteína a los animales. Conforme aumenta el nivel de proteína dietario, se eleva la concentración de urea sanguínea. Cuando las dietas son hiperproteicas, hay una intensa producción de amoniaco que provoca sobrecarga del hígado y alteraciones hepáticas subclínicas (Dehning, 1988).

### **2.5.3 Colesterol**

El colesterol es un esteroide y componente esencial de las membranas celulares y de las vainas de mielina. También es un importante precursor de hormonas esteroideas y sales biliares. La mayor parte del colesterol se sintetiza en el hígado, y el resto proviene de la dieta (IDEXX, 2014).

El colesterol que no es utilizado por el organismo para la formación de membranas, es utilizado sobre todo en el hígado para la síntesis de ácido cólico, casi el 80% del colesterol se transforma en ácido cólico, este a su vez se conjuga con otras sustancias para la formación de sales biliares (Guyton, 1989). Las glándulas suprarrenales utilizan una pequeña cantidad de colesterol para formar hormonas corticosuprarrenales, los ovarios utilizan el colesterol para la formación de estrógenos y progesterona, y los testículos para la formación de testosterona. El aumento del colesterol en sangre se debe a hipotiroidismo, hiperadrenocorticismo, diabetes mellitus (Guyton, 1989).

La mayoría de los animales pueden tener niveles elevados de colesterol después de alimentarse con grasa, también en disfunción hepática, incluyendo la obstrucción del conducto biliar, porque la destrucción de las células hepáticas provoca una disminución de la actividad metabólica del hígado y se reduce más la degradación del colesterol que la síntesis, por lo que los niveles en sangre aumentan (Bush, 1982).

### **2.5.4 Triglicéridos**

Los triglicéridos son sustancias de reserva que tienen un alto valor calórico, estos pueden ser movilizados y degradados rápidamente para poder suplir requerimientos energéticos del organismo (Conn & Stumpf, 1975 citado por Carmo, 2009). El aumento o disminución de triglicéridos dependen fuertemente de la influencia de los factores nutricionales; por ejemplo, las crías pueden presentar niveles reducidos de esta sustancia en periodos de inanición largos después de haber sido separados de sus madres (Silva, 2008).

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

### **2.5.5 Proteína total**

Las proteínas son moléculas que tienen un peso molecular alto y están conformadas por la unión de aminoácidos. Muchas proteínas plasmáticas son transportadoras, llevando nutrientes, metabolitos, hormonas y también sustancias tóxicas (Carmo, 2009). Las proteínas principales que se encuentran en el plasma son la albúmina, globulinas y fibrinógeno. Cuando las proteínas tisulares se agotan, el organismo las puede reponer utilizando las proteínas que se encuentran en el plasma. Todas las proteínas plasmáticas pueden ser captadas por el hígado y romper sus enlaces para quedar en aminoácidos, que cuando retornan a la sangre son reutilizados por los tejidos para elaborar proteínas celulares. Es así que las proteínas del plasma cumplen una función de depósito lábil y constituyen un reservorio o fuente de aminoácidos (Guyton y Hall, 1999).

En casi todos los animales hay un aumento en las proteínas totales, pero en animales con edad avanzada ocurre una disminución en la albúmina, por lo que las proteínas totales tienden a disminuir. Además, cuando los animales ingieren dietas con bajo contenido proteico, ocurre hipoproteïnemia e hipoalbuminemia (López, 2007), también ocurre estrés térmico de calor o frío, el cual se asocia con la pérdida de nitrógeno, aumento en la actividad adrenal y catabolismo proteico, y una disminución de las proteínas totales (López, 2007).

El incremento del nivel de proteínas totales en el plasma puede deberse a deshidratación, al aumento en el nivel de globulinas cuando no existe deshidratación, como en enfermedades hepáticas avanzadas (cirrosis), infecciones crónicas y en algunos casos de neoplasias (Zapata, 1997).

La disminución del nivel de proteínas totales en plasma es causada por hipoalbuminemia, hipoglobulinemia, o ambas (Willarsd et al., 2001). La hipoproteïnemia puede ser causada por una enérgica fluidoterapia o ingesta de agua que cause sobrehidratación que provoque una dilución de las proteínas (Smith, 1990). Una baja concentración de proteínas plasmáticas origina una reducción en la presión osmótica coloidal del plasma que puede producir edema (Zapata, 1997).

Generalmente, los valores de los parámetros hematológicos y bioquímicos reportados en primates, están dentro de los límites normales en mamíferos (Wallach y Boever, 1983). Los datos reportados de valores hematológicos y bioquímicos en primates son limitados. En la Tabla 6 se muestran los valores bioquímicos sanguíneos descrito como normales para las especies *Aotus nancymae* y *A. azarai* reportados por Barros et al., (2009) y Ampuero et al., (2002).

**Tabla 6:** Valores reportados de bioquímica sanguínea en *Aotus sp.*

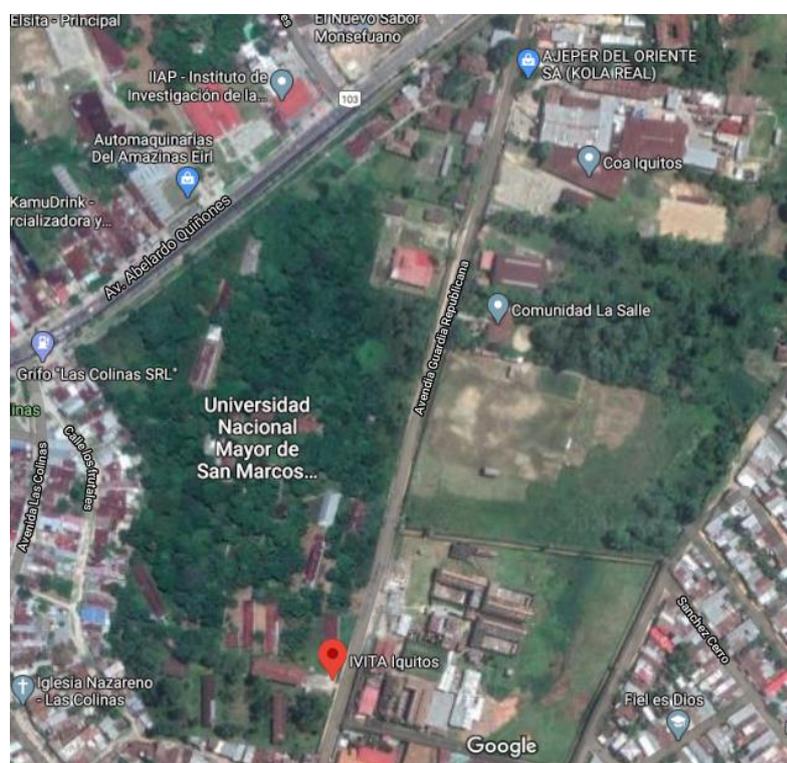
Parámetro	<i>Aotus nancymae</i> <sup>1</sup>		<i>Aotus azarai</i> <sup>2</sup>		
	Hembras y Machos		Hembras	Machos	
	Promedio	Rango	Promedio	Promedio	Rango
Bilirrubina total (mg/ dL)	0.76 ±0.06	0.51 - 1.36	-	-	-
Bilirrubina directa (mg/dL)	0.25 ±0.03	0.1 - 0.59	-	-	-
Bilirrubina indirecta (mg/dL)	0.56 ±0.06	0.1 - 1.23	-	-	-
Alamino Amino Transferasa (UI/L)	30.65 ± 5.50	5.0 - 69	24.4 ± 15.7	48.2 ± 12.6	23 - 135
Aspartato Amino Transferasa (UI/ L)	36.90 ±5.69	15 - 93	88.2 ± 29.4	100.0 ± 22.1	70 - 250
Gamma Glutanil Transferasa (UI/L)	23.73 ± 2.56	11.0 - 33	-	-	-
Proteína total (g/dL)	7.53 ±0.12	6.9 - 8.1	-	-	-
Albúmina (g/dL)	3.83 ± 0.12	3.2 - 4.3	-	-	-
Úrea (mg/dL)	-	-	4.2 ± 0.8	6.2 ± 2.8	4.0 - 25
Creatinina (mg/dL)	-	-	0.76 ± 0.05	0.68 ± 0.14	0.1 - 0.6
Clase etaria	Juvenil		Adulto	Adulto	

**FUENTE:** <sup>1</sup> Ampuero et al., 2002 y <sup>2</sup> Barros et al., 2009

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar y duración

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Reproducción y Conservación de Primates (CRCP) de la Estación Experimental- IVITA (Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), ubicado en el distrito de San Juan Bautista, ciudad de Iquitos, departamento de Loreto, Perú (Figura 7). El trabajo de investigación tuvo una duración de 4 meses aproximadamente (setiembre a diciembre), dividiéndose en cuatro periodos experimentales, cada periodo se dividió en etapa de adaptación (14 días) y etapa experimental (15 días).

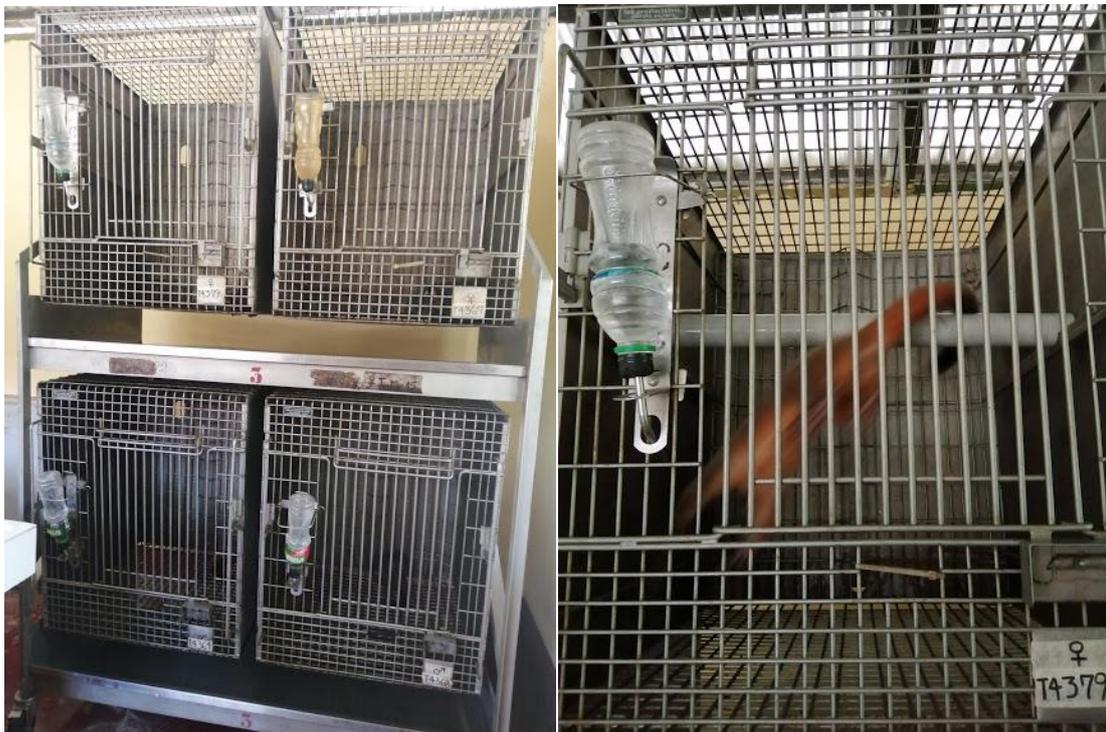


**Figura 7:** Mapa de ubicación del Centro de Reproducción y Conservación de Primates- Estación IVITA, Iquitos  
**FUENTE:** Google Maps (2020)

### 3.2 Instalaciones y equipos

Los animales fueron confinados en cuatro jaulas metabólicas de metal, asignándose un animal por jaula, cuyas dimensiones eran 0.8 m de alto, 1 m de ancho y 1 m de largo, calculándose así  $0.8 \text{ m}^3$  de volumen por jaula. Cada jaula contaba con un bebedero y se ambientaron acorde a las necesidades de la especie con el fin de proporcionar un ambiente adecuado y evitar que el animal desarrolle comportamientos no naturales (estereotipas) que comúnmente son causados por el estrés (Figura 8). Además, debajo de cada jaula se colocó un marco de madera que fue forrado por fuera con malla mosquitero para facilitar la colección de las heces y desperdicios del alimento, y por dentro fue forrado con plástico para facilitar la colecta de orina.

Se realizó monitoreo diario de la temperatura ambiental y humedad temperatura de la sala experimental, así mismo se mantuvo a los animales bajo el fotoperíodo correspondiente a la época del año en la que el experimento fue desarrollado. La limpieza de las jaulas se realizó todos los días a primera hora en la mañana, posterior a la colecta de residuos de alimento.



**Figura 8:** Jaulas metabólicas del laboratorio experimental del Centro de Reproducción y Conservación de Primates

### 3.3 Animales evaluados

Se trabajó con cuatro monos nocturnos de la especie *Aotus nacymaae* (2 machos y 2 hembras) todos destetados, catalogados como crías en etapa de crecimiento, los cuales se encontraban previamente identificados. Los animales eran de aproximadamente 7 meses de edad, con un peso promedio de 539.5 g de peso  $\pm$  66.58 y 26.78 cm de longitud corporal. Todos los animales fueron desparasitados previamente al inicio de la etapa experimental. Además, todos los animales nacieron y fueron criados en cautiverio en la estación IVITA-Iquitos.

**Tabla 7:** Información y codificación de los animales evaluados en el experimento

<b>Identificación</b>	<b>Codificación</b>	<b>Nacimiento</b>	<b>Edad (meses)</b>	<b>Longitud corporal (cm)</b>	<b>Peso vivo (g)</b>	<b>Sexo</b>
T4379	H1	16/01/2019	7	27.4	528	Hembra
T4367	H2	4/01/2019	7	29.5	616	Hembra
T4364	M1	1/01/2019	7	27.8	558	Macho
T4368	M2	7/01/2019	7	22.4	456	Macho

### 3.4 Alimentación

Los animales fueron alimentados todos los días en el horario de las 17:30 pm debido a su comportamiento nocturno, siendo el suministro diario de alimento el 16.68 % PV. Antes de iniciar con la evaluación, los animales atravesaron por un periodo de adaptación al nuevo alimento, que consistía en alimento paletizado (galletas), ya que eran animales recién destetados. Al observar que la galleta no fue aceptada por los animales, se optó por suministrar el alimento en forma de papilla, donde se mezcló la galleta (previamente molida) con plátano maduro. De esa forma se logró que el alimento fuera más palatable y a la vez se evitó que se generen más desperdicios.

Durante la evaluación, la cantidad de alimento ofrecido se fue adicionando debido a que los animales se encontraban en etapa de crecimiento. Durante el primer y segundo periodo, se les suministró a los monos nocturnos 90 g de alimento/ animal/ día, la papilla fue preparada con 50 g de galleta molida y 40 g de plátano maduro.

En el tercer y cuarto período, debido a que los animales aumentaron en peso vivo, el suministro diario de alimento fue de 108 g de alimento/ animal/ día, consistiendo en 60 g de galleta molida y 48 g de plátano maduro, manteniendo la relación ración: plátano de 1.25.

Para la preparación de la papilla se mezcló homogéneamente la galleta molida con la cantidad adecuada de plátano maduro hasta que este último quedara totalmente disuelto o en su mayor parte, esto debido que en caso de que el plátano no llegaba a deshacerse por completo, los animales solo elegían los pequeños pedazos de plátano que no se habían disuelto por completo con la galleta molida (Figura 9). El alimento fue suministrado en forma de pequeñas croquetas redondas, las cuales se colocaron en diferentes lugares de la jaula de cada animal.

Un total de cuatro dietas experimentales fueron evaluadas simultáneamente en cuatro periodos, cada periodo experimental tuvo una duración de 15 días con un intervalo de adaptación, al cambio de dieta, de 14 días previos a cada período experimental.

El alimento ofrecido se pesó en una balanza de 500 g de capacidad y  $\pm 0.1$  g de sensibilidad.

El consumo de agua fue ad libitum, todos los días se les suministraba agua dos veces (8:00 horas y a las 20 horas).

Al inicio de cada etapa experimental se colectó una muestra representativa de 100 g por cada dieta evaluada. Las muestras fueron almacenadas en bolsas herméticas y transportadas al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la UNALM para su posterior análisis proximal de proteína, materia mineral, extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), materia seca (MS), extracto libre de nitrógeno (ELN) y energía bruta (EB), utilizando las normas establecidas por la Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C, 1990). Las muestras fueron sometidas a estufa a 105 °C durante 4 horas para determinación de humedad y materia seca, posteriormente se determinó el contenido de proteínas por el método de Kjeldhal, contenido de EE por el método de Soxhlet, FC por el método de doble digestión ácida y alcalina, para determinar ceniza se utilizó mufla y finalmente ELN se determinó por diferencia. Finalmente, el contenido de energía se determinó mediante la siguiente fórmula:  $EB (Kcal/Kg) = 56.5 Pt\% + 41.5(\%ELN + \%FC) + 94 EE\%$



**Figura 9:** Alimento ofrecido a los monos nocturnos: (A) Preparación del alimento, (B) Croquetas molida con plátano maduro, (C) Papilla preparada en forma de croquetas

### 3.5 Dietas evaluadas

Se evaluaron cuatro dietas con diferentes niveles de proteína cruda que se definen en la Tabla 8.

**Tabla 8:** Dietas experimentales y cantidad de proteína cruda ofrecida

Dietas	Proteína cruda (%)	Proteína cruda (gramos/día)	
		Periodos	
		I Y II	III Y IV
<b>1</b>	13.4	12.06	14.47
<b>2</b>	18.27	16.44	19.73
<b>3</b>	21.15	19.04	22.84
<b>4</b>	22.24	20.02	24.02

Las dietas se formularon tomando en cuenta los requerimientos nutricionales para primates pequeños del nuevo mundo, descritas por el NRC (2003). Las dietas experimentales fueron isocalóricas en términos de energía bruta, así mismo se procuró ser similares en el aporte de grasa, fibra cruda, materia mineral, siendo la diferencia significativa exclusivamente el nivel de proteína cruda. En todas las dietas se mantuvo la misma relación de aminoácidos con respecto a la lisina. Los ingredientes utilizados en cada dieta experimental y sus características nutricionales se muestran en la Tabla 9, 10 y la composición nutricional del plátano se muestra en Anexo I.

**Tabla 9:** Composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas en el estudio (tal como ofrecido)

INGREDIENTES (%)	DIETA			
	1	2	3	4
Maní, harina	3	1	3.8	4.83
Aceite de soya	4.2	4	3.3	1.5
Harina de soya	12	24	30.3	38.8
Harina de trigo	30	27	27	28
Melaza	10	10	10	6
Huevo (yema + clara)	12.5	15	16	15
Anís, grano	2.4	2.4	2.4	1.8
Harina de yuca	22.75	13.68	4.28	1.18
Fosfato bicálcico	0.65	0.5	0.5	0.3
Carbonato de calcio	0.43	0.43	0.43	0.6
Sal común	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix minerales	0.8	0.8	0.8	0.8
Premix vitaminas	0.8	0.8	0.8	0.8
L-Lisina	0.08	0	0	0
BHT	0.04	0.04	0.04	0.04
Antifúngico	0.1	0.1	0.1	0.1
TOTAL	100	100	100	100
<b>NUTRIENTE</b>				
Proteína cruda, %	14.88	20.31	23.76	25.64
Cálcio Total (Ca)	0.56	0.52	0.50	0.512
Fósforo (P) Total	0.30	0.32	0.30	0.371
Potássio (K)	0.76	0.91	0.80	1.028
Sódio (Na)	0.17	0.17	0.16	0.148
Lisina total, %	0.55	0.77	0.98	1.23
Metionina total, %	0.16	0.21	0.25	0.31
Met + Cis total, %	0.47	0.66	0.83	1.02
Treonina total, %	0.38	0.54	0.68	0.84
Triptofano total, %	0.14	0.20	0.25	0.31
Arginina total, %	0.75	1.01	1.35	1.68
Valina total, %	0.50	0.69	0.87	1.07
Isoleucina total, %	0.47	0.66	0.83	1.02
Leucina total, %	0.80	1.11	1.39	1.71
Histidina total, %	0.28	0.38	0.48	0.59
Extracto etéreo, %	7.21	9.06	9.51	9.85
ELN, %	62.61	52.76	48.08	49.34
Fibra Cruda, %	1.16	1.44	1.82	1.7
Cenizas, %	5.53	6.02	6.88	6.78
Energía metabolizable (Kcal/Kg PV)	3231.8	3118.6	3066.6	3027.7

**Tabla 10:** Composición nutricional estimada en base fresca y seca de las dietas evaluadas (mezcla de ración y plátano)

NUTRIENTE	DIETA			
	1	2	3	4
<b>BASE FRESCA</b>				
Humedad, %	34.32	35.31	35.07	33.55
Proteína cruda, %	8.80	11.82	13.73	14.78
Extracto etéreo, %	4.09	5.12	5.37	5.56
Fibra Cruda, %	1.80	1.96	2.17	2.10
Extracto Libre de Nitrógeno, %	47.51	42.05	39.43	39.85
Ceniza, %	3.47	3.75	4.22	4.17
Energía Bruta (Kcal/ g)	2.7511	2.7873	2.8083	2.9168
<b>BASE SECA</b>				
Proteína cruda, %	13.4	18.27	21.15	22.24
Extracto etéreo, %	6.23	7.92	8.27	8.37
Fibra Cruda, %	2.74	3.02	3.34	3.16
Extracto Libre de Nitrógeno, %	72.34	65	60.74	59.96
Ceniza, %	5.29	5.79	6.50	6.27

### 3.6 Mediciones: Parámetros zootécnicos

#### 3.6.1 Peso vivo y ganancia de peso

Al inicio y final de cada periodo experimental, se realizó el pesaje y biometría individual de los cuatro monos nocturnos en ayunas.

Para obtener la ganancia de peso por período (15 días), se calculó la diferencia del peso final y peso inicial del período por dieta evaluada.

$$\text{Ganancia de peso por periodo (g/15 días)} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

Con ayuda de las jaulas metabólicas se inmovilizó físicamente a los animales para la aplicación de la Ketamina como medio de inmovilización química. Se le aplicó entre 8-10 mg/Kg PV de Ketamina y se esperó de 5 a 10 minutos hasta que el animal estuvo completamente inmóvil, finalmente se procedió a realizar el pesaje y luego las mediciones biométricas de los animales. Para el pesaje se colocó a los animales dentro de una canasta

de metal y se utilizó una balanza de 2 kg de capacidad y  $\pm 0.1$ g de sensibilidad, y para realizar biometría se utilizó una cinta métrica de 100 cm. (Figura 10)

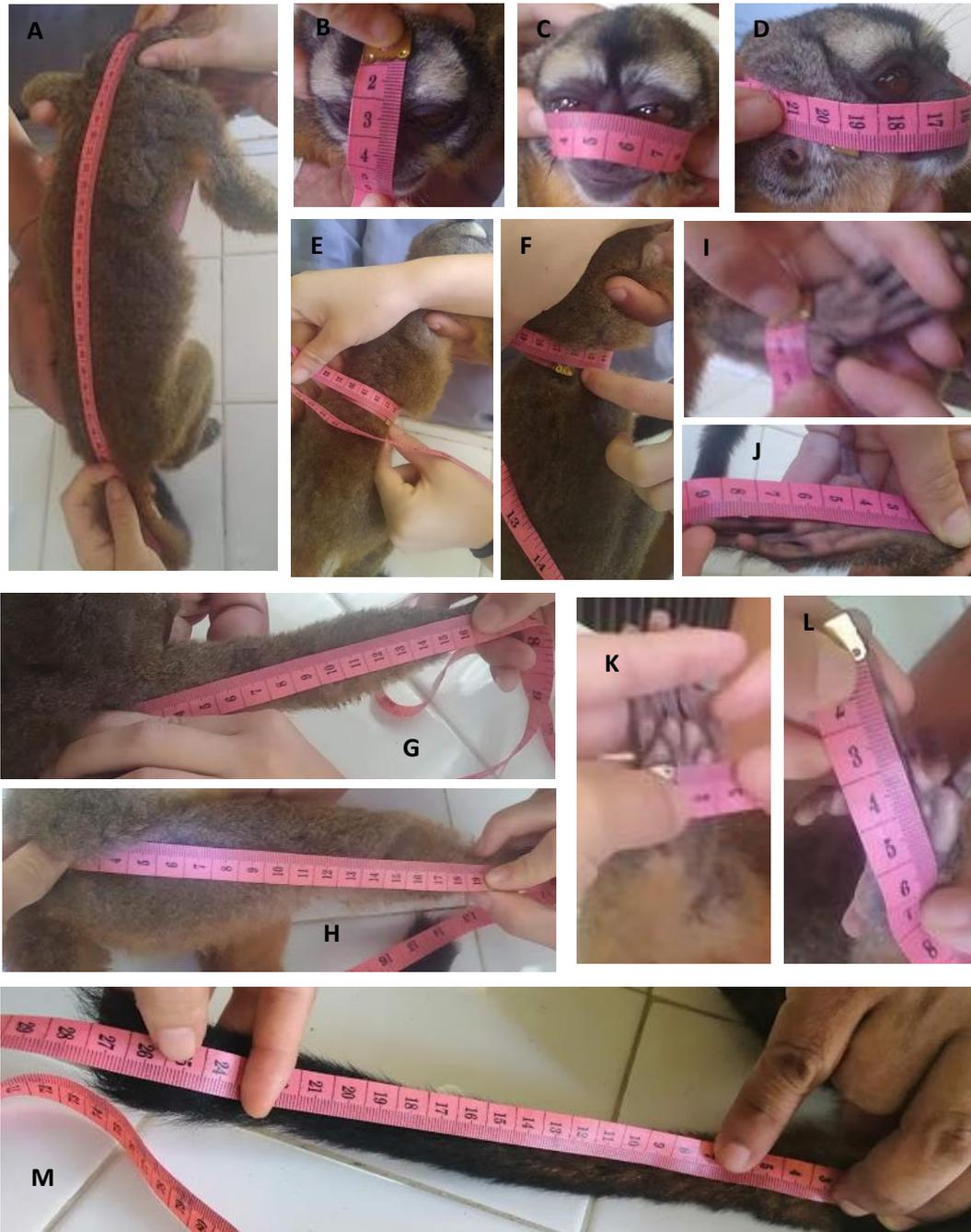


**Figura 10:** Procedimiento periódico de pesaje y biometría.

(A) Contención física para realizar contención química de los animales, (B) Pesaje de cada animal, (C) Biometría de cada animal

### 3.6.2 Biometría

Las mediciones biométricas, en centímetros, tomadas durante la evaluación fueron las siguientes: Largo corporal (LC), largo de cara (LCA), ancho de cara (AC), perímetro craneal (PC), circunferencia abdominal (CA), circunferencia torácica (CT), longitud de brazo (LB), longitud de pierna (LP), largo de mano (LM), ancho de mano (AM), largo de pie (LPI), ancho de pie (API), longitud de cola (LCO). (Figura 11)



**Figura 11:** Medidas biométricas del mono nocturno en crecimiento

Medidas biométricas. A. Longitud corporal, B. Largo de cara, C. ancho de cara, D. Perímetro craneal, E. Circunferencia abdominal. F. Circunferencia torácica. G. Longitud de brazo, H. Longitud de pierna, I. Ancho de mano, J. Largo de mano, K. Ancho de pie, L. Largo de pie, M. Longitud de cola

- a) Largo corporal: medida longitudinal desde el hueso parietal hasta el límite superior de la primera vértebra coccígea, donde inicia la cola, considerando la proyección de una línea recta paralela a la columna vertebral.
- b) Largo de cara: medida realizada desde el límite entre hueso frontal y parietal hasta el tubérculo mentoniano.

- c) Ancho de cara: distancia desde el punto máximo externo del arco cigomático izquierdo hasta el punto máximo externo del arco cigomático derecho.
- d) Perímetro craneal: medición del perímetro craneal
- e) Circunferencia abdominal: medida perimetral de la circunferencia del abdomen.
- f) Circunferencia torácica: medida perimetral de la circunferencia del tórax.
- g) Longitud de brazo: medida longitudinal desde el borde medial de la escápula hasta la unión de los huesos del carpo (semilunar y escafoides) con el cúbito y radio, articulación de la muñeca.
- h) Longitud de pierna: medida longitudinal desde la articulación coxofemoral hasta la articulación del tobillo.
- i) Largo de mano: medida longitudinal desde la unión de los huesos del carpo (semilunar y escafoides) con el cúbito y radio, articulación de la muñeca, hasta el borde superior de la falange distal o tercera falange del medio.
- j) Ancho de mano: distancia desde el borde exterior de la unión del metacarpiano con la falange proximal o primera falange del pulgar hasta el borde exterior de la unión del metacarpiano con la falange proximal o primera falange del meñique.
- k) Largo de pie: medida longitudinal desde el borde inferior externo del tarso, calcáneo, hasta el borde externo de la falange distal del medio.
- l) Ancho de pie: Distancia desde el borde exterior de la unión de la falange proximal con el metatarso del pulgar hasta el borde exterior de la unión de la falange proximal con el metatarso del meñique.
- m) Longitud de cola: medida longitudinal desde el límite superior de la primera vértebra coccígea hasta la última vértebra coccígea.

### **3.6.3 Consumo de alimento y conversión alimenticia (CA)**

Se registró el consumo total de alimento de cada dieta evaluada de cada período (15 días), restando el residuo y el desperdicio a la cantidad de alimento ofrecido. Se consideró residuo al alimento se encontraba dentro de las jaulas, y desperdicio, al alimento encontrado fuera de las jaulas.

*Consumo de alimento (g/animal/15 días)*

$$= \text{Alimento ofrecido (g)} - \text{Residuo (g)} - \text{Desperdicio (g)}$$

La conversión alimenticia (CA) fue calculada para cada dieta evaluada durante cada período, se relacionó la cantidad de alimento consumido para ganar un kilogramo de peso por período experimental (15 días).

$$CA \text{ (por periodo)} = \text{Consumo de alimento (g)} / \text{Ganancia de peso en 15 días (g)}$$

Se determinó la relación de eficiencia proteica (PER) por período en relación del aumento de peso por unidad de proteína consumida por período experimental.

$$PER = (\text{Aumento de peso (g)} / \text{Consumo de proteína metabólica (g)}) \times 100$$

La eficiencia de utilización del alimento (EUA) por período, se determinó al medir la relación porcentual de la ganancia de peso con respecto al consumo de alimento.

$$EUA = (\text{Ganancia de peso (g)} / \text{Consumo de alimento metabolizable (g)}) \times 100$$

### **3.7 Metodología para la determinación del tiempo de tránsito y tiempo de retención máximo**

Se utilizó el óxido de cromo como marcador externo. La dosis de óxido de cromo utilizada fue la recomendada por Valdés (2008) donde sugiere utilizar una concentración de 1 por ciento de la dieta ofrecida. Debido a la pequeña pérdida del marcador al momento de hacer la mezcla del alimento molido con el plátano y el óxido de cromo, se utilizó una concentración de 1.2 por ciento de óxido de cromo, el cual se suministró el primer día de cada periodo experimental para determinar tiempo de tránsito y retención; y posterior a la finalización de tiempo de retención (cuarto día aproximadamente), se ofreció nuevamente alimento con cromo hasta el décimo quinto día de cada período experimental.

Para poder determinar el tiempo de tránsito (TT) se contabilizó el tiempo desde que el animal ingirió el alimento hasta que aparecieron las primeras heces marcadas (heces verdes características del óxido de cromo), en los siguientes días, no se suministró la dieta con el marcador debido a que se tuvo que esperar a que se excrete completamente el óxido de cromo hasta que las heces de los animales sean totalmente normales (color marrón) para poder determinar el tiempo de retención máxima (TRM) para las diferentes dietas evaluadas (Van Weyenberg et al., 2006; Barbosa et al., 2012; Larkin et al., 2007).

### 3.8 Metodología para determinación de digestibilidad

Se utilizó el óxido de cromo como marcador externo. La dosis de óxido de cromo utilizada fue la recomendada por Valdés (2008) donde sugiere utilizar una concentración de 1 por ciento de la dieta ofrecida. Debido a la pequeña pérdida del marcador al momento de hacer la mezcla del alimento molido con el plátano y el óxido de cromo, se utilizó una concentración de 1.2 por ciento de óxido de cromo, el cual se suministró el primer día de cada periodo experimental para determinar TT; y posterior a la finalización de TRM (cuarto día aproximadamente), se ofreció nuevamente alimento con cromo hasta el décimo quinto día de cada período experimental.

Durante los días que se ofreció alimento con óxido de cromo, se colectaron las heces con mayor coloración y se almacenaron en bolsas de cierre hermético, previamente identificadas con código del mono, dieta, periodo y descripción de coloración. Se mantuvieron en congelamiento hasta ser enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelo y Plantas (LASPAF) de la UNALM para la determinación de óxido de cromo en heces. Simultáneamente se colectaron las heces menos coloreadas y se almacenaron en bolsas de cierre hermético, identificadas con los datos anteriormente descritos, y se mantuvieron en congelamiento hasta ser enviadas al Laboratorio de Evaluación Nutricional de los Alimentos (LENA) de la UNALM para la determinación de proteína cruda, ceniza y energía bruta. Para una óptima colección de excretas, se utilizó un marco de madera forrado con una malla (Figura 12).

Con los resultados de los análisis de óxido de cromo y proximal en heces, se realizó el cálculo de digestibilidad aparente de las dietas, proteína cruda, materia mineral, energía y materia seca. La diferencia entre el contenido de cada nutriente en lo consumido y lo excretado en relación a la concentración de cromo, determinó el coeficiente de digestibilidad aparente. La cual se calculó a través de las siguientes ecuaciones (Bureau et al., 1999):

$$CD (MS) = 100 - \left( 100 * \frac{\% Cr2O3 \text{ en el alimento}}{\% Cr2O3 \text{ en las heces}} \right)$$

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



**Figura 12:** Uso de óxido de cromo como marcador externo para caracterización de las heces  
 Caracterización de heces: (A) Alimento mezclado con óxido de cromo, (B) Heces marcadas colectadas

### 3.9 Metodología para colección de orina

La colecta de orina de los animales tuvo una duración de 5 días en cada período experimental. Las muestras de orina fueron almacenadas en frascos esterilizados debidamente etiquetados con el código del animal, tratamiento y periodo. Las muestras fueron refrigeradas hasta su análisis en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de los Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), donde se determinó densidad y nitrógeno en orina. (Figura 13)



**Figura 13:** Colecta de orina de mono nocturno en crecimiento  
 (A) Colector de orina. (B) Almacenamiento de las muestras de orina

### 3.10 Energía digestible, energía metabolizable y metabolicidad

Se calculó la energía digestible de cada dieta experimental de acuerdo a la fórmula descrita por Crampton y Harris (1974), donde se utilizaron todos los valores en base seca.

$$ED \text{ (Kcal/100g)} = EB - \left( \frac{EH * Qh}{Ia} \right)$$

Donde:

ED= Energía digestible

EB= Energía bruta del alimento

EH= Energía bruta de las heces

Qh= Cantidad de heces por días

Ia= Cantidad de alimento ingerido por día

Para determinar la energía metabolizable (Kcal/100 g de alimento) en base seca de cada dieta, se utilizaron los datos de energía digestible y energía de la orina calculada a partir de su contenido de nitrógeno, determinado por el método de Semi Micro Kjeldahl (A.O.A.C., 1990). El cálculo se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$EM \text{ (Kcal/100g)} = ED - EO$$

Donde:

EM= Energía metabolizable del alimento (Kcal/ 100g)

ED= Energía digestible del alimento (Kcal/100g)

EO= Energía de la orina (Kcal/ 100g)

Así mismo, se determinó la metabolicidad del alimento utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Metabolicidad} = EM/EB$$

Donde:

EM= Energía metabolizable (Kcal/100 g)

EB= Energía bruta del alimento (Kcal/100 g)

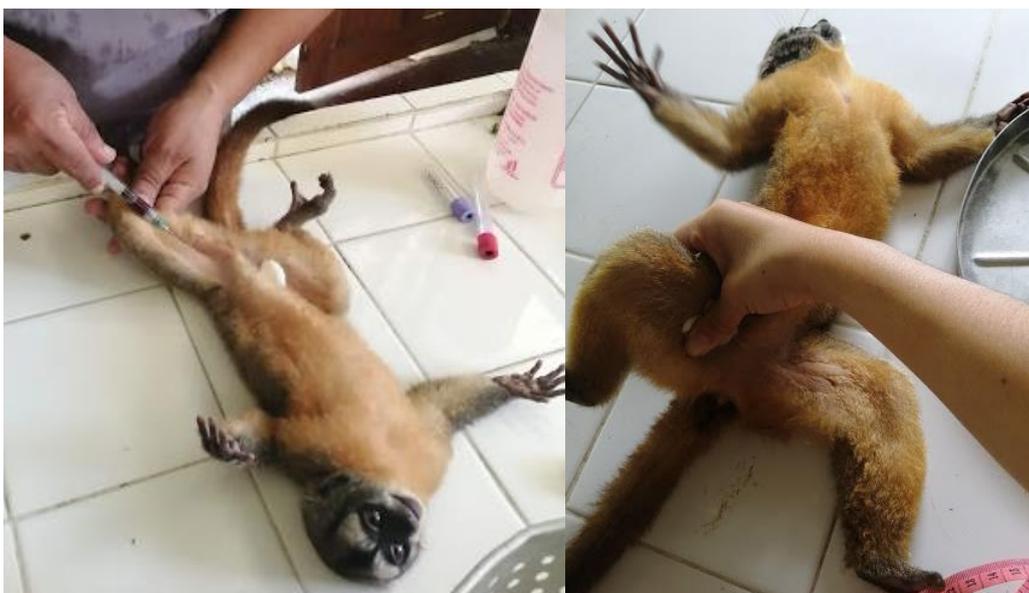
### 3.11 Parámetros bioquímicos

#### 3.11.1 Metodología para la extracción de sangre

Al inicio y al final del primer y cuarto periodo, se colectó muestras de sangre individual para bioquímica sanguínea de los cuatro monos nocturnos en ayunas.

Con ayuda de las jaulas metabólicas se inmovilizó físicamente a los animales para la aplicación de la Ketamina como medio de inmovilización química. Se le aplicó entre 8-10 mg/Kg PV de Ketamina en el muslo, entre los músculos cuádriceps, semitendinoso y semimembranoso (Almeyda 1990), y se esperó de 5 a 10 minutos hasta que el animal estuvo completamente inmóvil, finalmente se procedió a realizar la extracción 1.5 ml de sangre de la vena femoral de los cuatro animales. Después de la punción, se tuvo que mantener presión en la pierna donde se realizó la colección, ya que esta especie suele desarrollar con facilidad coágulos que pueden ser molestos para el animal. (Figura 14)

Las muestras de sangre fueron contenidas en tubos Vacutainer® sin anticoagulante. Las muestras se refrigeraron a 4- 8 °C hasta su análisis en el Laboratorio del CRCP donde se analizó proteína total (PT) (g/dL), úrea (UR) (g/dL), glucosa (GLUC) (mg/dL), colesterol (COL) (mg/dL) y triglicéridos (TRIG) (mg/dL) en sangre.



**Figura 14:** Colección de sangre para análisis bioquímico

### 3.11.2 Análisis de parámetros bioquímicos

Las muestras de sangre fueron centrifugadas a 4000 RPM durante 12 minutos en un equipo de centrifugación, modelo GT 119- 100T, (Gritmed, China), hasta obtener el suero.

Las muestras de suero sanguíneo fueron procesadas en el Analizador Bioquímico Semiautomático, modelo GENRUI- WP21B, cuya determinación precisa resultados con el uso de reactivos específicos para cada uno de los parámetros (PT, UR, GLUC, COL y TRIG). El equipo se programó teniendo en cuenta el método, longitud de onda, volumen, reactivo y estándar que pide el protocolo en cada uno de las pruebas, también se requirió de agua destilada para realizar la limpieza después de cada prueba realizada.

### 3.12 Diseño estadístico

Se empleó el Diseño Cuadrado Latino (4 x 4) con cuatro tratamientos, cuatro periodos y cuatro repeticiones por tratamiento. Con ayuda del programa estadístico Minitab y RStudio se realizó el análisis de varianza de cada una de las variables en estudio y se aplicó la prueba de Tukey para analizar la diferencia entre medias y se fijó un nivel de probabilidad mayor a 0.05 para aceptar diferencia estadística.

El modelo estadístico para este diseño fue 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 ( $i = 1, 2, 3, 4$ )

$\epsilon_{ijk}$  = error experimental

### 3.13 Análisis de datos de bioquímica sanguínea

Para establecer la normalidad de los parámetros hematológicos de los monos nocturnos fue utilizada la estadística descriptiva (media y desviación estándar). Los datos fueron analizados mediante ANOVA y se realizó comparación de medias entre las dietas experimentales mediante la Prueba t-Student para muestras relacionadas a un nivel  $\alpha = 0.05$  por el programa estadístico SAS.

### **3.14 Análisis de los datos de peso y biometría**

Para establecer la normalidad de los datos de biometría y pesos de los monos nocturnos en crecimiento, fue utilizada estadística descriptiva (media y desviación estándar). Los datos fueron analizados mediante el método de selección de variables tipo Backward- hacia atrás a un nivel  $\alpha= 0.05$  por el programa estadístico SAS.

Mediante el mismo programa estadístico, se realizó un análisis de correlación para determinar el grado de dependencia que existió entre el peso vivo y las medidas biométricas de los animales en los diferentes tratamientos, con el coeficiente de Pearson. Luego se realizó el análisis de correlación lineal múltiple para determinar ecuaciones de predicción de peso vivo mediante las medidas biométricas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Consideraciones de la metodología

Debido a que los animales eran recién destetados y no aceptaron el alimento entero que ofrecían en el CRCP, se buscó una alternativa, la cual fue moler las galletas y mezclarlas homogéneamente con plátano maduro hasta obtener una papilla. De esta forma se logró que los cuatro animales empezaran a consumir el alimento ofrecido sin complicaciones y sin generar algún trastorno digestivo; además, se logró disminuir la cantidad de residuo.

En el CRCP ofrecían el alimento a los animales muy temprano en horas de la mañana. Siendo así que en la mayoría de los casos se encontraba el alimento intacto al día siguiente debido a que el género *Aotus nancymae* tiene actividad nocturna y salían del nido a buscar el alimento al terminar la tarde; sin embargo, debido a la alta temperatura y humedad, el alimento que permanecía horas en los comederos se fermentaba y los animales ya no lo consumían. Debido a las características comportamentales de la especie fue necesario la formulación de una metodología en particular, donde se realizó una prueba de consumo una semana antes de empezar con el trabajo experimental para establecer el mejor horario de alimentación de los animales. La evaluación consistió en dividir la cantidad de alimento diario consumido total estimada en dos raciones y se le suministró a cada individuo en dos horarios: la primera mitad de la ración en la mañana (8:00 am) y otra mitad en la tarde (17:30 pm). A la hora de ofrecer la ración de la tarde, se encontraba la ración ofrecida en la mañana con el mismo peso; sin embargo, al día siguiente cuando se ofrecía la ración de la mañana, no se encontraron residuos de la ración de la tarde del día anterior. De esta forma se pudo determinar que los monos nocturnos iniciaban su actividad entre las 17:30-18:00, esto coincide por reportado por Thorington et al. (1976), quienes encontraron que los monos nocturnos en Panamá, iniciaban su actividad entre las 17:00- 18:15 horas y regresaban a su refugio entre las 5:50- 6:00 horas. Lo reportado por Wright (1981) es similar, quien sostuvo que en Perú los monos nocturnos inician su actividad aproximadamente a las 17:55 horas y termina entre las 5:25- 6:30 horas; así mismo Aquino y Encarnación (1986) reportan que estos animales tienen actividad entre 18:00- 18:35 horas hasta las 5:00- 5:50 horas.

## 4.2 Peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia

Las medias de los resultados obtenidos para peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento total, consumo diario de proteína, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica y eficiencia de utilización del alimento obtenida de las cuatro dietas experimentales durante cuatro períodos de evaluación de 15 días, son presentados en la Tabla 11.

**Tabla 11:** Media y desviación estándar de peso inicial, peso final e índices de performance zootécnico de las cuatro dietas experimentales en 15 días de evaluación.

MEDICIONES <sup>2</sup>	DIETA <sup>1</sup>			
	1	2	3	4
Peso vivo inicial, g	596.0 <sup>a</sup> ± 121.8	622.5 <sup>a</sup> ± 97.8	601.5 <sup>a</sup> ± 74.7	616.5 <sup>a</sup> ± 126.2
peso vivo final, g	611.5 <sup>b</sup> ± 101.5	638.0 <sup>a</sup> ± 113.7	650.0 <sup>a</sup> ± 97.8	649.0 <sup>a</sup> ± 146.0
Ganancia de peso en 15 días, g	15.5 <sup>a</sup> ± 23.2	15.5 <sup>a</sup> ± 19.6	48.5 <sup>a</sup> ± 43.3	32.5 <sup>a</sup> ± 28.7
Consumo de alimento total en 15 días, g	543.3 <sup>a</sup> ± 149.2	524.5 <sup>a</sup> ± 243.0	581.7 <sup>a</sup> ± 115.2	668.0 <sup>a</sup> ± 162.5
Consumo total de proteína en 15 días, g	72.8 <sup>b</sup> ± 20.0	98.9 <sup>ab</sup> ± 41.0	123.0 <sup>ab</sup> ± 24.4	140.0 <sup>a</sup> ± 24.4
Conversión alimenticia*	28.3 <sup>a</sup> ± 29.1	40.3 <sup>a</sup> ± 26.9	18.2 <sup>a</sup> ± 11.3	45.1 <sup>a</sup> ± 52.4
Relación de eficiencia proteica*	44.4 <sup>a</sup> ± 36.5	13.8 <sup>a</sup> ± 27.9	37.2 <sup>a</sup> ± 35.9	23.3 <sup>a</sup> ± 17.6
Eficiencia de utilización del alimento*	6.0 <sup>a</sup> ± 4.2	2.7 <sup>a</sup> ± 4.7	7.8 <sup>a</sup> ± 6.9	4.7 <sup>a</sup> ± 3.6

<sup>ab</sup> Letras distintas en una misma fila son valores estadísticamente diferentes (p < 0.05)

<sup>1</sup> Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína; D4: 22.24 % proteína

<sup>2</sup> Los valores para cada dieta representan el promedio y desviación estándar de cuatro repeticiones.

\*Se consideró solo los valores positivos para obtener la media para cada dieta

No se observó diferencias significativas entre las cuatro dietas respecto al peso inicial, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia acumulada, relación de eficiencia proteica y eficiencia de utilización del alimento. Por lo contrario, al análisis de varianza se encontró diferencia significativa en el peso vivo final y en consumo de proteína cruda (p < 0.05). La diferencia no significativa del peso vivo inicial entre tratamientos indica

que la evaluación de todas las dietas inició con un punto de partida similar en relación con el peso. Mediante la prueba de Tukey, el peso vivo final para las dietas 2, 3 y 4 estadísticamente fueron similares, pero diferentes a la dieta 1, siendo la dieta 1 la que obtuvo el menor peso vivo final (611.5 g) y la dieta 3 el mayor peso vivo final (650.0 g).

Los niveles de proteína no afectaron significativamente el consumo de alimento. El consumo de alimento en base seca resultante fue de 35.0 – 44.5 g de alimento/ animal/ día, lo que equivale a un consumo diario por animal de 5.8 a 7.3 por ciento del PV. Valores que son similares al consumo diario por animal de 6.7 por ciento del PV obtenido por Arias y Jaramillo (2006), quienes trabajaron con *Saguinos leucopus* con peso promedio por animal de 441.7 g y consumo promedio de 29.7 g/ animal/ día. También es similar al consumo diario por animal de 4.6 a 5.9 por ciento del PV reportado por Gómez (2006), quien trabajó con la especie *Ateles* con peso promedio de 7.5 Kg y consumo de 369.7- 421.8 g/ animal/ día; a pesar de ser una especie de porte mayor que la especie *Aotus nancymaae*, presentan similar consumo en relación al peso vivo. Sin embargo, el resultado obtenido fue inferior al consumo diario por animal de 8.5 por ciento del PV reportado por Vega (2009), quién trabajó con *Saguinos leucopus* con peso promedio de 460 g y consumo promedio de 39.1 g/ animal/ día: a pesar de ser una especie de porte más pequeño que la especie *Aotus nancymaae*, presentó mayor consumo en relación al peso vivo.

Aunque estadísticamente no se observaron diferencias significativas en el consumo diario de alimento entre las dietas evaluadas, se pudo observar diferencias numéricas entre ellas. Buttery y Boorman (1976) afirmaron que el exceso de consumo de proteína incrementa el gasto de energía, con lo cual el consumo de alimento sería mayor, lo cual coincide con los resultados del estudio, donde la dieta 4, cuyo nivel proteico era mayor, presentó mayor consumo (668.0 g/ 15 días en base seca) y la de menor consumo fue la dieta 2 (525.0 g/ 15 días en base seca), cuyo nivel proteico fue menor.

García (1998) afirma que el consumo de los animales puede verse afectado por factores que dependen del propio animal, como la especie, edad, estado de salud, actividad, etc. También, factores que dependen del alimento, como la propia composición del alimento, preparación, presentación, etc. Y, por último, factores que dependen del medio, como la temperatura ambiental y estado atmosférico, abonos nitrogenados, naturaleza genética de las plantas, etc. En este contexto, al ser las condiciones y estado de los animales iguales, los cambios de consumo estarían determinados por factores que dependen del medio, como la temperatura

y humedad como lo ocurrido en el tercer periodo experimental. También se estima que esta diferencia puede deberse a la palatabilidad de las dietas, de modo que la dieta más aceptada fue la dieta 4 debido al olor y sabor agradable que esta presentaba.

Respecto al consumo de proteína cruda dietario, en el análisis de varianza se observó diferencias significativas entre tratamientos y en la prueba Tukey se observa que el consumo de proteína en la dieta 3 es similar a las dietas 2 y 4. Se obtuvo consumos de proteína cruda de 8.1, 10.6, 13.6 y 15.1 g/ Kg PV/ día para las dietas 1, 2, 3 y 4 respectivamente, obteniéndose un consumo promedio de 11.87 g de proteína/ Kg PV/ día. Se puede evidenciar que como era esperado, conforme fue mayor el contenido de proteína cruda de las dietas, mayor fue el consumo de proteína cruda. Los valores obtenidos son mayores a los 6 g de proteína/ Kg PV recomendados por Kirtwood et al. (1983), pero similares a los 9.75 g de proteína/ Kg PV recomendados por Flurer et al. (1983), teniendo en cuenta que estas recomendaciones son para primates en general. La NRC (1978) recomienda usar el 15 por ciento de proteína para primates neotropicales del nuevo mundo, valor que es menor a 21.15 por ciento, cuyo nivel proteico presentó mejor performance en las crías de *Atus nancymaae* del presente estudio.

Respecto a la ganancia de peso, no presentó diferencias significativas y se obtuvo un aumento semanal con respecto al PV de 1.2 % (dieta 1), 1.2 % (dieta 2), 3.8 % (dieta 3) y 2.5 % (dieta 4). Este resultado fue similar a los 2.9 %/ semana en relación al PV obtenidos por Ruiz y Zambrano (2015), quienes también evaluaron un alimento concentrado en la especie *Cebus albifrons*. Sin embargo, Fajardo- Patiño y De la Ossa (2014), encontraron ganancia de peso de 9.4 por ciento respecto al PV para *Aotus sp.* teniendo en cuenta que no mencionan el tiempo de evaluación. A pesar de que estadísticamente no se presentaron diferencias significativas en la ganancia de peso entre las dietas, se puede observar que la dieta 3 (48.5 g/ 15 días) fue la que presentó mejor ganancia de peso. Esta fue superior en más de 30 g a la ganancia de peso de las dietas 1 y 2 (15.5 g/ 15 días), las cuales fueron las que presentaron menor ganancia de peso. La gran desviación estándar de la ganancia de peso de todas las dietas, puede deberse a efecto del factor animal y a que el inicio del tercer periodo experimental coincidió con el inicio de la época de lluvias de la región, causando que la humedad aumente y la temperatura ambiental disminuya más de lo acostumbrado en la noche justo en las horas de mayor actividad y alimentación de la especie, lo cual afectó directamente el consumo haciendo que este disminuya debido a que se observó que los

animales estaban menos activos y procuraban refugio. Las dietas que presentaron bajo consumo, por ende, presentaron disminución en la ganancia de peso, para el período 3, fueron las dietas 1 y 2.

La conversión alimenticia obtenida en el presente estudio fue de 28.3 a 54.1 y a pesar de ser muy distintas entre las dietas, no se encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) debido a la gran desviación estándar; sin embargo, la dieta 3 fue la de menor conversión alimenticia (18.2), lo cual se puede estimar que es la dieta que fue mejor asimilada por los animales.

La eficiencia de utilización del alimento (EUA) obtenida fue de 6.0 - 7.8. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). La dieta que presentó mayor EUA fue la dieta 3 (7.8), y la de menor EUA, la dieta 2 (2.7). De igual forma se obtuvo la relación de eficiencia proteica (PER), la cual estuvo comprendida entre 13.8 – 44.4. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, las dietas que tuvieron mayor PER fueron las dietas 1 (44.4) y 3 (37.20), esto quiere decir que, con menor consumo de proteína en gramos, el animal gana más peso. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, como ha sido descrito anteriormente, tanto el consumo diario de alimento y ganancia de peso fue afectado por la temperatura y humedad ambiental en el tercer periodo experimental, lo cual puede explicar porque a pesar de la CA, EUA y PER de las dietas fueron distantes no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Por otro lado, en el presente estudio se midió diariamente la temperatura y humedad del laboratorio, ya que podrían ser factores importantes que pueden llegar a afectar el comportamiento alimenticio y digestivo del animal. Se obtuvo temperatura ambiental promedio de 27.39 y humedad ambiental promedio de 80.10 por ciento. Estos valores están dentro de lo reportado por Fernandez- Duque (2003), quien reportó que los primates del género *Aotus* pueden soportar temperaturas muy bajas de hasta  $-5^{\circ}\text{C}$ . También coincide con lo reportado por Wright (1995) quien dijo que *Aotus* se encuentra en regiones donde las temperaturas diarias pueden ir de  $40^{\circ}\text{C}$  y bajar a  $-5^{\circ}\text{C}$ . Por otro lado, Schuler y Abee (2005) mencionan que, para un primate neotropical en cautiverio, la temperatura debe mantenerse entre  $25.5- 29.4^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa debe mantenerse por encima del 50 por ciento en la medida de lo posible. Para el presente estudio, en el tercer y cuarto período debido al inicio de las lluvias, la temperatura ambiental disminuyó y la humedad aumentó, pero se mantuvieron dentro del rango previamente reportado. Sin embargo, el consumo de alimento

diario se vio afectado, causando que los animales pierdan peso o su ganancia de peso disminuya en el tercer periodo experimental. En el Anexo II se muestra las medias de la temperatura y humedad ambiental de cada uno de los periodos.

Debido al cambio de clima que se presentó en los periodos 3 y 4, los animales mostraron un cambio en su comportamiento alimenticio, este afectó directamente a la ganancia de peso, obteniendo pérdidas de peso en el periodo 3. Debido a esta pérdida, se vieron afectadas las variables conversión alimenticia, eficiencia de utilización alimenticia y relación de eficiencia proteica. Para corregir este problema, se utilizó la ecuación de “Parcelas perdidas” utilizada para la predicción de datos faltantes. La ecuación según Carballo y Quiroga (1976), es la siguiente:

$$X = t (Tr + Tc + Tt) - 2G / (t - 1)(t - 2)$$

X= El valor que se desea calcular

t= El número de variedades o tratamientos

Tr= Rendimiento conocido de la hilera que contiene el valor faltante

Tc= Rendimiento conocido de la columna que contiene el valor faltante

Tt= Rendimiento conocido del tratamiento o variedad que contiene el valor faltante

G= Rendimiento total de todas las parcelas cuyos datos se conocen

Los datos corregidos con la fórmula anteriormente mencionada de las variables ganancia de peso, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica y eficiencia de utilización del alimento se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 12:** Media y desviación estándar de ganancia de peso, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica y eficiencia de utilización de proteína corregidos

MEDICIONES <sup>2</sup>	DIETA <sup>1</sup>			
	1	2	3	4
Ganancia de peso (g) en 15 días	35.0 <sup>a</sup> ± 17.8	21.3 <sup>a</sup> ± 9.6	48.5 <sup>a</sup> ± 43.3	37.0 <sup>a</sup> ± 24.3
Conversión alimenticia	16.9 <sup>a</sup> ± 4.0	25.5 <sup>a</sup> ± 8.3	18.2 <sup>a</sup> ± 11.3	22.1 <sup>a</sup> ± 9.8
Relación de eficiencia proteica (PER)	55.7 <sup>a</sup> ± 13.1	28.1 <sup>a</sup> ± 8.9	45.9 <sup>a</sup> ± 35.9	29.6 <sup>a</sup> ± 12.8
Eficiencia de utilización del alimento (EUA)	6.5 <sup>a</sup> ± 1.6	4.7 <sup>a</sup> ± 1.6	8.9 <sup>a</sup> ± 6.9	5.9 <sup>a</sup> ± 2.7

<sup>ab</sup> Letras distintas en una misma fila son valores estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

<sup>1</sup> Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína; D4: 22.24 % proteína

<sup>2</sup> Los valores para cada dieta representan el promedio y desviación estándar de cuatro repeticiones.

No se observó diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dietas respecto a la ganancia de peso, conversión alimenticia, PER y EUA corregidos.

Para la ganancia de peso, el nuevo rango obtenido es de 9.9 - 22.6 g / semana. Este resultado continúa siendo inferior a lo reportado por otros autores. A pesar de que no presentó diferencias estadísticas significativas entre las dietas ( $p > 0.05$ ), se puede observar que la dieta 3 presentó mejor ganancia de peso (22.6 g/ semana), seguida por las dietas 1 y 4 con valores de 16.33 y 17.27 g/ semana respectivamente. La dieta 2 presentó la menor ganancia de peso en comparación a las otras dietas (9.91 g/ semana). El incremento de peso que cada dieta proporcionó a los monos nocturnos es un reflejo de la calidad de la proteína de cada una de las dietas consumida; se puede decir que, a mayor incremento de peso, mayor calidad proteica.

A pesar de que la dieta 4 registró el mayor consumo de proteína cruda diario, no evidenció mayor ganancia de peso de los animales. Por consiguiente, se puede estimar que con consumos de proteínas mayores a 9.3 g/ día no se logran mayores incrementos en la ganancia de peso. Sin embargo, la dieta 3, cuyo consumo fue de 8.2 g de proteína/ día (21.15% de proteína), logró presentar la mayor ganancia de peso vivo.

La conversión alimenticia corregida obtenida fue de 16.9 - 25.5, donde se evidenció que el nivel de proteína de la dieta no presentó efectos sobre la conversión alimenticia; es decir, no

presentó diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, las dietas 1 y 3 con valores de 16.9 y 18.2 respectivamente, presentaron la menor conversión alimenticia, de tal forma se puede estimar que las dietas 1 y 3 fueron las que mejor fueron asimiladas por los animales.

Respecto a la relación de eficiencia proteica, los valores oscilan de 28.1- 55.7. No se observaron efectos de los niveles de proteína sobre el PER. Sin embargo, se puede observar variaciones entre las dietas, donde probablemente existen diferencias entre la calidad de la proteína de las dietas estudiadas. Las dietas 1 y 3, a pesar de que presentaron los valores menores de consumo de alimento por animal por día, presentaron los valores más altos de PER, 55.7 y 45.9 respectivamente, de los cuales se puede decir que, con menor consumo de proteína metabólica en gramos, el animal obtuvo mayor ganancia de peso con las dietas 1 y 3. Los valores obtenidos de PER de las dietas 2 y 4 demuestran un bajo valor nutritivo de la proteína de esas dietas en comparación con las dietas 1 y 3. FAO (1985) describió que la calidad de las proteínas están relacionadas fundamentalmente con su composición de aminoácidos esenciales y con su digestibilidad.

En cuanto a la eficiencia de utilización del alimento, los valores corregidos presentaron un rango de 4.7 – 8.9 y no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ). Se puede observar que la dieta 2 presentó el menor valor de EUA (4.66) y la dieta 3 presentó el mayor valor (8.94), lo que quiere decir que la dieta 3 presentó una mejor EUA.

Debido a la falta de información sobre CA, PER y EUA en primates, los datos obtenidos en el presente estudio no pueden ser comparados con otros resultados.

Se puede estimar que con la dieta 3, cuyo nivel de proteína fue 21.15 por ciento, se obtuvo un mejor performance zootécnico, ya que presentó mejor ganancia de peso, CA, PER y EUA.

### **4.3 Relación peso y biometría**

Sin distinción de dietas, en la Tabla 13 se presenta la media y desviación estándar al inicio y al final de todos los periodos de las medidas en centímetros de longitud corporal, largo de cara, ancho de cara, perímetro craneal, circunferencia abdominal, circunferencia torácica, longitud de brazo, longitud de pierna, largo de pie, ancho de pie, largo de mano, ancho de mano y longitud de cola.

**Tabla 13:** Media y desviación estándar de la medida corporal inicial y final de todos los periodos de los cuatro monos nocturnos (*Aotus nancymae*) evaluados (N=16)

MEDIDA <sup>1</sup> (cm)	INICIAL	FINAL
	PROM ± DS <sup>2</sup>	PROM ± DS
LC	29.3 ± 2.6	29.6 ± 2.6
LCA	6.4 ± 0.7	6.5 ± 0.6
AC	9.3 ± 1.1	9.6 ± 0.7
PC	17.7 ± 0.9	18 ± 0.8
CA	14.3 ± 1.9	15 ± 1.8
CT	16.8 ± 1.2	16.8 ± 1.1
LB	14.3 ± 1.3	14.6 ± 1.2
LP	16.8 ± 1.0	17.2 ± 1.0
LPI	8.7 ± 0.5	8.7 ± 0.4
API	2.6 ± 0.1	2.7 ± 0.2
LM	5.5 ± 0.4	5.6 ± 0.4
AM	2.6 ± 0.2	2.6 ± 0.1
LCO	33.6 ± 4.6	33.9 ± 4.5

<sup>1</sup> Medidas: LC: Longitud Corporal; LCA: Longitud de Cara; AC: Ancho de Cara; PC: Perímetro Craneal; CA: Circunferencia Abdominal; CT: Circunferencia torácica; LB: Longitud de Brazo; LP: Longitud de pierna; LPI: Largo de Pie; API: Ancho de pie; LM: Largo de Mano; AM: Ancho de Mano; LCO: Longitud de Cola.

<sup>2</sup> Promedio y desviación estándar de cada parámetro

Los resultados obtenidos para el análisis de correlación para las medidas iniciales y finales fueron: correlación positiva considerable del peso vivo con respecto a la LC (0.92- 0.86), AC (0.75- 0.71), PC (0.82- 0.74), CT (0.71- 0.68), LB (0.89- 0.84), LP (0.82- 0.78), LPI (0.81- 0.84), LM (0.88- 0.91) y LCO (0.86- 0.89); correlación positiva media del peso con respecto a LCA (0.624- 0,62) y API (0.65- 0.54); correlación negativa entre el peso vivo con respecto al AM (0.13, -0.09); y no existe correlación entre el peso vivo respecto a CA (0.39- 0.71). Las correlaciones disminuyeron ligeramente a lo largo de la evaluación con la excepción de la circunferencia abdominal, largo de pie, largo de mano y longitud de cola, los cuales aumentaron ligeramente. (Tabla 14)

**Tabla 14:** Coeficientes de correlación de las medidas biométricas con el peso vivo de monos nocturnos al inicio y al final de los cuatro periodos de evaluación, N=16

MEDIDA	PESO VIVO	
	Correlación de Pearson	
	Inicio de los periodos	Final de los periodos
LC	0.92**	0.86**
LCA	0.62**	0.62*
AC	0.75**	0.71**
PC	0.82**	0.74**
CA	0.39	0.71**
CT	0.71**	0.68**
LB	0.89**	0.84**
LP	0.82**	0.78**
LPI	0.81**	0.84**
API	0.65**	0.54*
LM	0.88**	0.91**
AM	0.13	-0.09
LCO	0.86**	0.89**

<sup>1</sup> Medidas: LC: Longitud Corporal; LCA: Longitud de Cara; AC: Ancho de Cara; PC: Perímetro Craneal; CA: Circunferencia Abdominal; CT: Circunferencia torácica; LB: Longitud de Brazo; LP: Longitud de pierna; LPI: Largo de Pie; API: Ancho de pie; LM: Largo de Mano; AM: Ancho de Mano; LCO: Longitud de Cola.

\*Correlación positiva media; \*\*Correlación positiva considerable.

Las ecuaciones de predicción de peso vivo que se obtuvieron con regresión lineal con las medidas biométricas que presentaron coeficiente de correlación positiva considerable con el peso vivo fueron las siguientes:

$$\text{Ecuación 1: } PV = 34.858 * LC - 395 - 538 (R^2= 0.741; R^2 \text{ aj}= 0.722),$$

$$\text{Ecuación 2: } PV = 73.783 * LB - 439.184 (R^2= 0.705; R^2 \text{ aj}= 0.684),$$

$$\text{Ecuación 3: } PV = 218.258 * LPI - 1271.266 (R^2= 0.700; R^2 \text{ aj}= 0.678),$$

$$\text{Ecuación 4: } PV = 253.472 * LM - 769.646 (R^2= 0.836; R^2 \text{ aj}= 0.824),$$

$$\text{Ecuación 5: } PV = 20.774 * LCO - 67.629 (R^2= 0.783, R^2 \text{ aj}= 0.768).$$

Las variables con menor coeficiente de determinación fueron la circunferencia torácica ( $R^2=0.456$ ;  $R^2$  aj= 0.418), el ancho de cara ( $R^2= 0.510$ ;  $R^2$  aj= 0.475) y el perímetro craneal ( $R^2= 0.552$ ;  $R^2$  aj= 0.520), esto concuerda con el estudio similar realizado por Diamond & McDonment (1993), quienes reportaron que el perímetro craneal tuvo el menor índice de correlación y no era el mejor parámetro para describir crecimiento en primates.

Las variables con mayor coeficiente de determinación con respecto al peso vivo fueron (de mayor a menor) el largo de mano ( $R^2= 0.836$ ;  $R^2$  aj= 0.824), la longitud de cola ( $R^2= 0.783$ ,  $R^2$  aj= 0.768) y la longitud corporal ( $R^2= 0.741$ ;  $R^2$  aj= 0.722). El resultado obtenido concuerda por lo reportado por Gálvez- Durand et al. (2014), quienes concluyeron que la longitud corporal es la mejor medida para describir el crecimiento en monos nocturnos. Sin embargo, respecto a la regresión lineal entre el largo de mano y el peso vivo, se puede observar que hay una fuerte relación entre ambas variables, entonces se puede estimar que el largo de mano puede ser de gran utilidad para la predicción del peso vivo, ya que muestra un mayor coeficiente de correlación (0.88- 0.91) y de determinación que la longitud corporal.

Adicionalmente, se calculó una ecuación de predicción del peso vivo, la ecuación se realizó utilizando las medidas biométricas que tuvieron coeficiente de determinación alto y las que fueron consideradas fáciles al momento de ser medidas, las cuales fueron LC, CT y LCO, cuyo resultado fue el siguientes:

Ecuación:

$$PV = -723 + 7.55 LC + 40.05 CT + 13.68 LCO$$

( $R^2= 0.946$ ;  $R^2$  aj=0.933)

Se puede observar que la ecuación de predicción posee coeficiente de determinación alto, esto asegura que la ecuación obtenida es confiable y podría ser usada para predecir el peso vivo.

#### **4.4 Tiempo de tránsito y retención máxima**

El marcador utilizado en el presente estudio, óxido de cromo en la concentración descrita en el protocolo, no alteró la palatabilidad de las dietas, por ende, no alteró el consumo. Así mismo, no alteró el score fecal de los animales, sin cambios en la textura, forma y consistencia de estas. Se ofrecieron las cuatro dietas mezcladas con el marcador al inicio de cada período experimental a la misma hora porque según lo mencionado por Mc Donald

(1999), ofrecer el alimento de forma regular facilita el ensayo debido a que se producen defecaciones regulares y esto hace que se facilite la recolección de heces.

El tiempo de tránsito (TT) y tiempo de retención máxima (TRM) de las cuatro dietas evaluadas se muestran en la Tabla 15, los cuales no mostraron diferencias estadísticamente significativas al ser comparados entre dietas ( $p > 0.05$ )

**Tabla 15:** Media y desviación estándar del tiempo de tránsito y tiempo de retención máximo de las cuatro dietas evaluadas en los cuatro períodos experimentales

PARÁMETRO <sup>2</sup>	DIETA <sup>1</sup>			
	1	2	3	4
	Horas			
Tiempo de tránsito	4.5 <sup>a</sup> ± 0.4	4.5 <sup>a</sup> ± 0.2	4.5 <sup>a</sup> ± 0.5	4.5 <sup>a</sup> ± 1.5
Tiempo de retención máxima	41.6 <sup>a</sup> ± 17.3	41.6 <sup>a</sup> ± 17.3	41.6 <sup>a</sup> ± 17.4	41.6 <sup>a</sup> ± 17.3

<sup>ab</sup> Letras distintas en una misma fila son valores estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

<sup>1</sup> Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína; D4: 22.24 % proteína

<sup>2</sup> Los valores para cada dieta representan el promedio y desviación estándar de cuatro repeticiones.

La media del tiempo de tránsito de las dietas evaluadas en los cuatro períodos experimentales fue de 4.5 horas, y la media del tiempo de retención máxima fue de 41.6 horas. Siendo el resultado para el tiempo de tránsito mayor a lo reportado por Power y Oftedal (1996) para primates del grupo Callitrichidae donde están incluidos las especies *Saguinos fuscicullis*, *Callithrix jacchus* y *S. oedipus* con un tiempo de tránsito de 2.7, 3.3 y 3.9 respectivamente, pero resultó similar a los 4.6 horas que presentó la especie *Leontopithecus rosalia*. Por lo contrario, la media del TT obtenido en el presente estudio fue menor a lo reportado por Arias y Jaramillo (2006) para *Saguinos leucopus*, ellos obtuvieron un promedio de 6.3 horas, esta medida de TT la obtuvieron utilizando como marcador unas cuentas plásticas hecho con material indigestible. Además, el tiempo de retención máxima obtenido fue mayor a lo reportado por Vega (2009) quien trabajó con *Saguinos leucopus*, y obtuvo un rango de 15.4 a 18.1 horas y una media de 16.8 horas, donde utilizó como marcador el óxido de cromo. Por otro lado, otro estudio realizado por Gómez (2002) obtuvo para el TRM un rango de 3 a 4 horas para las frutas, también obtuvo una media de 24 horas para las verduras y una media de 12 horas para un alimento comercial, los cuales fueron resultados menores al TRM obtenido en el presente estudio.

La diferencia que existe entre los resultados obtenidos en el presente estudio y los reportados por otros autores, puede deberse a la diferencia entre los animales evaluados; por ejemplo, para la presente investigación se utilizaron monos nocturnos (*Aotus nancymaae*) juveniles menores de un año de edad; en cambio, en los estudios reportados los animales fueron primates de otras especies adultos mayores de tres años de edad, cuya capacidad digestiva es más eficiente. Otra diferencia es el tipo de alimento evaluado, aquí se utilizó alimento concentrado y en los otros estudios se evaluaron frutas y vegetales. A pesar de que los animales fueron alimentados con cuatro dietas diferentes, no afectaron el tiempo de tránsito y retención máximo. Esto podría deberse a que solo varió significativamente el nivel de proteína de la dieta y las cantidades de los otros nutrientes como la fibra, se mantuvieron iguales.

El tiempo de tránsito de los alimentos en el tracto gastrointestinal decrece en animales de menor tamaño corporal, comparados con primates de mayor porte (Milton, 1981). La explicación fisiológica que se encontró para explicar estas diferencias es que a medida que el tamaño del cuerpo se incrementa, el costo metabólico por unidad de peso decrece exponencialmente mientras que el volumen de los intestinos permanece proporcional a la masa del cuerpo (Milton, 1981). Entonces se puede presumir que, en mamíferos pequeños, el tamaño de los intestinos no puede procesar la cantidad de alimento requerida por sus altos requerimientos energéticos por unidad de peso, sin disminuir el tiempo de tránsito.

Factores ambientales como la temperatura y la humedad pueden tener gran influencia en el tiempo de retención del alimento en esta especie de primates. Las medias del tiempo de tránsito y retención máximo por período y la temperatura y humedad correspondiente para cada periodo se muestran en el Anexo V y VI.

Según los resultados obtenidos, se puede estimar que el tiempo de tránsito de las dietas no se ve afectado por la variación de la temperatura ni humedad ambiental, pero la disminución de la temperatura ambiental ( $T < 31.7$ ) y el aumento de humedad ( $H > 69.0\%$ ) sí afectan el tiempo de retención, es decir, el tiempo en que el alimento permanece en el tracto digestivo del animal es mayor. Lo cual coincide con lo reportado por Vega (2009) al concluir que variables como el clima o el estrés producido por agentes externos, aumentaban el tiempo de pasaje en la especie *Saguinos Leucopus*. Procesos fisiológicos como la tasa metabólica, generalmente se incrementa o disminuye directamente con influencia de la temperatura (Bennett y Dawson, 1976).

#### 4.5 Caracterización de heces, orina y digestibilidad

Los valores de digestibilidad resultantes se compararán con valores de digestibilidad reportados en otras especies de primates, debido a la falta de información en la especie *Aotus nancymae*.

La composición de las heces de las cuatro dietas evaluadas de los cuatro períodos experimentales en *Aotus nancymae* se muestran en la Tabla 16, los cuales no mostraron estadísticamente diferencias significativas al ser comparadas entre dietas.

**Tabla 16:** Media y desviación estándar del análisis proximal de las heces y orina de las cuatro dietas evaluadas

NUTRIENTE <sup>2</sup>	DIETA <sup>1</sup>			
	1	2	3	4
<b>En heces</b>				
Proteína %	11.8 <sup>a</sup> ± 1.8	13.8 <sup>a</sup> ± 1.7	15.9 <sup>a</sup> ± 2.9	16.4 <sup>a</sup> ± 4.9
Ceniza %	5.1 <sup>a</sup> ± 1.5	6.2 <sup>a</sup> ± 0.9	6.9 <sup>a</sup> ± 1.4	7.3 <sup>a</sup> ± 3.5
Energía (Kcal/100g)	146.3 <sup>a</sup> ± 26.1	170.4 <sup>a</sup> ± 27.4	192.9 <sup>a</sup> ± 29.0	200.4 <sup>a</sup> ± 76.8
<b>En orina</b>				
Proteína %	1.4 <sup>a</sup> ± 0.9	1.4 <sup>a</sup> ± 0.6	3.3 <sup>a</sup> ± 2.7	3.1 <sup>a</sup> ± 2.7
Energía (Kcal/100g)	8.7 <sup>a</sup> ± 4.9	8.0 <sup>a</sup> ± 3.2	18.5 <sup>a</sup> ± 15.0	17.4 <sup>a</sup> ± 14.9

<sup>ab</sup> Letras distintas en una misma fila son valores estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

<sup>1</sup> Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína; D4: 22.24 % proteína

<sup>2</sup> Los valores para cada dieta representan el promedio y desviación estándar de cuatro repeticiones.

La media de los resultados obtenidos del análisis proximal de las heces contabilizando todas las dietas fue de 14.5 % para la proteína, 6.4 % para la ceniza y 177.5 Kcal/ 100 g para la energía bruta. La dieta con mayor porcentaje de proteína en las heces (16.4 %) fue la dieta 4, y la de menor porcentaje de proteína en heces (11.8) fue la dieta 1. Como era esperado el contenido de proteína en las heces aumentó conforme mayor fue el contenido de proteína dietario, (Dieta 1, 14.9 % de proteína y la dieta 4, 25.6 % de proteína). Respecto a la cantidad de ceniza en heces, la dieta 4 fue la que presentó mayor cantidad de este nutriente (7.3 %), y la dieta 1, la que obtuvo menor cantidad (5.1 %).

El contenido de energía bruta de las dietas 1, 2, 3 y 4 fue de 275.1, 278.7, 280.8 y 291.9 Kcal/100g respectivamente. La energía bruta consumida y contenida en las heces para las dietas 1, 2, 3 y 4 fue el siguiente: 99.6, 97.5, 108.9 y 129.9 Kcal/día; y 3.1, 5.8, 8.5 y 8.1 Kcal/día respectivamente; estas cantidades significaron una pérdida fecal de 3.1 % (D1), 5.9 % (D2), 7.8 % (D3) y 6.3 % (D4) con respecto al total de la energía consumida.

El porcentaje excretado de proteína y energía (Kcal/ 100 g) en orina de las cuatro dietas evaluadas se muestra en la Tabla 16. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) entre las dietas evaluadas.

A pesar de que no presentaron diferencias significativas, se puede observar que la dieta 3 excretó mayor porcentaje de proteína en orina (3.3 %), aunque la dieta 4 contenía mayor cantidad de proteína que la dieta 3. Y con las dietas 1 y 2 se obtuvo el menor porcentaje de proteína en orina 1.44 % y 1.42 % respectivamente, siendo estas dietas las que presentan menor contenido de proteína dietario.

Respecto a la cantidad de energía excretada en la orina, no presentó diferencias significativas entre las dietas ( $p > 0.05$ ). Las pérdidas de energía en orina fueron relativamente bajas. La dieta 4 excretó el mayor nivel de energía en orina (17.42 Kcal/ 100 g).

El contenido promedio de proteína en heces (14.5 %) y en orina (2.3 %) presentaron una reducción de 22.8 % y 87.6 % respectivamente con respecto al contenido promedio de proteína de la dieta (18.8 %), en total, el contenido de proteína en heces y orina presentaron una reducción de 10.4 % con respecto al contenido de proteína, lo que quiere decir que el mono nocturno (*Aotus nancymaae*) en etapa de crecimiento es eficiente al digerir proteínas, esto explica el bajo consumo de alimento por animal por día.

Los porcentajes de digestibilidad de los nutrientes de las cuatro dietas evaluadas se encuentran en la Tabla 17. Se puede observar que los nutrientes presentaron altos valores de coeficiente de digestibilidad, y no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) entre las dietas evaluadas.

**Tabla 17:** Digestibilidad de los nutrientes de las cuatro dietas evaluadas

Dieta <sup>1</sup>	DIGESTIBILIDAD DE			
	Materia Seca (%)	Proteína Total (%)	Ceniza (%)	Energía Bruta (%)
1	91.6 <sup>a</sup> ± 3.2	85.9 <sup>a</sup> ± 5.0	84.0 <sup>a</sup> ± 5.3	90.8 <sup>a</sup> ± 3.8
2	88.2 <sup>a</sup> ± 5.6	85.4 <sup>a</sup> ± 4.1	78.5 <sup>a</sup> ± 9.9	87.7 <sup>a</sup> ± 5.8
3	85.5 <sup>a</sup> ± 6.3	83.8 <sup>a</sup> ± 6.2	76.5 <sup>a</sup> ± 11.9	85.1 <sup>a</sup> ± 6.1
4	84.1 <sup>a</sup> ± 9.9	83.3 <sup>a</sup> ± 8.1	72.4 <sup>a</sup> ± 18.4	84.1 <sup>a</sup> ± 9.2

<sup>ab</sup> Letras distintas en una misma columna son valores estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

<sup>1</sup> Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína; D4: 22.24 % proteína

La dieta 1 presentó la mayor digestibilidad de materia seca, proteína, ceniza y energía; así mismo la dieta 4 presentó los menores coeficientes de digestibilidad. A pesar de que la dieta 1 tuvo un menor desempeño zootécnico en el animal, presentó altos coeficientes de digestibilidad. Esto podría deberse al bajo contenido de fibra cruda respecto a las otras dietas. Schiere (1990) detalló que el consumo de materia seca, el contenido de fibra cruda y de proteína cruda de la dieta tienen efecto sobre la digestibilidad de los nutrientes.

La media del coeficiente de digestibilidad de proteína obtenido de todas las dietas fue de 84.6 %, siendo 85.9 % el mayor valor obtenido. Este resultado fue similar al encontrado por Arias y Jaramillo (2006), quienes obtuvieron un valor promedio 86 % en monos *Saguinos leucopus*. En contraste, el resultado fue menor a lo reportado por Vega (2009), quien, al trabajar con la misma especie anteriormente mencionada, obtuvo un promedio de 92.4 % de coeficiente de digestibilidad de la proteína.

Respecto al coeficiente de digestibilidad de la ceniza, la media obtenida de todas las dietas fue de 77.9 %, y el valor mayor obtenido fue de 84.0 % correspondiente a la dieta 1. La media de los resultados obtenidos es ligeramente menor al obtenido por Arias y Jaramillo (2006), quienes reportaron un promedio de 79.7 %. y mayor a lo reportado por Vega (2009), quien reportó una media de 70.3 % de coeficiente de digestibilidad de la ceniza.

El coeficiente de digestibilidad de la energía, tomando en cuenta todas las dietas, presentó una media de 86.90 %, siendo la dieta más pobre en proteína (D1) la que presentó el mayor valor (90.78 %).

La media del coeficiente de digestibilidad de la materia seca fue 87.4 %, el cual fue menor al promedio de coeficiente de digestibilidad de materia seca de 93 % reportado por Arias y Jaramillo (2006) en la especie, y también fue menor al 94.9 % reportado por Vega (2009), para la especie *Saguinos leucopus* en ambos casos.

La dieta 4 obtuvo el menor coeficiente de digestibilidad de materia seca (84.1 %), de proteína (83.3 %), de ceniza (72.4 %) y de energía (84.1); sin embargo, la dieta 4 fue la más consumida por los animales (44.5 g/ animal/ día). Las dietas 1 y 2 que fueron las que registraron menor consumo (36.22 y 35.00 g/ animal/ día) fueron las que obtuvieron mayores coeficientes de digestibilidad, pudiéndose observar que existe una relación inversa entre los dos factores. Lo anterior concuerda con lo reportado por Maynard (1981), quien sostuvo que, al reducirse la ingestión de alimento por debajo del nivel de mantenimiento, los animales tienden a ser más eficientes en la digestión de alimentos y aprovechamiento de nutrientes. También reportó que los animales monogástricos durante la etapa de crecimiento pueden consumir tres veces el nivel de mantenimiento, pero esta elevada ingestión solo ejerce un pequeño efecto depresor sobre la digestibilidad de la ración. Arias y Jaramillo (2006), encontraron resultados similares donde reportaron que en los grupos de monos *Saguinus leucopus* con mayor consumo de alimento, presentaron menores coeficientes de digestibilidad, y los grupos de menor consumo de alimento, mayores coeficientes de digestibilidad.

Si hacemos la comparación entre periodos, se puede observar que los resultados coinciden con lo mencionado por Power y Oftedal (1996). En el Anexo IX se puede observar que conforme aumenta el tiempo de retención por período, los coeficientes de digestibilidad por período también aumentan.

En el periodo 4 se encontró el mayor tiempo de retención, por consiguiente, presenta los mayores valores en coeficiente de digestibilidad de los nutrientes. Además, podemos presumir que en *Aotus nancymaae* los valores de digestibilidad también se ven afectados por la temperatura y humedad del ambiente, ya que el único factor variable que existió entre los periodos 1, 2, 3 y 4 fue la temperatura ambiental y la humedad relativa. Power y Oftedal (1996), demostraron que a mayor tiempo de retención del alimento el coeficiente de digestibilidad aparente de materia seca aumenta en *Saguinos leucopus*. Esto último coincide con Robbins (1993) quien afirmó que la digestión y el pasaje interactúan, siendo procesos competitivos, al incrementar la tasa de pasaje, se reduce la digestibilidad si el tiempo no es

adecuado para la hidrólisis y absorción. Sin embargo, no coincide con lo reportado por Vega (2009), quien describió que, en un grupo de primates de la misma especie antes mencionada, donde el tiempo de pasaje del alimento fue mayor, los coeficientes de digestibilidad fueron menores; y en un grupo donde el tiempo de pasaje fue menor, los coeficientes de digestibilidad fueron mayores.

#### **4.6 Energía digestible, energía metabolizable y metabolicidad**

Los niveles de energía bruta consumida (EB), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), relación entre EM y ED y la metabolicidad de las dietas se muestran en la Tabla 18. No presentan diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ).

El consumo de energía digestible diario en el mono nocturno (*Aotus nancymaae*) mostró solo ligera tendencia al incremento con el nivel de consumo para cada dieta, obteniéndose valores de 96.6, 91.7, 100.4 y 121.8 Kcal ED/ día para las dietas 1, 2, 3 y 4 respectivamente, sin mostrar diferencia estadística. Por lo tanto, el nivel de consumo energético de las dietas no tuvo influencia sobre el contenido de energía digestible del alimento concentrado. Además, se puede estimar que el mono nocturno tiene un buen aprovechamiento de la energía del alimento.

La energía bruta de la dieta presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ); sin embargo, estas diferencias no afectaron el consumo de alimento ni la ganancia de peso de los animales.

Torún et al. (2015), reportaron que en dietas para primates no humanos el consumo de proteína influye en las necesidades de la energía y también el consumo de energía influye en las necesidades de la proteína, radicando la importancia en conocer las implicaciones fisiológicas de la interacción de estos dos nutrientes ya que ambos están facilitando el metabolismo tanto del uno como del otro.

Considerando las pérdidas de energía en heces y orina, la energía metabolizable de las dietas 1, 2, 3 y 4 mostró ligero incremento entre tratamientos, con medias de 95.8, 90.8, 99.4, 120.6 Kcal EM/ día. Los resultados no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ); sin embargo, se obtuvo variaciones de EM entre dietas. Conforme aumentó la concentración de proteína cruda, aumentó la EM por dieta, esto explica el bajo incremento en la ganancia de peso con las dietas 1 y 2. Lin Hu et al. (2019) obtuvieron resultados similares donde mostraron que la

concentración total de proteína disminuye a medida que el nivel de EM en la dieta también disminuye en cerdos.

El suministro de EM y de proteína dietario, determinará el equilibrio del nitrógeno, la disminución del balance del nitrógeno puede ser debido más a la reducción de la ingesta de energía que a la ingesta de proteína, siendo ambos nutrientes importantes para dicho balance. Al encontrarse deficiencias de EM en la dieta, el organismo acude a las grasas y a los hidratos de carbono como combustible para la degradación de proteínas. Por lo contrario, dietas con exceso de energía bruta y con un consumo de proteínas por debajo del nivel requerido, ha llegado a mejorar la retención del nitrógeno, con lo cual se podría hablar de un balance de nitrógeno positivo en donde se retiene nitrógeno y a la vez se tendrá ganancias de peso (Torún et al, 2015).

Se puede observar que la dieta 1, perteneciente a la dieta de menor nivel de proteína, presenta 275.1 y 263.9 Kcal/ 100 g MS de energía bruta y de energía metabolizable respectivamente, siendo metabolizable por el animal el 96 % de la energía bruta contenida en el alimento, mientras que la dieta 2 posee 278.7 y 258.1 Kcal/ 100 g MS de energía bruta y metabolizable respectivamente, siendo metabolizado por el animal el 93 %, valor que es inferior a lo metabolizado por la dieta 1. La dieta 3 presenta 280.8 y 255.4 Kcal/ 100 g MS de energía bruta y metabolizable, siendo metabolizado por el animal el 91 % de la energía bruta. Con respecto a la dieta 4, perteneciente a la dieta de mayor contenido proteico, presenta 291.7 y 263.1 Kcal/ 100 g MS de energía bruta y metabolizable, respectivamente, siendo metabolizado por el animal el 92 % de la energía bruta contenida en el alimento.

La relación entre energía metabolizable y energía digestible (EM/ ED) en el mono nocturno presentó promedio de 0.99 para cada una de las dietas evaluadas, por lo que la relación de interconversión de la energía para las dietas estaría dada por:

$$EM = 0.99 * ED$$

**Tabla 18:** Media y desviación estándar de EB, ED, EM y metabolicidad de las dietas evaluadas

PARÁMETRO <sup>2</sup>	DIETA <sup>1</sup>			
	1	2	3	4
Energía Bruta de la dieta (Kcal/100 g)	275.1	278.7	280.8	291.7
Energía consumida (Kcal/día)	99.6 <sup>a</sup> ± 27.4	97.5 <sup>a</sup> ± 45.2	108.9 <sup>a</sup> ± 21.6	129.9 <sup>a</sup> ± 31.6
Energía digestible (Kcal/100g)	266.0 <sup>a</sup> ± 5.6	260.7 <sup>a</sup> ± 7.9	258.1 <sup>a</sup> ± 11.7	271.7 <sup>a</sup> ± 12.0
Energía metabolizable (Kcal/100g)	263.9 <sup>a</sup> ± 5.8	258.1 <sup>a</sup> ± 7.6	255.4 <sup>a</sup> ± 10.2	263.1 <sup>a</sup> ± 13.1
Relación EM/ED	0.99 <sup>a</sup> ± 0.004	0.99 <sup>a</sup> ± 0.003	0.99 <sup>a</sup> ± 0.006	0.99 <sup>a</sup> ± 0.006
Metabolicidad	0.96 <sup>a</sup> ± 0.02	0.93 <sup>a</sup> ± 0.03	0.91 <sup>a</sup> ± 0.04	0.92 <sup>a</sup> ± 0.04

<sup>ab</sup> Letras distintas en una misma fila son valores estadísticamente diferentes (p <0.05)

<sup>1</sup> Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína; D4: 22.24 % proteína

<sup>2</sup> Los valores para cada dieta representan el promedio y desviación estándar de cuatro repeticiones.

#### 4.7 Bioquímica sanguínea

Los resultados de los parámetros bioquímicos de *Aotus nancymae* al inicio y final de los períodos 1 y 4 se encuentran en la Tabla 19. Se puede observar que los parámetros sanguíneos no presentaron diferencias significativas al ser comparadas entre dietas ( $p > 0.05$ )

**Tabla 19:** Bioquímica sanguínea inicial y final resultantes de las dietas evaluadas

PARÁMETRO <sup>2</sup>	DIETA <sup>1</sup>			
	1 PROM ± DS <sup>3</sup>	2 PROM ± DS	3 PROM ± DS	4 PROM ± DS
<b>Inicial</b>				
Proteína (g/ dL)	5.9 ± 0.4	6.45 ± 0.21	6.65 ± 0.64	6.00 ± 1.13
Colesterol (mg/ dL)	264.7 ± 105.2	301.80 ± 108.05	252.90 ± 37.05	228.30 ± 84.99
Triglicéridos (mg/ dL)	215.3 ± 112.6	217.6 ± 42.8	202.6 ± 81.0	218.0 ± 92.3
Glucosa (mg/ dL)	121.3 ± 8.9	113.1 ± 29.8	158.0 ± 15.6	126.2 ± 8.7
Urea (mg/ dL)	17.5 ± 0.6	15.8 ± 3.5	17.9 ± 2.0	25.7 ± 2.5
<b>Final</b>				
Proteína (g/ dL)	6.3 ± 0.1	6.2 ± 0.3	6.9 ± 0.7	6.7 ± 1.3
Colesterol (mg/ dL)	261.6 ± 72.1	272.8 ± 2.2	235.3 ± 33.3	247.8 ± 42.9
Triglicéridos (mg/ dL)	232.4 ± 35.2	214.5 ± 21.2	198.6 ± 40.7	206.1 ± 17.4
Glucosa (mg/ dL)	114.9 ± 11.1	89.3 ± 7.5	120.7 ± 34.9	109.8 ± 26.5
Urea (mg/ dL)	18.1 ± 0.5	19.1 ± 1.4	20.8 ± 0.2	20.9 ± 3.1

<sup>1</sup> Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína; D4: 22.24 % proteína

<sup>2</sup> Los valores para cada dieta representan el promedio y desviación estándar de dos repeticiones de los periodos 1 y 4.

<sup>3</sup> Promedio y desviación estándar de cada parámetro.

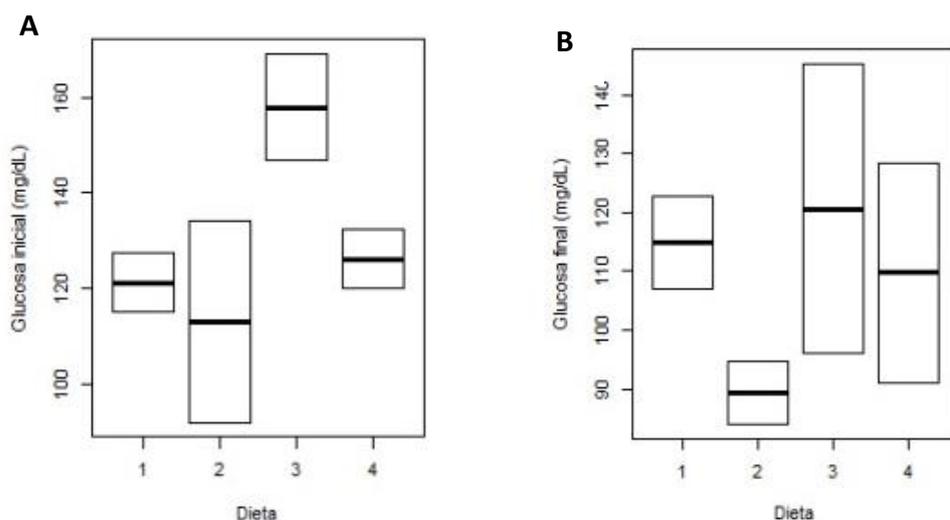
#### *Glucosa*

Los valores de glucosa finales en el estudio estuvieron comprendidos entre 89.3 y 120.7 mg/ dL, valores que oscilan dentro de lo reportado por Rodríguez (2012) y Ange y Van Heuhten (2008), quienes describieron valores de 91.45 mg/ dL y 120.72 mg/ dL de glucosa sanguínea respectivamente, para *Lagothrix lagotricha* criados en semicautiverio. Sin embargo, valores mayores a los encontrados en el presente estudio como 173 mg/ dL y 140.3- 268.3 mg/ dL han sido observados para *Saguinos fuscicullis* (Sodaro y Saunders, 1999; Varela, 2007). Estas diferencias podrían deberse al tipo de dieta, ya que los animales de los estudios

reportados fueron alimentados con frutas y estas, en exceso, suelen aportar niveles altos de carbohidratos y su exceso induce a la síntesis de lípidos de reserva.

Se puede observar que el nivel de glucosa en sangre aumenta, junto con los valores de proteína en sangre, es decir cuando hay menor asimilación de proteína, este es el caso de la dieta 3, cuyo valor de glucosa sérica es 120.7 mg/ dL. También se observa que los valores de este mismo parámetro disminuyen, cuando el nivel de proteína en sangre es bajo, cuando hay mayor asimilación de la proteína, es el caso de la dieta 2 con un valor de 89.3 mg/ dL de glucosa sanguínea. Por el contrario, Mendoza (2017) reportó que en manatí amazónico (*Trichechus inunguis*), a menor contenido de proteína sanguínea, se incrementaba la concentración de glucosa en sangre, y que, a mayor contenido de proteína sanguínea, el nivel de glucosa en sangre fue menor, debido a que el incremento en la asimilación de proteína por el animal provoca el aumento de síntesis de glucosa.

Los valores de glucosa sanguínea al inicio de los periodos están comprendidos entre 113.1 y 158.0 mg/ dL, valores que son mayores a los niveles de glucosa final obtenidos, sin presentar diferencias significativas entre ellos. Esto significa que las dietas evaluadas disminuyeron los niveles de glucosa sérica, podría deberse a que las dietas experimentales son de bajo índice glucémico (IG). El IG expresa la rapidez mediante la cual los carbohidratos son absorbidos, digeridos y llegan al flujo sanguíneo (Hollenbeck, 1986). En un estudio realizado por Liu et al. (2001), se observó una relación inversa entre el IG y el riesgo de desarrollar diabetes (a mayor IG, mayor riesgo de desarrollar diabetes). Por otro lado, Vengust y Col (2006) afirmaron que la disminución de glucosa puede darse por el ayuno prolongado, y a la vez estos niveles de glucosa pueden verse afectados por efectos de estrés y por anestésicos. Se puede concluir que las dietas ofrecidas a los animales Centro de Reproducción y Conservación de Primates (CRCP) antes del trabajo de investigación, presentaban niveles de carbohidratos elevados. (Figura 15)



**Figura 15:** Niveles de glucosa sanguínea inicial (A) y final (B) por dieta.

Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína; D4: 22.24 % proteína

### **Urea**

El rango del nivel de urea en sangre hallado fue de 18.1 - 20.9 mg/ dL, estos valores son ligeramente menores que los valores obtenidos por Ange- Van Heugten (2008) y Rodríguez (2012), para *Lagothrix lagothricha*, cuyos promedios para urea sérica fueron 24.37 mg/ dL y 26.97 mg/ dL respectivamente. Por otro lado, la concentración resultante de urea es ligeramente mayor a los valores reportados por Jaramillo y Pérez (2007), quienes obtuvieron un promedio de 15.4 mg/ dL para *Cebus albifrons*. Sin embargo, para esta última especie mencionada, Bastidas (2016) reportó un rango de 12- 38 mg/ dL, siendo valores muy similares a lo encontrado en el presente estudio para *Aotus nancymaae*.

Bastidas (2016) describió que el aumento en el nivel de urea en sangre puede deberse a una disminución de filtración glomerular, la cantidad de ingesta de agua, alimentos altos en proteína y ejercicio prolongado. Esto podría explicar el aumento de los niveles de urea sérica a medida que aumenta el nivel de proteína en la dieta, encontrándose mayor concentración de urea en la dieta 4.

Murray (1998), manifestó que niveles bajos de urea sérica no tiene mucha importancia clínica y puede deberse a una dieta pobre en proteínas, exceso de hidratación, fallo hepático porque el hígado es el encargado de descomponer las proteínas y, por tanto, está estrechamente relacionado con la producción de urea. En este contexto, Cramptonm y Harris (1979) manifestaron que una dieta baja en proteína y alta en hidratos de carbono puede

disminuir los niveles de urea. Esto podría explicar la baja concentración de urea en sangre en la dieta 1.

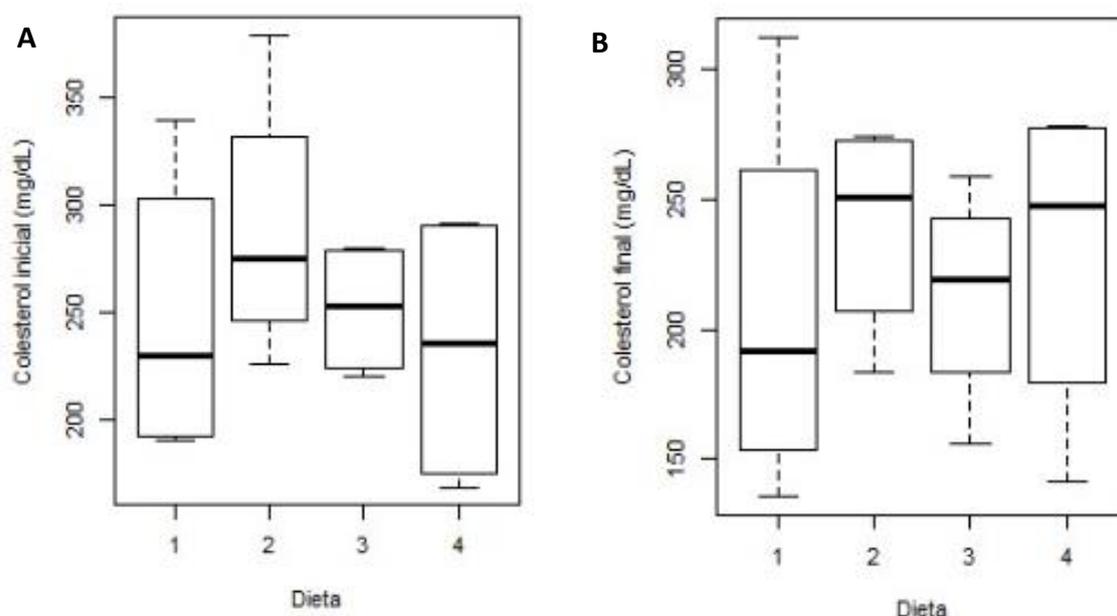
Se puede observar que en la dieta 4 el nivel de urea sanguínea inicial (25.7 mg/ dL) es mayor al nivel de urea sanguínea final (20.9 mg/ dL) a pesar de ser la dieta con mayor concentración de proteína. Esto puede deberse a que los animales antes del destete consumían leche materna y el alimento ofrecido por el CRCP, produciéndose un desbalance proteico. Si el nivel de proteína cruda dietario está en exceso y el animal utiliza menos cantidad de lo ofrecido para producir calor, habrá mayor desecho de urea que será eliminado en orina y en sangre. El nivel de ingestión de proteína no indica la cantidad de urea en sangre ni orina, sino, cuanto porcentaje de proteína ingerida es convertida a calor por el animal (Senterre, 1981)

### ***Colesterol***

En cuanto al colesterol, se obtuvo un rango de 235.3- 272.8 mg/ dL. El resultado es elevado al compararlo con el valor reportado por Bastidas (2016), quien encontró un rango de 84- 213 mg/ dL para *Cebus albifrons* criados en cautiverio. También es mayor al compararlo con estudios sobre *Lagothrix lagotricha* presentados por Ange- Van Heugten (2008) y Rodríguez (2012) con promedios de 53.1 mg/ dL y 133.2 mg/ dL respectivamente. Bruss (2008) describió que estos valores pueden aumentar en dependencia de la alimentación postprandial, también que las catecolaminas y corticosteroides generan un aumento en la concentración de colesterol. Estas situaciones podrían ser el caso de animales bajo restricción física o estrés.

Las dietas 1 y 2, cuyos niveles de proteína eran los más bajos, presentaron mayores niveles de colesterol en sangre que las dietas 3 y 4 al final de los periodos. Cabrera (1980) reportó que, en dietas con niveles bajos de proteína, hay un aumento de la capacidad de síntesis de colesterol en los tejidos hepático e intestinal, a los que se atribuye la síntesis del colesterol plásmático. Soler (1986), sugirió que la mayor demanda de colesterol por parte de los tejidos puede deberse a un mayor recambio de las células de los tejidos y al mismo tiempo también un mayor recambio del colesterol membrana para así mantener la integridad de los tejidos y las células que presentan este mayor recambio, posiblemente como consecuencia de la deficiencia de la proteína.

A pesar de que los valores de colesterol finales fueron mayores a los valores reportados por otros autores, estos valores fueron menores a los niveles de colesterol sanguíneo inicial. Este resultado podría deberse a que la dieta experimental presentó menor IG que la dieta ofrecida en el CRCP. Wolever y Cols (1986), al evaluar pacientes humanos hiperlipidémicos, observaron la reducción de colesterol y triglicéridos con dietas de bajo IG. (Figura 16)



**Figura 16:** Niveles de colesterol sanguíneo inicial (A) y final (B) por dieta  
 Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína; D4:  
 22.24 % proteína

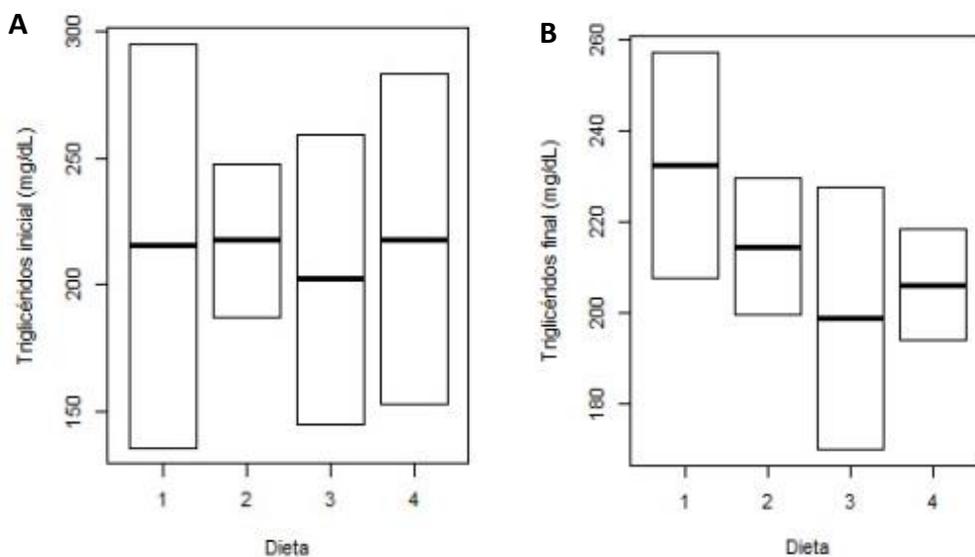
### ***Triglicéridos***

Respecto a los triglicéridos séricos, el resultado obtenido (198.60 - 232.40 mg/ dL) fue mayor a lo reportado por Ange-Van Heugten (2008) y Rodríguez (2012), quienes obtuvieron valores de 42 mg/ dL – 53.097 mg/ dL y 133.21 mg/ dL respectivamente.

Las dietas ricas en grasas pueden provocar una hiperlipemia postprandial compuesta por quilomicrones ricos en triglicéridos. La hipertrigliceridemia suele indicar quilomicronemia o incremento de lipoproteínas de muy baja densidad. Estos cambios pueden ser de origen primario a causa de alteraciones hereditarias en el metabolismo de las lipoproteínas o pueden ser secundarias a distintas alteraciones que incluyen las siguientes: Hipertrigliceridemia postprandial, hipotiroidismo, diabetes mellitus, enfermedad hepática, síndrome nefrótico, administración de corticoides exógenos (Sodikoff, 1996; Latimer et al., 2005). Todas las

causas anteriormente mencionadas se podrían descartar debido a que al momento de realizar la toma de muestras los animales se encontraban en ayunas, no mostraron signo de hipotiroidismo y los niveles de glucosa sérica y urea no se encontraban aumentados respecto a los valores previamente reportados como normales.

Estudios en humanos mencionan que existe una relación directa entre dietas con índice glucémico alto y niveles de lípidos sanguíneos (Jiménez- Cruz et al., 2003). Guyton (1989) detalla que cuando al organismo ingresa una cantidad de hidratos de carbono mayor de la que se puede utilizar de inmediato para obtener energía o para almacenarla en forma de glucógeno, el exceso se convierte enseguida en triglicéridos y se almacena en el tejido adiposo. Los triglicéridos formados en el hígado se transportan principalmente como lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) hasta el tejido adiposo donde se almacenan. Esto podría explicar porque la dieta 1 al contener mayor cantidad de carbohidratos, provocó mayor aumento del nivel de triglicéridos en sangre, 232.4 mg/ dL; y la dieta 3 al contener menor cantidad de carbohidratos, obtuvo el menor valor de triglicéridos sanguíneo, 198.6 mg/ dL.



**Figura 17:** Niveles de triglicéridos sanguíneo inicial (A) y final (B) por dieta  
Dietas: D1: 13.40 % proteína; D2: 18.27 % proteína; D3: 21.15% proteína;  
D4: 22.24 % proteína

### ***Proteína total***

En cuanto al nivel de proteína total en sangre se determinó un rango de 6.2- 6.9 g/ dL. Estos valores coinciden con lo reportado por Ampuero (2002), quien obtuvo un rango de 6.9- 8.1 g/ dL para *Aotus nancymae*. Los resultados también coinciden con valores encontrados en la literatura para *Cebus albifrons* por Fernández (2009), Mejía (2004) y Bastidas (2016) con 6.4 g/ dL, 6.6 g/ dL y 7.1 g/ dL respectivamente. Los valores reportados para *Lagothrix lagotricha* juveniles por Rodríguez (2012) con 6.1 g/ dL y Ange- Van Heugten (2008) con 7.1 g/ dL, también son similares a los resultados obtenidos.

Se puede observar que hay una relación directamente proporcional entre el nivel de extracto etéreo de la dieta con el nivel proteína sanguínea; es decir, conforme aumente el extracto etéreo dietario, los niveles de proteína sérica aumentan. Murray (1998), informó que los ácidos grasos en la sangre se transportan como ácidos grasos libres (AGL). En el plasma los AGL de los ácidos grasos de cadena larga se combinan con la albúmina; principal proteína de la sangre, y en la célula se enlazan a la proteína de manera que, en realidad nunca existen como libres, situación que es similar a los resultados obtenidos en esta investigación, ya que a mayor presencia de AGL, mayor cantidad de proteína sérica.

Según los resultados, también podemos observar que la concentración de proteína sanguínea es mayor cuando el nivel de proteína de la dieta aumenta. Los animales alimentados con la dieta 1 presentaron menores niveles de proteína sanguínea, mientras que los animales alimentados con la dieta 4, presentan los niveles más altos. Sin embargo, Maham y Scott-Stump (1998) afirmaron que una dieta alta en proteína no causa niveles altos de proteína sanguínea. Por otro lado, Bergsjö et al. (1993) describieron que un bajo consumo de proteína cruda puede disminuir la concentración de proteína total en sangre y, además, Matthews et al. (1998) demostraron que la concentración de proteína total en sangre aumenta cuando la utilización de proteína en cerdos mejoró, los cuales coinciden con el resultado del presente estudio.

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio se concluyen:

1. El nivel de proteína cruda en la dieta no afectó significativamente el desempeño zootécnico del mono nocturno (*Aotus nancymaae*) en crecimiento; sin embargo, el tratamiento dietario 3 (21.15 % PC) obtuvo mejores resultados respecto al consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.
2. El nivel de proteína cruda dietario no afectó el tiempo de tránsito y de retención máximo, no tuvo efecto sobre el coeficiente de digestibilidad de los nutrientes y no afectó significativamente la bioquímica sanguínea de los monos nocturnos (*Aotus nancymaae*) en crecimiento.
3. La dieta experimental utilizada en el presente estudio presentó bajo índice glucémico (IC) ya que disminuyó los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos en sangre al finalizar los periodos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Replicar el presente trabajo de investigación con los mismos niveles de proteína cruda en la dieta y utilizar más repeticiones para tener estimaciones cercanas de los requerimientos nutricionales del mono nocturno (*Aotus nancymaae*).
2. Seguir las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud para el estudio de biometría y análisis de bioquímica sanguínea en primates, para mantener los valores representativos.
3. Utilizar el tratamiento dietario 3 en la alimentación de monos nocturnos ya que evitaría el desarrollo de enfermedades comunes de estos primates en cautiverio como la diabetes.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, J. (2014). Evaluación de tres protocolos de contención química reversible en monos nocturnos (*Aotus vociferans*) en cautiverio. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. UNMSM. Lima- Perú.
- Almeyda, H. (1990). Constantes hematológicas en primates en cautiverio de la especie *Cebus apella* en el zoológico de San Miguel Lima. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Ampuero, G., Hung, Ch., Li, E. & Gálvez, C. 2002. Niveles séricos referenciales de bilirrubina, ALT, AST, GGT, proteína y albúmina en *Aotus nancymaae*. Rev INv Perú: 13 (2): 103-107.
- Ange van – Heugetn, K.D. (2008). Nutritional Analyses and Intervention in the Captive Woolly Monkey (*Lagothrix lagotricha*). Ph.D. Thesis. Wageningen Institute of Animal Sciences. The Netherlands: Wageningen University. 191p.
- Ange- Van, H., Verstegen, M., Swarts, H.; Bosch, G., Ferket, P., Ruijs, J. & Van Heugten, E. (2008). Effect of dietary inulin- type fructans on fecal dry matter and fecal cortisol in spider an woolly monkeys. British Journal of Nutrition. p. 133. Capter 7.
- Ankel-Simons, F. (2007). Primate Anatomy an Introduction. 3°ed. USA: Elsevier. p 19-26, 224-231.
- Aquino, R. & Encarnación, F. (1983). Aspectos de la dinámica Poblacional de *Aotus nancymaae* (Cebidae-Primates). Symposio de Primatología. Octubre 9-15, 1983.
- Aquino, R. & Encarnación, F. (1986). Characteristics and use of sleeping sites in *Aotus* (Cebidae primates) in the Amazon lowlands of Perú. American Journal of Primatology II: 319- 331.

- Aquino, R. & Encarnación, F. (1986). Population structure of *Aotus nancymaae* (Cebidae primates) in peruvian Amazon lowland forest. American Journal of Primatology II: 1- 7.
- Aquino, R., Puertas, P. & Encarnación, F. (1992). Evaluación post - captura de *Aotus vociferans* y *Aotus nancymae* en bosques de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica. 4(1): 145-155.
- Aquino R. & Encarnacion, F. (1994). Owl monkey populations in Latin America: Fieldwork and conservation. In: The owl monkey. Ed. Bare JF, Weller RE andKakoma I, Academic Press, San Diego, New York, pp. 59-95
- Arias, F. & Jaramillo, A. (2006). Establecimiento y evaluación de una dieta para monos tití gris (*Saguinos leucopus*) y estudio del comportamiento alimenticio en cautiverio en la fundación zoológico santa cruz. Tesis para optar el título de Zootecnista. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.
- Arenaza, V. (1996). Determinación de los coeficientes de digestibilidad y energía digestible del bagazo de marigol (*Tagetes erecta*) y subproducto de trigo (*Triticum sativum*) por calorimetría en el cuy (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima –Perú.
- Ayala, C. (2018). Crecimiento y desarrollo de los mamíferos domésticos. Resvista de Investigación Agropecuaria y de Recursos Naturales. Bolivia.
- Bastidas, B. (2016). Determinación de valores hematológicos y de bioquímica sanguínea en el mono machín (*Cebus albifrons*) en el zoológico de Tarquí y los centros de rescate de Yanacocha y paseo de los monos. Tesis para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Técnica de Ambato.
- Benjamín, M. (1962). Compendio de patología clínica Veterinaria. Editorial IOWA state university press, 216-232ps.
- Bennelt, AF. & Dawson, WR. (1976).Biology of the reptilia: Metabolism. New York; New York Academic Press.

- Bellamy, J.E.C. (1997) Clinical Chemistry, lecture notes and cases. Atlantic Veterinary College, University of Prince Edward Island. Charlottetown.
- Bergsjø, B., Langseth, W., Nafstad, I., Jansen J.K. & Larsen HJ. 1993. The effects of naturally deoxynivalenol- contaminated oats on the clinical condition, blood parameters, performance and carcass composition of growing pigs. *Vet Res Commun.* 17: 283- 94. Doi:10.1007/BF01839219.
- Bernuy, H. E. (1999). Determinación de la energía metabolizable del hominy feed por dos métodos en pollos de carne. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Tesis UNALM. Lima – Perú.
- Botero, M. (2004). Valor nutricional de forrajes arbustivos para cerdas adultas. Tesis para optar el título de Maestro en Ciencias Agrarias con énfasis en Producción Animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Colombia.
- Bondi, A. (1988). Nutrición Animal. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Bruggink, J. H. B. (1993). Utilización de concentrados de proteína de soja en dietas de animales jóvenes. In: Curso de Especialización FEDNA (9º., 1993. Barcelona). Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, España, s.e. pp. 175-196.
- Bush, B. (1982). Manual de Laboratorio Veterinario de Análisis Clínicos. Ed acribia.
- Bruss, M. (2008). Lipids and Ketones. En: Keneko J,J Harvey, M Bruss (ed). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5ta ed. Academic Press, California, USA, 81115.
- Bush, M., Custer, R.S., Whitley, J.C. & Smith, E.E. (1982). Hematologic values of captive golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*): variations whit sex, age, and health status. *Laboratory Animal Science* 32:294-297.
- Cabrera, H. (1980). Síntesis de colesterol y ácidos grasos en desnutrición proteica. Tesis Magister en Bioquímica, Universidad del Valle.
- Castaño, H., Cardona-Ramírez, D. & Botero, J. (2010). Ecología de mono nocturno en fragmentos de bosque subandino. En: Pereira-Bengoa V.; Stevenson P.; Bueno

- M; Nassar-Montoya F. (editores). *Primatología En Colombia: Avances Al Principio Del Milenio*. Primera edición. Fundación Universitaria San Martín. 258 pp.
- Campbell, N. (2011). *The Peruvian night monkey Aotus miconax; a comparative study of occupancy between Cabeza del Toro and Cordillera de Colán, Perú*. Master of Science Thesis. Oxford Brookes University, Oxford. 75 p.
  - Campos, L. J. (2007). *Evaluación nutricional del frijol mucuna (Stizolobium deeringianum) y su uso en la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde*. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en la Especialidad de Nutrición Animal. UNALM. Lima – Perú.
  - Cañas, C. (1998). *Alimentación y Nutrición Animal*. Pontificia Universidad católica de Chile. 2da Edición. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile.
  - Carmo, T. (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.
  - Cawthon-Lang, K.A. (2005). *Primate factsheets: owl monkey (Aotus) behavior*. Recuperado de [http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/entry/owl\\_monkey/behave](http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/entry/owl_monkey/behave)
  - Chapman, C. & Chapman, J. (1990). *Dietary variability in primate populations*. *Primates* 31; p.121-128.
  - Cheeke, P. (1995). *Alimentación y Nutrición* Ed. Acribia. Zaragoza, España.
  - Colding, J. & Folke, C. (1997). *The Relations Among Threatened Species, Their Protection, and Taboos*. *Conservation Ecology*.
  - Cornejo, F. & Palacios, E. (2008). *Aotus nancymaae*. In: IUCN 2011. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2011.2. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org/>

- Cornejo, F., Rylands, A., Mittermeier, R. & Heymann, E. (2008). *Aotus miconax*. En: UICN 2013. Lista Roja de Especies Amenazadas. Versión 2013.1. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org/>
- Church, C. D., Pond, W. G. & Maluenda, D. (1993). El ruminante: fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia. 569 p.
- Correa, C. (1994). Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima– Perú.
- Crampton, E. & Harris, L, (1979). Nutrición animal aplicada. Editorial acribia. Zaragoza- España. Segunda Edición. 754 p.
- Creighton, J.T., Le Duc, J. W., Staley, E.C., Binn, L.N., Marchwicki, R.H., Lemon, S.M., Keenan, C.M. & W.H. Bancroft. (1987). Induced oral infection of the owl monkey (*Aotus trivirgatus*) with hepatitis A virus. *Lab. Anim. Sci.* 37: 45-49.
- Crissey, S., Lintzenich, B. & Slifka, K. (2003). Diets for Callitrichids-management guidelines. In: Adapted from the AZA Callitrichid Husbandry Manual. American Association of Zoos and Aquariums. No.13; p.2-6.
- Defler, T. R. (2003). Primates de Colombia. Conservación internacional Colombia, Panamericana formas e impresos, Colombia, p 543.
- Defler, T. R. (2004). Primates of Colombia. Conservación Internacional Colombia. Santa Fe de Bogotá.
- Defler, T. R. (2010). Historia natural de los primates colombianos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de biología. p 20-62, 235-255, 612.
- Defler, T. R., Bueno M. L. & Hernandez-Camacho J. (2001). Taxonomic status of *Aotus hershkovitzi*: Its relationships to *Aotus lemurinus lenurinus*. *Neotropical primates.* 9(2):37-52.
- Defler, T. R. & Bueno, M. L. (2003). Karyological guidelines for *Aotus* taxonomy. *American Journal of Primatology.* 60 (Supl 1):134-135.

- Defler T. R., & M. L. Bueno. (2007). *Aotus* diversity and the species problem. *Primate Conservation* 22:55-70.
- Dehning, R. (1988). Interrelaciones entre nutrición y fertilidad. Centro Internacional de Capacitación en Desarrollo Pecuario. CICADEP. Serie monográfica N° 3. Medellín- Colombia. 53p.
- Dierenfeld, E.S. & Graffam, W.S. (1996). Manual de nutrición y dietas para animales silvestres en cautiverio (ejemplos para américa latina). Colombia. ZCOG Zoo conservation outreach group. New Orleans, USA. 42-43
- Dierenfeld, E.S. (2001). Manual de nutrición y dietas para animales silvestres en cautiverio. Departamento de Nutrición. Wildlife Conservation Society. Bronx, Zoo, New York City-U.S.A.
- Degoutte F., Jouanel P., Bègue R.J., Colombier M., Lac, G. & Pequignot, J.M.(2006). Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *Int J Sports Med.* 27(1): 9-18.
- Entrevista con Eduardo Valdés, Ph.D Nutriologist, WDW Animal Programs. 2008.
- Estrada, A. (1989). Comportamiento animal el caso de los primates. 3 ed. México. Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V. México.172 p, Sección de obras de Ciencia y tecnología. ISBN.
- Degoutte, F., Jouanel, P., Bègue, R.J., Colombier, M., Lac, G. & Pequignot, J.M. (2006). Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *Int J Sports Med.* 27(1): 9-18
- Dixson, A.F. (1983). The Owl Monkey (*Aotus trivirgatus*). Chapter 3. In: Hearn J. *Reproduction in new world primates, new model in medical Science.* International medical publishers, England, pp 69-113.
- Dixson, A.F. (1994). Reproductive biology of the owl monkey. Pp. 113-132. En: Baer, J.F., R.E. Weller & I. Kakoma (Eds.). *Aotus: the owl monkey.* Academic Press Inc., San Diego, California, USA.

- Dominy, N.J. & Lucas, P.W. (2001). Ecological Importance of Trichromatic Vision to Primates. *Nature* 410: 363-366.
- Elliot, D. (1913). A review of the Primates. New York U.S.A . American Museum of Natural History .1913. 606 p. biodiversity; american museum natural history; americana ; n° 1.
- Emmons, L.H. (1990). Neotropical rainforest mammals: A field guide. The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 121-123.
- Encarnación, F., Moya, L., Moro, J. & Málaga, C. (1990). Tema I: Proyecto Peruano de Primatología “Manuel Moro Sommo”. En: La Primatología en el Perú. Investigaciones Primatológicas (1973 – 1985). 1990. Lima: Facultad de Medicina Veterinaria. UNMSM.
- Fajardo- Patiño, A. & de la Ossa, V. (2014). Prueba de una dieta concentrada y suplementada con elementos naturales para primates neotropicales cautivos. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 6(1): 70- 85.
- Fernandez-Duque, E., M. Rotundo & C. Sloan. (2001). Density and population structure of owl monkeys (*Aotus azarai*) in the Argentinean Chaco. *American Journal of Primatology* 53: 99-108.
- Fernandez-Duque, E. (2003). Influences of moonlight, ambient temperature and food availability on the diurnal and nocturnal activity of owl monkeys (*Aotus azarai*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 54: 431-440.
- Fernandes, A. (2009). Perfil hematológico e bioquímico de Macacos prego (*Cebus spp.*, Erxleben, 1777) mantidos em cativeiro no estado da Paraíba
- Fernandez-Duque, E. (2007). Aotinae. Social monogamy in the only nocturnal haplorhines. In: Campbell C., Fuentes A, MacKinnon K, Panger M., Bearder S (Editores). *Primates in Perspective*. Oxford University Press. New York, Oxford. 139-154 pp.
- Fernandez-Duque, E. (2004). High levels of intrasexual competition in sexually monomorphic owl monkeys. *Int. J. Primatol.* 75(1):260.

- Fernandez-Duque, E. (2012). Owl monkeys *Aotus* spp in the wild and in captivity *Int. Zoo Yb.* 46: 80–94.
- Flurer, C.; Scheid, R. & Zucker, H. (1983). Evaluation of a pellet diet in a colony of marmosets and tamarins. *Lab. Anim. Sci.* 33, 264- 267.
- Ford, S. (1994). Taxonomy and distribution of the owl monkey. In *Aotus: The owl monkey.* (Ed. Bare JF, Weller RE and Kakoma I), Academic Press, San Diego, New York, pp. 1-59.
- Fowler, V. (1968). Body development and some problems of its evaluation in growth as development of mammals. Butter Worth, London.
- Garber, P. (1991). Seasonal variation in diet and ranging patterns in two species of tamarin monkeys. *American Journal of Physical Anthropology.* Vol. 88. P469-482.
- Garber, P.A. & S.R. Leigh. (1997). Ontogenetic variation in small-bodied new world primates: implications for patterns of reproduction and infant care. *Folia Primatologica* 68:1-22.
- García, A. (1998). *Fisiología veterinaria.* Mc Graw- Hill. P 515.
- García, A. R. (2009). Determinación de la energía digestible de residuos seco de cervecería y raicilla de malta en cuyes. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú.
- Giraldo, A., Bueno, M. L., Silva, E., Ramírez, J., Umaña, J. & Espinal, C. (1986). Estudio Citogenético de 288 *Aotus* Colombianos. *Biomedica*; 6(1-2):5-13.
- Gomez, B. C. & Vergara, V. (1993). Fundamentos de Nutrición y Alimentación. I Curso Nacional de Capacitación en Crianzas Familiares. PG 30-50 INIA – EELM - EEBI.
- Gozalo, A. (1985). Aspectos clínicos de la asociación de Ketamina y Xilacina en *Aotus* sp. (musmuqui o mono nocturno). Tesis de médico veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lime-Perú.

- Gozalo, A. (1986). Aspectos clínicos de la asociación de Ketamina y Xilacina en *Aotus* sp. La Primatología en el Perú. Investigaciones Primatológicas (1973-1985). Proyecto Peruano de Primatología “Manuel Moro Sommo”, DGCF- IVITA- OPS-OMS. Imp. Propaceb. Lima- Perú. 579 p.
- Gregory, P. & Simon, M. (2008) “Biometrics For Dummies”, Estados Unidos. Recuperado de <http://www.freelibros.com/revistas/biometrics-for-dummies.html>
- Groves, C.P. (2001). Primate Taxonomy. American journal of physical anthropology 118: 406–409.
- Guyton A. (1989). Fisiología y fisiopatología básica. 9ª ed. EE. UU. : Mc Graw Hill. 1263p.
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. (1999). Manual de tratado de fisiología médica. Pp 640-649. Ed. McGraw- Hill/ Interamericana. Madrid, España.
- Hammond, J. (1960). Ganadería tropical. El ateneo, BS. AS. pp. 155-170.
- Hernández-Camacho J. & Cooper, R. W. (1976). The nonhuman primates of Colombia. In: Thorington Jr. & Heltne P. G. Neotropical primates: field studies and conservation. Natural Academy of sciences, Washington, D.C. pp. 35-69.
- Hernandez- Camacho & Defler, T. (1989). Algunos aspectos de la conservación de primates no humanos en Colombia. En: La Primatología en Latinoamérica.
- Hershkovitz, P. (1983). Two new species of night monkeys, genus *Aotus* (Cebidae, Platyrrhini): A preliminary report on *Aotus* taxonomy. American Journal of Primatology 4:209-243.
- Hershkovitz, P. (1977). Living New World Monkeys (Platyrrhini). Vol. 1., University of Chicago press, Chicago. apud DEFLER, T.R. Historia natural de los primates colombianos. 2d Edición. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia. 2004. p 612. ISBN 978-458-719-456-2.
- Hollenbeek, C.B., Coulston, A.M., & Reaven, G.M. (1986). Glycemic effects of carbohydrates: a diferente perspective. Diabetes care, 9: 641- 647.

- Huayhua, V. (2008). Determinación de los coeficientes de digestibilidad y energía digestible del bagazo de marigol (*Tagetes erecta*) y subproducto de trigo (*Triticum sativum*) por calorimetría en el cuy (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú.
- [IICA] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (1989). Patología Clínica Veterinaria. Seminario-Taller sobre Patología Clínica Veterinaria. Asunción, Paraguay.
- IDEXX. (2014). IDEXX VetTest\* Chemistry Analyer. Operator´s Manual 32-43pp
- IDEXX Laboratories. Guías de Interpretación Rápida. Recuperado de <http://www.idexx.es/smallanimal/referencelaboratories/support/interpretation-guide.html>
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). (2018). Red List of Threatened Species. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org/details/22102/0>
- Jacobs, G., Deegan, J., Neitz, J., Crognale, M. & Neitz, M. (1993). Photopigments and color vision in the Nocturnal Monkey, *Aotus*. *Vision Research*. 33(13): 1773-1783.
- Jaramillo, S. & Pérez, A. (2007). Parámetros hematológicos y Química sanguínea en primates de las familias Atelidae y Cebidae del centro de atención y valoración de fauna silvestre (CAV) y zoológico Santa Fe-Medellín. Grupo de Investigación INCA-CES. Colombia.
- Jiménez, G. (2009). Nutrición en el manejo de psitácidas y primates neotropicales. EN: Revista Memoria de conferencia interna en medicina y aprovechamiento de fauna silvestre, exótica y no convencional. 4(2):75-81.
- Jiménez – Cruz, A., Seimandi – Mora, H, & Bacardi – Gascon, M. (2003). Efecto de dietas con bajo índice glucémico en hiperlipidémicos. *Nutr. Hosp.* XVIII (6) 331-335.

- Jiménez, G. (2008). Nutrición en el manejo de psitácidas y primates neotropicales. EN: Revista Memoria de conferencia interna en medicina y aprovechamiento de fauna silvestre, exótica y no convencional. 4.(2):75-81.
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W. & Bruss, M. L. (1997). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 890–894.
- López, S., Biondo, A. & Santos, A. 2007 Manual de Patología Clínica Veterinaria. 3ª ed. Universidade Federal de Santa María.
- Kerr, B., Souththern, L., Bidner, T., Friesen, K. & Easter, R. (2003). Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing- finishing pig performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 81: 3075-3087.
- Kirkwood, J.D., Epstein, M.A. & Terlecki, A.J. (1983). Factor in influencing population growth of colony of cotton-top tamarins. *Lab. Anim. Sci.* 17:35-41.  
KIRKWOOD, J.D. 1983. Effects of diet on health, weight and litter size in captive cotton-top tamarins *Saguinus oedipus*. *Primates* 24(4):515-520.
- Kolb, E. (1976). Fisiología veterinaria. Zaragoza, Acribia. 569 p.
- Larson, M.H., Birgel, E.H., Benesi, F.J., Birgel, E., Lazaretti, P., Fedullo, J.D., Larsson, C.E. ... Prada, C. (1999). Hematological value of *Cebus apella* anesthetized with ketamine. *Sao Paulo. Brazilian Journal Veterinary and Animal Science.* 36(3).
- Liu, S., Manson, J. E., Stampfer, M.J., Holmes, M.D., Hu, F.B., Hankinson, S.E. & Willett, W.C. (2001). Dietary glycemic load assessed by food frequency questionnaire in relation to plasma high- density- lipoprotein cerols in post menopausal women. *Am J Clin Nutr*, 73(3): 560- 566.
- López, S. (2007). Manual de Patología Clínica Veterinaria. 3ª ed. Centro de Ciências Rurais. Universidad Federal de Santa María
- Lucas, P., Dominy, N., Riba-Hernandez, P., Stoner, K., Yamashita, N., Loría-Calderón, E., Petersen P.W.,... Darvell, B. (2003). Evolution and function of routine

- trichromatic vision in primates. *The Society for the Study of Evolution* 57 (11): 2636-2643.
- 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 PósGraduação do INPA.
  - Ma, N. S. F. (1981). Chromosome Evolution in the Owl Monkey, *Aotus*. *American Journal Physical Anthropology*. 54:293-303.
  - Matthews, J.O., Gentry L.R, Chapa A.M., Higbie A.D., Southern, L.L. & Fernandez LM. (1998). Changes in plasma metabolites and hormones in pigs relative to time of feeding. *J Anim Sci*. 76 (suppl 1): 168. doi: 10.2527/1998.7692444x.
  - Maynard, A., J, K, Loosli, J., Hintz, H. & Warner, R. (1981). *Nutrición Animal* (7ª Ed). McGraw – Hill Book Company. New York, N. Y.
  - Mayor, P. & López, C. Atlas de anatomía de especies silvestres de la amazonía peruana. Recuperado de <https://atlasanatomiaamazonia.uab.cat/atlas.asp?texto=2>
  - Mc Donald, E. (1999). *Nutrición animal*. Editorial Acribia S.A. 5ª ed. Zaragoza. España. P. 576.
  - McDonald, P., Edwards, R. & Greenhald, Y.J. (2002). *Nutrición Animal*. 3ª Edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
  - Medway, W., Prier, J. & Wilkinson J. (1986). *Patología Clínica Veterinaria*. 1ª ed. México: Editorial Hispano Americana. 388p.
  - Medway, W., Prior, J. & Wilkinson, J. (1990). *Patología Clínica Veterinaria*, Editorial UTEHA. México.
  - Meireles, B., Goldschmidt, B., Resende, F.C., Lopes, C. & Nascimento, L. (2015). Neotropical primate nursery in a squirrel monkey breeding unit in Brazil. *En: Lab Anim OnlineFirst*: 4 febrero, p 1-6.

- Mejia. (2004). Tesis Componentes Bioquímicos Sanguíneos hepáticos del Machin Negro (*Cebus apella*).
- Mendoza, P. (2017). Evaluación del estado nutricional del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) lactante alimentado con cuatro diferentes dietas no convencionales. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima, Perú.
- Milton, K. (1981). Food choice and digestive strategies of two sympatric primate species. *American Naturalist*. 117:496-505.
- Monsalve, M. & Defler, T. (2010). An *Aotus* Karyotype from Extreme Eastern Colombia. *Primate Conservation*. 25:21-26.
- Morales-Jiménez A. L., Sanchez F., Poveda K. & Cadena A. (2004). Mamíferos terrestres y voladores de Colombia, guía de campo. Bogotá, Colombia, p. 248.
- Morales-Jiménez, A.L., Link, A., Cornejo, F. & Stevenson, P. (2008). *Aotus vociferans*. En: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2013.1. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org/species/41544/0>
- Morin, M. (1980). Progress report #8 on “Wasting Marmoset Syndrome. Bethesda:Dept. HEW, PHS, NIH.
- Morrison, F.B. (1980). Alimentos y alimentación del ganado. Tomo 5. Editorial Hispano Americana. México.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A. & Rodwell, V.W. (2001). Bioquímica de Harper. 15ª ed. México: El Manual Moderno. p 243 - 254.
- Murray, R. (2001). Bioquímica de Harper. Editorial el Manual Moderno. México D.F. 15ª Edición. 1041 p.
- National Research Council (NRC). (1978). Nutrient Requirements of Nonhuman Primates. National Academy Press. Washington D.C., United States of America
- National Research Council (NRC). (1994). Nutrient Requirements of poultry. Washington, D.C.

- National Research Council (NRC). (1998). Nutrient Requirements of poultry. Washington, D.C.
- National Research Council (NRC). (2003). Nutrient Requeriments of Nonhuman Primates, Second Revised Edition. 285p.
- Pacheco, V., Cadenillas, R., Salas, E., Tello, C. & Zeballos, H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista peruana de biología* 16(1): 5- 32
- Power, M. & Oftedal, O. (1996). Differences among captive Callitrichids in the digestive responses to dietary gum. *American Journal of Primatology*. 40: 131- 144
- Robbins, C. (1993). *Wildlife and Nutrition: second edition*. Department of Natural Resources Science and Zoology. Washington State University. Pullman, Washington. Academic press. San Diego, U.S.A. p. 13-17
- Robbins, C. T. (1993). *Wildlife feeding and nutrition*. Academic Press. 2nd Edition.
- Rodríguez, K. (2012). Valores hematológicos de bioquímica sérica del mono choro común (*Lagothrix lagotricha*) criado en semicautiverio en lagunas, Loreto. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. UNMSM. Lima. Perú. Recuperado de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1539/1/Rodriguez\\_hk.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1539/1/Rodriguez_hk.pdf)
- Rotundo, M., Fernandez-Duque, E. & Dixson, A. (2005). Infant development and parental care in free-ranging *Aotus azarai azarai* in Argentina. *International Journal of Primatology* 26: 1 459-1 473.
- Ruiz-García, M., Vásquez, C., Camargo, E., Leguizamón, N., Gálvez, H., Vallejo, A., Pinedo, M.,... Alvarez, D. (2011). Molecular Phylogenetics of *Aotus* (Platyrrhini, Cebidae) *Int J Primatol* 32:1218–1241.
- Ruiz-García, M., Banguera, E., Galvéz, H. & Alvarez, D. (2003). Discriminación de especies de los géneros *Saimiri* y *Aotus* mediante la técnica RAPD STRPs: un estudio preliminar para la identificación de diferencias interespecíficas. Pereira-Bengoia V; Nassar-Montoya F y Savage A. *Primatología del Nuevo Mundo*. Centro de Primatología Araguatos, Bogotá, Colombia, pp. 207-218.

- Ruiz-García, M. & Vallejo, A. (2005). Análisis de parámetros genético poblacionales y filogenéticos en siete taxones del género *Aotus* mediante la aplicación de trece microsatelites de ADN y craneometría. Memorias 1º Congreso Colombiano de Primatología, Bogotá, Colombia.
- Ruiz-García, M., Vásquez, C., Camargo, E., Castellanos-Mora, L.F. & Gálvez, H. (2013). Molecular Genetics Analysis of mtDNA COII Gene Sequences Shows Illegal Traffic of Night Monkeys (*Aotus*, Platyrrhini, Primates) in Colombia. *Journal Primatology*. 2:107.
- Ruíz-Rodríguez, J. (2013). Aproximación al análisis de bioquímica sanguínea y uroanálisis en animales silvestres y especies no convencionales. In Memorias de la Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y no Convencional. 9(1):58-67.
- Ruiz, M. & Zambrano, E. (2015). Evaluación del efecto nutricional de un alimento balanceado en primates de la especie *Cebus albifrons* en condiciones ex situ. Tesis para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Cooperativa de Colombia. Bucaramanga- Colombia.
- Rylands, A. & Rodriguez, E. An Assessment of the Diversity of New World Primates. 8(2): 83-84.
- Rylands, A.B., Boubli, J.P., Mittermeier, R.A., Stevenson, P., Palacios, E. & de la Torre, S. (2009). *Cebus macrocephalus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Schiere, J. (1990). Backyard rabbit farming in the tropics. 3<sup>rd</sup> ed. Wageningen: Agrodok Publication.
- Sentere, J. (1981). Balance nitrogenado y requerimiento de proteínas en lactantes pretérmino. (Adaptación al español de Dra. Maria Eugenia Radrigán). *Rev. chil. Pediatr.* Vol.52 n°.4 Santiago. <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41061981000400001>
- SERFOR, (2018). Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú. Lima, Perú. Primera edición. 360-361p.

- Shanee, S., Allgas, N., Shanee, N. (2013). Preliminary observations on the behavior and ecology of the Peruvian night monkey *Aotus miconax*: Primates in a remnant cloud forest patch, north eastern Peru. *Tropical Conservation Science*. 6(1):138-148.
- Shanee, S. & Shanee, N. (2011). Observations of Terrestrial Behavior in the Peruvian Night Monkey (*Aotus miconax*) in an Anthropogenic Landscape, La Esperanza, Peru. *Neotropical Primates*, 18(2):55-58.
- Schuler, M. & Abee, C. (2005). Squirrel Monkeys (*Saimiri*). Enrichment for nonhuman primates. National Institutes of Health. Maryland, United States. 16p.
- Smith, B. (1990). Large animal internal medicine. Tomo I, pp. 406- 408, 437- 441. Ed. Mosby Company. Missouri, USA.
- Sri Kantha, S. & J. Suzuki. (2006). Sleep profile and longevity in three generations of a family of captive Bolivian *Aotus*. *International Journal of Primatology* 27: 779-790.
- Soler, W., Rodriguez, D., Angarita, B. & Corredor, C. (1986). Efecto de la dieta sobre lípidos de la sangre y el hígado en ratas. *Salud Uninorte*. Barranquilla (col.), 3(1): 19- 29.
- Tapiador M., (2005) “Tecnologías Biométricas Aplicadas a la Seguridad”, Editorial, Rama. España
- Thorington, R., Muckenhirn, N. & Motgomery, G. (1976). Movements of a wild night monkey (*Aotus trivirgatus*) in: Thorington RW, editors. *Neotropical primates: Field studies and conservation proceedings of a symposium on the distribution and abundance of neotropical primates*. Washington, DC: National Academic of Science, pp. 32-34.
- Torún, B. & Young R. (2015). Interaction of energy and protein intakes in relation to dietary requirement: food and agricu the United Nations University Lture organization of the united nations, world health organization. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/meeting/004/aa050e/aa050e00.htm>

- Urdampilleta, A., López-Grueso, R., Martínez- Sanz, J. & Mielgo- Ayuso, J. (2014). Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de salud y el estado nutricional en los deportistas. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 18 (3): 155-171.
- Van Weyenberg, S., Sales, J. & Janssens, G. P. J. (2006). Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: A review. *Livestock Science*, 3- 12. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.04.008>
- Varela, N. (2005). Consideraciones anatómicas de importancia clínica en los primates neotropicales. *Revista de la Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre Volumen 1 N° 1*. Recuperado de <http://www.veterinariosvs.org/redvvs/ravvs/AnatPrim.pdf>
- Vega, M. (2009). Digestibilidad aparente y tiempo de pasaje con óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como marcador de un grupo de titi gris (*Saguinos leucopus*) en cautiverio. Tesis para optar el título de Zootecnista. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.
- Vengust, G., Zele, D. & Kobal, S.; A Col. (2006). Haematological and biochemical values of farmed fallow deer (*dama dama*) after using different methods of capture. *Veterinarski Arhiv*. 76: S189-197.
- Verlangieri, A.J., DePriest, J.C. & Kapeghian, J.C. (1985). Normal serum biochemical, hematological, and EKG parameters in anesthetized adult male *Macaca fascicularis* and *Macaca arctoides*. *Lab. Anim. Sci*. 35: 63-66.
- Wallach, J.D. & Boever, W.J. (1983). Primates. In: *Diseases of exotic animals- Medical and Surgical Management*. Philadelphia. WB Saunders Company. p 3-123.
- Willard, M., Tuedten, H. & Turnwald, G. (2001). *Diagnóstico clinicopatológico práctico en los pequeños animales*. 3ª Ed. Intermédica. Buenos Aires, Argentina.
- Wolever, T. & Jenras, J. (1986). The use of the glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *Am J Clin Nutr*; 167- 172.

- Wright, P.C. (1981). The night Monkeys, Genus *Aotus*. In: Coimbra-Filho AF, Mittermeier RA, editors. Ecology and Behavior of Neotropical Primates. Vol I. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, pp. 211-239.
- Wright, P.C. (1984). Biparental care in *Aotus trivirgatus* and *Callicebus moloch*. In: Liss AR, editor. Female Primates by Women Primatologist. New York: 59-75.
- Wright, P.C. (1985). Ecological correlates of monogamy in *Aotus* and *Callicebus*. In: Else JG, Lee PC, editors. Primate ecology and conservation. Cambridge University Press, pp. 159-167.
- Wright, P.C. (1985). The costs and benefits of nocturnality for the night monkey (*Aotus trivirgatus*). Doctoral Thesis. City University of New York, New York, USA. 313 pp.
- Wright P.C. (1994). The behavior and ecology of the owl monkey. Chapter 3 In: The owl monkey. (Ed. Bare JF, Weller RE and Kakoma I), Academic Press, San Diego, New York, pp. 97-112.
- Zapata, W. & Fajardo, H. (1997). Manual de química sanguínea veterinaria. (Online), Monografía.com.web. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos/quimsangvet.shtml#tu>.
- Zunino, GE., Galliari, C.A. & Colillas, O J. (1985). Distribución y conservación del Mirikina (*Aotus azarae*) en argentina: Resultados preliminares. A Primatologia no Brasil; 2:305-316.

## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 1:** Composición nutricional del plátano maduro

<b>NUTRIENTES (%)</b>	<b>plátano maduro</b>
Proteína Total	1.2
Extracto Etéreo	0.2
Fibra Cruda	2.6
Carbohidratos Totales	29.6
Cenizas	0.9
Humedad	68.1
Energía (Kcal)	103

FUENTE: INS, 2018

**Anexo 2:** Análisis de varianza del consumo de alimento total en base seca

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Período	3	13860	4620	0.62	0.626
Animal	3	304554	101518	13.66	0.004
Tratamiento	3	48670	16223	2.18	0.191
Error	6	44581	7430		
Total	15	411664			

**Anexo 3:** Análisis de varianza del consumo de proteína total en base seca

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Período	3	569.7	189.9	1.20	0.387
Animal	3	8302.1	2767.4	17.49	0.002
Tratamiento	3	10277.4	3425.8	21.65	0.001
Error	6	949.4	158.2		
Total	15	20098.4			

**Anexo 4:** Análisis de varianza del peso vivo final

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Período	3	21979	7326.2	135.05	0.000
Animal	3	139935	46644.9	859.81	0.000
Tratamiento	3	3857	1285.6	23.70	0.001
Error	6	326	54.3		
Total	15	166096			

**Anexo 5:** Análisis de varianza de la ganancia de peso

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Período	3	4502	1500.7	2.95	0.120
Animal	3	3296	1098.7	2.16	0.194
Tratamiento	3	3012	1004.0	1.97	0.220
Error	6	3054	509.0		
Total	15	13864			

**Anexo 6: Análisis de varianza de la Conversión Alimenticia**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Período	3	3175	1058.4	1.84	0.280
Animal	3	2668	889.3	1.54	0.334
Tratamiento	3	1656	552.1	0.96	0.493
Error	4	2303	575.8		
Total	13	10670			

**Anexo 7: Análisis de varianza de la Eficiencia de Utilización del Alimento**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Período	3	23.26	7.754	1.16	0.428
Animal	3	87.08	29.027	4.35	0.095
Tratamiento	3	44.71	14.902	2.23	0.227
Error	4	26.70	6.675		
Total	13	172.22			

**Anexo 8: Análisis de varianza de la Relación de la Eficiencia Proteica**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Período	3	552.9	184.31	1.95	0.263
Animal	3	2351.3	783.75	8.31	0.034
Tratamiento	3	1641.2	547.06	5.80	0.061
Error	4	377.3	94.31		
Total	13	4386.6			

**Anexo 9:** Temperatura y humedad ambiental durante los cuatro periodos de evaluación

<b>Período</b>	<b>Fecha</b>	<b>Temperatura in (°C)<sup>1</sup></b>	<b>Temperatura out (°C)<sup>1</sup></b>	<b>Humedad (%)<sup>1</sup></b>
1	13/09/2019	30.50	30.75	65.00
	14/09/2019	29.90	30.40	72.50
	15/09/2019	30.00	30.65	77.50
	16/09/2019	29.05	30.25	68.50
	17/09/2019	30.85	31.50	65.50
	18/09/2019	32.10	30.80	63.00
	19/09/2019	29.90	29.95	62.00
	20/09/2019	28.10	28.30	71.50
	21/09/2019	26.70	29.75	80.00
	22/09/2019	29.65	30.80	71.50
	23/09/2019	29.20	30.05	70.00
	24/09/2019	24.80	26.50	82.50
	25/09/2019	28.40	29.50	78.00
	26/09/2019	27.40	28.00	77.50
	27/09/2019	27.20	28.95	81.50
<b>PROMEDIO</b>		28.92	29.74	72.43

<b>Período</b>	<b>Fecha</b>	<b>Temperatura in (°C)<sup>1</sup></b>	<b>Temperatura out (°C)<sup>1</sup></b>	<b>Humedad (%)<sup>1</sup></b>
	10/10/2019	28.80	29.65	85.00
	11/10/2019	30.50	29.45	73.50
	12/10/2019	27.10	27.80	81.50
	13/10/2019	26.40	28.25	77.00
	14/10/2019	27.05	27.80	84.00
	15/10/2019	26.95	27.40	81.00
	16/10/2019	26.20	28.50	82.50
2	17/10/2019	25.20	27.25	75.50
	18/10/2019	28.70	28.95	75.00
	19/10/2019	28.25	28.90	76.00
	20/10/2019	27.45	28.80	83.00
	21/10/2019	27.00	28.95	82.50
	22/10/2019	28.35	30.35	76.00
	23/10/2019	26.60	29.00	80.50
	24/10/2019	25.95	27.15	80.50
<b>PROMEDIO</b>		27.37	28.55	79.57

<b>Período</b>	<b>Fecha</b>	<b>Temperatura in (°C)</b>	<b>Temperatura out (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>
	8/11/2019	27.10	27.35	80.00
	9/11/2019	26.35	27.55	77.00
	10/11/2019	26.40	28.55	83.00
	11/11/2019	27.70	28.80	82.50
	12/11/2019	25.85	27.10	84.50
	13/11/2019	28.40	28.95	81.00
	14/11/2019	28.05	28.60	83.00
3	15/11/2019	26.80	28.65	83.50
	16/11/2019	24.40	26.70	89.00
	17/11/2019	27.70	29.20	80.50
	18/11/2019	28.10	30.60	87.00
	19/11/2019	24.95	26.75	88.00
	20/11/2019	26.65	27.45	86.00
	21/11/2019	26.60	27.10	82.50
	22/11/2019	26.25	28.00	86.50
<b>PROMEDIO</b>		26.75	28.09	83.60

<b>Período</b>	<b>Fecha</b>	<b>Temperatura in (°C)<sup>1</sup></b>	<b>Temperatura out (°C)<sup>1</sup></b>	<b>Humedad (%)<sup>1</sup></b>
	11/12/2019	27.30	25.80	83.00
	12/12/2019	27.25	29.30	80.50
	13/12/2019	27.00	29.05	81.00
	14/12/2019	26.85	28.60	85.00
	15/12/2019	24.75	27.00	89.50
	16/12/2019	25.95	29.05	88.50
	17/12/2019	29.65	30.35	84.50
4	18/12/2019	25.45	27.10	87.00
	19/12/2019	25.65	27.85	87.50
	20/12/2019	26.25	28.65	82.50
	21/12/2019	25.50	26.40	87.00
	22/12/2019	27.65	29.25	82.00
	23/12/2019	24.30	24.25	91.50
	24/12/2019	25.25	25.50	87.00
	25/12/2019	29.75	31.40	70.50
<b>PROMEDIO</b>		26.57	27.97	84.47

**Anexo 100:** Resultado de los pesos, ganancia de pesos, consumo de alimento, conversión alimenticia, relación de la eficiencia proteica y eficiencia de utilización del alimento

Periodo	Animal	Dieta	P.V.I <sup>1</sup> (g)	P.V.F <sup>2</sup> (g)	G.P <sup>3</sup> (g)	Consumo/15 días	Consumo/ día	C.A <sup>4</sup>	E.U.A <sup>5</sup>	P.E.R <sup>6</sup>
1	1	1	528	560	32	497.72	33.18	15.55	6.43	48.00
1	2	3	616	728	112	678.11	45.21	6.05	16.52	78.10
1	3	2	558	580	22	773.51	51.57	35.16	2.84	15.57
1	4	4	456	474	18	545.64	36.38	30.31	3.30	14.84
2	1	4	596	630	34	524.42	34.96	15.42	6.48	29.16
2	2	2	732	766	34	692.28	46.15	20.36	4.91	26.88
2	3	1	574	604	30	601.77	40.12	20.06	4.99	37.22
2	4	3	494	510	16	534.67	35.64	33.42	2.99	14.15
3	1	3	630	658	28	440.74	29.38	15.74	6.35	30.04
3	2	1	774	756	-18	711.91	47.46	-39.55	-2.53	-18.88
3	3	4	656	662	6	736.63	49.11	122.77	0.81	3.66
3	4	2	524	512	-12	325.87	21.72	-27.16	-3.68	-20.16
4	1	2	676	694	18	306.44	20.43	17.02	5.87	26.42
4	2	4	758	830	72	865.31	57.69	12.02	8.32	45.55
4	3	3	666	704	38	673.40	44.89	17.72	5.64	26.68
4	4	1	508	526	18	361.93	24.13	20.11	4.97	37.13

<sup>1</sup>Peso vivo inicial, <sup>2</sup>Peso vivo final, <sup>3</sup>Ganancia de peso, <sup>4</sup>Conversión alimenticia, <sup>5</sup>Eficiencia de utilización del alimento, <sup>6</sup>Relación de eficiencia proteica

**Anexo 111:** Resultados de las mediciones biométricas de las cuatro crías de mono nocturno durante los 4 periodos de evaluación

P.V <sup>1</sup>	LC <sup>2</sup>	LCA <sup>3</sup>	AC <sup>4</sup>	PC <sup>5</sup>	CA <sup>6</sup>	CT <sup>7</sup>	LB <sup>8</sup>	LP <sup>9</sup>	LPI <sup>10</sup>	API <sup>11</sup>	LM <sup>12</sup>	AM <sup>13</sup>	LCO <sup>14</sup>
528.0	27.6	5.9	9.1	17.5	10.9	14.6	13.9	16.2	8.9	2.4	5.4	2.2	33.9
616.0	29.9	7.3	9.0	17.2	11.7	15.8	12.8	15.7	8.8	2.7	5.6	2.5	37.7
558.0	28.1	5.1	7.7	17.2	12.9	15.2	13.6	16.4	8.6	2.5	5.5	2.5	33.9
456.0	23.5	6.0	6.2	16.2	11.3	16.2	12.1	15.4	7.5	2.3	4.7	2.6	25.5
560.0	30.1	6.2	9.8	17.5	12.1	16.0	13.9	17.6	9.0	2.4	5.5	2.5	33.9
728.0	29.9	7.3	9.6	17.9	13.9	17.4	13.9	17.6	8.8	2.7	5.9	2.6	37.7
580.0	28.3	5.2	8.7	17.5	13.7	15.8	13.6	16.4	8.6	2.5	5.5	2.5	35.2
474.0	23.7	6.0	7.5	16.2	11.9	16.2	13.1	15.4	7.8	2.4	5.0	2.6	26.4
596.0	30.1	6.0	9.8	17.5	13.3	15.7	14.5	17.9	9.0	2.7	5.8	2.5	33.9
732.0	30.0	7.3	9.6	18.2	15.2	17.1	15.8	17.7	9.1	2.7	5.9	2.5	37.7
574.0	30.3	5.8	9.7	17.6	14.2	16.9	13.9	16.6	8.6	2.6	5.5	2.7	35.2
494.0	25.5	6.0	8.1	16.2	16.0	16.7	13.1	15.4	7.9	2.4	5.0	2.6	26.4
630.0	30.2	6.0	9.8	18.7	14.5	15.3	14.5	17.9	9.0	2.7	5.8	2.5	34.2
766.0	30.2	7.3	10.5	18.3	15.3	18.0	15.8	17.7	9.1	2.7	5.9	2.6	37.7
604.0	30.3	6.4	9.7	18.6	14.2	15.1	14.8	17.2	8.6	2.6	5.5	2.7	35.4
510.0	25.6	6.3	9.0	16.2	14.3	17.0	13.1	16.0	8.1	2.7	5.0	2.7	26.6
630.0	30.2	6.0	9.8	18.7	13.6	16.7	14.7	17.9	9.0	2.7	5.8	2.5	34.2
774.0	33.1	7.3	10.6	18.3	15.0	18.8	15.8	17.7	9.1	2.7	5.9	2.7	37.7
656.0	30.4	6.7	9.7	18.6	14.3	16.9	15.2	17.2	8.7	2.6	5.5	2.7	35.9
524.0	27.3	6.6	9.0	16.5	16.5	17.0	13.1	16.0	8.2	2.7	5.0	2.7	26.7
658.0	31.5	6.0	10.1	18.7	16.6	16.4	14.7	17.9	9.0	2.7	5.8	2.5	36.0
756.0	33.2	7.3	9.5	18.4	16.6	18.4	15.8	17.7	9.1	2.7	6.0	2.7	37.8
662.0	30.4	6.7	9.7	18.6	14.9	16.7	16.2	17.2	8.7	2.7	5.5	2.7	35.9
512.0	27.3	6.6	9.3	17.5	14.2	16.4	13.1	16.0	8.4	2.7	5.0	2.8	26.9
676.0	31.5	6.0	10.1	18.7	15.9	17.5	14.9	17.9	9.0	2.7	5.8	2.5	36.0
758.0	33.2	7.3	10.3	18.6	17.3	19.0	15.8	17.7	9.1	2.7	6.0	2.7	38.4
666.0	31.0	6.7	10.0	18.6	14.5	17.6	16.2	17.4	8.9	2.8	5.5	2.7	37.8
508.0	27.3	6.6	9.6	17.5	15.7	16.3	13.1	16.0	8.4	2.7	5.0	2.8	26.9
694.0	31.5	6.0	10.2	18.7	17.4	16.7	15.5	18.4	9.0	2.7	5.8	2.5	36.0
830.0	33.2	7.3	10.4	18.7	18.0	18.8	16.0	17.8	9.2	2.9	6.1	2.7	38.1
704.0	31.3	6.7	10.2	18.2	16.6	17.6	16.2	18.8	9.1	3.2	5.5	2.7	38.0
526.0	27.3	6.6	9.6	17.5	15.5	16.9	13.2	16.0	8.4	2.7	5.0	2.8	27.0

<sup>1</sup> Peso vivo (g), <sup>2</sup> Longitud corporal (cm), <sup>3</sup> Largo de cara (cm), <sup>4</sup> Ancho de cara (cm), <sup>5</sup> Perímetro craneal (cm), <sup>6</sup> Circunferencia abdominal (cm), <sup>7</sup> Circunferencia torácica (cm), <sup>8</sup> Largo de brazo (cm), <sup>9</sup> Largo de pierna (cm), <sup>10</sup> Largo de pie (cm), <sup>11</sup> Ancho de pie (cm), <sup>12</sup> Largo de mano (cm), <sup>13</sup> Ancho de mano (cm), <sup>14</sup> Longitud de cola (cm).

**Anexo 122:** Media y desviación estándar de TT, TRM de las dietas, temperatura y humedad por período

PARÁMETRO	PERIODO			
	1	2	3	4
	Horas			
Tiempo de tránsito	4.79 <sup>a</sup> ±1.16	4.42 <sup>a</sup> ±1.13	4.35 <sup>a</sup> ±0.12	4.42 <sup>a</sup> ±0.10
Tiempo de retención máxima	26.29 <sup>d</sup> ±0.25	26.92 <sup>c</sup> ±0.19	56.35 <sup>b</sup> ±0.12	56.92 <sup>a</sup> ±0.10

**Anexo 133:** Media de la temperatura interna, temperatura ambiental y humedad de la mañana del día de evaluación, por período experimental

FACTOR	PERIODO			
	1	2	3	4
Temperatura in °C	32.10 <sup>a</sup>	31.30 <sup>c</sup>	27.50 <sup>b</sup>	26.80 <sup>d</sup>
Humedad %	63.00 <sup>d</sup>	75.00 <sup>c</sup>	80.75 <sup>b</sup>	84.50 <sup>a</sup>

**Anexo 144:** Resumen de los resultados de tiempo de tránsito y retención de las cuatro dietas evaluadas durante los cuatro periodos de evaluación

<b>Período</b>	<b>Animal</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Tiempo de tránsito (horas)</b>	<b>Tiempo de retención (horas)</b>
1	1	1	4.17	26.17
1	2	3	4.00	26.00
1	3	2	4.50	26.50
1	4	4	6.50	26.50
2	1	4	2.75	26.75
2	2	2	4.77	26.77
2	3	1	5.12	27.12
2	4	3	5.05	27.05
3	1	3	4.25	56.25
3	2	1	4.25	56.25
3	3	4	4.47	56.47
3	4	2	4.43	56.43
4	1	2	4.33	56.83
4	2	4	4.33	56.83
4	3	3	4.50	57.00
4	4	1	4.50	57.00

**Anexo 155:** 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 DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : TALIA SAMANTA VALERA GUERRERO  
PROCEDENCIA : LORETO/ MAYNAS/ IQUITOS  
MUESTRA : HECES DE AOTUS NANCYMAAE  
REFERENCIA : H.R. 71035  
FACTURA : Pendiente  
FECHA : 16/12/19

Nº LAB	CLAVES	Cr ppm
1514	T4364 D1 IIP	18.00
1515	T4364 D2 IP	15.45
1516	T4367 D2 IIP	15.10
1517	T4367 D3 IP	15.48
1518	T4368 D3 IIP	14.43
1519	T4368 D4 IP	17.10
1520	T4379 D1 IIP	12.98
1521	T4379 D4 IP	15.78

 *Ing. Braulio La Torre Martínez*  
Jefe de Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
Celular: 946 - 505 - 254  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

---



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



## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : TALIA SAMANTA VALERA GUERRERO  
PROCEDENCIA : LORETO/ MAYNAS/ IQUITOS  
MUESTRA DE : HECES DE AOTUS NANCYMAAE  
REFERENCIA : H.R. 71459  
BOLETA : 3946  
FECHA : 21/01/2020

Nº LAB	CLAVES	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
051	T4364 DT3 IVP	9.19
052	T4364 T4 IIIP	7.58
053	T4367 T1 IIIP	9.83
054	T4367 T4 IVP	8.39
055	T4368 T1 IVP	13.94
056	T4368 T2 IIIP	9.90
057	T4379 T2 IVP	9.92
058	T4379 T3 IIIP	8.11



Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe de Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
Celular: 946 - 505 - 254  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

**Anexo 166:** Comparación de medias entre el tiempo de retención máximo y la digestibilidad de los nutrientes de las dietas por período

PARÁMETRO 1	PERIODO			
	1	2	3	4
TIEMPO DE RETENCIÓN MÁXIMO	26.3 <sup>b</sup> ±0.3	26.0 <sup>b</sup> ±0.2	56.4 <sup>a</sup> ±0.1	56.9 <sup>a</sup> ±0.1
CD (MS) %	81.6 <sup>c</sup> ±6.7	82.8 <sup>bc</sup> ±5.3	92.0 <sup>ab</sup> ±2.8	93.1 <sup>a</sup> ±1.2
CD (PT) %	80.4 <sup>b</sup> ±4.4	79.2 <sup>b</sup> ±1.9	88.5 <sup>a</sup> ±2.3	90.2 <sup>a</sup> ±1.2
CD (Cz) %	68.9 <sup>b</sup> ±11.6	68.1 <sup>b</sup> ±9.4	87.2 <sup>a</sup> ±2.5	87.3 <sup>a</sup> ±1.1
CD (EB) %	81.2 <sup>b</sup> ±6.2	82.4 <sup>b</sup> ±4.3	91.3 <sup>a</sup> ±2.4	92.72 <sup>a</sup> ±1.3

<sup>ab</sup> Letras distintas en una misma fila son valores estadísticamente diferentes (p <0.05)

<sup>1</sup> Los valores para cada dieta representan el promedio y desviación estándar de cuatro repeticiones.

**Anexo 177:** Informe de los resultados de los análisis bioquímicos sanguíneos de los monos nocturnos alimentados por las cuatro dietas evaluadas de los periodos 1 y 4

<b>Período</b>	<b>Animal</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Proteína Total inicial (g/dL)</b>	<b>Colesterol inicial (mg/dL)</b>	<b>Triglicéridos inicial (mg/dL)</b>	<b>Glucosa inicial (mg/dL)</b>	<b>Urea inicial (mg/dL)</b>
1	1	1	5.6	339	294.9	127.6	17.9
1	2	3	6.2	279.1	259.4	146.9	19.3
1	3	2	6.3	378.2	247.8	134.1	18.2
1	4	4	5.2	288.4	283.2	132.3	23.9

<b>Período</b>	<b>Animal</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Proteína Total final (g/dL)</b>	<b>Colesterol final (mg/dL)</b>	<b>Triglicéridos finales (mg/dL)</b>	<b>Glucosa final (mg/dL)</b>	<b>Urea final (mg/dL)</b>
1	1	1	6.3	312.5	257.3	122.7	17.7
1	2	3	6.4	258.8	227.4	145.3	20.9
1	3	2	6.4	274.3	229.5	94.6	18.1
1	4	4	5.8	278.1	218.4	128.5	23.1

<b>Período</b>	<b>Animal</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Proteína Total inicial (g/dL)</b>	<b>Colesterol inicial (mg/dL)</b>	<b>Triglicéridos inicial (mg/dL)</b>	<b>Glucosa inicial (mg/dL)</b>	<b>Urea inicial (mg/dL)</b>
4	1	2	6.6	225.4	187.3	92	13.3
4	2	4	6.8	168.2	152.7	120	27.4
4	3	3	7.1	226.7	144.9	169	16.5
4	4	1	6.2	190.3	135.7	115	17.1

<b>Período</b>	<b>Animal</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Proteína Total final (g/dL)</b>	<b>Colesterol final (mg/dL)</b>	<b>Triglicéridos finales (mg/dL)</b>	<b>Glucosa final (mg/dL)</b>	<b>Urea final (mg/dL)</b>
4	1	2	6	271.2	199.5	84	20.1
4	2	4	7.6	217.5	193.8	91	18.7
4	3	3	7.4	211.7	169.8	96	20.6
4	4	1	6.2	210.6	207.5	107	18.4