



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

CALIDAD Y ASIMILACION DE NUTRIENTES DE
LA DIETA SILVESTRE DEL MONO AULLADOR
(*ALOUATTA PALLIATA MEXICANA*) BAJO
CONDICIONES DE CAUTIVERIO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

FABIOLA CAROLINA ESPINOSA GÓMEZ

ASESOR:
MVZ GERARDO LOPEZ ISLAS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2005

m346292



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Calidad y asimilación de nutrientes de la dieta silvestre del
mono aullador (*Alouatta palliata mexicana*) bajo condiciones
de cautiverio".

que presenta la pasante: Fabiola Carolina Espinosa Gómez
con número de cuenta: 09505948-4 para obtener el título de :
Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de mayo de 2005

- | | | |
|------------------|--------------------------------------|--|
| PRESIDENTE | <u>MVZ. Rubén Trejo Rodríguez</u> | |
| VOCAL | <u>MVZ. Jorge Torres Martínez</u> | |
| SECRETARIO | <u>MVZ. Gerardo López Islas</u> | |
| PRIMER SUPLENTE | <u>MVZ. Elizabeth Quezada Fraide</u> | |
| SEGUNDO SUPLENTE | <u>MVZ. Tiziano Santos Morín</u> | |

**A DIOS, POR DARME LA VIDA EN ESTE MARAVILLOSO MUNDO Y SIEMPRE
RODEARME DE AMOR Y BENDICIONES.**

DEDICATORIA

A mis padres, Carmen y Jesús, por guiarme en el camino correcto con su amor y apoyo incondicional, por sus desvelos y esfuerzos, por su paciencia y por ayudarme a cumplir mis más caros sueños. A ustedes, por ser los mejores padres que pude haber tenido, todo mi amor, admiración y respeto... los amo.

A mis hermanas, Lili y Mari, por su valioso ejemplo y apoyo incondicional, por consentirme, cuidarme y alentarme a ser mejor cada día... gracias hermanitas por estar conmigo siempre.

A mis hermanos Mauri y Maru, por sus porras, cariño y apoyo en todo momento, por ser un ejemplo de amor y por darnos 3 hermosos luceros... gracias.

A mis niños, Karlita, Mauri y Cynthia, por ser la alegría de nuestra familia, por sus sonrisas y dulzura... los adoro.

A mi abue Mati, por cuidar de mi con amor, por su ejemplo y por ser la mujer más valiente del mundo... gracias mi abue.

A ti amor, por tu apoyo y ayuda, por estar a mi lado en todo momento, pero sobre todo por tu amor que me hace dichosa y me hace ir por la vida llena de optimismo con la seguridad de que juntos lograremos nuestros sueños... te amo Rafa.

A mis amigos Fernanda, Eloisa, David, Miguel, Enrique, Hebert y Eliabel, por que sin ustedes mi aventura universitaria nunca hubiera sido la misma... gracias por su amistad.

A mis amigos Marlin, Nayeli, Susana e Israel por haber crecido juntos... gracias por su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Laura Teresa Hernández Salazar, una excelente primatóloga, por todo su apoyo y asesoramiento en la elaboración de este trabajo, por acercarme al mundo de la primatología, pero sobre todo por su amistad y ejemplo.

A el Dr. Jorge Morales Mávil por el apoyo personal y económico, por su asesoramiento y comentarios siempre oportunos.

A mi maestro MVZ Gerardo López Islas, por su asesoramiento y profesionalismo, por contagiarme su amor a la fauna silvestre.

Al Ingeniero René Espinosa Gómez, por su ayuda en la realización de los análisis químicos y por permitirme usar materiales e instalaciones del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Veracruzana.

Al Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana, por facilitarme el uso de sus instalaciones dentro del PAFFASIT y en Catemaco.

Al financiamiento otorgado para la elaboración de este estudio, obtenido a través del proyecto "Monitoreo de vertebrados" clave PRPSA-054/031.

A todos mis sinodales que muy amablemente accedieron a la revisión de este trabajo.

A todos los animales que han contribuido con mi aprendizaje, por ser parte de lo hermoso de este mundo junto con toda la naturaleza.

Y por supuesto, a toda mi familia por su apoyo y financiamiento para la elaboración de este trabajo y todo lo demás... al fin lo logré.

RESUMEN

Conocer y entender el aprovechamiento o asimilación de los nutrientes es un paso indispensable para evaluar una dieta, definir las necesidades de nutrientes y facilitar la obtención de estándares de alimentación que, aplicados a especies difíciles de mantener en cautiverio como los monos aulladores, permiten tener un mayor entendimiento de su fisiología digestiva. Existen relativamente pocos estudios que hayan medido el contenido nutricional de los alimentos que conforman su dieta y, menos aún el grado de digestibilidad que tienen sus mezclas alimenticias.

Basando en el concepto de digestibilidad, el presente trabajo tuvo como objetivo conocer la calidad y la asimilación de los nutrientes de una dieta silvestre compuesta por cuatro especies vegetales (*Ficus lundelli*, *Ficus peforata*, *Bursera simaruba* y *Syngonium podophyllum*), ofrecida a un grupo de cuatro monos aulladores cautivos. Se realizaron análisis químicos proximales para evaluar el contenido nutricional del alimento silvestre y el contenido químico de las heces de los aulladores. Se hicieron estimaciones para determinar el consumo de alimento y la cantidad de heces producidas; se calculó el índice de digestibilidad. Los resultados mostraron que la dieta estuvo conformada por 24.84% agua, 75.16% materia seca, 14.46% proteína cruda, 3.8% grasa cruda, 27.22% fibra cruda, 6.02% cenizas y 48.5% carbohidratos no estructurales. El consumo de alimento promedio/día expresado en base seca fue de 1.25 kg. El contenido de heces promedio por individuo fue de 0.322 Kg \pm 0.04. El índice de asimilación de la proteína cruda fue de un 64.24% (\pm 6.39), para la fibra cruda 87.53% (\pm 1.58), grasa cruda 48.91% (\pm 15.89). Los minerales fueron absorbidos del tracto intestinal en un 90.54% (\pm 1.92) y los carbohidratos no estructurales fueron asimilados en un 81.19% (\pm 4.55). Los resultados mostraron que, la dieta a base de hojas proporcionada a los animales en cautiverio cubrió los requerimientos nutricionales y calóricos para esta especie. Para la mayoría de los nutrientes se observó una asimilación adecuada, aunque en menor proporción para la grasa. Sin embargo, se asume que debido a la transformación de fibra en ácidos grasos volátiles el contenido energético fue cubierto, sin que se registraran deficiencias nutricionales significativas en los individuos. Lo anterior indica que dicha dieta puede ser utilizada para mantener en cautiverio otros grupos de aulladores con éxito, además que al ser parte de la dieta natural de estos primates, resulta en una mayor aceptación por parte de ellos.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	
2.1 El género <i>Alouatta</i> _____	5
2.2 Características de <i>Alouatta palliata mexicana</i> _____	8
2.3 Características anatomofisiológicas del sistema digestivo de <i>Alouatta palliata mexicana</i> _____	10
2.4 Importancia de los estudios nutricionales en cautiverio y su aplicación en vida libre_____	11
2.5 Estudios sobre la calidad de la dieta, estrategias digestivas y asimilación de la dieta en monos aulladores_____	12
2.6 Métodos alternativos para medir la asimilación y la calidad de la dieta_____	15
2.6.1 Colecta de datos, método de muestreo_____	15
2.6.2 Análisis químicos_____	16
2.6.3 Digestibilidad_____	16
3. OBJETIVOS _____	18
4. MATERIAL	
4.1 Grupo de estudio_____	19
4.2 Sitio de estudio_____	20
5. MÉTODO	
5.1 Duración del estudio_____	21
5.2 Dieta_____	22
5.3 Consumo de alimento_____	22
5.4 Colecta de las muestras de alimento vegetal para el AQP_____	22
5.5 Colecta de las muestras fecales para el AQP_____	22
5.6 Conservación de las muestras fecales_____	23
5.7 Análisis químico_____	23
5.7.1 Preparación de las muestras	
5.7.1.1 tratamiento de las muestras vegetales_____	23
5.7.1.2 tratamiento de las muestras fecales_____	23
5.7.2 Análisis químico proximal	
5.7.2.1 Cenizas_____	24

5.7.2.2 Grasa cruda	24
5.7.2.3 Fibra cruda	24
5.7.2.4 Proteína cruda	24
5.7.2.5 Carbohidratos no estructurales	25
5.8 Cálculo de la energía metabolizable	25
5.9 Cálculo de asimilación de los nutrientes de la dieta	25
6. RESULTADOS	
6.1 Alimento consumido	26
6.2 Cantidad de heces	27
6.3 Análisis químicos	
6.3.1 Alimento vegetal silvestre	28
6.3.2 Heces	29
6.4 Aporte calórico y nutricional de la dieta	30
6.5 Asimilación de nutrientes de la dieta silvestre	31
7. DISCUSIÓN	
7.1 Evaluación de la calidad de la dieta ofrecida a <i>Alouatta palliata</i> mexicana	34
7.2 Asimilación de los nutrientes aportados por la dieta silvestre vegetal	36
7.3 Factores potenciales que afectan el consumo de alimento	37
7.4 Factores potenciales que afectan la asimilación de nutrientes	37
8. CONCLUSIONES	39
9. REFERENCIAS	40

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Mono aullador macho adulto _____	9
Figura 2. Mono aullador infante _____	9
Figura 3. Esquema del tracto gastrointestinal del mono aullador _____	10
Figura 4. Distribución de los accesos del encierro en el que se mantuvieron los monos aulladores _____	20
Figura 5. Localización del sitio de estudio _____	21
Figura 6. Consumo promedio diario de las especies vegetales silvestres por la colonia de monos. _____	26
Figura 7. Porcentaje de asimilación total de los nutrientes de la dieta silvestre _____	32
Tabla 1. Estudios sobre la calidad de la dieta, estrategias digestivas y asimilación de la dieta en monos aulladores _____	12
Tabla 2. Características de los individuos del grupo de estudio _____	19
Tabla 3. Consumo de alimento por la colonia de aulladores, de acuerdo al grupo de días y por especie vegetal _____	27
Tabla 4. Cantidad de heces producidas por la colonia de cuatro aulladores, datos divididos por grupos de días _____	28
Tabla 5. Análisis químico proximal de las especies vegetales consumidas por los monos aulladores (<i>Alouatta palliata mexicana</i>) en cautiverio _____	29
Tabla 6. Análisis químico proximal de las heces producidas por la colonia de monos aulladores, por grupo de días _____	30
Tabla 7. Tabla nutricional de la dieta silvestre ofrecida a los monos aulladores <i>Alouatta palliata mexicana</i> _____	31
Tabla 8. Asimilación aparente de los nutrientes de la dieta silvestre de los monos aulladores cautivos _____	33
Tabla 9. Requerimientos nutricionales de <i>Alouatta palliata</i> _____	35

1. INTRODUCCIÓN

La elección de alimento por especies que son de hábitos herbívoros es un evento complejo, el cual conlleva la localización del alimento potencial, su consumo, digestión, absorción y metabolismo. Por lo anterior, la conducta de alimentación expresada por un herbívoro está determinada por una gran variedad de factores desde ecológicos hasta procesos químicos.

Los primates se caracterizaron originalmente por su alto consumo de insectos. Sin embargo, se fueron dando cambios en su alimentación y, actualmente la mayoría de las especies incluyen alimento vegetal en su dieta. En base al alimento predominante en la alimentación de los primates se propuso una clasificación: faunívoros, insectívoros, gumnívoros, frugívoros, granívoros y folívoros (Nutrient requirements of nonhuman primates, 2003; Serio-Silva, 1996).

Tal y como lo plantea Serio-Silva (1996), existe el cuestionamiento de cuales son los elementos que un primate toma en cuenta para elegir el consumo de un alimento potencial. Lo anterior, debido a la alta selectividad en la dieta de algunas especies de primates. A este respecto, se ha propuesto que existen elementos que están influyendo en la elección de alimento: condiciones ambientales, condiciones sociales, y factores internos como: tipo de sistema digestivo, necesidades nutricionales de acuerdo a edad, sexo y estado fisiológico del animal, el costo energético (Serio-Silva, 1996; Chivers y Hladik, 1980; Chivers y Andrews, 1980; Milton, 1979). En varios estudios, se ha propuesto además, que la elección de alimento en los primates está sujeta a una gran influencia por las características nutritivas del alimento (Milton, 1979). Destacando los componentes primarios de las plantas, como la proteína, carbohidratos solubles y lípidos que en conjunto, se encargan del crecimiento, reparación de tejidos, así como de proporcionar en primera instancia, la energía necesaria para llevar a cabo funciones vitales para el organismo (Milton, 1979; Urquiza-Hass, 2001).

Los primates que dependen del consumo de las plantas para satisfacer sus requerimientos nutricionales, deben de eludir ciertos componentes naturales en las plantas como las defensas físicas y químicas (Glander, 1978). Otro de los elementos que influencia el consumo de las plantas por los primates, es el contenido de carbohidratos estructurales, los cuales, en altas cantidades pueden afectar la digestibilidad del alimento, debido a que estos componentes vegetales no son sustrato para las enzimas digestivas de los vertebrados. Sin embargo, existen especies de primates que han desarrollado

modificaciones físicas y fisiológicas de su sistema digestivo para poder degradar dicho sustrato, promoviendo un mutualismo que permite que determinadas bacterias alojadas en el sistema digestivo de estos primates, degraden los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) mediante fermentación, teniendo como resultado la producción de ácidos grasos volátiles capaces de contribuir con los requerimientos de energía del hospedador. Además, mediante el metabolismo bacteriano son capaces de sintetizar proteína y vitaminas (Milton, 1979, 1983).

Los primates de la familia *Colobinae* y los géneros *Indri*, *Alouatta*, *Brachyteles*, entre otros, son un ejemplo de primates que utilizan la fermentación bacteriana como herramienta digestiva para degradar los carbohidratos estructurales del alimento vegetal (Urquiza-Hass, 2001; Lambert, 1998; Milton *et al*, 1980).

En la actualidad, la especie *Alouatta palliata* ha sido de las más estudiadas en libertad (Kinzey, 1988; Milton, 1998), probablemente debido a la dificultad de mantener individuos en cautiverio dada su alta selectividad alimenticia. El mono aullador de manto (*A. palliata*), es considerado como un folívoro conductual, debido a la falta de efectividad de su tracto digestivo, y su baja capacidad para digerir los carbohidratos estructurales de las plantas debido a la anatomía de su sistema digestivo (Milton, 1998, 1993, 1981; Kinzey, 1988). Por lo anterior, se ha propuesto que este primate a fin de optimizar su nutrición, ha desarrollado diferentes estrategias como: una eficiente localización de los recursos alimenticios, posturas para disipar o conservar el calor, periodos largos de reposo que le ayudan a procesar el alimento que consumen además de ahorrar energía; así como ser selectivo con las especies vegetales y la conformación de mezclas vegetales en su dieta, lo que los convierte en consumidores eclécticos, a fin de satisfacer sus requerimientos nutricionales, y evitar el consumo de alimentos con contenidos potencialmente tóxicos (Milton, 1979, 1981, 1984, 1998; Crockett *et al*, 1987; Milton *et al*, 1979).

Los monos aulladores consumen diariamente grandes cantidades de hojas, sin importar la disponibilidad de frutos en su hábitat natural y cuando éstos se encuentran escasos, las hojas constituyen la principal fuente de alimento de *Alouatta palliata* (Milton, 1998, 1981, 1980). En la selección de su dieta los monos aulladores consumen preferentemente hojas jóvenes que maduras (Milton, 1998, 1980, 1979; Glander, 1983; Rowe, N., 1996).

Los estudios relacionados con el contenido químico muestran que los aulladores tratan de maximizar su consumo de proteína, agua y de todos los aminoácidos (excepto

de isoleucina), así como de minimizar su consumo de fibra cruda, cenizas y compuestos secundarios de las plantas, al hacer una particular elección de su dieta (Glander, 1981). Del mismo modo, se ha descubierto que la dieta a base de hojas, no cubre los requerimientos de cobre, fósforo y sodio de estos primates y que poseen una baja habilidad, en comparación a otros vertebrados comedores de hojas, para asimilar estos minerales, además del calcio (Nagy, 1979^a). Milton (1979) sugiere que en la isla de Barro Colorado en Panamá, los aulladores evitan ingerir grandes cantidades de toxinas, consumiendo de 5 a 6 especies diferentes de hojas diariamente y pueden evitar comer algunas otras hojas que pudieran tener cantidades importantes de compuestos secundarios.

El aporte energético de la dieta basada en hojas es limitado, por que el principal aporte energético en la dieta de los aulladores son los frutos (Milton, 1979), en otro estudio realizado por Milton *et al*, en 1979 sobre el metabolismo basal de *Alouatta palliata* indicaron que la energía aportada por fermentación cecal de los carbohidratos estructurales del alimento es baja, solo del 25 al 35% de los requerimientos, aunque el metabolismo basal es similar al de otros mamíferos del mismo peso. Por lo que el término de "Folívoro conductual" designado por Milton, tiene gran relevancia, ya que las adaptaciones conductuales de estos primates son sumamente importantes para hacer frente a su tipo de dieta baja en azúcares.

Es por ello que una de las causas de que esta especie sea muy difícil de mantener en cautiverio, se debe a lo complejo de su dieta, pero sobre todo, al poco entendimiento de sus procesos digestivos, entre otros aspectos (Nutrient requirements of nonhuman primates, 2003; Pastor-Nieto, 2003).

Las elevadas tasas de deforestación en México, en especial del bosque tropical, hábitat natural de los monos aulladores, han conllevado a la reducción de la distribución original de *Alouatta palliata mexicana*, la cual se ha reducido hasta en un 80-90 % (Estrada y Coates- Estrada, 1984), llevando a estos primates a sobrevivir en pequeños fragmentos. De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y recursos naturales (IUCN, por sus siglas en inglés) *Alouatta palliata mexicana* se encuentra en peligro crítico de extinción y está destinada a desaparecer mucho antes de 100 años, si es que las causas de su decremento poblacional no son solucionadas, y estiman que el área de ocupación de *Alouatta palliata mexicana* es de menos de 100 km² (IUCN, 2004)

Los estudios realizados en la región de "Los Tuxtlas", en el estado de Veracruz, han evidenciado las consecuencias de la fragmentación sobre los grupos de monos aulladores en términos demográficos, ecológicos y conductuales, lo que ha generado variaciones en los patrones de actividad y de uso de espacio de los monos aulladores en toda la región de "Los Tuxtlas" (Rodríguez-Luna, 1997, 2000). En algunos remanentes de bosque en el sur mexicano habitan pequeñas tropas de monos aulladores y, en casos extremos, individuos solos. Estas poblaciones están sujetas a la caza y el tráfico ilegal. Sin embargo, hay grupos mas grandes de aulladores presentes en áreas alejadas de asentamientos humanos, e incluso en algunos casos con protección gubernamental (Rico-Hernández, 2004). Lo anterior, hace que una de las estrategias para su conservación sea la traslocación de ciertos grupos de animales hacia áreas naturales protegidas. Sin embargo, el manejo de estas poblaciones requiere, a nivel de alimentación, un profundo conocimiento de su ecofisiología, sobre todo en aspectos tan importantes como son los procesos digestivos. Esto con el fin de manejar correctamente a las poblaciones de aulladores y aumentar su éxito de sobrevivencia.

El aún poco entendimiento de los procesos digestivos, procesamiento y utilización de la dieta y en particular de ciertos nutrientes presentes en ella, causan fallas en el manejo nutricional de estos primates, sobre todo, cuando son sometidos a condiciones de cautiverio o semicautiverio, independientemente si el objetivo es conservacionista, de investigación o en colecciones faunísticas, por lo que se hacen necesarios y relevantes estudios enfocados a la digestión del alimento, entre otros estudios de la ecofisiología digestiva. Lo anterior, incrementará el entendimiento fisiológico de los monos aulladores y, en consecuencia, el éxito en el manejo nutricional de sus poblaciones.

Conocer y entender el aprovechamiento de los nutrientes es un paso indispensable para evaluar una dieta, definir las necesidades de nutrientes y facilitar la obtención de estándares de alimentación para cualquier tipo de animal, incluyendo para *Alouatta palliata mexicana* (Pond *et al*, 2002). Se reconocen cinco constituyentes nutricionales básicos en las plantas, que generalmente constituyen la principal fuente de alimento de los aulladores: proteína cruda, extracto etéreo (grasa cruda), extracto libre de nitrógeno (carbohidratos no estructurales), fibra cruda y cenizas (Vélez, 1995), los cuales pueden servir como base para estimar la calidad nutricional del alimento. Como se ha mencionado, dichos componentes además, son considerados como responsables de los niveles de consumo de los aulladores (Vélez, 1995; Nagy y Milton, 1979b; Serio-Silva, 1996, 1999).

El presente estudio tuvo como objetivo conocer la calidad y la asimilación de los nutrientes básicos de una dieta silvestre ofrecida a un grupo de monos aulladores (*Alouatta palliata mexicana*) cautivos, mediante el análisis bromatológico de las especies vegetales que integraron la dieta y el análisis químico proximal de las heces de los animales. De acuerdo con el concepto de digestibilidad que se fundamenta en que cuando el alimento se ingiere, una parte se aprovecha o se asimila y otra se elimina, por las heces principalmente (Pond, *et al*, 2002; Flores, 1983; Nagy y Milton, 1979a). La información que se logró obtener al final del estudio servirá para entender algunos de los mecanismos fisiológicos digestivos que se están llevando a cabo en los monos aulladores, así como colaborar en las incipientes investigaciones que tratan de formular dietas que combinen alimento silvestre y cultivado que puedan sustituir su dieta silvestre normal (Nutrient requirements of non human primates, 2003; Pastor-Nieto y Vera-Martínez, 2003).

2. ANTECEDENTES

2.1 El género *Alouatta*

Perteneciente al orden de los primates, el grupo de monos aulladores ha sido clasificado dentro de la Familia Cebidae; Subfamilia Alouattinae y Género *Alouatta* (Lacepede, 1799). Los últimos estudios taxonómicos reconocen entre 9 y 10 especies y hasta 19 subespecies del género *Alouatta* (Crockett, 1998; Rico-Hernández, 2004. Fowler (2001) menciona que pueden existir hasta 23 subespecies de este género. Sin embargo, las nueve especies más conocidas actualmente son: *A. palliata*, *A. pigra*, *A. seniculus*, *A. belzebul*, *A. fusca*, *A. caraya*, *A. arctoidea*, *A. sara* y *A. coibensis* (Urquiza-Hass, T., 2001; Serio-Silva, J., 1996; Rylands *et al*, 1997). Para la especie *Alouatta palliata* se reconocen tres subespecies: *palliata*, *mexicana* y *aecuatorialis* (Rodríguez-Luna *et al*, 1995). Los monos aulladores son los segundos monos de mayor masa corporal del Nuevo Mundo, únicamente atrás del género *Brachyteles* (Kinsey, 1988; Serio-Silva, 1996; Rowe, 1996). Aparte de la variación del color del pelaje y de las vocalizaciones, las distintas especies de monos aulladores son superficialmente muy similares (Crockett, 1998; Urquiza-Hass, 2001).

La distribución del género *Alouatta* es muy amplia, de los primates neotropicales estos presentan la mayor distribución, la cual se extiende desde el sur de Veracruz, en

México, a través de Centro y Sudamérica, atravesando Panamá y la Costa Pacífica de Colombia hasta la provincia de Corrientes, al norte de Argentina, hallándose en latitudes de hasta 3200 msnm y ocupando una gran diversidad de hábitats (Kinzey, 1988; Tirira, D., 2001; Urquiza-Hass, 2001; Rico-Hernández, 2004).

Se les encuentra en bosques tropicales siempre verdes, bosques tropicales perennifolios, bosques tropicales caducifolios, vegetación riparia y bosques de galería (Crockett y Eisenberg, 1987; Kinzey, 1988; Urquiza-Hass, 2001). Aunque son capaces de utilizar una gran variedad de hábitats, cuando es posible y dependiendo del área y la estación, los monos aulladores tienden a preferir bosques siempre verdes sobre deciduos, secos sobre húmedos, primarios sobre secundarios y de tierras bajas sobre de tierras altas (Serio-Silva, 1996). Se sabe que pueden habitar simpátricamente con otras especies de primates (Crockett y Eisenberg, 1987; Kinzey, 1988).

Los miembros del género *Alouatta*, son los primates de mayor tamaño dentro de la familia Cebidae; su cuerpo es esbelto, robusto y compacto (Álvarez del Toro, 1977). El peso de las hembras adultas fluctúa entre 3.1 -7.6 Kg., mientras que los machos llegan a pesar de 4.5 a 9.8 Kg. Presentan dimorfismo sexual, siendo los machos los individuos de mayor tamaño (Rowe, 1996; Crockett y Eisenberg, 1987).

Los aulladores poseen en las extremidades anteriores cuatro dedos y un pulgar no oponible. Se cree que la falta de oposición del pulgar es una adaptación a la marcha pronógrada durante la cual el peso se reparte por igual a los lados de una línea que pasa aproximadamente a la mitad de la mano y por el dedo pulgar del pie, lo que resulta de gran utilidad para la marcha arbórea (Russell, 1973). Una característica que comparten con otros miembros de la familia Cebidae es la cola prensil, la cual es larga y desnuda en el extremo distal, usada para el equilibrio durante el avance o para el aseguramiento durante el descanso e incluso para facilitar la alimentación.

Estos primates cuentan con un aparato bucal altamente especializado, el agrandamiento del cartílago hioides que forma una especie de caja de resonancia (particularmente en los machos) que actúa como amplificador de sonidos, para producir las fuertes vocalizaciones que caracterizan este género (Fowler, 2001). Se ha propuesto que las vocalizaciones son utilizadas como mecanismo de espaciamiento entre tropas y como medio de comunicación dentro del grupo social.

El número de individuos que forman un grupo de aulladores muestra una variación intra e interespecífica, pero generalmente es más numerosa donde la densidad poblacional es mayor. Para *A. palliata*, Crockett y Eisenberg (1987) reportan entre 6 y

23 monos por tropa, para esta misma especie Chapman (1998) reporta un promedio de 14.5 individuos. Para *A. pigra*, Horwich y Jonson (1981) mencionan grupos promedio de entre 4 y 6 individuos. Los grupos de aulladores de manto (*A. palliata*) usualmente están formados por más hembras adultas que machos, que en otras especies de aulladores. Se han observado grupos multimachos con mas frecuencia en las especies menos dimórficas como *A. palliata* que en aquellas con mayor dimorfismo (*A. pigra*, *A. seniculus*, *A. caraya*). En estos grupos, la posición macho alfa dura un promedio de 12.5 meses. También forman grupos multihembras. El acicalamiento es muy raro entre los aulladores, cuando se presenta, son las hembras adultas las que ofrecen la sesión y son monos infantes o machos adultos los receptores del acicalamiento, que generalmente es muy corto.

Los monos aulladores son de hábitos diurnos y siguen un patrón diario habitual. Las actividades de locomoción y alimentación se dan en las primeras horas del día y nuevamente al inicio de la tarde, mientras que el descanso se registra al medio día. Diversos estudios afirman que distribuyen su tiempo jerárquicamente, dedicando la mayor parte al descanso, alimentación y locomoción respectivamente (Kinsey, 1988; Serio-Silva, 1995; Urquiza-Hass, 2001).

Los aulladores permanecen por lo general en los árboles, aunque llegan a bajar al suelo en algunas circunstancias, prefieren los estratos medio y superior del dosel arbóreo (Urquiza-Hass, 2001; Serio-Silva y Rico-Gray, 2000; Serio-Silva, 1995;). La movilización de las tropas varía entre especies y hábitats, pero usualmente es menor de 600m. Las variaciones se deben principalmente a la distribución de los recursos alimenticios y a la facilidad para desplazarse, impuesta por la estructura del hábitat (Estrada, 1984). El ámbito hogareño de los aulladores se ha calculado de 3 a 60 hectáreas (Crockett y Einsenberg, 1987). Los estudios realizados en Los Tuxtlas, registran un desplazamiento diario de 11 a 502.88 m (123.37 m promedio), con un rango hogareño de 60 hectáreas; proponiendo que la distancia recorrida por los monos es mayor cuando su dieta está compuesta principalmente por hojas y es menor cuando en su dieta prevalecen frutas (Estrada, 1984; Urquiza-Hass, 2001).

La dieta de los aulladores, de manera general, está compuesta por: 48% de hojas, 42% de frutos y 10% de flores (Milton 1993, 1980, 1979; Vélez, 1995), aunque también pueden consumir semillas (Milton, 1998) peciolos, brotes y tallos; en otras especies de aulladores como *A. seniculus* y *A. pigra* se ha reportado que el consumo de frutos puede alcanzar hasta 90% (García-Orduña, 2003). En un estudio realizado por Estrada, *et al* (1999) en un fragmento de selva tropical en la región de "Los Tuxtlas" durante un ciclo

anual, se determinó que los aulladores se alimentan de 52 especies de 24 familias de plantas, siendo las más comunes las familias *Moraceae*, *Cecropiaceae*, *Anacardiaceae* y *Spotaceae*. Además el consumo de hojas jóvenes y de frutos fue de 46.7% y 34.8%, respectivamente.

2.2 Características de *Alouatta palliata mexicana*

Alouatta palliata mexicana se caracteriza por presentar pelaje de coloración café y en los costados el pelaje presenta coloración café claro o dorado por lo que se le ha denominado mono aullador de manto, algunos miembros presentan manchas rosáceas en la piel de patas y manos, así como una pigmentación cremosa en el pelaje de las extremidades (Urquiza-Hass, 2001). El hueso hioideo es mas pequeño que en otras especies de aulladores (Rowe, 1996) (Figura 1 y 2).

Los grupos de aulladores están organizados con el sistema multimacho-multihembras, presentando diversos rangos de dominancia de acuerdo a la edad. Estos están formados por adultos de ambos sexos, juveniles e infantes; *Alouatta palliata* presenta en promedio el mayor número de individuos por tropa que es entre 12 y 30 (Rowe, N., 1996; Urquiza-Hass, 2001). La madurez sexual se observa en promedio a los 36 meses en las hembras, mientras que en los machos se presenta a los 42 meses. El ciclo estral tiene una duración de 16.3 días y la gestación 186 días. La edad al primer parto es en general a los 48 meses de vida y el intervalo entre nacimientos es de 22.5 meses. Se habla de una esperanza de vida en vida libre de 20 años, pero este dato es muy variable (Rowe, N. 1996). La lactación puede durar hasta 18 meses y los nacimientos no presentan un patrón estacional, aproximadamente a los 4 meses el infante inicia su destete probando frutas y hojas que ve que come la madre (Glander, 1983).



Figura 1. Mono aullador, macho adulto



Figura 2. Mono aullador, infante

2.3 Características anatomofisiológicas del sistema digestivo de *Alouatta palliata*

Los aulladores tienen un sistema digestivo muy parecido al antropoideo estándar, en términos de secciones y proporciones (figura 3). Su estómago simple no es muy grande y es insaculado, tiene un pH ácido de <4.5 (Milton, 1983). El tamaño de las secciones intestinales son relativamente cortas para un primate que consume hojas y frutos. Por otro lado, el ciego tiene un área de superficie particularmente grande en comparación a la mayoría de las especies de primates (Box, 1991) excepto que es muy similar en tamaño al del mono araña, modificación a la cual se le atribuye la capacidad de fermentación. El colon presenta una pared lisa uniforme e insaculada (Milton, 1998; Milton, 1980) además de un ensanchamiento (Box, 1991); el ciego y el colon proximal presentan un pH cercano al neutro alrededor de 6.8 (Milton, 1981). En el trabajo de elección de alimento y estrategias digestivas en dos especies simpátricas de primates, Milton (1981) determinó el tamaño promedio de las secciones del tracto digestivo en cuatro monos aulladores adultos en la isla de Barro Colorado, Panamá; reporta para el estómago un largo de 21 cm y ancho de 9 cm, para el intestino delgado el largo fue de 126 cm y ancho de 2 cm, en cuanto al ciego el largo de esta porción lo reporta de 18 cm y un ensanchamiento de 6.5 cm y para el colon el largo fue de 43 cm y el ancho de 3.5 cm.

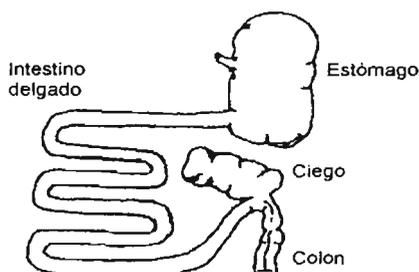


Figura 3. Esquema del tracto gastrointestinal del mono aullador (tomado de Edwards, 1995).

Como la mayoría de animales que se alimentan de forrajes o plantas, estos primates resuelven los problemas a los que se enfrentan para digerir y aprovechar los carbohidratos estructurales, celulosa y hemicelulosa de las paredes celulares de las plantas, para los cuales las enzimas digestivas de los mamíferos son inactivas, recurriendo a la fermentación microbiana llevada a cabo en diferentes segmentos del sistema digestivo. Por lo que se ha calculado que el paso de alimento a través del tracto digestivo de los aulladores es lento, en promedio de 20.4 h, pero tiene un rango de 6 a 24 h, dependiendo del tipo de alimento consumido (Milton, 1981).

Los aulladores poseen cámaras de fermentación más allá del intestino delgado en el ciego y el colon proximal, en donde se encuentran bacterias y protozoarios anaeróbicos que mediante su metabolismo son capaces de degradar los carbohidratos estructurales, liberando en tal proceso ácidos grasos volátiles como los ácidos acético, propiónico, butírico e isobutírico. Tales ácidos pueden ser absorbidos por el hospedador y son utilizados como una importante fuente de energía para contribuir con el gasto energético diario. En un estudio en donde se observaron los índices de digestión fermentativa en *Alouatta palliata*, Milton y McBee (1983) concluyeron que el ácido que obtuvo un mayor índice de producción fue el ácido acético, seguido por el propiónico, butírico e isobutírico. Estos investigadores estiman que los aulladores obtienen un máximo del 31% de los requerimientos energéticos diarios a partir de la fermentación microbiana y sus productos.

Se puede decir que las modificaciones anatomofisiológicas más importantes de los monos aulladores para tener una eficiencia digestiva son, un ensanchamiento del ciego que brinda mayor superficie de contacto y un tránsito lento del alimento a través del canal digestivo para alcanzar óptimos procesos de fermentación cecal y absorción de ácidos grasos volátiles. Sin embargo, las características anatómicas de su estómago les impiden ingerir más alimento por unidad de tiempo, así que tienen que ser selectivos en la elección del alimento para cubrir sus requerimientos nutricionales (Milton, 1979, 1981, 1998).

2.4 Importancia de los estudios nutricionales en cautiverio y su aplicación en vida libre

Como se ha señalado, los primates deben de realizar una estricta selección del alimento a fin de obtener los mayores beneficios nutricionales de su dieta al menor costo energético, además el comportamiento alimenticio y la selección del alimento son los factores más importantes en la selección natural de los herbívoros (Serio-Silva, 1996), lo anterior,

justifica el gran interés que existe para realizar estudios mas específicos sobre la ecofisiología de la alimentación de los monos aulladores, con el objetivo de incrementar el conocimiento sobre la biología de estos primates e implementar mejores técnicas de manejo de poblaciones en cautiverio, que deriven en asegurar la supervivencia de la especie.

Si bien es cierto que la mayoría de los estudios han sido realizados con los aulladores en condiciones de libertad, obteniendo valiosa información de su conformación alimenticia: número y especies vegetales consumidas, existen relativamente pocos estudios que hayan medido el contenido nutricional de los alimentos que conforman su dieta y, menos aún el grado de digestibilidad que tienen sus mezclas alimenticias (Crissey, C y Pribyl, L., 1997).

Los estudios basados en la fisiología y nutrición, tal como la digestibilidad de un cierto nutrimento o dieta, se tienen que realizar con los especímenes en condiciones de cautiverio con la finalidad de tener un mayor control sobre las variables a considerar. Dichos estudios incrementan la posibilidad de ofrecer un mejor manejo de las poblaciones de monos aulladores, y un conocimiento aplicable a poblaciones en estado libre.

2.5 Estudios sobre la calidad de la dieta, estrategias digestivas y asimilación de nutrientes en monos aulladores

Diversos estudios han contribuido a comprender la ecofisiología de alimentación de los monos aulladores, los cuales han sido desarrollados con diferentes especies de aulladores y en diferentes latitudes, los resultados permiten establecer estimados y comparaciones nutricionales (Tabla 1).

Tabla 1. Principales estudios de la ecofisiología de alimentación en aulladores

ESTUDIO	RESULTADOS	AUTOR
Comportamiento de alimentación	- Los aulladores prefieren hojas con altos contenidos de proteína. El calcio y carbohidratos simples los adquieren de frutas y flores. - Los machos pasan menos tiempo en la alimentación que las hembras.	Smith, C., (1977)

ESTUDIO	RESULTADOS	AUTOR
Calidad de la dieta, asimilación de nutrientes, balance hídrico.	<ul style="list-style-type: none"> - Los requerimientos de materia seca para satisfacer el gasto de energía es de 53.5 g/ Kg./día. - Los aulladores tienen que mezclar diferentes alimentos y ser selectivos para satisfacer sus necesidades. - Las especies vegetales del género ficus, no cubren los requerimientos de Cu, Na y P, mismos que los aulladores asimilan deficientemente. 	Nagy, K. y Milton, K. (1979).
Factores que afectan la elección del alimento.	<ul style="list-style-type: none"> - El contenido de proteína y fibra afecta la elección de la dieta. - El requerimiento de proteína es de 3.26 g/kg de peso corporal/día. - La digestibilidad aparente de la proteína en la dieta natural del aullador no excede el 65%. 	Milton, K. (1979)
Metabolismo energético y consumo de alimento	<ul style="list-style-type: none"> - Los aulladores asimilan del 37 al 43% de la energía en dietas de hojas y frutas. - Un adulto debe consumir 384 g de materia seca, 1 Kg. de alimento fresco ó el 15% de su peso corporal. - necesitan cubrir 355 kJ/kg/día. 	Nagy, K. y Milton, K. (1979)
Metabolismo basal	<ul style="list-style-type: none"> - El metabolismo basal del aullador no difiere significativamente del de otro mamífero de la misma masa corporal. 	Milton, K.; et al (1979)
Elección del alimento y estrategias digestivas	<ul style="list-style-type: none"> - Los aulladores no pueden consumir grandes cantidades de alimentos, debido a la estructura anatómica intestinal y al tránsito lento del alimento (20.4 +-3.5h), - Tienen que ser altamente selectivos en la elección del alimento con hojas de alto valor nutricional. 	Milton, K. (1980)

ESTUDIO	RESULTADOS	AUTOR
Eficiencias digestivas	<ul style="list-style-type: none">- Los aulladores pueden obtener entre el 26 y el 36% de sus requerimientos de energía por medio de la fermentación cecal.- Se sugiere que no asimilan eficientemente la proteína microbiana.- La digestibilidad verdadera de la proteína de una dieta basada en flores fue de 77% y en hojas fue de 89%.- Los aulladores degradaron mejor la celulosa que la hemicelulosa.- La energía obtenida por fermentación cecal es de importancia, sobre todo cuando no hay disponibilidad de alimentos ricos en energía	Milton, K.; <i>et al</i> (1980)
Patrones de alimentación	<ul style="list-style-type: none">- Los aulladores maximizan su consumo de proteína, agua y todos los aminoácidos excepto de isoleucina, así como minimizan su consumo de fibra cruda, cenizas y compuestos secundarios.- Planifican su dieta de acuerdo al contenido químico y fenofase de las especies arbóreas de las que se alimentan	Glander, K., (1981)
Digestión fermentativa	<ul style="list-style-type: none">- Los aulladores pueden obtener hasta el 31% de sus requerimientos diarios de energía por fermentación cecal.- Se produce mayor cantidad del ácido graso volátil acético que propiónico, butírico e isobutírico.- La energía provista por los A.G.V. son de importancia cuando los aulladores se enfrentan a dietas bajas en carbohidratos.	Milton, K. y McBee, R. (1983)

2.6 Métodos alternativos para medir la asimilación y la calidad de un alimento

El valor potencial de un alimento para suministrar un determinado nutriente puede ser determinado mediante análisis químicos, pero el valor real que tiene para el animal solo puede ser evaluado mediante técnicas de digestibilidad; teniendo en cuenta las pérdidas inevitables que tienen lugar durante la digestión, la absorción y el metabolismo. Las primeras pérdidas en un alimento están representadas por la fracción que no es absorbida o asimilada que posteriormente se excreta en las heces.

La digestibilidad de un alimento se define como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que por lo tanto ha sido asimilado por el sistema digestivo, siendo este aprovechado por el hospedador (McDonald, 1986; Maynard, 1981). Por lo tanto, la calidad de un alimento o de una dieta está determinada por su aporte nutricional y por la digestibilidad o asimilación que de éste tenga el animal.

La oportunidad de tener animales en cautiverio, bajo el marco de un estudio de traslocación que lleva a cabo la Universidad Veracruzana, permitió realizar el estudio con la finalidad de conocer y entender el aprovechamiento que los nutrientes de una dieta silvestre administrada al grupo de monos aulladores y facilitar la obtención de estándares de alimentación, al grupo de estudio se le realizaron pruebas de digestibilidad, utilizando el análisis químico proximal de las especies vegetales que conformaron su dieta y, basando la cantidad de consumo en el método de registro focal animal.

2.6.1 Colecta de datos, método de muestreo

Diversos estudios enfocados a el comportamiento alimenticio son imprácticos de realizar en vida libre, como lo sería en la selva tropical, ya que no es posible observar a los individuos el suficiente tiempo para determinar la cantidad y las especies vegetales consumidas o bien, la cantidad exacta de las excretas. Por lo anterior, se han desarrollado métodos alternativos para obtener datos suficientes que deriven en estudios de digestibilidad.

Las pruebas de digestibilidad requieren jaulas metabólicas o lugares de confinamiento en los que se mantienen los individuos para determinar el consumo de alimento y la cantidad de excretas, las cuales es posible colectarlas sin contaminación urinaria. Teniendo con esto un mayor control de las potenciales variables que puedan afectar los resultados finales (Maynard, 1981; Crampton, E. 1975). Dicho manejo forma

parte de los métodos no invasivos, en los que se trata de intervenir lo menos posible en el manejo físico de los animales, evitando el estrés patológico innecesario que pudieran afectar el bienestar del animal.

2.6.2 Análisis químicos

Los análisis químicos son muy utilizados para determinar el aporte nutricional de los alimentos en general, y se puede obtener información particular de cualquier nutrimento de interés. Los nutrimentos más importantes como el contenido de la materia seca y la humedad, el contenido de proteína cruda, fibra cruda, grasa cruda, extracto libre de nitrógeno (carbohidratos no estructurales), cenizas, y de ciertos minerales se pueden determinar mediante el análisis químico proximal o A.Q.P. y son expresados más precisamente en base seca (Feeding systems and feed evaluation models, 2000). Dicho análisis es un sistema desarrollado hace más de un siglo y es el esquema más utilizado para cuantificar los nutrientes de los alimentos, aunque sus técnicas se han modificado, sigue siendo muy utilizado actualmente (Morfin-Loyden, 1997). En los estudios de digestibilidad este análisis es de gran utilidad para determinar la asimilación de los nutrientes, mismos que se pueden calcular mediante el A.Q.P., esto es, analizando dichos nutrimentos en el alimento y en las excretas de los sujetos de estudio en una dieta a probar.

2.6.3 Digestibilidad

La digestibilidad mide la dispersión de los nutrientes en su paso a través del tracto digestivo debido a la absorción, las pruebas de digestión implican cuantificar los nutrientes consumidos y la cantidad que se elimina en heces (Caravaca, 2003; Shimada, 2003; Pond, 2002; McDonald, 1995). En estas pruebas los animales son alimentados por un periodo de varios días con una dieta de composición conocida, durante el tiempo de estudio se recolectan las heces y se analizan posteriormente en busca de componentes de interés. El número de individuos necesarios para este tipo de estudios son de 4 a 6 por tratamiento, a fin de establecer las diferencias fisiológicas individuales entre dietas.

Es necesario un periodo preliminar de 7- 10 días para permitir que el tubo digestivo elimine residuos de alimentos digeridos antes de iniciar la etapa de experimentación con la finalidad de dar oportunidad a que el animal se adapte a la nueva dieta (Poond, 2002;

McDonald, 1995; Maynard, 1981). Posterior al periodo de adaptación inicia el periodo de recolección de excretas que puede ser de 4 a 10 días, según la especie animal y ejerciendo un control riguroso para reducir las variables no controladas. Este método de estudio deriva en la digestibilidad aparente, la cual toma en cuenta tanto los residuos de alimento no absorbidos como los componentes de las heces de origen endógeno, esto es debido a que una fracción del nitrógeno, las grasas, los carbohidratos no estructurales y los elementos inorgánicos que aparecen en las heces proviene de fuentes endógenas, es decir, células desprendidas de la mucosa intestinal, secreciones digestivas y microorganismos (Ponds, 2002; Flores, 1981).

La digestión verdadera es la proporción de un nutriente que es absorbido en el conducto gastrointestinal, con exclusión de aportaciones hechas de toda fuente corporal endógena. Este tipo de estudio requiere un proceso mas elaborado en el manejo del animal así como técnicas invasivas que pudieran resultar en inadecuadas en cuanto el bienestar animal, sobre todo cuando son realizadas en fauna silvestre.

Por lo anterior, las pruebas de digestibilidad aparente son un excelente recurso para determinar la asimilación de una dieta o alimento en fauna silvestre ya que aporta, sin ser un método invasivo, valiosos datos sobre digestibilidad de los principales nutrientes, los cuales son datos de gran relevancia que enriquecen los estudios de ecofisiología digestiva, sobre todo cuando son enfocados al conocimiento de especies silvestres como los monos aulladores.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar el porcentaje de asimilación de los nutrientes de una dieta constituida por hojas provenientes de cuatro especies vegetales silvestres: *Syngonium podophyllum*, *Bursera simaruba*, *Ficus lundelli* y *Ficus perforata*, consumida por una colonia de monos aulladores (*Alouatta palliata mexicana*) bajo condiciones de cautiverio, en la reserva del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana en Catemaco, Veracruz, México.

Objetivos particulares

- Estimar el consumo de alimento silvestre de una colonia de monos aulladores en condiciones de cautiverio.
- Determinar el aporte nutricional de la dieta silvestre ofrecida a la colonia, en base al análisis químico proximal.
- Determinar mediante el análisis químico proximal el contenido de humedad, proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda, cenizas y carbohidratos solubles o no estructurales, obtenidos a partir del análisis de muestras fecales de los monos aulladores, con el propósito de obtener el porcentaje de asimilación de la dieta silvestre ofrecida a la colonia.

4. MATERIAL

4.1. Grupo de estudio

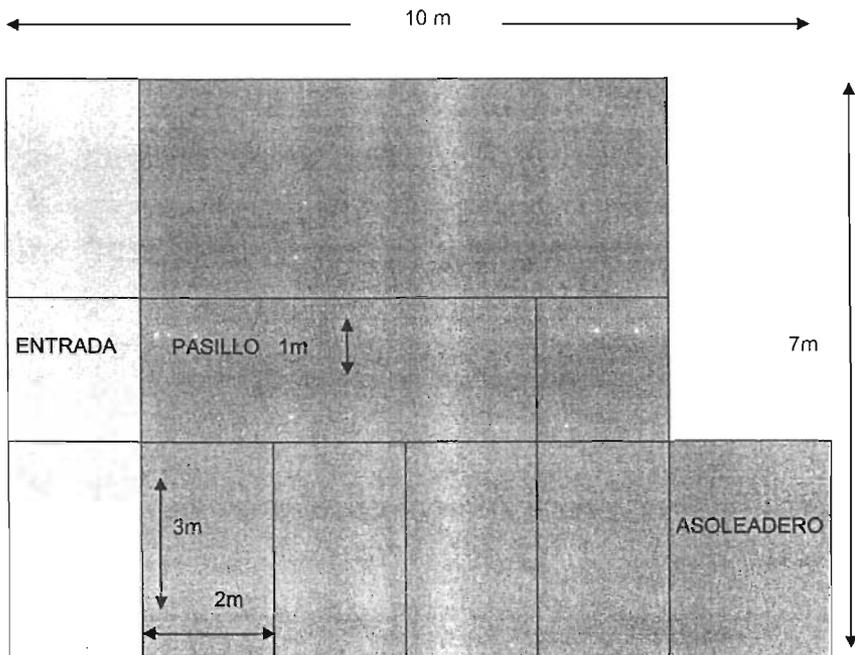
El grupo estuvo conformado por cuatro monos aulladores (*Alouatta palliata mexicana*), un macho adulto, una hembra adulta, una hembra subadulta y una hembra juvenil. La edad de los animales se determinó con base en su dentición. A los individuos para su identificación se les colocó una pulsera de color en el tobillo derecho (Tabla 2). Los monos se mantuvieron en cautiverio por espacio de cinco semanas, debido a que son parte de un programa de translocación de primates, realizado por un grupo de investigadores del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana.

Tabla 2. Características de los individuos del grupo de estudio.

Individuo	Identificación (color de pulsera)	Edad aproximada	Peso a la captura
Macho adulto	Verde	6-8 años	6.250 kg
Hembra adulta	Sin pulsera	10 años	5 kg
Hembra subadulta	Morada	4 años	3.900 kg
Hembra juvenil	Gris	3 años	3.500 kg

El grupo se mantuvo en un encierro con una base de hormigón en forma rectangular, dicho encierro consta de 10 jaulas de tamaño aproximado de 2x3 m, paredes de malla ciclón, piso de tierra y techo de lámina de fibra de vidrio. Todas las jaulas se encuentran interconectadas por puertas y troncos lisos que se ubican a 1.5m del suelo, las cuales facilitan la locomoción y descanso de los animales. Adyacente al encierro se encuentra otra jaula conectada con las mismas medidas pero con el techo, paredes y piso de malla ciclón, que funciona como asoleadero para los animales (figura 4).

Figura 4. Distribución de los accesos del encierro en el que se mantuvieron los monos aulladores.



Acceso libre a la colonia

Sin acceso a la colonia *

* Las jaulas sin acceso a los monos, sirven como almacén de implementos para la realización de este y otros estudios.

4.2 Sitio de estudio

El presente estudio se realizó en la estación biológica de la Universidad Veracruzana, situada en un área natural protegida que se denomina Parque de Flora y Fauna Silvestre Tropical (PAFFASIT), localizada en la porción norte del lago de Catemaco aproximadamente en el Km 8.5 de la carretera Catemaco – Coyame, dentro del municipio de Catemaco; cuenta con 220 ha constituida principalmente por selva alta perinfolia. Se encuentra a 18° 26' – 18° 28' latitud Norte y 95° 01' – 95° 03' longitud Oeste. Limita al Norte y Este con los ejidos Vista Hermosa y Amayaga respectivamente, y al Sur y Oeste

con propiedades privadas. El clima para la zona es tipo Af(m)(i')g: cálido húmedo con lluvias todo el año. El promedio anual de precipitación es de 4419mm, y una temperatura media anual de 23.4°C, con una máxima de 31.9°C y una mínima de 17.1°C (Morales-Mávil y Rodríguez-Luna, 1998; Rodríguez Luna *et al*, 2003) (Figura 5).

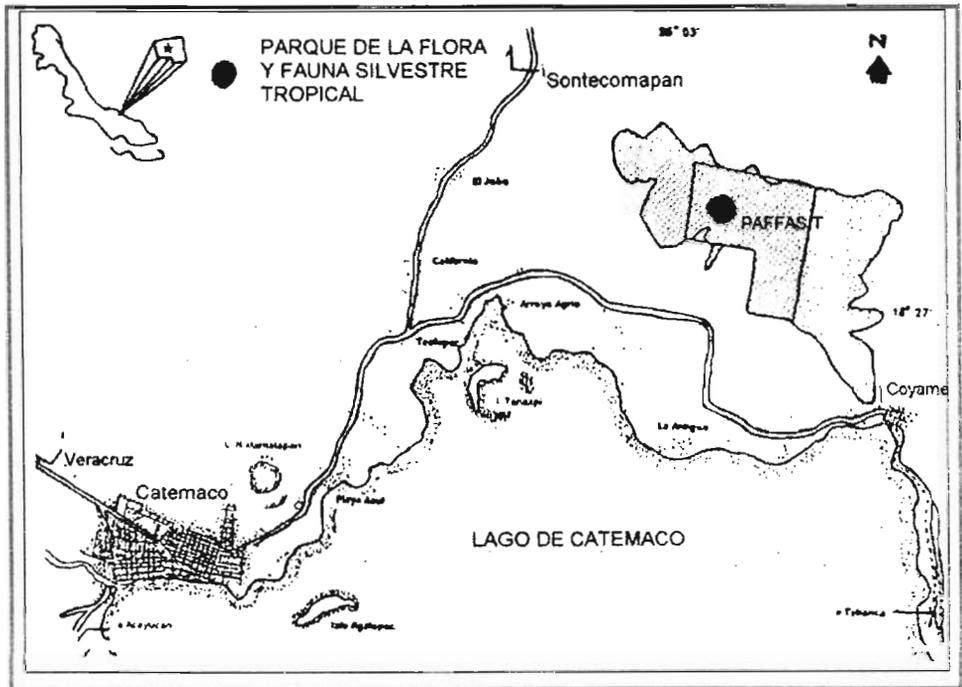


Figura 5. Localización del sitio de estudio. Parque de Flora y Fauna Silvestre Tropical (adaptado de Rivas, R., 2004).

5. MÉTODO

5.1. Duración del estudio

Los individuos se mantuvieron aproximadamente cinco semanas en cautiverio para la evaluación de su estado de salud antes de liberarlos en un área natural protegida. Por lo anterior, el muestreo se realizó durante 12 días consecutivos, posteriores a un periodo preeliminar de acondicionamiento del grupo de 10 días. Con lo anterior, se tuvo el peso en

gramos del consumo de alimento silvestre de los monos durante los 12 días y se colectó la cantidad total de heces por individuo por día.

5.2 Dieta

La dieta que se les proporcionó a los monos estuvo conformada por ramas de cuatro especies arbóreas silvestres: amate colorado (*Ficus lundelli*), amate menudo (*Ficus peforata*), palo mulato (*Bursera simaruba*) y lengua de vaca (*Syngonium podophyllum*), mismas que han sido identificadas como parte de la dieta del mono aullador (Nagy y Milton, 1979; Glander, 1981; Domínguez-Domínguez, 1994; Serio-Silva, 1996; Serio-Silva y Hernández-Salazar, 1999; Vélez, 1995; García, Y., 2000; Rodríguez-Luna, 2000; Urquiza-Hass, 2001; García-Del Valle, 2001; Fuentes, E. *et al* , 2003; Domingo-Balcells, 2004;).

5.3 Consumo de alimento

Se determinó el consumo diario promedio del grupo de estudio por cada especie vegetal. Las especies vegetales se colectaron diariamente e, inmediatamente después de su corte fueron pesadas. Las ramas fueron distribuidas por especie vegetal dentro del encierro, antes de que los monos iniciaran su actividad. El alimento no consumido así como el desperdiciado en suelo, fue identificado, retirado y pesado antes de introducir el alimento fresco. Se calculó la pérdida de humedad del alimento vegetal silvestre por medio de lotes testigo, que fueron sometidos a las mismas condiciones que el resto del alimento, para cada especie vegetal.

5.4 Colecta de las muestras de alimento vegetal para el Análisis Químico Proximal

La colecta de las especies vegetales se realizó al azar. Se analizaron sólo las partes de las plantas consumidas por los monos. Se registró el peso húmedo de las muestras vegetales previamente identificadas y se almacenaron en bolsas de papel para su posterior tratamiento y análisis.

5.5 Colecta de las muestras fecales para el Análisis Químico Proximal.

Cada sujeto de estudio fue observado desde el inicio de su actividad hasta el término de la misma, es decir, por un periodo aproximado de 9 a 10 hr diarias, utilizando el método de animal-focal (Altmann, 1974), con un registro continuo. Lo anterior permitió la colecta del material biológico por individuo al día, facilitando en gran medida la identificación individual del excremento por cada sujeto.

El piso del área accesible a los monos aulladores se cubrió con lonas de polietileno, para evitar que las muestras fecales se mezclaran con el suelo de tierra del encierro. La colecta de las muestras fecales se realizó de manera rápida para evitar su contaminación con orina, e inmediatamente después de su recolección, las muestras se pesaron e identificaron con el nombre y color de collar del individuo. Se tomaron muestras representativas de cada muestra biológica y se almacenaron en bolsas de polietileno herméticas para su posterior análisis.

5.6 Conservación de muestras fecales

Las muestras fecales fueron identificadas, almacenadas en bolsas de polietileno herméticas (marca ziploc) y refrigeradas durante el tiempo de observación de los individuos, posteriormente las muestras se congelaron a -10°C para su mejor conservación hasta su análisis químico (Morfin, 1997).

5.7 Análisis químico

Los análisis de las muestras vegetales y excretas se realizaron en el Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Veracruzana en Xalapa, Veracruz.

Los análisis de Proteína fueron realizados por el Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa (LATEX), de la Universidad Veracruzana en Xalapa, Veracruz.

En ambos laboratorios, todos los análisis fueron realizados por duplicado.

Los métodos utilizados para el Análisis químico proximal (AQP) o análisis de Weende, son los recomendados por la A.O.A.C. (1990).

5.7.1 Preparación de las muestras

5.7.1.1 Tratamiento de las muestras vegetales.

Las especies vegetales se cortaron con tijeras de acero inoxidable a un tamaño de 3 cm de longitud. Se homogeneizaron por cuarteo y se pesó la muestra total, posteriormente se secaron mediante el método de materia seca parcial (Morfin, 1997), en la que se sometieron las muestras en una estufa de aire forzado a 55°C por 24 horas hasta peso constante. Las muestras se procesaron en un molino con criba de 1 mm.

5.7.1.2 Tratamiento de las muestras fecales.

Se procesaron un total de 3 muestras por individuo, esto se hizo incluyendo las muestras fecales de cuatro días consecutivos en una sola muestra total ($n=3$), considerando que el

estudio se realizó por un periodo de 12 días con 4 monos aulladores se obtuvieron 12 muestras fecales en total.

Las muestras finales de excretas para el AQP se tomaron al azar después de la descongelación y homogeneización de la muestra total que se hizo manualmente y de forma rápida para evitar la pérdida de humedad (Morfin, 1997). Posteriormente se tomó la muestra final aproximadamente de 100 g.

Todas las muestras fecales se sometieron a un secamiento parcial en una estufa de aire forzado a una temperatura de 55°C por más de 48 h hasta peso constante. Se molieron las muestras secas en un molino con criba de 1 mm.

5.7.2 Análisis químico proximal (A.O.A.C., 1990)

5.7.2.1 Cenizas.

Se incineró una muestra de aproximadamente 1.5 g a 600°C durante por lo menos 2 horas, o hasta que la muestra no mostró rastros de materia orgánica. El residuo restante se considera que representa la materia mineral.

5.7.2.2 Grasa cruda (extracto etéreo) por el método Soxhlet.

Se colocaron dos gramos de la muestra parcialmente seca dentro de un dedal de papel filtro en un aparato Soxhlet para extracción de la grasa cruda con éter de petróleo durante al menos 4 horas, dependiendo la muestra. Se evaporó el éter residual a baja temperatura, posteriormente se secó el residuo de la muestra en la estufa a 110°C durante 30 min.

La grasa o aceite obtenido consiste en glicéridos de ácidos grasos, ácidos grasos libres, colesterol, lecitina, clorofila, sustancias alcalinas, aceites volátiles, resinas y vitaminas liposolubles (Morfin, 1997).

5.7.2.3 Fibra cruda (método oficial de Weende).

Se pesó 1 g de la muestra previamente seca y desengrasada, la muestra se sometió a una digestión ácida con una solución de ácido sulfúrico al 1.25% durante 30 min, se enjuagó y posteriormente se sometió a una digestión alcalina con una solución de hidróxido de sodio al 1.25% durante 30 min. El residuo fue secado y pesado, después se calcinó a 600°C durante 30 min en una mufla. Se asume que la materia orgánica del material no digerido es la fibra cruda (Morfin, 1997).

5.7.2.4 Proteína cruda (método de Micro-kjeldhal).

El principio básico de este método es la conversión del nitrógeno de las sustancias nitrogenadas en amonio. En esa forma indirecta conoceremos el contenido de nitrógeno total, el cual multiplicado por un factor proteína (6.25), nos dará el contenido de proteína cruda de la muestra (Morfin, 1997).

En un matraz kjeldhal se colocaron 0.25 g de muestra, la materia orgánica fue digerida con ácido sulfúrico concentrado con una mezcla de selenio y sulfato de cobre como catalizadores. Mediante este procedimiento el nitrógeno se convierte en sulfato de amonio, la solución se enfrió y adicionó hidróxido de sodio, el amoniaco (NH₃) producido se destiló y se colectó en una solución de ácido bórico al 4% con un indicador, se tituló con una solución valorada de ácido clorhídrico 0.1N hasta el cambio de color del indicador (Urquiza, 2001). Milton y Dintzis (1981) han sugerido utilizar un factor de conversión de 4.4 que da una estimación más aproximada del contenido de proteína en frutos y hojas del género *Ficus* y de otras especies tropicales, pero para fines de este estudio y posibles comparaciones con otros se utilizó el factor convencional (6.5) para las especies vegetales y excretas.

5.7.2.5 Extracto libre de nitrógeno (carbohidratos no estructurales).

Esta fracción del análisis químico proximal considera principalmente a los carbohidratos solubles o de reserva. Se calculo en base a la diferencia de los análisis de las determinaciones anteriores en base seca [100- (% agua + % cenizas + % fibra cruda + % extracto etéreo + % proteína)].

5.8 Cálculo de la energía metabolizable

Se obtuvo el cálculo de la energía metabolizable de la forma convencional a partir de los resultados obtenidos para proteína cruda, extracto etéreo y carbohidratos no estructurales.

$$\text{Energía Metabolizable} = [9 \text{ kcal/gr} \times (\text{EE}) + 4 \text{ kcal} \times (\text{PC} + \text{CNE})]$$

EE = Extracto etéreo o Grasa Cruda

PC = Proteína Cruda

CNE = Carbohidratos no estructurales

5.9 Cálculo de asimilación de los nutrientes de la dieta.

El porcentaje de asimilación (digestibilidad aparente) se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente fórmula (Shimada, 2003; Pond, 2002; McDonald, 1995; Flores, 1983; Maynard, 1981; Nagy y Milton, 1979; Church, 1977).

$$\% \text{ de Asimilación} = 100 (I-D) / I$$

I = nutrientes ingeridos en el alimento (g/día), expresado en materia seca

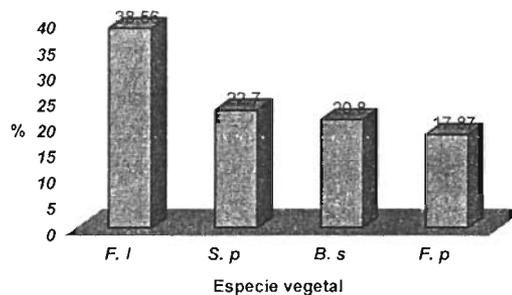
D = nutrientes defecados en las heces (g/día), expresado en materia seca

6. RESULTADOS

6.1 Alimento consumido

Con la finalidad de que los individuos no tuvieran problemas de estrés, el consumo de alimento por individuo no fue registrado ya que los individuos nunca se encontraron aislados dentro del encierro y comían de las hojas de manera simultánea. Los resultados promedio/día mostraron que la colonia de aulladores durante el tiempo del estudio, tuvo un consumo mayor de la especie denominada como *Ficus lundelli* (2.567kg \pm 0.927), siguiendo en consumo el *Singonium podophyllum* (1.512 \pm 0.657 Kg), posteriormente las especies *Bursera simaruba* (1.389 Kg \pm 0.542), y *Ficus perforata* (1.19 Kg \pm 0.519) (Figura 6).

Figura 6. Consumo promedio diario de las especies vegetales silvestres por la colonia de monos.



F.l = *Ficus lundelli* ; S.p =*Syngonium podophyllum*; B.s = *Bursera simaruba*; F.p = *Ficus perforata*

5.9 Cálculo de asimilación de los nutrientes de la dieta.

El porcentaje de asimilación (digestibilidad aparente) se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente fórmula (Shimada, 2003; Pond, 2002; McDonald, 1995; Flores, 1983; Maynard, 1981; Nagy y Milton, 1979; Church, 1977).

$$\% \text{ de Asimilación} = 100 (I-D) / I$$

I = nutrientes ingeridos en el alimento (g/día), expresado en materia seca

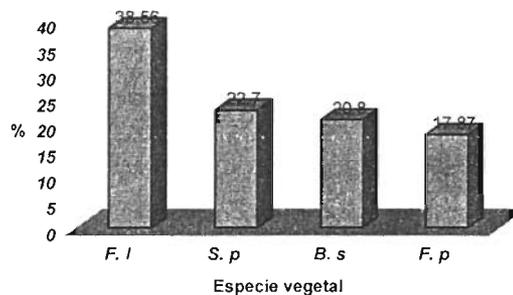
D = nutrientes defecados en las heces (g/día), expresado en materia seca

6. RESULTADOS

6.1 Alimento consumido

Con la finalidad de que los individuos no tuvieran problemas de estrés, el consumo de alimento por individuo no fue registrado ya que los individuos nunca se encontraron aislados dentro del encierro y comían de las hojas de manera simultánea. Los resultados promedio/día mostraron que la colonia de aulladores durante el tiempo del estudio, tuvo un consumo mayor de la especie denominada como *Ficus lundelli* (2.567kg \pm 0.927), siguiendo en consumo el *Singonium podophyllum* (1.512 \pm 0.657 Kg), posteriormente las especies *Bursera simaruba* (1.389 Kg \pm 0.542), y *Ficus perforata* (1.19 Kg \pm 0.519) (Figura 6).

Figura 6. Consumo promedio diario de las especies vegetales silvestres por la colonia de monos.



F.l = *Ficus lundelli* ; S.p =*Syngonium podophyllum*; B.s = *Bursera simaruba*; F.p = *Ficus perforata*

Para fines prácticos en la realización de este estudio, se agruparon los resultados obtenidos para alimentación y excretas en grupos de 4 días, para su posterior análisis numérico y químico. El consumo de alimento por grupo de días se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Consumo de alimento por la colonia de aulladores, de acuerdo al grupo de días y por especie vegetal.

Especie vegetal	Días 1 – 4		Días 5 – 8		Días 9 – 12		Promedio diario
	Consumo	X	Consumo	X	Consumo	X	Consumo
<i>Ficus lundelli</i>	10.464±0.713	1.86	7.407±0.824	1.851	12.94±0.657	3.235	2.567 ± 0.927
<i>Syngonium podophyllum</i>	4.17±0.292	1.39	4.957±0.778	1.239	7.632±0.526	1.908	1.512 ± 0.567
<i>Bursera simaruba</i>	5.864±0.653	1.466	4.359±0.379	1.089	6.446±.411	1.611	1.389 ± 0.542
<i>Ficus perforata</i>	3.246±0.437	0.791	5.765±0.553	1.461	5.282±0.453	1.39	1.19 ± 0.519

Todos los valores están expresados en kilogramos en base húmeda; X promedio; ± = desviación estándar. *Syngonium podophyllum* (Lengua de vaca), *Bursera simaruba* (Palo mulato), *Ficus perforata* (Amate menudo), *Ficus lundelli* (Amate colorado).

6.2 Cantidad de heces.

Las heces fueron colectadas, pesadas e identificadas por individuo, los resultados muestran una diferencia de 140.51 gramos entre el individuo que produjo la mayor cantidad de excretas (macho adulto) y el que produjo la menor cantidad (hembra juvenil).

Los monos aulladores defecaron un promedio de 0.322 Kg ±0.04 diariamente por individuo, mientras que la cantidad promedio diaria de heces excretadas por el grupo de monos aulladores fue de 1.286 kg ±0.164. Los resultados de las cantidades de excremento obtenido de los cuatro individuos del grupo, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Cantidad de heces producidas por la colonia de cuatro aulladores, datos divididos por grupos de días.

Días 1 – 4		Días 5 – 8		Días 9 – 12	
Día	Heces	Día	Heces	Día	Heces
1	1.111	5	1.589	9	1.310
2	0.969	6	1.413	10	1.328
3	1.065	7	1.452	11	1.266
4	1.178	8	1.477	12	1.276
Total	4.323	Total	5.931	Total	5.180
Promedio	1.08 ±0.087	Promedio	1.428 ±0.076	Promedio	1.295 ±0.028

Las cantidades están expresadas en kilogramos; ± desviación estándar. El total de cada grupo de días representa la cantidad total de heces obtenidas de los cuatro individuos durante los cuatro días de muestreo que se incluyen en cada grupo.

6.3 Análisis químicos

6.3.1 Alimento Silvestre

El análisis químico proximal muestra que la especie vegetal con mayor porcentaje de carbohidratos no estructurales (58.64%), y aporte calórico por gramo (2.99 kcal), es *Ficus lundelli*, la cual se corresponde con ser la especie de mayor consumo. La especie *Syngonium podophyllum*, segunda en elección de consumo por los monos, la cual aporta el mayor contenido de proteína cruda (18.78%), grasa cruda (4.67%) y de fibra cruda (31.75%), mientras que la especie con mayor cantidad de materia mineral o cenizas fue *Bursera simaruba* (12.03%), la especie menos consumida *Ficus perforata*, resultó tener la menor aportación calórica por gramo (2.72kcal) de las cuatro especies probadas (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis químico proximal de las especies vegetales consumidas por los monos aulladores (*Alouatta palliata mexicana*) en cautiverio.

Especie vegetal	Agua	M.S.	P.C.	G.C.	F.C.	C.	C.N.E.	E.M
								Kcal/100g
<i>S. podophyllum</i>	11.61	88.39	18.78	4.67	31.75	2.93	41.9	284
<i>B. simaruba</i>	29.48	70.52	15.74	3.88	20.78	12.03	47.54	288
<i>F. perforata</i>	28.05	71.95	14.17	3.59	30.49	5.92	45.8	272
<i>F. lundelli</i>	30.19	69.81	9.16	3.07	25.92	3.18	58.64	299

Todos los valores, excepto la humedad, están expresados en porcentaje promedio en base seca.

Porcentaje, representa los componentes nutricionales analizados de cada una de las especies vegetales que sirvieron como dieta de los monos aulladores.

Agua= humedad; M.S. = materia seca; P.C. = proteína cruda; G.C. = grasa cruda o extracto etéreo; F.C. = fibra cruda; C. = Cenizas; C.N.E. = carbohidratos no estructurales o extracto libre de nitrógeno; E.M = energía metabolizable [(9kcal/gr) x EE + (4 kcal/gr x (PC + CNE))].

6.3.2 Heces.

Los resultados del análisis químico proximal en heces no mostraron variaciones altas entre los grupos de días de registro, e incluso no se observaron desviaciones altas entre cada grupo de días (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis químico proximal de las heces producidas por la colonia de monos aulladores, por grupo de días.

Nutriente	Días 1 - 4	Días 5 - 8	Días 9 - 12
Agua	17.2 ± 0.353	17.46 ± 0.448	17.4 ± 0.630
M.S.	82.88 ± 0.353	82.54 ± 0.448	82.6 ± 0.630
P.C	22.49 ± 0.884	23.53 ± 1.32	25.05 ± 0.992
G.C.	7.3 ± 0.988	10.32 ± 3.32	9.26 ± 4.02
F.C.	17.63 ± 3.48	15.08 ± 1.27	17.97 ± 4.23
C.	2.69 ± 0.11	2.55 ± 0.288	2.57 ± 0.097
C.N.E.	47.65 ± 2.17	47.08 ± 4.85	45.13 ± 5.54
E.M. (kcal /100 g)	346 ± 15.8	374 ± 15.4	363 ± 23

Todos los valores, excepto la humedad, están expresados en porcentajes promedio en base seca.

Agua= humedad; M.S. = materia seca; P.C. = proteína cruda; G.C. = grasa cruda o extracto etéreo; F.C. = fibra cruda; C. = Cenizas; C.N.E. = carbohidratos no estructurales o extracto libre de nitrógeno; E.M = energía metabolizable [(9kcal/gr) x EE + (4 kcal/gr x (PC + CNE))].

6.4 Aporte calórico y nutricional de la dieta.

La dieta silvestre ofrecida a los monos aulladores, formada por especies vegetales de la región y que ha sido reportado su uso como alimento por estos primates, estuvo conformada por la siguiente proporción nutricional (Tabla 7).

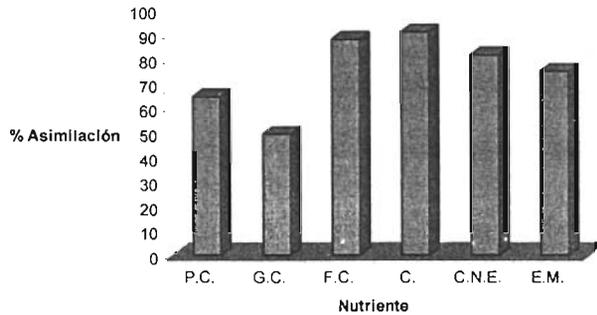
Tabla 7. Tabla nutricional de la dieta silvestre ofrecida a los monos aulladores *Alouatta palliata mexicana*.

Agua	24.84
Materia Seca	75.16
Proteína cruda	14.46
Grasa cruda	3.8
Fibra cruda	27.22
Cenizas	6.02
Carbohidratos N.E. (E.L.N.)	48.5
Energía metabolizable (kcal /100 g)	286

Todos los valores, excepto la humedad, están expresados en porcentaje promedio en base seca. Porcentaje promedio, representa los componentes nutricionales analizados de cada una de las especies vegetales que sirvieron como dieta de los monos aulladores.

6.5 Asimilación de nutrientes de la dieta silvestre

Se aplicó la fórmula sugerida por Nagy y Milton (1979a) para obtener el porcentaje de asimilación de la dieta por grupo de días (Tabla 8). Se calculó un porcentaje promedio total de asimilación de los elementos analizados, obteniendo los siguientes datos: proteína cruda, la asimilación fue de un 64.24% (± 6.39), fibra cruda un 87.53% (± 1.58). Grasa cruda o extracto etéreo se absorbió en un 48.91% (± 15.89), los minerales indicados por la fracción cenizas fueron absorbidos del tracto intestinal en un 90.54% (± 1.92) y los carbohidratos no estructurales fueron asimilados en un 81.19% (± 4.55) (Figura 7).

Figura 7. Porcentaje de asimilación total de los nutrientes de la dieta silvestre.

El porcentaje de asimilación esta basado en el promedio de consumo de alimento y cantidad de heces de la colonia compuesta por cuatro animales y por grupos de cuatro días.

P.C. = proteína cruda; F.C = fibra cruda; G.C. = grasa cruda o extracto etéreo; C. = Cenizas; C.N.E. = carbohidratos no estructurales o extracto libre de nitrógeno; E.M = energía metabolizable.

Tabla 8. Asimilación aparente de los nutrientes de la dieta silvestre de los monos aulladores cautivos.

Elementos analizados	Días 1 – 4			Días 5 - 8			Días 9 - 12			%Promedio Asim final
	A	H	% Asim	A	H	% Asim	A	H	% Asim	
P.C.	781.14	243.09	68.86	778.1	348.6	55.19	1095.41	343.12	68.67	64.24± 6.39
G.C.	212.72	78.9	62.09	208.74	153.03	26.68	280.07	119.93	57.17	48.91± 15.89
F.C.	1561.1	190.56	87.79	1539.31	223.61	85.47	2181.77	232.75	89.33	87.53± 1.58
C.	342.09	29.07	91.5	311.61	37.81	87.86	430.81	33.28	92.27	90.54± 1.92
C.N.E.	3039.42	515.04	83.04	2783.26	698	74.92	4067.35	584.53	85.62	81.19± 4.55
EM kcal	17211.9	3739.25	78.27	16114.88	5545.95	65.58	23324.25	4701.66	79.84	74.56± 6.38

% Asim = porcentaje de asimilación = $100[(A-H)/A]$. Los valores son expresados en gramos y se presentan en base seca. El % de asimilación esta basado en el promedio de consumo de alimento y cantidad de heces de la colonia compuesta por cuatro animales y por grupos de cuatro días.

A= g del nutriente en base seca consumido en el alimento.

H= g del nutriente en base seca presente en heces.

P.C. = proteína cruda; F.C. = fibra cruda; G.C. = grasa cruda o extracto etéreo; C. = Cenizas; C.N. E. = carbohidratos no estructurales o extracto libre de nitrógeno; E.M = energía metabolizable.

7. DISCUSIÓN.

7.1 Evaluación de la calidad de la dieta ofrecida a *Alouatta palliata mexicana*

La dieta proporcionada a los monos en condiciones de cautiverio, fue conformada por cuatro especies arbóreas que forman parte de la dieta natural de los monos aulladores, lo anterior aseguró que los animales conocían el alimento y consumirían dicha dieta.

Una de las cuestiones planteadas en el presente estudio, era saber si la dieta ofrecida a los animales, conformada únicamente con hojas jóvenes y maduras (no frutos), era lo suficientemente adecuada para cubrir los requerimientos nutricionales de los monos cautivos. Los resultados mostraron que el consumo promedio de la tropa expresado en base seca y en base húmeda (alimento fresco) fueron los adecuados para cubrir su requerimientos de alimento húmedo al consumir un promedio de 1.665 kg de alimento por día y por individuo, que expresado en base seca corresponde a 1.25 kg, esto conforme a los requerimientos indicados a la tabla 9.

Con respecto a los requerimientos de los nutrientes básicos como **proteína cruda**, si tomamos en cuenta que el peso corporal promedio del grupo es de 4.66 kg, los individuos necesitarían 3.25g de proteína/ kg de peso, es decir 15.15g. Si consideramos que el consumo promedio diario de la colonia fue de 53.3g, esto nos indicaría que dicho requerimiento fue cubierto. La dieta que se ofreció estuvo conformada por un 14.46% de proteína cruda, lo que coincide con el porcentaje propuesto por Milton (>11%) para cubrir los requerimientos de proteína por los aulladores (Tabla 9).

Los resultados mostraron que el **extracto etéreo** (grasa cruda) formó el 3.8% de la ración del alimento, cubriendo con ello los requerimientos sugeridos del 3-3.5 % por Lanfranchi (1988). Para el caso de la **fibra cruda**, la dieta que se ofreció tuvo un porcentaje de 27.24, superando el 24% requerido. Sucedió lo mismo con los **componentes minerales**, ya que la dieta ofrecida contenía por ración 6.02%, un porcentaje mayor al 4.09%, indicado en el estudio de Serio-Silva (1996) (Tabla 9).

La **energía metabolizable** necesaria para un mono aullador es de 245 kcal/ kg de peso corporal lo cual indica que el grupo de estudio necesitó un promedio de 1141.7 kcal diarias, así que de acuerdo a el consumo promedio en base seca del grupo se consumieron un promedio de 3575 kcal al día, lo que indica que los gastos de energía fueron cubiertos. Por lo anterior, podemos determinar que la calidad de la dieta silvestre ofrecida a los aulladores en bajo condiciones de cautiverio, compuesta por cuatro

especies vegetales, es apropiada para cubrir los requerimientos nutricionales de esta especie.

Tabla 9. Requerimientos nutricionales de *Alouatta palliata*

Fracción	Requerimientos diarios	Fuente
Materia seca	53.5 g / kg de peso corporal ó 384 g / animal	Nagy, K. y Milton, K. (1979)
Alimento húmedo	1 kg alimento fresco ó el 15% del peso corporal	Nagy, K. y Milton, K. (1979)
Proteína cruda	3.25 g / kg peso corporal ó >11 % de la ración	Nagy, K. y Milton, K. (1979) Milton, K. (1979, 1980, 1998)
Grasa cruda	3 – 3.5 % de la ración	Lanfranchi, R. (1988)
Fibra Cruda	24% de la ración*	Serio-Silva, (1996)
Cenizas	4.09 % de la ración*	Serio-Silva, (1996)
Energía metabolizable	245 kcal / kg peso corporal	Nagy, K. y Milton, K. (1979); Serio-Silva, J.(1996)

* En su estudio sobre la calidad de alimento de *A. palliata*, menciona el contenido de esta fracción en la dieta del mono aullador, que hemos tomado como el requerimiento.

De los datos que obtuvimos, encontramos que hubo una correspondencia entre el aporte calórico/gramo que aportó la especie de mayor consumo (*Ficus lundelli*) y la preferencia de consumo por parte de la colonia. Lo anterior debido probablemente a la facilidad de absorción intestinal de los hidratos de carbono, que hizo de esta especie ser probablemente la de más "fácil absorción". Además esta especie vegetal tuvo también el mayor contenido de agua, lo que muestra una correspondencia en la preferencia alimenticia.

Se encontró que la especie *Syngonium podophyllum*, segunda en elección de consumo por los monos, aportaba el mayor contenido de proteína cruda (18.78%). Los estudios relacionados con el contenido químico muestran que los aulladores tratan de maximizar su consumo de proteína, agua y de todos los aminoácidos (excepto de isoleucina) (Glander, 1981, Serio-Silva, 1996, Nagy y Milton, 1979a, 1979b), así como de minimizar su consumo de fibra cruda, cenizas y compuestos secundarios de las plantas, al hacer una particular elección de su dieta (Glander, 1981).

La especie *Bursera simaruba* fue elegida en tercer lugar, que fue la que contuvo la mayor cantidad de materia mineral o cenizas (12.03%). Aunque hay un adecuado aporte

de minerales, existen estudios que muestran que una dieta a base de hojas, no cubre los requerimientos de cobre, fósforo y sodio de estos primates y que poseen una baja habilidad, en comparación a otros vertebrados comedores de hojas, para asimilar estos minerales, además del calcio.

7.2 Asimilación de los nutrientes aportados por la dieta silvestre vegetal

La asimilación o digestibilidad aparente de una dieta indica la absorción de los nutrientes a través del tracto digestivo y toma en cuenta tanto los residuos de alimento no absorbidos como los componentes de las heces de origen endógeno, por lo anterior, este estudio de digestibilidad es un valioso indicador del aprovechamiento de los nutrientes por los monos aulladores y son satisfactorios para los constituyentes orgánicos del alimento, aunque para algunos minerales carecen de significado.

La asimilación de proteína de la dieta determinada es del 64.24%, lo cual concuerda con la afirmación de Milton (1979) que sugiere que la asimilación aparente de la proteína de la dieta natural del aullador no sobrepasa el 65%, lo que indica que mucho del contenido de nitrógeno fecal es de origen endógeno, dato que es característico de los monos aulladores. La digestibilidad verdadera marca una absorción del 89% de la proteína de dietas basadas en hojas, por lo que podemos inferir que la asimilación de proteína de la dieta silvestre analizada estuvo dentro de los parámetros de una dieta adecuada para *Alouatta palliata*.

La fibra cruda, representada por los carbohidratos estructurales, presentó una asimilación o digestibilidad del 87.53%, lo que indica que fue degradada por los microorganismos cecales mediante la fermentación, consecuentemente la producción de ácidos grasos volátiles. Dicho resultado es más cercano a la digestibilidad verdadera, ya que sus componentes no son de origen endógeno. Este resultado pudo haber sido afectado ya que una parte de los residuos de esta fracción puede ser desdoblado suficientemente para aparecer en el extracto libre de nitrógeno y no en la fibra cruda. Por otro lado la grasa cruda en la dieta representó un 3.8%, lo que según Caravaca (2003) aumenta la digestibilidad de los alimentos, estando en el rango de contenido óptimo de grasa en la dieta que es de entre 2.8 y 6.4%

Los resultados de la asimilación de la energía metabolizable (kcal/g) indicaron un 74.56% de absorción, nivel mucho mayor por el reportado por Milton (1979) en su estudio de calidad de la dieta, asimilación de nutrientes y balance hídrico, en el que reporta una

asimilación de energía en una dieta de hojas del 42.7%. La grasa cruda o extracto etéreo, mostró una asimilación del 48.91%. No se cuenta con información para comparar dicho resultado. Una razón probable es que esta especie no digiera adecuadamente la grasa o bien, que parte de la grasa presente en las heces pudo ser el resultado de los ácidos grasos volátiles provenientes de la fermentación cecal. Los resultados de asimilación de la fracción cenizas fue del 90.54%, pero carecen de un real significado tomando en cuenta que algunos de los minerales que forman esta fracción, son excretados a través del intestino, sobre todo el calcio.

7.3 Factores potenciales que afectan el consumo de alimento

En las especies silvestres, como los monos aulladores, el nivel de estrés afecta muchos aspectos fisiológicos y etológicos, uno de ellos es el consumo de alimento y puede verse disminuido si el manejo no es el adecuado. Otros factores que interfieren en el consumo de la dieta son: edad, sexo y estado fisiológico del animal; condiciones ambientales, palatabilidad del alimento, estatus social. Los resultados del presente estudio no mostraron un decremento en el consumo en base al grupo de días, por el contrario hubo un ligero aumento en el consumo respecto al bloque final con respecto al inicial. Por ello, consideramos que en este estudio funcionó el hecho de mantener a los animales en grupo, que sirvió para darles más seguridad y que los datos de consumo no se vieran afectados.

7.4 Factores potenciales que afectan la asimilación de nutrientes

La disponibilidad biológica de los nutrientes o digestibilidad no se encuentra fija en un valor constante, sino que es afectada por varios factores, que en el presente estudio pudieron afectar los resultados obtenidos en la asimilación de los nutrientes de la dieta de los aulladores; dichos factores son:

a) Factores externos:

- Aumento de ingestión del alimento por arriba del nivel de mantenimiento, disminuye la digestibilidad.
- Disminución de alimento por debajo del nivel de mantenimiento, aumenta la digestibilidad.
- Composición química del alimento.
- Estado fisiológico o de maduración de las plantas que sirvieron como alimento.

- Diferencia entre las fuentes de alimentos e interrelación entre los nutrientes de la ración.
- Cantidad de fibra cruda en la dieta y compuestos secundarios.

b) Factores internos:

- Variaciones en la capacidad estomacal, coeficiente de alimentación, velocidad del tránsito gastrointestinal, aún entre individuos de la misma especie, raza, edad y sexo.
- Masticación del alimento, tamaño de la partícula ingerida.
- Variación en la capacidad de absorción, en base a vías de transporte especializados presentes en la mucosa intestinal.
- Ejercicio moderado tras la alimentación aumentan la digestibilidad.

8. CONCLUSIONES

- Se determinó que la asimilación de los nutrientes de la dieta como proteína, fibra, carbohidratos estructurales y cenizas, fue la adecuada para cubrir las necesidades de estas fracciones del grupo de monos aulladores.
- La asimilación de grasa de la dieta en cuestión estuvo por debajo de los registros obtenidos para la asimilación de grasa en otras especies.
- El aporte calórico de la dieta mostró una adecuada asimilación por parte del grupo de estudio, lo que indica que los requerimientos de energía fueron cubiertos.
- La dieta silvestre analizada formada por la mezcla de cuatro especies silvestres como amate colorado (*Ficus lundelli*), amate menudo (*Ficus perforata*), palo mulato (*Bursera simaruba*) y lengua de vaca (*Syngonium podophyllum*) cubre los requerimientos nutricionales y calóricos de los monos aulladores, estos resultados indican que dicha dieta puede ser utilizada para mantener en cautiverio otros grupos de aulladores con éxito, además que al ser parte de la dieta natural de estos primates, resulta en una mayor aceptación por parte de ellos.
- Es importante continuar con estudios de digestibilidad de la dieta de los primates mexicanos, especies en peligro de desaparecer, en especial del mono aullador (*Alouatta palliata mexicana*), el cual tiene una importancia particular debido a su dieta especial y compleja; estos estudios colaborarán a incrementar el conocimiento sobre la biología de esta especie y aumentar el éxito en el manejo nutricional de las poblaciones de mono aulladores, ya sea en estado libre, semicautiverio o en cautiverio. Además que estudios de este tipo colaboran en las incipientes investigaciones que tratan de formular dietas que combinen alimento silvestre y cultivado que puedan sustituir su dieta silvestre normal.
- Se sugiere continuar con estudios de digestibilidad de dietas compuestas por alimentos silvestres y cultivados, que incluyan hojas y frutos de especies reconocidas como alimento de los aulladores.

9. REFERENCIAS

1. Altmann, J. (1974): Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior*. 49:229-265.
2. Association of Official Analytical Chemists (1990): Official methods of analysis. Kenneth Helrich (ed) AOAC, Washington, D.C.
3. Álvarez del Toro, M. (1977): Los mamíferos de Chiapas. Edit. Libros de México, México, D.F.
4. Box, H. (1991): Primate responses to environmental change. Chapman and Hall. Gran Bretaña, p.p. 442.
5. Caravaca, F.; Castel, J.; Guzmán, J.; Delgado, M.; Guerrero, M.; Alcalde, M.; González, P. (2003): Bases de la producción animal. Edit. Universidad de Sevilla, España. p.p. 287-295.
6. Chapman, C. Y Balcomb, S. (1998): population characteristics of howlers: ecological conditions or group history. *International Journal of Primatology*. Vol. 19, N°3, pp. 385- 403.
7. Chivers, D. y Hladik, C. (1980): Diet and gut morphology in primates. En *Food acquisition and processing in primates*. Chivers, D; Wood, B. (eds). Edit. Plenum, Londres. pp 177.
8. Chivers, D.J.; Andrews, P; Preuschoft, H.; Bilsborough, A. y Wood, B. (1980): Food acquisition and processing in primates: concluding discussion. En *Food acquisition and processing in primates*. Chivers, D; Wood, B. (eds). Edit. Plenum, Londres. pp 177.
9. Church, D. (1977): Bases científicas para la nutrición y alimentación de animales domésticos, Ed. Acribia, España. pp. 23-36.
10. Crampton, E. (1975): Nutrición animal aplicada, Ed. Acribia, España. pp. 1-33.
11. Crissey, C.M. y Pribyl, L.S. (1997): Utilizing wild foraging ecology information to provide captive primates with an appropriate diet. *Proceedings of nutrition society*. 56 (3):1083-1094.
12. Crockett, C. M. y Eisenberg, J.F. (1987): Howlers: variations in group size and demography. En Smuts, B.B; Cheney, D.L.; Seyfarth, R.M.; Wrangham, R.W. y Struhsaker, T.T. (Eds) *Primate societies*. University of Chicago Press, Chicago. pp. 54-68

13. Crockett, C. (1998): Conservation biology of the genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology*. 19 (3) pp. 549-578.
14. Domingo-Balcells, C. (2004): Plasticidad conductual intragrupal del mono aullador (*Alouatta palliata mexicana*). Tesis de Maestría en Neuroetología. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. pp.3 – 10.
15. Domínguez-Domínguez L.E. (1994): Preferencias alimenticias y comportamiento agonístico de *Alouatta palliata* en condiciones de cautiverio. *La ciencia y el hombre*. 18:105-125.
16. Edwards, M. (1995): Comparative adaptations to folivory in primates. Ph Dissertation. Michigan State University. East Lansing.
17. Emmons, L.; Fee, F. (1990): Monkeys (primates) neotropical rain forest mammals: a field guide. Chicago University Press, Chicago. Pp.34-153.
18. Estrada, A. (1984): Resources use by howlers monkeys (*Alouatta palliata*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *International Journal of Primatology*, Vol. 5, No 2, pp. 105-131.
19. Estrada, A. y Coates-Estrada (1986): Use of leaf resources by howling monkeys (*Alouatta palliata*) and leaf-cutting ants (*Atta cephalotes*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. *American Journal of Primatology*, 10: 51-66.
20. Estrada, A. y Coates-Estrada, R. (1984): Some observations on the present distribution and conservation of *Alouatta* and *Ateles* in Southern México. *American Journal of Primatology*. 7: 133-137.
21. Estrada, A.; Juan-Solano, S.; Ortiz-Martínez, T. y Coates-Estrada, R. (1999): Feeding and general activity patterns of a howler monkey (*Alouatta palliata*) troop living in a forest fragment at Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology*, 48:167-183.
22. Feeding systems and feed evaluation models. Theodorou, M. Y France, J., Editores. Edit. Cabi Publishing, Inglaterra.
23. Flores-Menendez (1981) *Bromatología animal*, Ed. Limusa, Méx. pp. 46-53.
24. Fowler, M.; Zalmir, C.; (2001): Biology, medicine and surgery of south american wild animals. Edit. Fowler, USA. Pp. 257-260
25. Fuentes, E.; Estrada, A.; Magaña, M.; Decens, Y.; Muñoz, D. y García Y. (2003): Reporte preliminar sobre el uso de recursos alimenticios por una tropa de monos

- aulladores (*Alouatta palliata*), en el parque La Venta, Tabasco, Mexico. *Neotropical Primates* 11 (1), abril, pp. 24-29.
26. García-Del Valle, Y.; Muñoz, D.; Mugaña, A.; Estrada, A.; Franco, B. (2001): Uso de plantas como alimento por monos aulladores, *Alouatta palliata*, en el parque Yumká, Tabasco, México. *Neotropical primates* 9(3) pp.112-117.
27. García, Y.; Muñoz, D.; Magaña, A.; Estrada, A. y Franco, B. (2000): Uso de plantas como alimento por monos aulladores, *Alouatta palliata*, en el parque Yumká, Tabasco, México. *Neotropical primates*, 9(3), pp.112-118.
28. García-Orduña, F. (2002): Comparación de las estrategias de forrajeo de *Ateles geoffroyi Vallerousus* y *Alouatta palliata mexicana*, en un fragmento de selva en la sierra de Santa Marta, Veracruz. Tesis de maestría en neuroetología. Universidad Veracruzana.
29. Glander K.E. (1978): Howling monkey feeding behaviour and plant secondary compounds. A study strategies. In Montgomery, G. (ed). *The ecology of arboreal folivores*, Smithsonian Press, Washington. D.C.
30. Glander, K. E. (1981): Feeding patterns in mantled howling monkeys, in: foraging, behaviour ecological, ethological and psychological approaches. Ed. Garland publishing, New York, pp. 231-257.
31. Glander, K.E. (1983): *Alouatta palliata*. En Janzen, D.H. (Ed) *Costa Rica natural history*. Pp. 736-738. University of Chicago press, Chicago.
32. IUCN (2004). 2004 IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
33. Kinsey, W. (1988): *New World primates, ecology, evolution, and behavior*, ed. Aldine Gruyter, New York. pp. 169-173.
34. Lambert, J. (1998) Primate digestion: interactions among anatomy, physiology and feeding Ecology. *Evolutionary Anthropology*. 7:8-36.
35. Lanfranchi-Vidal, R. (1988): *Manual de primates no homínidos naturales del hábitat de la República Mexicana (Ateles geoffroyi, Alouatta villosa)*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Méx. D.F.
36. Maynard, L; John, L; Harold, H; y Richard W. (1981): *Nutrición animal*, Ed. McGraw-Hill, E.U., p.p. 34-48.
37. McDonald, P.; Edwards, R.; Greenhalgh, J.; Morgan, C. (1995): *Nutrición animal*. Tercera (ed), Edit. Acribia, España.

38. Milton, K. ; Casey, T. : Casey, K.(1979): The basal metabolism of mantled howler monkeys (*Alouatta palliata*). Journal of Mammalogy. 2:373-376.
39. Milton, K.; Dintzis, F.(1981): Nitrogen to protein conversion factors for tropical plant samples. Biotropica. 13: 177-181.
40. Milton, K.; Mc Bee, R. (1983): Rates of fermentative digestion in the howler monkey, *Alouatta palliata* (primates: ceboidea). Comparative biochemistry and physiology. 74.: 29-31.
41. Milton, K. (1984): The role of food-processing factors in primate food choice. En Adaptations for foraging in non human primates. Rodman, P. y Cant, J. (Eds). p.p. 249-279. Columbia University Press, New York.
42. Milton, K. (1993): Diet and primate evolution. Scientific American. 269:86-93.
43. Milton, K.; Van Soest, P. y Robertson, J. (1980): Digestive efficiencies of wild howler monkeys. Physiologic zoology, 53(4): 402-409.
44. Milton, K. (1981): Food choice and digestive strategies of two sympatric primate species. The American Naturalist. Vol.117. Núm 4. pp. 496-505.
45. Milton, K. (1979): Factors influencing leaf choice by howler monkeys: a test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. The American Naturalist. Vol 114. Núm 3, pp. 362-378.
46. Milton, K. (1998): Physiological ecology of howlers (*Alouatta*): Energetic and digestive considerations and comparison with the Colobinae. International Journal of Primatology 19: 513-545.
47. Morfin-Loyden, L.(1997):Manual de laboratorio de bromatología. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, México.53-77.
48. Nagy, K. y Milton, K.(1979a): Aspects of dietary quality, nutrient assimilation and water balance in wild howler monkeys (*Alouatta palliata*). Oecologia. 39: 249 – 258.
49. Nagy, K y Milton, K. (1979b): Energy metabolism and food consumption by howler monkeys (*Alouatta palliata*).Ecology. 60 (3) 475-480.
50. Neville, M.; Glander, K.; Braza, F.; Rylands, A. (1998): The howling monkeys, genus *Alouatta*. In Mittemeier, R.; Raylands, A. (eds). Ecology and behavior of Neotropical primates, World Wildlife Found, Washington, D.C.Vol. 2, pp. 349-453.

51. Nutrients requirements of non human primates (2003), National research council, The national academies press. E.U. 18-29.
52. Pastor- Nieto, R. y Vera-Martínez, A. (2003): Notas sobre el manejo del mono aullador en cautiverio. Primate info <http://www.primate.wisc.edu/pin/notas.html>
53. Pond, W.; Church, D.; Pond, K.(2002): Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales. Segunda (ed). Edit. Uteha Wiley, E.U.
54. Revuelta. L.: Bromatología, zootecnia y alimentación. Ed. Salvat, España, 1953.
55. Rico-Hernández (2004): Riqueza e intensidad de endoparásitos de monos aulladores (*Alouatta palliata*) presentes en fragmentos de bosque en la sierra de Santa Marta, Tesis de Maestría, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz. pp 12-16.
56. Rivas-Bautista, R. (2004): Sensibilidad olfativa hacia ácidos carboxílicos en *Ateles geoffroyi*. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. México. pp. 23.
57. Rylands, A.B.; Rodríguez-Luna, E. y Cortés-Ortiz, L. (1997): Neotropical primate conservation- The Species and the IUCN/SSC, primate specialist group network. Primate Conservation, 17: 46-69.
58. Rodríguez-Luna (1997): Historia natural de especies, *Alouatta palliata* (mono aullador, mono zambo, saraguato) pp. 611-616. En González-Sorino, E.; Dirzo, R. y Vogt, R.C. (eds) Historia Natural de Los Tuxtlas, UNAM, México, D.F., 647 p.
59. Rodríguez-Luna, E. (2000): Cambios en la estrategia de forrajeo del mono aullador (*Alouatta palliata mexicana*); estudio de un población en un fragmento de selva. Tesis de Maestría en Neuroetología. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. pp. 54-60.
60. Rodríguez-Luna, E.; Cortés, L.; Miller, P. y Ellis, S.(eds), (1995): Análisis de Viabilidad de población y hábitat para el mono aullador (*Alouatta palliata mexicana*), Puebla, Pue. México, 2-4 marzo, 1995. pp. 9-98.
61. Rodríguez-Luna, E; Domínguez-Domínguez, L.E.; Morales-Mávil, J.E. y Martínez Morales, M. (2003): Foraging strategy changes in an *Alouatta palliata mexicana* troop released on an island. En: Marsh, L.K. (ed) Primates in fragments: Ecology and Conservation. Kluwer Academic Plenum publishers. pp 229-250.
62. Rowe Noel, (1996)The pictorial guide to the living primates, Pogonias Press, USA, pp.109-110.

63. Russell, A.M. (1973) Group activity and population dynamics of the howler monkey on Barro Colorado Island, Panamá. *Primates*, Vol. 14:1.
64. Serio-silva, J.; Rico-Gray, V. (2000): Use of a stream by mexican howler monkeys. *The Southwestern Natutalist*. Vol. 45, Núm 3, pp. 332-333.
65. Serio-Silva, J.C. (1995): Patron diario de actividades y hábitos alimenticios del mono aullador (*Alouatta palliata*) en condiciones de semilibertad. En Rodríguez-Luna; E.; Cortés-Ortíz, L. Y Martínez-Contreras, J. (Eds.) *Estudios primatológicos en México*, vol II, pp. 149-173.
66. Serio-Silva, J.; Hernández-Salazar, L. T. y Rico-Gray, V. (1999): Nutritional composition of the diet of *Alouatta palliata mexicana* females in diferent reproductive states. *Zoo Biology* 18: 507-513.
67. Serio-Silva, J.(1996): Calidad de alimento consumido por *Alouatta palliata* condiciones de semilibertad. Tesis de Maestría en Neuroetología. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. pp. 6-13.
68. Shimada, A. (2003): *Nutrición animal*. Edit. Trillas, México. p.p. 26-74.
69. Smith, C.(1977): Feeding behaviour and social organization in howling monkeys. In Clinton- Brok, T. (ed) *Primate ecology*, Academy Press, London. pp. 97-126.
70. Tirira, D. (2001): *Libro rojo de los mamíferos del ecuador*. Ecuador, p.p. 101-102.
71. Urquiza-Hass, T. (2001): Aporte nutricional de frutos de *Ficus perforata* (pulpa, semillas y materia animal) consumidos por monos aulladores (*A. palliata mexicana*). Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, Méx. D.F.
72. Veléz, H.I.(1995): Efectos de la composición de fibra en el consumo de *Ficus* por la tropa de monos aulladores (*A. palliata*), de la Isla Agaltepec, Catemaco, Ver. Méx., Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Méx. D.F., 1995. pp. 3-7.