

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTENECIA

CONSUMO VOLUNTARIO Y DIGESTIBILIDAD APARENTE EN  
ERIZOS PIGMEOS AFRICANOS (*ATELERIX ALBIVENTRIS*)  
ALIMENTADOS CON DIETAS PARA GATITOS Y PARA  
INSECTÍVOROS.

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**FLOR CRISTINA ORTIZ RIOS**

Asesores:

MVZ. MPA. DR.C. Carlos Gutiérrez Olvera  
Act. ME Adriana Margarita Ducoing Watty

México, D.F:

2011



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.

## DEDICATORIA

A mi amado Misha Castillo por su compañía, apoyo y amor incondicional. WE ARE ONE.

En memoria de los erizos Mamá, Papá, Pelos, Lisa, Moe, y Maggie. Quienes hicieron posible este trabajo y fueron siempre una motivación para seguir adelante.

Y también en memoria de mis perras Mica y Candy, quienes me enseñaron a amar con toda el alma a los animales, ambas fueron mi motivación para estudiar esta carrera. Y de los gatos Kengee y Noviembre, quienes con su muy felina manera de ser se ganaron un lugar en mi corazón. A todos los recordaré siempre con mucho cariño.

*“Experimentar con animales **no** es un derecho, es un privilegio.”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que a todos, a los erizos: Mamá, Papá, Pelos, Lisa, Moe, Maggie y Olivia, ellos hicieron gran parte de este trabajo y se merecen un reconocimiento, sin ellos esto no hubiera sido posible. A los dueños/tutores de Olivia por el apoyo en este trabajo, gracias por su tiempo y comprensión.

### **A MI FAMILIA**

Mish gracias por estar siempre a mi lado, por no dejarme caer, por apoyarme y ayudarme cuando lo he necesitado, por entenderme hasta sin palabras, por cuidarme y procurarme siempre, por consentirme y darme todo lo que has podido. Por ser no sólo mi novio, sino mi mejor amigo, consejero, confidente, cómplice y compañero. Siempre faltan palabras para expresar lo que siento por ti, pero tú lo sabes. Te amo.

A mi padre quien ha trabajado por años con horarios que sólo le permiten dormir unas cuantas horas, y quien expone todos los días su vida para que no sólo yo, sino todos en esta ciudad estemos seguros. Tu esfuerzo no es ni ha sido en vano, seguiré trabajando y estudiando para ser una mejor persona, así como tú me has enseñado. Estoy muy orgullosa de que seas mi padre, y que siempre hayas sido fiel a tus ideales.

A mi madre quien no sólo trabajó para ayudar a mantenernos y darnos todo, sino también ha trabajado arduamente como ama de casa. Has pasado por muchas cosas difíciles durante toda tu vida y admiro mucho como te has sobrepuesto de todas ellas, además de que tienes un gran corazón y posees una envidiable manera de perdonar a los que te hacen daño; espero algún día tener esa capacidad. Te amo mucho mamá, gracias por tu apoyo y amor.

A mis hermanas Estrella y Marilu, por haberme enseñado que si se aprende en cabeza ajena, y que al final de todo lo que queda es la familia. Muchas gracias por apoyarme y estar al pendiente de mí. Las quiero mucho.

A Bertha V. Guillén gracias por el apoyo y las pláticas filosóficas. Por tu tan especial forma de ser, admiro mucho que hagas lo que quieres y digas lo que piensas y que no te importe lo que diga la gente, además de que eres una mujer sumamente valiente. Gracias por ser una suegra tan fuera de serie, por ser mi familia.

Kivuli, el mejor gato de todos, dulce y adorable como tú sabes ser, con esos hermosos ojos y ese pelaje café aunque encanecido, siempre bello.

A mis gatos Junio, Ru y Serendipity por su compañía durante las horas de trabajo, aunque a veces me desesperen, los amo a los tres.

#### A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A mi asesor el Dr. Carlos Gutiérrez Olvera por su guía en mi trabajo de no sólo una tesis, sino de una y media. Doc, es usted una gran ejemplo a seguir, espero algún día saber tanto de nutrición como usted. Muchas gracias por ser mi asesor, maestro y amigo. También gracias a su hermosa familia Rocío, Carlitos y Roci, que también forman parte de mi familia, los quiero mucho a todos.

A mi asesora la Dra. Adriana Ducoing muchas gracias por todo el apoyo y por su gran trabajo, por toda la paciencia y ayuda. Un gran reconocimiento por echarle tantas ganas en los detalles de mi estudio estadístico, por encontrar tiempo para atenderme y corregirme.

A la Dra Betty Vanda gracias por escucharme, aconsejarme y por siempre estar allí y darme ánimo. Me has enseñado mucho no sólo de bioética, sino de respeto y tolerancia hacia los demás y aun más importante, respeto y aprecio de la vida de los otros seres vivos. Te quiero mucho, es un gran privilegio para mí que seas mi amiga.

A la laboratorista Fer Palma por enseñarme todas las técnicas de laboratorio que necesite, por ser paciente conmigo y explicarme con calma como hacer todas las cuentas. Además gracias por las risas y todas las ocurrencias, pasamos momentos muy divertidos juntas. Parte de este trabajo es tuyo.

A las doctoras Isabel Cué y Monica Aguilar, las quiero mucho. Ustedes son mis amigas y mis maestras, es un honor trabajar con ustedes y aprender siempre algo nuevo juntas. Gracias por su apoyo y cariño.

A mis amigos Jorge, Joss, Angie, Alex, Cryn, Lin, Seven, y Blue, por todo su apoyo y amor incondicional en cada momento de mi vida, son increíbles. Los amo.

A mis hermanos tesistas, Jose Luis, Ari, César, Mariana, Héctor, Tania, Paulina, Armin, Clau Alarcon, Clau Ledesma, Carmen, Gaby, Consuelo, Maru, Lucero, Noemí, Salvador y aunque no es tesista todavía Itzelita. A los que me ayudaron a la realización de este trabajo, desde su apoyo en el cuidado y manejo de los erizos, en el laboratorio, con información para mi escrito, y por el simple hecho de estar presentes en algunos momentos en los que requería de su apoyo moral. Espero no me falte ninguno, somos muchos.

Sensei, amiga, que puedo yo decir, eres un gran ejemplo a seguir, gracias por todo tu apoyo siempre, eres parte de mi vida, no sólo como amiga, sino como maestra y compañera, y como bien sabes, te quiero.

Eli, gracias por tu amistad y los momentos de platica que hemos compartimos, siempre es genial tener a alguien para sacar las frustraciones del trabajo.

Josh nos hicimos compinches pronto y me da mucho gusto saber que cuento contigo para todo y que me apoyas como yo a ti, te quiero mucho.

Kary y familia, muchas gracias por el apoyo brindado, por haberme abierto las puertas de su hogar para realizar este trabajo y por todas las cortesías que tuvieron conmigo y con los erizos. Kary, eres parte de esto, gracias a ti esto es posible. Te llevaré en mi corazón siempre. Gracias.

Indolfo por su amistad, compañía, y confianza.

Mary mil gracias por todo tu apoyo, no sólo en el laboratorio, sino también en la realización de mi escrito, además de los muchos consejos y de tu inspiradora tesis que fue una gran guía para mi trabajo. Eres una gran persona y te admiro mucho.

A la química Agueda y al laboratorio de bromatología del departamento de nutrición animal y bioquímica gracias a todos por todas sus atenciones y apoyo brindado en la realización de este trabajo.

Al Dr Rosiles por haberme apoyado tanto con material como con su laboratorio. A los doctores Sergio Verdi y Oscar Vargas, por su ayuda con material bibliográfico y apoyo médico, por ser tan amables siempre y hacerme reír hasta que me duele la cara y el estómago.

A los honorables miembros de mi jurado, la química Agueda García Pérez y los doctores Jesús Manuel Cortez Sánchez, Gerardo Suzán Azpiri, Carlos Gutiérrez Olvera y Ricardo Walter Czaplewski Cicero. Por su tiempo, sus observaciones, sugerencias y correcciones.

Al proyecto PAPIME PE204811 “Desarrollo e instrumentación de materiales didácticos innovadores para la enseñanza de la nutrición animal, nutrición y alimentación de perros y gatos, animales de compañía no convencionales y nutrición clínica de perros y gatos.”

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
Resumen.....	1
1. Introducción.....	3
1.1 Nutrición.....	3
1.2 Erizos.....	4
1.3 Género <i>Ateleurix</i> .....	5
1.4 Especies africanas de erizos.....	6
1.5 Características generales del erizo pigmeo africano.....	7
1.6 Antecedentes.....	14
2. Justificación.....	15
3. Hipótesis.....	15
4. Objetivos.....	16
5. Material y métodos.....	16
5.1 Fase de campo.....	17
5.1.1 Sujetos de estudio.....	17
5.1.2 Alojamiento.....	18
5.1.3 Duración del estudio.....	19
5.1.4 Alimentos.....	20
5.1.5 Consumo de alimento.....	20
5.1.6 Colecta de muestras fecales.....	20
5.2 Fase de laboratorio.....	21
6. Análisis estadístico.....	21

7. Resultados.....	22
7.1 Alimentos.....	22
7.1.1 Análisis químico proximal.....	22
7.1.2 Análisis de las fracciones de la fibra (Van Soest).....	23
7.2 Consumo.....	24
7.2.1 Consumo de alimento en base húmeda.....	24
7.2.2 Consumo promedio de materia seca.....	25
7.3 Heces.....	26
7.3.1 Composición.....	26
7.3.2 Cantidad producida.....	26
7.3.3 Concentración de nutrientes en heces.....	27
7.4 Digestibilidad aparente.....	27
7.5 Ganancia de peso.....	28
8. Discusión.....	29
8.1 Evaluación de la calidad del alimento.....	29
8.2 Consumo voluntario.....	29
8.3 Producción de heces.....	31
8.4 Digestibilidad aparente.....	32
8.5 Ganancia de peso.....	34
9. Conclusiones.....	34
10. Literatura citada.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

	<b>Página</b>
FIGURA 1.....	5
Distribución de las diferentes especies del género <i>Atelerix</i>	
FIGURA 2.....	12
Cráneo de un erizo	
FIGURA 3.....	19
Distribución del espacio con el que contaba cada erizo	
CUADRO 1.....	18
Distribución de grupos de estudio	
CUADRO 2.....	23
Análisis químico proximal para cada uno de los alimentos	
CUADRO 3.....	24
Análisis de fracciones de la fibra (Van Soest) de los alimentos ofrecidos a los erizos pigmeos africanos	
CUADRO 4.....	25
Consumo promedio de alimento en base húmeda por día	
CUADRO 5.....	25
Consumo promedio de nutrientes	
CUADRO 6.....	26
Análisis químico proximal de las heces	
CUADRO 7.....	26
Producción promedio de heces en base húmeda por día	
CUADRO 8.....	27
Concentración de nutrientes en heces	
CUADRO 9.....	28
Digestibilidad	
CUADRO 10.....	28
Ganancia de peso diaria promedio	

## RESUMEN

ORTIZ RIOS FLOR CRISTINA. Consumo voluntario y digestibilidad aparente en erizos pigmeos africanos (*Atelerix albiventris*) alimentados con dietas para gatitos y para insectívoros (bajo la dirección de: MVZ. MPA. DR.C. Carlos Gutiérrez Olvera y Act. ME. Adriana Margarita Ducoing Watty).

Un factor común encontrado en animales de compañía no convencionales que predispone a enfermedades es la mala nutrición, por lo que es de vital importancia asegurar que cada uno de estos animales consuma un alimento de excelente calidad y en cantidad adecuada para que cubra sus requerimientos nutricionales. Existen pocos estudios en los que se haya determinado el contenido nutricional y la digestibilidad de los alimentos ofrecidos de forma común a los erizos pigmeos africanos. Este trabajo tuvo como objetivo determinar el consumo, el aporte de nutrientes y la digestibilidad aparente de dos dietas diferentes utilizadas comúnmente en la alimentación de erizos pigmeos africanos (alimento para gatitos y alimento especial para insectívoros). Para esto se realizaron análisis químicos proximales y de fracciones de la fibra (Van Soest). Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) para ninguna de las variables estudiadas en consumo húmedo, consumo seco ni en ganancia de peso, entre la dieta para gatito y la dieta para insectívoro.

En el análisis de heces húmedas y heces secas, únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dietas ( $p < 0.01$ ) en la concentración de fibra neutro detergente y fibra ácido detergente en heces secas, siendo el contenido promedio en heces tanto de FND como de FAD

mayor para la dieta con alimento para insectívoro que para la dieta con alimento de gatito.

Finalmente en lo que respecta a la digestibilidad, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dietas en la concentración de fibra neutro detergente y fibra ácido detergente ( $p < 0.01$ ), encontrando que es mayor la digestibilidad promedio en la dieta de alimento para gatitos que para el alimento para insectívoros tanto para FND como para FAD. La cantidad y tipo de fibra en un alimento para mascotas tienen el mayor efecto general en la digestibilidad de los nutrientes. Al contener mayor cantidad de fibra, menor será su digestibilidad. Debido a esto se puede concluir que el alimento para gatito puede ser una opción para la alimentación del erizo pigmeo africano.

## **1. Introducción**

En la actualidad los erizos pigmeos africanos (*Atelerix albiventris*), han sido integrados a la sociedad humana como animales de compañía no convencionales, lo cual ha traído como consecuencia diversas interrogantes respecto a sus cuidados y alimentación.

Una de sus principales necesidades es una buena nutrición, es por ello que en este trabajo se realizaron análisis de laboratorio a dos alimentos con los que se alimenta de forma común a los erizos (alimento para insectívoro y alimento para gatito), para poder determinar si cubren o no sus requerimientos nutricionales y con esto apoyar al médico veterinario especialista en fauna silvestre en la recomendación de un alimento para estos animales.

### **1.1 Nutrición**

El término nutrición se refiere al estudio de los alimentos, así como de los nutrientes y otros componentes que contengan, incluyendo un estudio de las acciones específicas, sus interacciones y equilibrio. Además, la ciencia de la nutrición incluye la forma en que un animal ingiere, digiere, absorbe y utiliza cada uno de los nutrientes.<sup>1</sup>

La nutrición es parte fundamental del manejo adecuado de todos los animales, ya que mediante ella se maximizan la salud, el desarrollo físico y mental, la longevidad y se previenen enfermedades.<sup>2</sup>

En la actualidad no se cuenta con suficientes estudios de nutrición en animales de compañía no convencionales, lo cual genera un problema serio al momento de ofrecer dietas especiales para éstos, ya que existen pocas opciones en el mercado.

Para muchas especies de animales de compañía no convencionales como los erizos, no se han cuantificado requerimientos nutricionales, por lo cual se han llegado a utilizar los ya conocidos de algunos animales domésticos, con la finalidad de cubrir de la mejor manera posible sus requerimientos nutricionales y así ofrecer un mejor plan alimenticio que incluya recomendaciones sobre el alimento y la forma de alimentar.<sup>3</sup>

## **1.2 Erizos**

Los erizos pertenecen al orden Erinaceomorpha (antes pertenecían al orden Insectívora) y a la familia Erinaceidae, la cual cuenta con representantes en Europa, África y Asia. Se conocen 16 especies y 5 géneros, dentro de los cuales se encuentran el erizo europeo (*Erinaceus europeus*), el erizo de orejas largas del desierto (*Haemiechinus auritus*), y el erizo pigmeo africano (*Atelerix albiventris*).<sup>3, 4, 5, 6, 7, 8</sup>

Entre todas las especies de erizos, los erizos pigmeos africanos (*Atelerix albiventris*) son una de las más comunes como animales de compañía no convencionales.<sup>3, 4, 6, 9, 10, 11</sup>

### 1.3 Género *Atelerix*

#### Taxonomía y distribución

Los erizos africanos (*Atelerix spp*) pertenecen al orden Erinaceomorpha, a la familia Erinaceidae y a la subfamilia Erinaceinae. Actualmente se reconocen cuatro especies dentro del género. <sup>7, 8, 9</sup>

*Atelerix albiventris*

*Atelerix algirus*

*Atelerix frontalis*

*Atelerix sclateri*

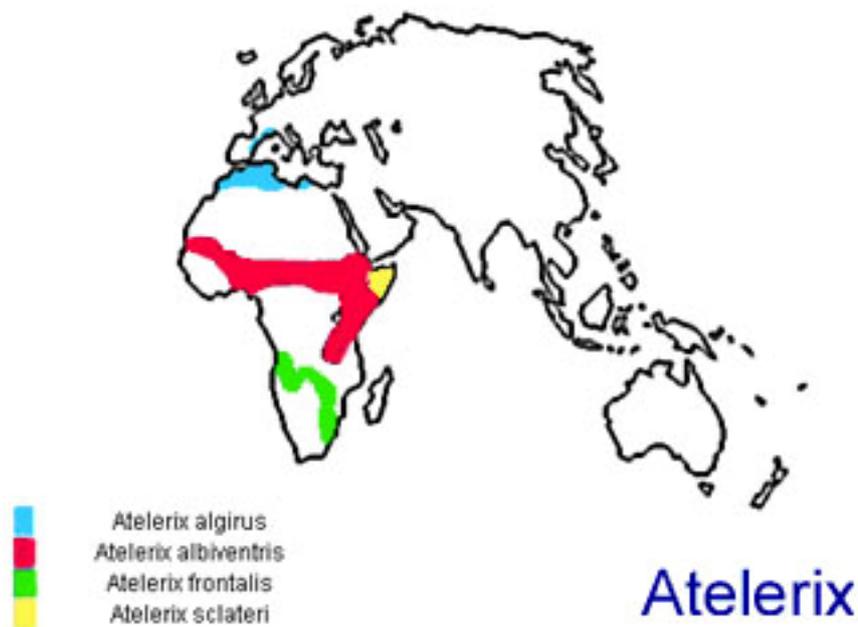


Fig. 1 Distribución de las diferentes especies del género *Atelerix*.

Modificado de: <http://www.lawebdeloserizos.com/distribucion.php>

Las cuatro especies se diferencian principalmente por el color de pelaje y su distribución geográfica (Fig. 1), se les encuentra en África y en una pequeña franja de España y Francia <sup>9, 12</sup>

## **1.4 Especies africanas de erizos**

### **Erizo pigmeo africano (*Atelerix albiventris*)**

Se distribuye en África central, desde la parte sur del Sahara hasta el Congo y desde el Senegal a los grandes lagos de África del este. También se pueden encontrar en el Kilimanjaro en Tanzania a altitudes de hasta 1800 m. Habita gran variedad de ambientes, como bosques, estepas y desiertos.<sup>9</sup>

### **Erizo moruno (*Atelerix algirus*)**

Es el erizo africano más grande. Sus púas son de color blanco con estrechas bandas oscuras. La cabeza y patas son marrones y su vientre puede ser blanco o pardo. Se localiza entre Marruecos y el oeste de Libia, las Islas Canarias, las Islas Baleares, España, y el sureste de Francia.<sup>9</sup>

### **Erizo sudafricano (*Atelerix frontalis*)**

Tienen cinco dedos en cada pata. Sus púas son blancas con anchas bandas marrones. El hocico y las mejillas son de color marrón oscuro y tienen una llamativa franja blanca en la frente. Su parte ventral es blanca, y las patas y la parte ventral de la cola son de color gris pardo, donde en ocasiones pueden tener manchas blancas.<sup>9</sup>

Se localiza en Sudáfrica, al suroeste de Angola, este y oeste de Bostwana, Zimbabwe, sur de Zambia, sur de Malawi y centro de Mozambique. Se encuentra incluido en el apéndice II de la Convención sobre Comercio

Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), lo que lo coloca en peligro de extinción y regula su comercio internacional.<sup>9</sup>

### **Erizo somalí (*Atelerix sclateri*)**

Este erizo es similar al erizo pigmeo africano, diferenciándose en que los miembros posteriores cuentan con una coloración marrón y negra, tienen cinco dedos en vez de cuatro; y su abdomen es principalmente marrón. Se encuentra limitado al norte de Somalia.<sup>9</sup>

### **1.5 Características generales del erizo pigmeo africano**

Los erizos pigmeos africanos, son mamíferos pequeños, miden en promedio 15 cm de longitud por 8 cm de altura. Al nacimiento pesan entre 12 y 18 gramos; un macho adulto tiene un peso de 500 a 700 gramos, mientras que una hembra pesa de 250 a 400 gramos.<sup>4, 5, 6, 8, 9</sup>

Sus miembros son relativamente cortos, de forma similar a otros insectívoros. Cuenta con 5 dedos en los miembros anteriores y 4 en los posteriores. Son plantígrados únicamente en las extremidades delanteras; cuentan con cinco cojinetes palmares y seis plantares.<sup>5, 6, 8, 9, 13</sup>

Su fórmula vertebral es: 7 cervicales, 13 torácicas, 6 lumbares, 3 sacras y 9-11 caudales. Poseen clavícula, y los huesos de la tibia y la fibula se encuentran fusionados.<sup>5, 6</sup>

En la cara poseen un patrón de antifaz similar al de los mapaches, con ojos oscuros y una nariz pequeña y puntiaguda. El hocico es parduzco, y la frente, mejillas y la parte ventral son blancas. Sus orejas son más cortas que las púas de la cabeza, son redondeadas y con poco pelo.<sup>9</sup>

La característica más distintiva de los erizos es su densa capa de espinas, un adulto puede llegar a tener 5,000 espinas afiladas, cada una de 2 a 3 centímetros de longitud. Éstas son pelo modificado, cada una de ellas está llena de múltiples cámaras de aire y puentes de refuerzo que corren bajo la pared interior de cada tubo. Las espinas cubren completamente la superficie dorsal del cuerpo, mientras que la superficie ventral está cubierta por piel endurecida de la cual sobresale una cubierta de pelo áspero. La cabeza tiene una zona sin púas en el centro de la coronilla. De forma normal las púas se encuentran aplanadas contra el cuerpo, al levantarse, lo hacen en gran variedad de ángulos, encimándose y apoyándose una sobre otra para crear un sistema de defensa. Cada púa tiene un músculo conectado a su base que se usa para levantarla y darle rigidez.<sup>4, 5, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 16</sup>

Adicional a la protección que le ofrecen las púas, el erizo pigmeo africano tiene la capacidad de enrollarse formando una bola. Esto es posible gracias a que su piel es muy laxa, y a que tiene una musculatura muy desarrollada alrededor de su cuerpo. El complejo de músculos que logra esto, incluye a los músculos frontodorsal y caudodorsal, que mueven las espinas hacia abajo de la cadera y la frente; el músculo panicular, que enrolla al erizo; y el músculo orbicular que mantiene el manto de espinas junto como una jareta. Las contracciones del

músculo panicular jalan la piel laxa sobre todo su cuerpo. El panículo se engrosa en el borde para formar el músculo orbicular, que se cierra como una bolsa de jareta sobre el animal.<sup>5, 6, 8, 17</sup>

Su cerebro es relativamente primitivo ya que su corteza cerebral posee pocas áreas sensitivas, lo cual no significa que no sean inteligentes. Los sentidos del olfato y del oído están muy desarrollados, lo cual los hace excelentes buscadores de alimento y cazadores. Su vista está razonablemente desarrollada y su visión es monocromática.<sup>4, 5, 6, 8, 17</sup>

Los erizos pigmeos africanos alcanzan la madurez sexual a los dos meses de edad; y son sexualmente activos durante todo el año. Los machos presentan el pene en la región ventro-medial del abdomen. Los testículos son intraabdominales, por lo cual no presentan escroto. Cuentan con próstata, vesícula seminal y glándula bulbouretral. En las hembras se puede observar la vulva situada a pocos milímetros en dirección craneoventral al ano. Poseen útero bicornal y una vagina muy larga.<sup>4, 5, 6, 8, 9, 13, 17</sup>

Las hembras son poliéstricas y de ovulación inducida. Su ciclo estral dura de 3 a 17 días de estro, seguidos de 1 a 5 días de diestro. Ambos sexos presentan hasta 10 pezones. La gestación dura 35 días, pero puede variar entre 34 y 44 días. El número de crías va de una a diez, siendo el promedio de tres a seis.<sup>4, 5, 6, 8, 9, 17</sup>

Los colores más comunes que presentan los erizos pigmeos africanos, como animales de compañía, son sal y pimienta o agutí, copo de nieve y canela. Pudiendo encontrar otros como chocolate, panda, ciervo, moka, crema, punto de humo y plata, albino y moteado o pinto.<sup>6, 8, 9</sup>

Son animales solitarios, excepto durante la época reproductiva, en el cortejo y cuando la hembra está criando a su descendencia.<sup>4, 5, 6, 15, 16, 17</sup>

Al ser de hábitos nocturnos, durante el día se ocultan bajo troncos caídos, entre las raíces de los árboles, hojas secas, rocas o dentro de madrigueras. Se ha observado que en el transcurso de la noche algunos llegan a viajar hasta 3 kilómetros.<sup>3, 4, 5, 6, 8, 13, 14, 15, 16, 17</sup>

La falta de presas o la dificultad en la localización de las mismas es una consideración seria para todos los insectívoros, debido a sus altos requerimientos de energía. Para combatir la necesidad de mantenerse activos cuando las condiciones ambientales no son favorables, muchas especies han desarrollado la habilidad de pasar por un período de letargo o hibernación, durante el cual la temperatura corporal puede disminuir a un nivel cercano a la del aire que los rodea. Esta estrategia permite a las especies que están experimentando un estado de crisis, como por ejemplo escasez de alimento y temperaturas extremas, reducir drásticamente su gasto de energía, para permitirles sobrevivir más tiempo con menos reservas.<sup>3, 5, 6, 8, 9, 17, 18</sup>

Los erizos pigmeos africanos presentan una conducta llamada ensalivamiento, también conocida como autoungimiento o ungimiento. Esto sucede cuando el erizo se encuentra en contacto con ciertos elementos como alimentos e incluso heces; las olerá, probará y morderá, cubriéndolas con saliva y luego sacudirá su cabeza de izquierda a derecha “untándose” con su propia saliva. Todavía no se sabe qué es lo que lo provoca, ni cuál es la razón por la cual lo hacen.<sup>4, 5, 6, 8,</sup>

9, 13, 14, 15, 16, 17

## **Aparato gastrointestinal**

Poseen 36 piezas dentarias, que terminan en coronas puntiagudas y afiladas. Son braquiodontos, es decir, que una vez que han cambiado de dientes estos dejan de crecer, y tienen como características corona baja, poco desgaste y su raíz se va estrechando conforme termina. El primer incisivo de cada cuadrante es grande y se encuentra proyectado hacia delante. Los primeros incisivos mandibulares ocluyen en un espacio entre los primeros incisivos maxilares, el cual les ayuda a atrapar insectos. Los incisivos frontales son alargados y los molares son más similares a los de los omnívoros que a los de los insectívoros. Los erizos están adaptados a una dieta omnívora, ya que cuentan con una mandíbula fuerte y dientes romos, junto con las raíces de los dientes cerradas (figura 2). Su fórmula dentaria es:  $2 [I, 3/2, C, 1/1, PM, 3/2, M, 3/3] = 36$ .<sup>4, 5, 6</sup>

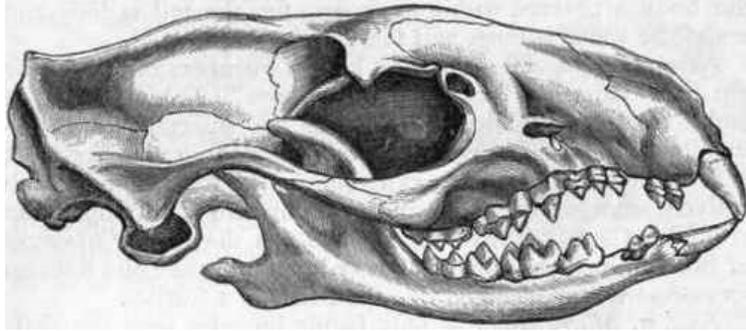


Figura 2. Cráneo de un erizo

Tomado de: <http://chestofbooks.com/animals/Manual-Of-Zoology/Insectivora-Order-XV-Insectivora-Continued.html>

Poseen un tubo digestivo simple y relativamente corto. El estómago es simple, y la respuesta de vómito está presente. Macroscópicamente pueden no mostrar diferencia entre intestino delgado e intestino grueso, y no tienen ciego. El tiempo de tránsito intestinal va de 12 a 16 horas. Los erizos cuentan con glándulas anales pero no están bien desarrolladas. <sup>3, 5, 6, 12, 18, 19</sup>

### **Comportamiento alimenticio**

Los erizos son nocturnos y empiezan a alimentarse al atardecer. Al ser ágiles nadadores, cavadores y escaladores pueden obtener una amplia variedad de alimentos. Los erizos en general son considerados insectívoros, sin embargo los hábitos alimenticios de los erizos pigmeos africanos sugieren que también son omnívoros oportunistas, pues consumen una dieta variada basada en la disponibilidad de comida, incluyendo gran variedad de invertebrados como escarabajos, milpiés, lombrices, babosas y caracoles; además de pequeñas presas vertebradas como ranas, serpientes, lagartijas, polluelos y ratones; así como huevos y plantas. <sup>3, 4, 5, 6, 8, 9, 13, 16</sup>

El tubo digestivo tienen una capacidad limitada para digerir celulosa; sin embargo algunos tipos de erizos (*Erinaceus europaeus*) tienen la capacidad de digerir quitina, ya que cuentan con quitinasas en la mucosa gástrica y en el páncreas, lo cual sugiere que son capaces de digerir los exoesqueletos quitinosos de los insectos.<sup>3, 5</sup>

Los erizos en cautiverio se pueden mantener exitosamente con dietas variadas que contengan niveles moderadamente altos de proteína, la cual debe ser entre un 30% y 50% de la materia seca y grasa del 10% al 20%. Las dietas pueden incluir alimento húmedo y seco para perro y gato, alimento para gatitos, alimento para hurón, productos comerciales específicos para erizo, así como dietas secas y semihúmedas para insectívoros suplementadas con lombrices de tierra, insectos y pequeñas cantidades de vegetales y fruta picados. Se les debe ofrecer agua fresca *Ad libitum* en un plato poco profundo.<sup>3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 15, 16, 17</sup>

### **El erizo pigmeo africano como animal de compañía**

Son animales que requieren poco espacio. No poseen olor corporal significativo y hacen poco ruido, son limpios y se asean con frecuencia. Son de hábitos crepusculares y nocturnos. El promedio de vida en cautiverio es de 4 a 6 años, pero pueden llegar a los 8 años.<sup>4, 5, 12, 13, 18</sup>

Tienen tendencia a ser nerviosos por naturaleza. Su capacidad visual es limitada, y para guiarse usan principalmente el sentido del olfato, después se basan en el oído y finalmente en la vista; de esta forma reconocen su entorno.<sup>1</sup>

La mejor forma de socializarlos es darles atención regular por periodos cortos de tiempo. Su carácter varía en forma individual. Es recomendable sostenerlos suavemente y permitir que se desenrosquen en las manos, dejándolos explorar las manos y los brazos, de esta forma se irán sintiendo más cómodos con su dueño o tutor.<sup>8,9</sup>

## 1.6 Antecedentes

Los estudios realizados en los erizos pigmeos africanos (*Atelerix albiventris*), son variados, e incluyen temas como carcinogénesis, osteosarcoma, síndrome de Wobbly, reproducción, inmunología, estudios gástricos, dérmicos, citología y anestesia, entre otros.<sup>5, 20, 21, 22, 23, 24, 25</sup>

Nichols (1999) menciona que los erizos pigmeos africanos son omnívoros pero son primordialmente insectívoros; alimentándose de diferentes tipos de arácnidos e insectos, y ocasionalmente también consumen pequeños vertebrados.<sup>26</sup>

Dierenfeld (2009) reporta que el consumo promedio de materia seca es de 3.5% a 7.5% de su peso corporal en base húmeda o 1.4% a 3% en base seca, mientras que la concentración de fibra dietaria va del 3% a 27% de la materia seca. Además menciona que los erizos pigmeos africanos pueden ser mantenidos exitosamente con una dieta moderadamente alta en proteína, que va desde un 30% a un 50% de la materia seca y moderada en grasa, entre 10% y 20% de la materia seca.<sup>3</sup>

## **2. Justificación**

La demanda del erizo pigmeo africano como animal de compañía no convencional ha crecido en los últimos años, a pesar de no existir suficiente información bibliográfica sobre sus cuidados y alimentación. A esto se agrega la baja disponibilidad de alimento vivo o de fuentes confiables para su obtención. Como consecuencia de lo anterior se ha recurrido a proporcionales alimentos que no son específicos para ellos, que pueden o no llenar sus requerimientos de los diferentes nutrientes y energía, además de que podrían no tener una buena digestibilidad para esta especie. En este estudio se busca probar de forma experimental si dos alimentos utilizados de forma común en su alimentación cubren sus requerimientos nutricionales, esperando que el alimento especial para insectívoro cubra los requerimientos de los erizos, ya que supuestamente éste fue formulado específicamente para estos animales; con esto se busca ampliar los conocimientos científicos sobre los mismos y cómo éstos pueden ser cubiertos con las dietas comerciales existentes de forma tal que también resulte accesible para los propietarios.

## **3. Hipótesis**

El consumo de alimento, aporte de nutrientes y digestibilidad aparente será mayor cuando se aporte alimento especial para insectívoros que al proporcionar alimento para gatito.

## **4. Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar el aporte de nutrientes y la digestibilidad aparente de dos dietas diferentes utilizadas comúnmente en la alimentación de erizos pigmeos africanos (alimento para gatitos y alimento especial para insectívoros).

### **Objetivos específicos**

Determinar el consumo voluntario de alimento para gatitos y alimento especial para insectívoros.

Determinar los aportes de Humedad (Hum), Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Proteína Cruda (PC), Extracto Etéreo (EE), Cenizas (Cen), y Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD) del alimento para gatitos y del alimento especial para insectívoro.

Determinar el contenido de Hum, MS, MO, PC, EE, Cen, FND y FAD en las heces de erizo pigmeo africano.

Determinar la digestibilidad de MS, MO, PC, EE, Cen, FND y FAD del alimento para gatitos y del alimento especial para erizos pigmeos africanos consumidos por erizos pigmeos africanos.

## **5. Material y Métodos**

Este estudio se llevó a cabo en dos fases; la primera se realizó en un domicilio particular en donde se albergó a los erizos en una habitación acondicionada especialmente para ellos, en la que estuvieron en condiciones adecuadas como animales de compañía (temperatura entre 23°C a 29°C, una humedad

menor al 40% y se cumplió con su mínimo de espacio vital de 0.6 por 0.9 m de piso); y la segunda fase se realizó en el laboratorio de Bromatología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

## **5.1 Fase de campo**

### **5.1.1 Sujetos de estudio**

Se trabajó con 6 erizos pigmeos africanos (*Atelerix albiventris*) (3 machos y 3 hembras). Se eligieron aleatoriamente 3 erizos que se alimentaron en el primer periodo con alimento para insectívoro y en el segundo periodo con alimento para gatitos, los 3 erizos restantes se alimentaron en el primer periodo con alimento para gatitos y en el segundo periodo con alimento para insectívoro (cuadro 1). Cada periodo tuvo una duración de 15 días y el cambio de alimento se realizó en 7 días (tiempo de limpieza).

Cuadro 1

## DISTRIBUCIÓN DE GRUPOS DE ESTUDIO

Grupo	No. ejemplares	Especie	Identificación	Periodo	Sexo	Edad	Peso (g)
Insectívoro	6	<i>Atelerix Albiventris</i>	1	1	Macho	Adulto	539.7
			2	1	Macho	Adulto	254.2
			3	1	Hembra	Adulto	436.9
			4	2	Hembra	Adulto	410.5
			5	2	Macho	Adulto	453.7
			6	2	Hembra	Adulto	395.4
Gatito	6	<i>Atelerix Albiventris</i>	1	2	Macho	Adulto	449.9
			2	2	Macho	Adulto	398.8
			3	2	Hembra	Adulto	481.2
			4	1	Hembra	Adulto	341.2
			5	1	Macho	Adulto	460.9
			6	1	Hembra	Adulto	380.8

### 5.1.2 Alojamiento

Los erizos se alojaron en un domicilio particular en una habitación acondicionada para ellos, cuyas medidas son: 3.3 m de ancho por 3.6 m de largo. Cada individuo se alojaba en una jaula con las siguientes dimensiones: 62 cm de largo por 37 cm de ancho por 30 cm de alto.

Los erizos contaron con un área de juegos individual, en la que pasaban parte del día caminando (4-6 hrs.) y jugando, y contaron con enriquecimiento ambiental (cajas, rampas y túneles de cartón, pelotas de plástico, rueda de

ejercicio y una tina para nadar). El espacio que tenía cada uno media 1.10 m de ancho por 1.8 m de largo, aproximadamente 2 m<sup>2</sup> para cada uno (figura 3).

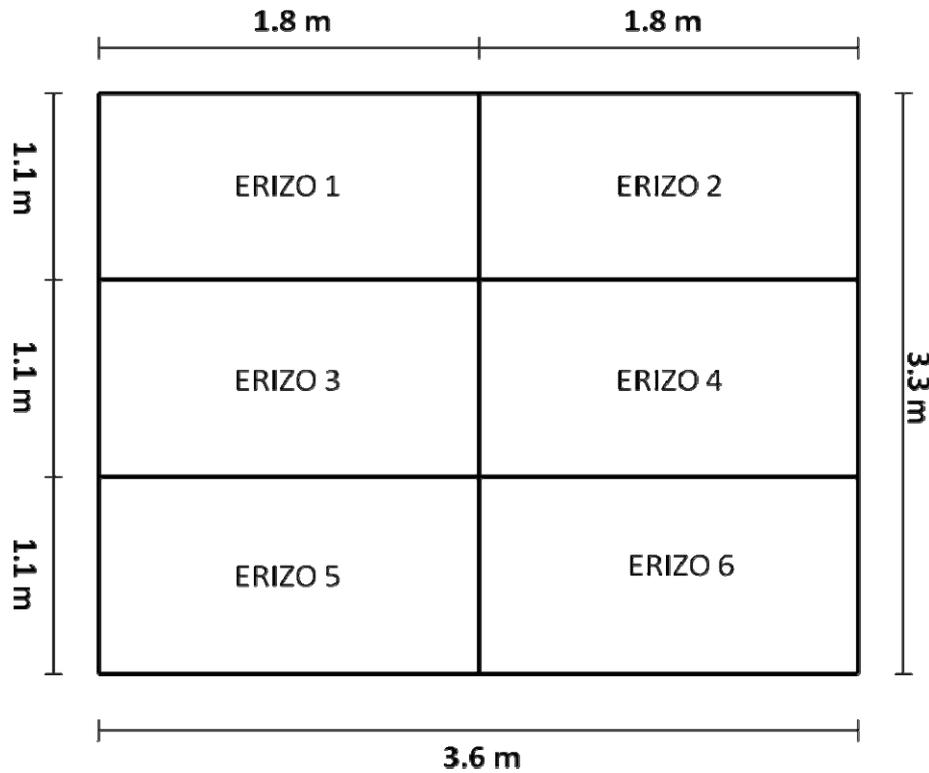


Figura 3. Distribución del espacio con el que contaba cada erizo.

### 5.1.3 Duración del estudio

El estudio tuvo una duración total de 35 días; mientras que el muestreo se realizó durante 14 días consecutivos, luego se realizó cambio de alimento durante 7 días entre cada tratamiento y se volvió a muestrear otros 14 días consecutivos, durante los meses de febrero y marzo de 2011, y se obtuvo diariamente el peso en gramos de alimento consumido y la colecta total de heces por individuo.

#### **5.1.4 Alimentos**

Los alimentos proporcionados a los erizos fueron alimento seco comercial para gatito \* y alimento seco comercial para insectívoro\*.

#### **5.1.5 Consumo de alimento**

Para cada alimento se determinó el consumo promedio por día para cada erizo, durante 14 días consecutivos. El alimento proporcionado fue pesado y ofrecido a cada erizo en una sola ración, ofrecida a las 19:30 hrs. en comederos de porcelana situados dentro de cada jaula. El alimento no consumido fue retirado y pesado.

#### **5.1.6 Colectas de muestras fecales para análisis de laboratorio**

Las muestras fecales se colectaron directamente del piso de la jaula y del piso del área de juego, almacenándose en bolsas de polietileno; posteriormente fueron pesadas e identificadas con el número de identificación del erizo, del tratamiento y semana correspondiente, y fueron mantenidas en refrigeración hasta su posterior análisis.

Para conocer la digestibilidad aparente de ambos alimentos, fue necesario conocer la cantidad total de heces producidas por los animales. De estos resultados se sacó el promedio de heces por día durante los 14 días que duró el muestreo. La digestibilidad fue calculada a través del consumo promedio por día y la cantidad de heces producidas promedio por día.

---

\* Whiskas® gatito

\* Mazuri® Insectivore diet

## 5.2 Fase de laboratorio

Se realizó en el laboratorio de Bromatología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

Se tomó una muestra de cada alimento y una muestra semanal de heces de cada erizo, a fin de realizar Análisis Químico Proximal para determinar Materia Seca (MS), Humedad, Proteína Cruda (PC), Cenizas (CEN), Extracto Etéreo (EE), y se realizó Análisis de Fracciones de Fibra para determinar: Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD).<sup>27</sup>

Se obtuvo la digestibilidad aparente utilizando los resultados obtenidos mediante los análisis antes mencionados y de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Digestibilidad aparente (\%)} = \left[ \frac{\text{cantidad consumida} - \text{excreción en heces}}{\text{cantidad consumida}} \right] * 100$$

## 6. Análisis estadístico

El diseño del estudio es un diseño cruzado AB/BA con seis repeticiones por tratamiento y con dos mediciones repetidas en el tiempo.

Mediante un análisis multivariado para observaciones repetidas se evaluó si existen diferencias estadísticamente significativas entre tiempos o interacción de los tratamientos con el tiempo.

Como consecuencia del análisis anterior, al no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas a lo largo del tiempo, se realizó para todas las respuestas estudiadas, el análisis correspondiente a un diseño de un sólo factor cruzado cuyo modelo es:

$$Y_{ijk} = \mu + D_j + P_k + E_i + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, 12$$

$$j = 1, 2$$

$$k = 1, 2$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : valor de la respuesta estudiada para el erizo  $i$ , de la dieta  $j$ , en el periodo  $k$ .

$D_j$ : efecto de la dieta  $j$ .

$P_k$ : efecto del periodo  $k$ .

$E_i$ : efecto del erizo  $j$ , aleatorio.

$\varepsilon_{ijk}$ : residual

## **7. Resultados**

### **7.1 Alimentos**

#### **7.1.1 Análisis químico proximal (AQP)**

El resultado del análisis químico proximal para cada uno de los alimentos ofrecidos se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 2****ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL PARA CADA UNO DE LOS ALIMENTOS**

	Humedad	MS	PC	CEN	EE
Alimento para insectívoro *	3.63	96.36	26.36	7.14	14.58
Alimento para gatito *	3.83	96.16	33.11	7.45	15.38

Todos los valores están expresados en porcentaje promedio en base seca (100g) MS=Materia Seca, PC=Proteína Cruda, CEN= Cenizas, EE=Extracto Etéreo, FND=Fibra Neutro Detergente y FAD=Fibra Ácido Detergente

El valor más alto de humedad lo presenta el alimento para gatito (3.83%). En el caso de la proteína, el alimento para gatito presentó mayor porcentaje que el de insectívoro (33.11% y 26.36% respectivamente). Para cenizas, el valor más elevado fue para el alimento para gatito (7.45%), y el alimento para insectívoro tuvo un valor menor (7.14%).

En cuanto a extracto etéreo, el alimento para gatito aporta (15.38%), en comparación con el alimento para insectívoro (14.58%)

### **7.1.2 Análisis de las Fracciones de la Fibra (Van Soest)**

El resultado del análisis de fracciones de la fibra (Van Soest) para cada uno de los alimentos se muestran en el cuadro 3.

**Cuadro 3**  
**ANÁLISIS DE FRACCIONES DE LA FIBRA (VAN SOEST) DE LOS**  
**ALIMENTOS OFRECIDOS A LOS ERIZOS PIGMEOS AFRICANOS**

	MS	FND	FAD
Alimento para insectívoro *	96.36	47.82	21.08
Alimento para gatito *	96.16	39.79	11.90

Todos los valores están expresados en porcentaje promedio en base seca (100g) MS=Materia Seca, FND=Fibra Neutro Detergente, y FAD=Fibra Ácido Detergente.

Comparando los alimentos analizados, se puede observar que el mayor contenido de FND se encontró en el alimento para insectívoro \* (47.82%), mientras que el alimento para gatito \* presentó un valor menor (39.79%). En el caso de FAD, el alimento para insectívoro \* presentó mayor contenido (21.08%), y el alimento para gatito \* el menor (11.90%).

## 7.2 Consumo

### 7.2.1 Consumo de alimento en base húmeda

Para obtener el promedio diario de consumo de alimento húmedo por cada grupo, se tomó en cuenta la dieta ofrecida y el rechazo durante los 14 días de muestreo. Los resultados promedio por día se muestran en el cuadro 4. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dietas ( $p>0.05$ ).

**Cuadro 4**  
**CONSUMO PROMEDIO DE**  
**ALIMENTO EN BASE HÚMEDA POR**  
**DÍA**

Alimento	Media	Error E
Insectívoro *	14.72 <sup>a</sup>	0.98
Gatito *	13.82 <sup>a</sup>	0.98

Literales diferentes entre medias por columna indican diferencia estadísticamente significativa.  
Error E= error estándar

### 7.2.2 Consumo Promedio de materia seca

El consumo promedio de cada uno de los nutrientes medidos en ambos alimentos se observa en el cuadro 5. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) para ninguna de las variables estudiadas.

**Cuadro 5**  
**CONSUMO PROMEDIO DE NUTRIENTES**

	Alimento Insectívoro *		Alimento Gatito *	
	Media	Error E	Media	Error E
MS	15.08 <sup>a</sup>	1.13	14.16 <sup>a</sup>	1.13
PC	3.97 <sup>a</sup>	0.31	4.69 <sup>a</sup>	0.31
EE	2.20 <sup>a</sup>	0.17	2.18 <sup>a</sup>	0.17
Cen	1.08 <sup>a</sup>	0.08	1.06 <sup>a</sup>	0.08
FND	7.21 <sup>a</sup>	0.54	5.64 <sup>a</sup>	0.54
FAD	3.62 <sup>a</sup>	0.52	1.69 <sup>a</sup>	0.52

Literales diferentes entre medias en la misma línea indican diferencia estadísticamente significativa.

Error E= error estándar

## 7.3 Heces

### 7.3.1 Composición

Cada una de las muestras de heces de cada erizo fue sometida a los mismos análisis que el alimento que se les ofreció, y al finalizar se hizo un promedio de cada uno de éstos, obteniendo así los resultados que se muestran en el cuadro 6.

	<b>Grupo Insectívoro *</b>	<b>Grupo Gatito *</b>
Humedad %	65.07	59.18
MS%	34.93	40.82
PC%	5.45	10.69
EE%	2.69	2.62
Cen%	4.36	7.81
FND %	44.57	27.29
FAD %	34.46	13.94

### 7.3.2 Cantidad producida

En lo referente a producción de heces en base húmeda, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dietas ( $p > 0.05$ ) (cuadro 7).

Alimento	Media	Error E
Insectívoro*	13.06 <sup>a</sup>	1.59
Gatito *	10.85 <sup>a</sup>	1.59

Literales diferentes entre medias por columna indican diferencia estadísticamente significativa.  
Error E= error estándar

### 7.3.3 Concentración de nutrientes en heces

En cuanto a la concentración de nutrientes en heces, únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dietas en la concentración de fibra neutro detergente y fibra ácido detergente ( $p < 0.01$ ) (Cuadro 8). El contenido promedio en heces tanto de FND como de FAD es mayor para la dieta con comida de insectívoro que para la dieta con comida de gatito.

<b>Cuadro 8</b>				
<b>CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN</b>				
<b>HECES</b>				
Nutriente	Alimento Insectívoro <sup>*</sup>		Alimento Gatito <sup>*</sup>	
	Media	Error E	Media	Error E
MS	5.61 <sup>a</sup>	0.75	4.69 <sup>a</sup>	0.75
PC	0.30 <sup>a</sup>	0.13	0.52 <sup>a</sup>	0.13
EE	0.15 <sup>a</sup>	0.03	0.12 <sup>a</sup>	0.03
Cen	0.24 <sup>a</sup>	0.09	0.38 <sup>a</sup>	0.09
FND	2.46 <sup>a</sup>	0.16	1.27 <sup>b</sup>	0.16
FAD	1.90 <sup>a</sup>	0.12	0.65 <sup>b</sup>	0.12

Literales diferentes entre medias en la misma línea indican diferencia estadísticamente significativa.

Error E= error estándar

### 7.4 Digestibilidad aparente

La digestibilidad aparente promedio de para cada uno de los nutrientes se muestra en el cuadro 9. Únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dietas en la concentración de fibra neutro detergente y fibra ácido detergente ( $p < 0.01$ ). Es mayor la digestibilidad

promedio en la dieta de alimento para gatitos que para insectívoros tanto para FND como para FAD.

<b>Cuadro 9</b>				
<b>DIGESTIBILIDAD</b>				
	Alimento		Alimento Gatito *	
	Insectívoro *			
	Media	Error E	Media	Error E
MS	62.85 <sup>a</sup>	3.73	68.75 <sup>a</sup>	3.73
PC	92.32 <sup>a</sup>	1.96	89.58 <sup>a</sup>	1.96
EE	93.25 <sup>a</sup>	0.86	94.67 <sup>a</sup>	0.86
Cen	77.33 <sup>a</sup>	6.15	66.35 <sup>a</sup>	6.15
FND	65.54 <sup>a</sup>	2.37	78.58 <sup>b</sup>	2.37
FAD	39.45 <sup>a</sup>	3.86	63.36 <sup>b</sup>	3.86

Literales diferentes entre medias en la misma línea indican diferencia estadísticamente significativa.

Error E= error estándar

## 7.5 Ganancia de peso

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dietas en ganancia de peso ( $p > 0.05$ ) (cuadro 10).

<b>Cuadro 10</b>		
<b>GANANCIA DE PESO DIARIA PROMEDIO</b>		
Alimento	Media	Error E
Insectívoro*	1.14 <sup>a</sup>	1.14
Gatito *	-0.55 <sup>a</sup>	-0.55

Literales diferentes entre medias en la misma línea indican diferencia estadísticamente significativa.

Error E= error estándar

## **8. Discusión**

### **8.1 Evaluación de la calidad de la dieta**

Uno de los objetivos planteados en el presente estudio, era determinar el aporte de nutrientes de los dos alimentos ofrecidos a los erizos pigmeos africanos (Alimento para insectívoro <sup>♠</sup> y alimento para gatitos <sup>♠</sup>).

Conforme a lo reportado por Case, Carey, *et al* (1997), quienes mencionan los valores promedio para alimento seco para perro y gato según su materia seca, la proteína se encuentra entre un 18 a 32% y el extracto etéreo entre un 8 a 22%; mientras que los valores que se determinaron en este estudio fueron, para el alimento para insectívoro 26.36% de proteína, y 14.58% de extracto etéreo; y en el alimento para gatito 33.11% de proteína, y 15.38% de extracto etéreo. <sup>1</sup>

Para los alimentos proporcionados a los erizos pigmeos africanos, se encontró que en lo que respecta a proteína cruda, el alimento para insectívoro está dentro del rango mencionado (18 a 32%) pero el alimento para gatito sobrepasa por un 1.11% el rango de referencia. Para extracto etéreo ambos alimentos están dentro de los rangos mencionados en la literatura. Para FND y FAD, los resultados obtenidos fueron 47.82% y 21.08% para el alimento para insectívoro <sup>♠</sup> y de 39.79% y 11.90% para el alimento para gatito <sup>♠</sup>. <sup>1</sup>

### **8.2 Consumo voluntario**

Respecto a consumo de materia seca, Dierenfeld (2009) reporta que el consumo de materia seca de los erizos pigmeos africanos va de 1.4% a 3% del

peso vivo, el consumo promedio fue mayor al reportado en ambos grupos. Se observó que el consumo de materia seca de los erizos pigmeos africanos que consumieron el alimento para insectívoro \* consumieron en promedio 3.66% respecto su peso vivo, mientras que los erizos pigmeos africanos que consumieron el alimento para gatito \* consumieron un 3.37% respecto de su peso vivo <sup>3</sup>.

El porcentaje de desperdicio fue de 14.35% para el alimento para insectívoro \* y de 16.01% para el alimento para gatito \*.

El consumo de cada alimento se ve influenciado por diversos factores que alteran el consumo voluntario de un animal como la aceptabilidad o selectividad del alimento, lo cual está influenciado por el sabor, olor, apariencia, textura, tamaño de partícula y otras propiedades del alimento que dependen directamente de su naturaleza física y química. Por otro lado existen factores ambientales que también lo afectan, como la temperatura alta y la humedad en el ambiente, que pueden producir una disminución en el consumo; por el contrario la temperatura baja puede estimular el consumo. Diversos factores fisiológicos pueden también afectar el consumo, como edad, sexo, peso, condición corporal y nivel de actividad, entre otras. Finalmente los factores de manejo e instalaciones pueden ser causa de estrés y así modificar el consumo, estos pueden ser el hacinamiento, la manipulación, el ruido, la luz y otras molestias; mientras que comederos y bebederos adecuados, así como su limpieza pueden ser un factor importante en el consumo, al igual que el suministro adecuado de agua. <sup>2, 28, 29, 30</sup>

Aparentemente, en este estudio hubo un mayor consumo de alimento especial para insectívoro, sin embargo no existió diferencia estadística significativa en este rubro. El mayor consumo del alimento para insectívoro puede ser explicado, ya que las condiciones ambientales y de manejo fueron iguales para todos los animales, con el supuesto de que los animales consumen el alimento hasta llenar sus necesidades energéticas, y al ser el alimento para insectívoros, menos denso en energía (posee una menor cantidad de lípidos y mayor de fibra) promovió que los animales consumieran más para llenar esta necesidad.<sup>1</sup>

Dierenfeld (2009) reporta que la concentración de fibra cruda debe encontrarse en un rango entre 3% y 27% de la materia seca. Siendo el alimento para insectívoro el que presenta mayor porcentaje de fibra (FND 47.82% y FAD 21.08%), esto pudo haber afectado el consumo de dicho alimento, esto debido a que niveles altos de fibra pueden diluir la energía y el contenido de nutrientes de los alimentos, de tal manera que un animal puede tener dificultades para consumir alimento suficiente para cubrir sus necesidades nutricionales, razón por la cual los erizos consumieron en mayor cantidad este alimento.<sup>3, 26</sup>

### **8.3 Producción de heces**

Debido al mayor consumo de alimento para insectívoro y a la elevada cantidad de fibra que este alimento contiene, se encontró que los erizos que lo consumieron tuvieron una mayor producción de heces que los erizos que consumieron el alimento para gatito, pero no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambos alimentos.

## 8.4 Digestibilidad aparente

La digestibilidad de un alimento para animales de compañía es importante, porque mide directamente la proporción de nutrientes en el alimento que están disponibles para su absorción por el organismo.<sup>1</sup>

En este trabajo se obtuvo una digestibilidad aparente de materia seca de 62.85% para el alimento para insectívoro \* y de 68.75% para el alimento para gatito \*. Hand y Novotny (2002) reportan que la digestibilidad aparente para la materia seca del alimento para gatito debe ser mayor al 80%, por lo cual ninguno de los dos alimentos cumple con esta característica, siendo que el alimento para insectívoro \* queda por debajo del valor recomendado por un 17.15%, y el de gatito \* por 11.25%.<sup>30</sup>

Mientras que se encontró que la digestibilidad aparente de la proteína cruda fue de 92.32% para el alimento para insectívoro \* y de 89.58% para el alimento para gatito \*, lo que sobrepasa (por 3.32% y 0.58% respectivamente) lo reportado por Case, Carey, *et al* (1997), quienes mencionan que la digestibilidad aparente no es mayor al 89% en alimentos de marcas premium para gatos. Mientras que Hand y Novotny (2002) mencionan que la digestibilidad de la proteína del alimento para gatito debe ser mayor al 85%, por lo cual ambos alimentos sobrepasan este dato 7.32% y 4.58 respectivamente.<sup>1,</sup>

30

En lo referente a extracto etéreo, los datos obtenidos durante este estudio fueron, 93.25% del alimento para insectívoro \* y de 94.67% para el alimento

para gatito<sup>\*</sup>; lo que queda por debajo (en un 1.75% y 0.33% respectivamente) lo reportado por Case, Carey, *et al* (1997), quienes mencionan que la digestibilidad no es mayor al 95% en alimentos de marcas premium para gatos.

1

La digestibilidad obtenida para FND y FAD, fue de 65.54% y 39.45% del alimento para insectívoro<sup>\*</sup> respectivamente, mientras que para el alimento para gatito<sup>\*</sup> fueron de 78.58% y 63.36%. Debido a que el alimento para insectívoro contenía una mayor concentración de fibra, puede que haya sido este el motivo por el cual en los análisis resultó menos digestible, mientras que el alimento para gatito al tener una menor concentración de fibra, está fue aprovechada y digerida de mejor forma por los erizos.<sup>30</sup>

La cantidad y tipo de fibra en un alimento para mascotas tienen el mayor efecto general en la digestibilidad de los nutrientes. Al contener mayor cantidad de fibra, menor será su digestibilidad.<sup>30</sup>

La digestibilidad de los nutrientes puede estar afectada por la composición química del alimento, y el procesamiento de éste. La digestibilidad de un alimento para animales disminuye con la presencia de niveles elevados de fibra, cenizas y proteínas de baja calidad; así como los compuestos que se unen a las proteínas y aminoácidos. Un procesamiento inadecuado o la temperatura excesiva durante el mismo también afectan negativamente la digestibilidad del producto. Pero también existen factores relacionados con los animales, como la especie y etapa productiva en la que se encuentren.<sup>1, 28, 29,</sup>

30, 31

## 8.5 Ganancia de peso

En lo referente a este rubro, se observó que los erizos que consumieron alimento para insectívoro presentaron una ganancia de peso de 1.14 g por día, mientras que los erizos que consumieron el alimento para gatito tuvieron una ganancia de peso de -0.55 g por día. Esto debido a que al consumir en mayor cantidad el alimento para insectívoro, los erizos ingirieron un exceso de energía y ganaron peso, mientras que al consumir el alimento para gatito ingirieron la cantidad justa de alimento y esto pudo hacer que hubiera una disminución en su peso. Aun con esto, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambos alimentos.

## 9. Conclusiones

- Con este estudio se pudo observar que, para las condiciones ambientales y de manejo con las que se trabajó, no existió diferencia estadística significativa entre proporcionar un alimento especial para insectívoro y un alimento para gatito, en lo que respecta a consumo voluntario, y digestibilidad aparente de la dieta (a excepción de las fibras ácido y neutro detergentes, la cual fue menor para el alimento de insectívoro), por lo cual se puede considerar al alimento para gatito como una alternativa para llenar las necesidades nutricionales de estos animales.
- La cantidad de fibra puede promover un mayor consumo de alimento, pero a su vez una menor digestibilidad de esta misma, esto debido a que la fibra estimula el peristaltismo intestinal aumentando así la velocidad de tránsito del alimento, lo cual puede causar que no haya una adecuada

absorción de nutrientes, así como la dilución de los mismos; lo cual se pudo observar en este estudio donde las fibras ácido y neutro detergentes fueron menos digestibles en el alimento que contenía más fibra (insectívoro).

- El uso de ambos tipos de alimento, no causó signos de enfermedad aparente durante el periodo experimental, sin embargo se recomienda para posteriores estudios el evaluar las fuentes de nutrientes, así como el aporte de moléculas específicas como taurina, aminoácidos azufrados, ácidos grasos esenciales y los diferentes tipos que contienen que son importantes para el mantenimiento de la salud para estos animales.

### **Literatura citada**

1. Case LP, Carey DP, *et al.* Nutrición canina y felina. Manual para profesionales. México, D.F. Harcourt Brace, 1997.
2. Anaya M. Evaluación del aporte nutricional, digestibilidad, tasa de pasaje y estimación de consumo de materia seca de la dieta de mono saraguato (*Alouatta spp.*) en el zoológico de Chapultepec (Tesis de licenciatura). Distrito Federal México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.
3. Dierenfeld ES. Feeding Behavior and Nutrition of the African Pygmy Hedgehog (*Atelerix albiventris*). *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 2009; 12:335-337.
4. Judah V, Nuttall K. Exotic animal care and Management. México. Thomson Delmar Learning, 2008.

5. Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, Rabbits and rodents. Clinical medicine and surgery 2nd ed. St. Louis Missouri, USA. Saunders Elsevier, 2004.
6. Mitchell MA, Tully TN. Manual of exotic pet practice. China. Saunders Elsevier, 2009.
7. Wilson DE, Reeder DM. Mammals species of the world. A taxonomic and geographic reference 3<sup>rd</sup> ed. USA. Johns Hopkins University Press, 2005.
8. Flores E. Sugar Gliders y Erizo Pigmeo Africano. In: Flores E, De La Torre MA, Gual F. Módulo 1: Pequeños Mamíferos. Diplomado en Medicina y Manejo de Fauna Silvestre en Cautiverio. 2010, 23 de junio-10 julio D.F., México. México (D.F.): Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2010; 119-151.
9. Flores E. Manual para el manejo veterinario del erizo pigmeo africano (*Atelerix albiventris*) en cautiverio: Estudio recapitulativo (tesis de licenciatura). Distrito Federal México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2006.
10. Garner M, Graesser D. Wobbly Hedgehog Syndrome: A Neurodegenerative Disease of African and European Hedgehogs. Association of Exotic Mammal Veterinarians (AEMV) Sessions. 2006: 67-68.
11. Raymond JT., Aguilar R, Dunker F, *et al.* Intervertebral Disc Disease in African Hedgehogs (*Atelerix albiventris*): Four Cases. Journal of Exotic Pet Medicine. 2009; 18:220-223.

12. Heatley JJ, Mauldin GE, Cho DY. A Review of Neoplasia in the Captive African Hedgehog (*Atelerix albiventris*). *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 2005; 14:182-192.
13. Cogge, Harold G, *et al.* *Encyclopedia of animals: mammals, birds, reptiles, amphibians*. Sydney, Australia: Beaut Books, 1993.
14. Macdonald D. *La gran enciclopedia de los mamíferos*. México. Editorial Diana, 2006.
15. Burnie D. *Animal*. México D.F. Santillana, 2005.
16. Martínez JP. *Enciclopedia de la vida animal*. México. Bruguera mexicana de ediciones, 1979.
17. Billard B, Cheek R. *Exotic animal medicine for the veterinary technician* 2<sup>nd</sup> ed. Iowa, USA. Wiley-Blackwell, 2010.
18. Beynon PH, Cooper JE. *Manual de animales exóticos*. México, D.F. Harcourt Brace, 1998.
19. Johnson-Delaney CA *Anatomy and Physiology of the Gastrointestinal System of the Ferret and Selected Exotic Carnivores*. Association of Exotic Mammal Veterinarians (AEMV) Sessions, 2006: 29-38.
20. Foster R, Smith M. *African Hedgehog Husbandry and Nutrition: Housing, Diet, Behavior, Handling*. Disponible en URL: <http://www.peteducation.com/article.cfm?c=18+1798&aid=2806>
21. Johnson D. *Diagnosing and Treating African Pygmy Hedgehogs*. *Avian and Exotic Animal Care*. 27<sup>th</sup> WSAVA Congress, 2002 octubre 3-5; Granada. World Small Animal Veterinary Association.

22. Saqui-Salces M, Merchant JL. Hedgehog signaling and gastrointestinal cancer. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA). Molecular Cell Research*. 2010; 1803: 786-795.
23. Graesser D, Spraker TR, Dressen P, *et al*. Wobbly Hedgehog Syndrome in African Pygmy Hedgehogs (*Atelerix* spp.). *Journal of Exotic Pet Medicine*. 2006; 15: 59-65.
24. Phair K, Carpenter JW, Marrow J, *et al*. Management of an Extraskelatal Osteosarcoma in an African Hedgehog (*Atelerix albiventris*). *Journal of Exotic Pet Medicine* 2011; 20: 151-155.
25. Larsen B. Antibody activity in various classes of hedgehog immunoglobulins. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*. 1972; 42: 357-366.
26. Nichols, J. 1999. "*Atelerix albiventris*" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed February 04 2011. Disponible en URL:  
[http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Atelerix\\_albiventris.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Atelerix_albiventris.html).
27. Kenneth H. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists Vol. 1, 5<sup>a</sup> ed., Published Association of Official Analytical Chemists Inc., USA, 1990.
28. Mc Donald P, Edwards RA. *Nutrición animal* 6<sup>ta</sup> ed. Zaragoza, España. Acribia, 2006.
29. Hand MS, Thatcher CD, *et al*. *Nutrición clínica en pequeños animales* 4<sup>ta</sup> ed. Buenos Aires, Argentina. Editorial inter-Médica, 2000.
30. Hand MS, Novotny BJ. *Pocket companion to small animal clinical nutrition* 4<sup>ta</sup> ed. U.S.A. Mark Morris Institute, 2002.

31. Shimada A. Nutrición animal 2<sup>da</sup>.ed. México. Trillas, 2009