



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO.

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

EVALUACIÓN NUTRICIONAL, CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD
APARENTE DE LA DIETA PROPORCIONADA AL CONEJO DE
LOS VOLCANES (*Romerolagus diazi*) EN CAUTIVERIO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

CARMEN ALDONZA NÚÑEZ GRACIA

ASESORES:

MVZ. MPA. DrC. CARLOS GUTIÉRREZ OLVERA

MVZ. MCA. MARIANO SÁNCHEZ TROCINO



MÉXICO, D. F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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

Quiero dedicar el presente trabajo a mis padres **Ángela Patricia Gracia Santillán** y **Rubén Núñez Flores**, y a mis hermanos **Luis Rubén Núñez Gracia** y **Ángela Fernanda Núñez Gracia**, por darme todo su amor y apoyarme siempre, por ustedes soy quien soy hoy, a ustedes, mi amor y reconocimiento. Gracias.

A mis queridos abuelitos **Eva** y **Luis**, mis **tías** y **tíos**, y a toda mi **familia** por su cariño, por todos los momentos felices, muchas gracias.

A **Eduardo Aguilar Huerta**, mi compañero, mi mejor amigo, mi todo, por siempre estar ahí, no importando tiempo ni lugar, apoyándome con su guía y amor. Te adoro Querubín.

A **Ana Lilia, Barbie, César, Chío, Claudia, Félix, Juan Arturo, Jaime, José Luis, Julieta, Karina, Liliana, Mario, Maru, Mine, Noemí, Patty, Ulises**, por su amistad, por toda su ayuda, por todos los momentos, buenos y malos. Tienen un lugar muy especial en mi corazón.

A **Dios** por permitirme vivir esta vida, y convivir con todas estas personas tan maravillosas.

A **todos**, sientan suyo este triunfo.

AGRADECIMIENTOS

A la **UNAM** por ser parte fundamental de mi desarrollo como persona y profesionalista, pues la mitad de mi vida he pertenecido a esta gran institución, en especial a la **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia** y a la **ENP #2 Erasmo Castellanos Quinto**.

Al **Zoológico de Chapultepec “Alfonso L. Herrera”** perteneciente a la Dirección General de Zoológicos y Vida Silvestre de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, por las facilidades otorgadas.

A los **doctores Carlos Gutiérrez Olvera** y **Mariano Sánchez Trocino** por tenerme la confianza y la paciencia para realizar este trabajo, y siempre brindarme su apoyo incondicional.

A la **Dra. Silvia E. Buntinx Dios** por ser mi maestra y amiga, gracias por todas sus enseñanzas, su apoyo y su cariño.

Al **Dr. Sergio C. Ángeles Campos**, que además de ser parte de mi jurado, me ha brindado su confianza y apoyo, y porque siempre estuvo al pendiente del desarrollo de este trabajo.

A los miembros de mi jurado **Dr. Miguel Ángel Martínez Castillo**, **Dra. Yolanda Castañeda Nieto** y **Dr. Juan Arturo Rivera Rebolledo**, por haberse dado el tiempo de revisar y enriquecer con sus aportaciones este trabajo.

A la **Química Águeda García** y a los **laboratoristas Fer Palma**, **Ángel Mendoza** y **Hugo García**, por sus enseñanzas, tiempo y esfuerzos, fueron parte fundamental de este trabajo.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Conejo de los volcanes (<i>Romerolagus diazi</i>)	4
1.3 Fisiología Digestiva del Conejo Doméstico (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	9
1.4 Nutrición de la Fauna Silvestre	10
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo General	14
3.2 Objetivos Específicos	14
4. MATERIAL Y MÉTODOS	15
4.1 Colección de Muestras	15

	Página
4.2 Análisis de Muestras	20
4.3 Análisis Estadístico	21
5. RESULTADOS	22
5.1 Individuos	22
5.2 Análisis Nutricional de la dieta ofrecida	22
5.3 Consumo	24
5.4 Excreción	27
5.5 Digestibilidad	28
6. DISCUSIÓN	29
7. CONCLUSIONES	38
8. REFERENCIAS	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Distribución de <i>Romerolagus diazi</i>	6
FIGURA 2. Alojamiento de los Individuos de Estudio	16
FIGURA 3. Pisos de Jaulas con Mallas	17
FIGURA 4. Pisos de Jaulas con Mallas	17
FIGURA 5. Alimento Ofrecido:	
Alfalfa y Zanahoria frescas	18
FIGURA 6. Alimento Ofrecido:	
Alimento Balanceado	18
FIGURA 7. Colecta de Alimento Rechazado y Heces	19

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 5.1.1. Individuos utilizados	23
CUADRO 5.2.1. Composición química de los ingredientes que integran la dieta ofrecida a <i>Romerolagus diazi</i> en cautiverio	24
CUADRO 5.3.1. Oferta, rechazo y consumo promedio por animal por día en base húmeda (BH) de la dieta ofrecida a <i>Romerolagus diazi</i> en cautiverio	25
CUADRO 5.3.2. Consumo promedio por animal por día en base seca (BS) de la dieta ofrecida a <i>Romerolagus diazi</i> en cautiverio	25
CUADRO 5.3.3. Comparación nutricional de la dieta ofrecida y la dieta consumida de <i>Romerolagus diazi</i> en cautiverio	26

	Página
CUADRO 5.3.4. Consumo promedio (CP) de nutrientes por animal y la relación con el peso vivo (PV) de <i>Romerolagus diazi</i> en cautiverio	26
CUADRO 5.3.5. Consumo promedio por animal por día de nutrientes (%) de <i>Romerolagus diazi</i> en cautiverio	27
CUADRO 5.4.1. Excreción promedio por animal de nutrientes y la relación con el peso vivo (PV) de <i>Romerolagus diazi</i> en cautiverio	27
CUADRO 5.5.1. Digestibilidad promedio (%) por animal de nutrientes y la relación con el peso vivo (PV) de <i>Romerolagus diazi</i> en cautiverio	28

RESUMEN

NÚÑEZ GRACIA CARMEN ALDONZA. Evaluación nutricional, consumo y digestibilidad aparente de la dieta proporcionada al conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*) en cautiverio. (bajo la dirección de MVZ. MPA. DrC. Carlos Gutiérrez Olvera y MVZ. MCA. Mariano Sánchez Trocino)

México es el país más rico del continente Americano en cuanto a diversidad de lagomorfos se refiere. En este grupo se encuentra el conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*), especie endémica que se encuentra en peligro de extinción. Es por eso que resulta necesario el aprovechamiento de los individuos en cautiverio, para el estudio de la especie. Se utilizaron 20 machos y 11 hembras alojados en jaulas individuales, cuyo peso promedio fue de 580.64 ± 15.07 gramos. Durante 7 días se les alimentó con alfalfa fresca, zanahoria fresca y alimento balanceado; diariamente se midió la cantidad ofertada y el rechazo del día anterior de cada ingrediente, para determinar el consumo; también se recolectó la totalidad de las heces por individuo. Se determinó la calidad nutrimental de los tres ingredientes y de las heces. Se estimó un consumo voluntario de materia seca de 36.93 ± 0.51 gramos, representando un 6.36% en

relación al peso vivo; también se calculó el consumo en porcentaje de proteína cruda (18.21%), fibra cruda (17.64%), extracto etéreo (5.06%), cenizas (11.42%), extracto libre de nitrógeno (47.67%), fibra neutro detergente (25.43%), fibra ácido detergente (19.76%), calcio (1.07%) y fósforo (0.81%), así como su digestibilidad. Se observó que el consumo de la mayoría de los nutrientes es similar a lo reportado para *Oryctolagus cuniculus* para la etapa de lactación. Es necesario realizar más estudios sobre otros factores que influyan en el consumo voluntario.

**EVALUACIÓN NUTRICIONAL, CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD
APARENTE DE LA DIETA PROPORCIONADA AL CONEJO DE LOS
VOLCANES (*Romerolagus diazi*)
EN CAUTIVERIO.**

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La fauna terrestre de México incluye más de 2 400 especies de vertebrados, en una superficie que no rebasa 1.3% del total mundial.¹ Dada su situación, tanto geográfica como topográfica, y por ende, la gran diversidad de climas, suelos y ecosistemas, así como la convergencia de dos zonas biogeográficas (Neártica y Neotropical), han resultado en la megadiversidad biológica presente en el país.¹ Es por esta razón que México es uno de los cuatro países con mayor número de especies animales y vegetales y que, raen consecuencia, se encuentra entre los países denominados “megadiversos”, que albergan entre 60 y 70% de la diversidad conocida del planeta.² Además posee un gran número de especies endémicas, es decir, especies que sólo se distribuyen en nuestro territorio; de esta manera, México ocupa el segundo lugar mundial en cuanto al número de reptiles presentes (con 804 especies, de las que el 57% son endémicas); el tercero en mamíferos (con 535 especies, y 32% de éstas son exclusivas); el quinto en anfibios (con 361 especies de las cuales 65% son endémicas) y el octavo en aves (1 099 especies, con 8% de endemismos).^{1,2,3}

No obstante su importancia ecológica, la biodiversidad mexicana está sujeta a presiones crecientes debido a diversas actividades humanas. Los ecosistemas

terrestres, por ejemplo, son afectados fundamentalmente por las actividades agrícola y ganadera, en tanto las aguas residuales industriales y la concentración industrial y urbana, lo hacen en los ecosistemas acuáticos. Como resultado, en casi todos los grupos taxonómicos animales que se distribuyen en el país, al menos 20% de las especies está en riesgo de extinción¹, de hecho, se han identificado 127 especies extintas en México.²

Alrededor del mundo existen un gran número de lagomorfos considerados como raros, amenazados o en peligro de extinción, y muchos de ellos son endémicos localizados en un área restringida.⁴ México es el país con mayor diversidad del continente Americano, en cuanto a lagomorfos se refiere, ya que posee 14 especies; de éstas, nueve son conejos pertenecientes a los géneros *Sylvilagus* y *Romerolagus*, y cinco son liebres del género *Lepus*; más de la mitad de estas especies (ocho en total) son endémicas.⁵

1.2 CONEJO DE LOS VOLCANES (*Romerolagus diazi*)

Dentro del grupo de especies de lagomorfos endémicos, se encuentra el conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*), también conocido localmente como zacatuche, teporingo, tepolito, tepol o burrito, y citado internacionalmente en inglés como volcano rabbit. La palabra zacatuche se deriva del náhuatl, y significa “conejo de los zacatones” (*zacatl*, zacatón; *tochtli*, conejo); es denominado así, debido a que, además de utilizarlas como refugio e incluso como nidos, se alimenta sobre todo de gramíneas amacolladas denominadas localmente como pastos zacatones, de los cuales seleccionan como parte de su dieta las hojas jóvenes, suaves y verdes.⁶

Este mamífero perteneciente a la Familia *Leporidae*, es el conejo más pequeño que existe en nuestro territorio, reportándose un peso adulto promedio en vida libre de 350 gramos y que, a diferencia de la mayoría de las especies de lagomorfos, presenta una pequeña distinción en el tamaño corporal entre hembras y machos. Además, es considerado una especie monotípica, lo que quiere decir que es el único representante del género (*Romerolagus*), y primitiva debido a sus características craneales, dentales y cromosómicas, así como por las relaciones que guarda con sus parásitos.^{4,5,7,8} Su apariencia física lo identifica como cualquier otro conejo, sin embargo, sus atributos cromosómicos y reproductivos lo relacionan más con las liebres. Otra peculiaridad que presenta dicha especie, es que realiza vocalizaciones al igual que las pikas (*Ochotona princeps*). Ninguna otra especie de conejo o liebre realiza este comportamiento.⁵

Romerolagus diazi está catalogado en la subfamilia Paleolaginae junto con el conejo de Amami (*Pentalagus furnessi*) del suroeste de Japón y con el conejo de las rocas rojas (*Pronolagus rupestris*) del sur de África, constituyendo el grupo de lepóridos más antiguos que viven en la actualidad.⁹

El hábitat natural de esta especie se localiza en una pequeña zona de las montañas centrales del Eje Neovolcánico Transversal de de la República Mexicana (Sierra Chichinautzin, Sierra del Ajusco, y los volcanes Popocatepetl, Papayo e Iztaccihuatl); sin embargo, el avance de las actividades humanas y los cambios climáticos, han perturbado el área donde habita el conejo de los volcanes.^{5,6}

La tala excesiva, incendios, sobrepastoreo, zonas de cultivo permanente, presencia de autopistas y establecimientos humanos representan barreras que

han provocado la fragmentación del hábitat, impidiendo la reproducción y cruza entre las poblaciones de conejo de los volcanes, e incrementando la probabilidad de extinción de la especie.^{5,6}

Es por esto que en 1996, su superficie de distribución se dividió en 16 unidades, de las cuales, cuatro son consideradas como áreas núcleo (Volcán Pelado y Volcán Tlaloc de la Sierra Chichinautzin, la Sierra del Ajusco, y los volcanes Popocatepetl, Papayo y laderas norte, oeste y sur del Iztaccihuatl de la Sierra Nevada) y 12 como unidades periféricas (Figura 1).⁶ Para este mismo año, se estimaba una población de 1,811 individuos en el Volcán Pelado, 1,816 en el Volcán Tlaloc, 3,458 en los Volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl y aproximadamente 3,086 en las áreas periféricas, por lo que se determinó que el cautiverio era necesario para contribuir al mantenimiento de poblaciones viables de esta especie.¹⁰

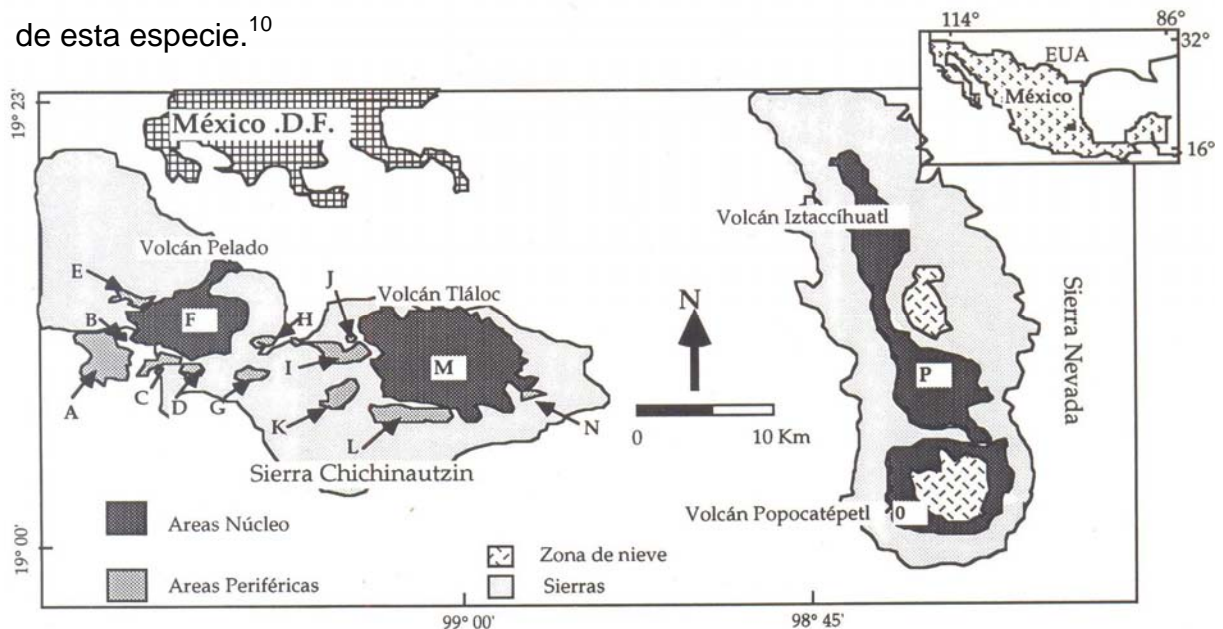


FIGURA 1. Distribución de *Romerolagus diazi* (tomada de Velázquez A. et. al. 1996)

Como se puede observar, su área de distribución se encuentra comprendida dentro parques nacionales, reservas forestales, o bien, alguna otra denominación

de Área Natural Protegida, no obstante su cacería no ha cesado. Sin embargo, el conejo de los volcanes es sólo es una de las muchas especies exclusivas de la fauna mexicana que se encuentran bajo esta situación.⁵

El conejo de los volcanes coexiste con muchas especies vegetales y otras animales de gran interés biológico. Forma parte del régimen alimenticio básico de depredadores como el lince (*Lynx rufus*), el coyote (*Canis latrans*), la comadreja (*Mustela frenata*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), el halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*) y el tecolote cornudo (*Bubo virginianus*), entre otros. También juega un papel importante en el ecosistema, ya que dispersa semillas y su pelo es utilizado para la construcción de nidos por algunas especies de aves.^{5,6} De seguir el deterioro de su hábitat, el conejo de los volcanes desaparecerá, generando un desequilibrio ecológico difícil de predecir.⁵

Es debido precisamente al estado tan precario en el que se encuentra la especie, que desde 1966 se halla inscrita bajo la denominación “especie en peligro de extinción” en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés)^{5,11}; igualmente, el conejo de los volcanes está enlistado en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés)^{5,12}. En México, se encuentra bajo la misma denominación, incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001.^{5,13}

Como se mencionó anteriormente, en vida libre, los conejos de los volcanes se alimentan fundamentalmente de gramíneas amacolladas denominadas localmente como zacatones o macollas.⁵ Un estudio realizado mediante

microhistología de heces, demostró que la dieta del conejo de los volcanes en vida libre se basa en las hojas jóvenes y las partes cercanas a la base de las gramíneas *Muhlenbergia macroura*, *Stipa ichu* y *Alnus arguta*; dichas especies se consumen durante todo el año, pero en la época seca el conejo de los volcanes consume mayor cantidad de arbustos.¹⁴ Observaciones de campo refieren que consume otras gramíneas amacolladas como *Festuca amplissima* y *F. rosei*, hierbas dicotiledóneas como *Alchemilla* sp. y *Donnellsmithia juncea*, y herbáceas espinosas como *Eryngium columnare* y *Cirsium jorullense*, mientras que otras evidencias de campo sugieren que también consumen las semillas de la enredadera anual *Sicyos parvijlorus* y que se alimentan de campos de cultivo, consumiendo las plantas jóvenes de maíz (*Zea mayz*), avena (*Avena sativa*), papa (*Solanum tuberosum*), chícharo (*Pisum sativum*) y haba (*Vicia faba*), sin embargo, el consumo de estas especies varía de un lugar a otro.^{5,6,10}

En cautiverio, se ha observado que el conejo de los volcanes se adapta fácilmente a consumir alimentos diferentes a los existentes en su hábitat; en esta situación han sido mantenidos a base de zanahoria, alfalfa, lechuga, espinaca, manzana y pera.⁵ Hoth menciona que, en el caso de la colonia de conejo de los volcanes que arribó en 1984 al Zoológico de Chapultepec de la Ciudad de México, el régimen alimenticio consistió en zanahoria (*Daucus carota* L.), alfalfa fresca (*Medicago sativa*) y alimento peletizado comercial para conejo, además de la administración periódica de calcio y vitamina D.^{6,15}

Los conejos de los volcanes, como otras especies de conejos, producen dos tipos de excretas: las heces duras son redondas con la porción central más ancha, miden de cinco a nueve milímetros de diámetro, son de color ocre, brillosas y de

textura lisa, y en campo se encuentran regularmente en grupos de 90, estos lugares se conocen con el nombre de letrinas y generalmente se pueden observar en la base de los zacatones. Por otro lado, las heces blandas o cecotrofos, nunca son depositadas en el suelo, ya que el conejo de los volcanes las toma directamente del ano con su boca para luego deglutirlas inmediatamente, es decir, practica la cecotrofia.⁵

1.3 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CONEJO DOMÉSTICO (*Oryctolagus cuniculus*)

El conejo doméstico (*Oryctolagus cuniculus*) se clasifica como herbívoro no rumiante, ya que posee un estómago simple, no compartimentalizado, además de un ciego grande.^{16,17} Su fisiología gastrointestinal, es un complejo sistema que se centra en la separación de los componentes fibrosos y no fibrosos de la dieta en el colon proximal, para la posterior fermentación de los componentes no fibrosos en el ciego, dada por la microbiota presente en éste, principalmente del género *Bacteriodes*, y que reviste gran importancia para el proceso de la digestión y la utilización de los nutrientes; de ahí la importancia de ofrecer dietas con partículas mayores 0.5 mm de fibra indigestible para mantener la motilidad y salud del ciego y colon.¹⁶ Así como sucede en los rumiantes, al llevarse a cabo un proceso de fermentación se producen ácidos grasos volátiles (AGV's), que son absorbidos y utilizados como fuente de energía.^{16,17,18}

Otra peculiaridad de esta especie, es que practica la cecotrofia, estrategia que hace más eficiente la utilización de los nutrientes de la dieta, por medio de la ingestión de materia cecal blanda en forma de cecotrofos (heces blandas o

nocturnas) las cuales son excretadas aproximadamente ocho horas después de la ingesta; estas heces blandas nunca caen al suelo, ya que son tomados directamente del ano debido a una respuesta neural o una alta concentración de ácidos grasos volátiles.^{16,17,18,19}

1.4 NUTRICIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE

Aunque no ha recibido insuficiente atención de parte de la comunidad zoológica, uno de los puntos críticos en el mantenimiento de animales silvestres en cautiverio, es el de proporcionarles dietas adecuadas, ya que la nutrición resulta integral para su crecimiento, reproducción, longevidad y para la prevención de enfermedades.^{20,21,22} Es por eso que resulta necesario realizar una revisión minuciosa del consumo de los alimentos y del estado nutricional óptimo de los especímenes en cautiverio para así, proveer una sólida base para el mantenimiento saludable de la colección al diseñar estrategias y programas de alimentación, considerando que existen diferencias de las interacciones nutricionales del animal y su entorno, entre la vida libre y el cautiverio.^{22,23,24,25}

Para la mayoría de los mamíferos mantenidos en cautiverio, en los que no se han definido cuantitativamente sus requerimientos nutricionales, se extrapolan y toman como referencia los requerimientos conocidos de animales domésticos.^{21, 26} Sin embargo, la información de los estudios y experimentos de nutrición de fauna en vida libre, no podrá ser tan exacta como la de animales domésticos en condiciones controladas, aunque las estimaciones de requerimientos de especies silvestres son importantes para tener una base, y para poder identificar problemas y proporcionar soluciones.²²

La necesidad de proteger y preservar algunas especies amenazadas o en peligro de extinción, la constante reducción y destrucción de hábitats y la presión que ejerce el aumento desmedido de la población humana sobre los ecosistemas naturales, crean la necesidad de diseñar planes de alimentación que sean una parte integral de los sistemas de manejo de la fauna, y es inclusive más relevante, cuando ejemplares de estas especies son mantenidas en zoológicos que llevan a cabo programas de conservación.^{22,26}

Los seres vivos efectúan la regulación de su consumo como respuesta a diversos factores que lo alteran; éstos pueden ser factores externos al animal, como son los propios de la dieta (densidad nutrimental, olor, sabor, textura), y las condiciones ambientales (altas temperaturas y altos niveles de humedad, provocan una disminución en el consumo del alimento; por el contrario, las bajas temperaturas estimulan el consumo); y factores internos, inherentes al animal (gastrointestinales, hormonales, metabólicos, condiciones de estrés), que afectan el consumo voluntario.^{27, 28} Debido a que algunos de los componentes de la dieta pueden ser ofrecidos, pero no consumidos, el propósito de llevar a cabo un estudio de consumo, es con la intención de determinar la cantidad de alimento realmente consumido por un animal o grupo de animales; esta información permitirá una evaluación más exacta de la dieta y por ende las adecuaciones más pertinentes a seguir.^{24,25,29} Cabe recordar que se requiere aportar nutrientes específicos y no alimentos específicos, aunque la apariencia o forma física de los alimentos, la diversidad dietaria y los métodos de presentación del alimento, pueden ser importantes para promover el comportamiento normal de alimentación.²¹

Por otro lado, la determinación de la digestibilidad de los nutrientes de los alimentos es muy importante para conocer el valor nutrimental de la dieta. Las pruebas de digestibilidad son utilizadas para determinar la proporción de nutrientes de una dieta que son absorbidos por el tracto gastrointestinal, es decir, la cantidad de nutrientes provenientes de la dieta que el organismo puede aprovechar.^{27,30}

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente no están establecidos los requerimientos nutricionales del conejo de los volcanes, y existe poca información sobre los aspectos nutricionales de individuos mantenidos en cautiverio. Debido a lo anterior, es necesario llevar a cabo estudios, orientados hacia este rubro, con el fin de extender el conocimiento de la nutrición de esta especie, para aumentar su sobrevivencia y calidad de vida.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer el aporte nutricional, digestibilidad aparente y consumo de la dieta administrada a los conejos de los volcanes alojados en las instalaciones del Zoológico de Chapultepec "Alfonso L. Herrera".

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinar la composición química de la dieta [humedad (HUM), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (CEN), fibra cruda (FC), elementos libres de nitrógeno (ELN), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), calcio (Ca) y fósforo (P)] proporcionada en el Zoológico de Chapultepec "Alfonso L. Herrera" al conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*).
- 2) Determinar el consumo total, en base húmeda y en base seca de la dieta; asimismo determinar si existe diferencia entre sexos.
- 3) Identificar si existe o no preferencia por alguno de los ingredientes de la dieta.
- 4) Determinar la digestibilidad aparente de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (CEN), fibra cruda (FC), elementos libres de nitrógeno (ELN), fibra neutro detergente (FDN), fibra ácido detergente (FAD), calcio (Ca) y fósforo (P).

4. MATERIAL Y MÉTODOS

La colección de muestras se realizó en el Zoológico de Chapultepec “Alfonso L. Herrera”, perteneciente a la Dirección General de Zoológicos y Vida Silvestre de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, mientras que la fase de análisis de muestras se realizó en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

4.1 COLECCIÓN DE MUESTRAS

Se utilizaron 31 individuos adultos de *Romerolagus diazi*, 20 machos y 11 hembras, pertenecientes a la colonia de conejo de los volcanes del Zoológico de Chapultepec “Alfonso L. Herrera” que, debido a cuestiones de manejo, se encontraban alojados en jaulas tipo batería. El criterio de inclusión aplicado fue la utilización de ejemplares clínicamente sanos, mientras que el criterio de exclusión fue el de no utilizar individuos menores a 3 meses de edad; la edad de los individuos en estudio osciló de los 5 meses hasta los 8 años.

Cada sujeto fue considerado como una unidad experimental, al estar albergados en jaulas individuales, tipo batería, de 40 cm. de ancho por 35 cm. de alto y 57 cm. de largo. Dentro de cada jaula se encontraba un nido con paredes de hoja de metal de 25 cm. de ancho por 14.7 cm. de alto y 40.4 cm. de largo.

En total se utilizaron 4 baterías (Figura 2) identificadas con los números 1, 2, 3 y 4; a su vez, cada batería contaba con 8 jaulas individuales, las cuales se numeraron de derecha a izquierda y de arriba a abajo, por lo que cada individuo

se identificó con la combinación del número de la batería y el número jaula en la que se alojaba.



FIGURA 2. Alojamiento de los individuos de estudio

Las baterías se encontraban dentro de un cuarto techado y con piso de concreto; la temperatura durante el periodo experimental osciló entre 17°C y 21.5°C con una humedad relativa de 55% a 58%.

Para separarlas y permitir la colecta total de heces, se colocaron marcos de madera con mallas de 1 milímetro de diámetro en los pisos de cada jaula (Figuras 3 y 4); cabe mencionar que cada marco fue hecho a la medida de cada charola de cada jaula, manteniendo las heces sobre dicha malla. Debajo de cada malla se colocó viruta con el fin de que absorbiera la humedad de la orina y absorbiera el olor a amoníaco. Debido a que se introdujeron las mallas, el manejo al que estaban acostumbrados los animales se modificó, por lo que requirió de un periodo de adaptación de 7 días a estas modificaciones, antes de comenzar el periodo experimental.



FIGURA 3.

Pisos de jaulas con mallas



FIGURA 4.

En el manejo rutinario de éstos ejemplares se constató su salud y sexo; así mismo, se tomó el peso corporal al inicio y al final del período experimental de acuerdo a los procedimientos rutinarios del área de médica del Zoológico de Chapultepec.

La conformación de la dieta se puede observar en el cuadro 4.1. Diariamente se ofrecieron 200 gramos en base húmeda de la dieta a cada individuo, además de agua fresca *ad libitum*.

CUADRO 4.1 DIETA OFRECIDA A *Romerolagus diazi* EN CAUTIVERIO

INGREDIENTE	% INCLUSIÓN
Alfalfa Fresca	50
Zanahoria Fresca	30
Alimento Balanceado [‡]	20
Total	100

La alfalfa fresca y la zanahoria fresca se colocaban sobre la malla delante de los nidos (Figura 5), mientras que el alimento balanceado se ofrecía en comederos

[‡] Purina AgribRANDS CONEJINA N. Análisis garantizado: Humedad 12% Máx, Proteína cruda 15.5% Mín, Grasa cruda 2% Mín, Calcio 1% Mín, y Fósforo 0.55% Mín.

de lámina galvanizada tipo tolva, al igual que el agua. Dichos comederos se encontraban colocados en la puerta de cada jaula (Figura 6).



FIGURA 5. Alimento ofrecido: alfalfa y zanahoria frescas



FIGURA 6. Alimento ofrecido: alimento balanceado

El período experimental tuvo una duración de 7 días consecutivos. El manejo diario se describe a continuación: a las 7:00 a.m. se retiraba y pesaba el alimento no consumido del día anterior de cada ingrediente por cada jaula; inmediatamente después, se procedía a la colecta total de heces de cada jaula (Figura 7). De igual forma, todos los días a las 9:00 a.m. se realizó el pesaje de cada ingrediente que se ofrecía por jaula. La diferencia resultante entre ambos pesos indica el consumo diario de alimento en base húmeda por cada individuo.^{31,32} La recolección de las

heces y el alimento rechazado se realizaron utilizando cubrebocas y guantes de látex.



FIGURA 7. Colecta de alimento rechazado y heces

Se tomaron muestras de los ingredientes de la dieta (dos kilogramos de zanahoria, dos kilogramos de alfalfa fresca, y 500 gramos del alimento balanceado) al inicio y al final del estudio. Estas muestras y las heces colectadas diariamente, se almacenaron en bolsas de polietileno debidamente identificadas y se mantuvieron en congelación a una temperatura de -16°C hasta su análisis en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

A la par que se pesaban y registraban tanto el alimento ofrecido como el rechazado, se hacía lo mismo con una charola de desecación en la cual se colocaba la misma cantidad ofrecida a los animales de cada ingrediente, esto con el fin de estimar la cantidad de humedad perdida o ganada por efecto del ambiente por cada uno de ellos a lo largo del día (factor de ajuste), y así calcular correctamente el consumo en base húmeda por animal de cada día.²⁹

4.2 ANÁLISIS DE MUESTRAS

Esta fase se realizó en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Se obtuvo una muestra diaria de heces por individuo durante el periodo experimental (siete días), por lo que al final de éste se contaba con siete muestras por individuo; a partir de dichas muestras se obtuvo una submuestra representativa de cada animal, por lo que en el laboratorio se trabajaron 31 muestras fecales en total.

A las muestras obtenidas (ingredientes y heces), se les determinó la cantidad de humedad (HUM), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), cenizas (CEN), calcio (Ca) y fósforo (P), siguiendo los métodos establecidos por la AOAC³³. También se determinó cantidad de Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD) mediante el análisis de Van Soest *et. al.*³⁴

Con los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio, y los pesos obtenidos durante el periodo experimental se determinó el consumo de nutrientes así como la excreción de éstos por animal por día. Posteriormente se calculó la digestibilidad aparente de todos los nutrientes, utilizando la siguiente fórmula:^{27, 32}

$$\text{DIGESTIBILIDAD APARENTE (\%)} \equiv \left[\frac{\text{Cantidad consumida} - \text{Cantidad excretada}}{\text{Cantidad consumida}} \right] \times 100$$

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Utilizando el programa JMP (versión 7, 2007)³⁵, se realizaron análisis de varianza multivariados para observaciones repetidas, con el fin de evaluar si existió diferencia en a través del tiempo, entre sexos y en relación al peso en:

- el consumo total y por ingrediente, tanto en base húmeda como en base seca
- el consumo por nutriente
- la digestibilidad por nutriente.

Al no encontrarse diferencias significativas, se realizó un análisis estadístico descriptivo.

5. RESULTADOS

5.1 INDIVIDUOS

Con el análisis de varianza multivariado para observaciones repetidas, no se encontró ninguna diferencia significativa ($P>0.05$) en cuanto al peso inicial entre sexos, por lo que se calculó el peso inicial promedio de todos los individuos bajo estudio, el cual fue de $580.64\pm 15.07\text{g}$, con un coeficiente de variación de 14.45%. El peso promedio para los machos fue de $548.9\pm 58.54\text{g}$, con un coeficiente de variación del 10.66; mientras las hembras presentaron un peso promedio de $638.36\pm 94.44\text{g}$ con un coeficiente de variación de 14.79%.

En el cuadro 5.1.1, se puede observar la descripción de los individuos de estudio, donde se muestra su identificación y localización, así como el sexo y los pesos obtenidos durante el periodo experimental.

5.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS INGREDIENTES

En el cuadro 5.2.1, se presentan los resultados del Análisis Químico Proximal (AQP), así como los resultados de la determinación de Fibra Neutro Detergente (FDN) y Fibra Ácido Detergente (FAD), y de las determinaciones de los minerales calcio (Ca) y fósforo (P), realizados a los tres ingredientes que conforman la dieta ofrecida al Conejo de los Volcanes (*Romerolagus diazi*) en el Zoológico de Chapultepec “Alfonso L. Herrera”.

CUADRO 5.1.1 INDIVIDUOS UTILIZADOS

IDENTIFICACIÓN	SEXO †	PESO *		DIFERENCIA DE PESOS
		INICIAL	FINAL	
1.1	2	764	761	-3
1.2	2	753	760	7
1.3	2	652	664	12
1.4	1	563	570	7
1.5	2	508	501	-7
1.6	1	532	530	-2
1.7	1	502	514	12
1.8	1	497	508	11
2.1	1	657	664	7
2.2	1	510	532	22
2.3	1	523	519	-4
2.4	2	634	651	17
2.5	1	584	582	-2
2.6	1	606	628	22
2.7	1	592	587	-5
2.8	1	555	571	16
3.1	1	624	625	1
3.2	1	409	407	-2
3.3	2	748	759	11
3.4	1	530	555	25
3.5	1	610	629	19
3.6	1	610	622	12
3.7	1	562	565	3
3.8	2	517	527	10
4.1	2	617	625	8
4.2	2	618	607	-11
4.3	1	511	527	16
4.4	2	524	526	2
4.5	1	509	526	17
4.6	2	687	744	57
4.7	1	492	488	-4

† 1 =MACHO
 2 =HEMBRA
 * Expresados en gramos

Peso Inicial al día 0 del periodo experimental μ *Peso Inicial*= 580.64 gramos
Peso Final al día 7 del periodo experimental μ *Peso final* = 589.48 gramos

CUADRO 5.2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS INGREDIENTES QUE INTEGRAN LA DIETA OFRECIDA A *Romerolagus diazi* EN CAUTIVERIO

NUTRIENTE	ALFALFA FRESCA	ZANAHORIA FRESCA	ALIMENTO BALANCEADO
AQP			
HUM (%)	84.61	90.71	9.19
MS (%)	15.39	9.29	90.81
PC (%)	23.00	6.12	17.06
EE (%)	7.27	4.97	3.91
CEN (%)	12.62	6.08	11.39
FC (%)	19.56	12.16	17.24
ELN (%)	37.55	70.67	50.40
FRACCIONES DE FIBRA			
FND (%)	25.81	11.17	26.82
FAD (%)	24.99	10.55	18.05
MINERALES			
Ca (%)	0.71	0.27	1.34
P (%)	0.54	0.50	0.98
<i>HUM = Humedad, MS = Materia Seca, PC = Proteína Cruda, EE = Extracto Etéreo, FC = Fibra Cruda, ELN = Extracto Libre de Nitrógeno, FND = Fibra Neutro Detergente, FAD = Fibra Ácido Detergente, Ca = Calcio, P = Fósforo</i> Valores expresados en base seca (excepto humedad)			

5.3 CONSUMO

Con el análisis de varianza multivariado para observaciones repetidas, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) a través del tiempo en el consumo de cada uno de los tres ingredientes y de la dieta en general; así mismo no se observaron interacciones respecto al sexo, ni en relación al peso.

Se obtuvo el rechazo promedio por animal por día de cada ingrediente y de la dieta total, así como el consumo, ambos en base húmeda (BH); estos resultados se muestran en el cuadro 5.3.1.

CUADRO 5.3.1 OFERTA, RECHAZO Y CONSUMO PROMEDIO POR ANIMAL POR DÍA EN BASE HÚMEDA (BH) DE LA DIETA OFRECIDA A *Romerolagus diazi* EN CAUTIVERIO

INGREDIENTE	OFERTA*	RECHAZO*	CONSUMO*
ALFALFA FRESCA	100	23.32 ± 1.41	76.68 ± 1.41
ZANAHORIA FRESCA	60	32.98 ± 1.65	27.02 ± 1.65
ALIMENTO BALANCEADO	40	15.09 ± 0.50	24.90 ± 0.50
DIETA TOTAL	200	71.39 ± 2.19	128.60 ± 2.19

*Cantidades expresadas en gramos (μ error estándar)

Como se puede observar, se obtuvo que los conejos de los volcanes consumieron en promedio el 76.68% de la alfalfa fresca ofrecida, así como el 45.03% y 62.26% de la zanahoria fresca y del alimento balanceado ofrecidos, respectivamente; de la dieta total consumieron un 64.30% de la cantidad ofertada.

Con los resultados de los análisis de laboratorio (cuadro 5.2.1) y del cuadro 5.3.1, se calculó el consumo promedio por animal de cada ingrediente y de la dieta, en base seca (BS). Los resultados se pueden observar en el cuadro 5.3.2.

CUADRO 5.3.2 CONSUMO PROMEDIO POR ANIMAL POR DÍA EN BASE SECA (BS) DE LA DIETA OFRECIDA A *Romerolagus diazi* EN CAUTIVERIO

INGREDIENTE	CONSUMO EN BASE SECA*
ALFALFA FRESCA	11.80 ± 0.22
ZANAHORIA FRESCA	2.51 ± 0.15
ALIMENTO BALANCEADO	22.62 ± 0.45
DIETA TOTAL	36.93 ± 0.51

*Cantidades expresadas en gramos (μ error estándar)

Con los resultados de los cuadros 5.2.1 y 5.3.2, se caracterizó, en gramos de BS, la calidad nutricional de la dieta que consume el conejo de los volcanes, y se comparó con la de la dieta ofrecida; asimismo, se determinaron los porcentajes de consumo de cada uno de los nutrientes, en relación a la cantidad ofertada, resultados que se presentan en el cuadro 5.3.3.

CUADRO 5.3.3 COMPARACIÓN NUTRICIONAL DE LA DIETA OFRECIDA Y DE LA DIETA CONSUMIDA DE *Romerolagus diazi* EN CAUTIVERIO

NUTRIENTE	DIETA*		CONSUMO / OFERTA (%)
	OFRECIDA	CONSUMIDA	
HUM (g)	142.71	91.68	64.24
MS (g)	57.29	36.93	64.46
PC (g)	10.08	6.73	66.76
EE (g)	2.82	1.87	66.31
CEN (g)	6.42	4.22	65.73
FC (g)	9.95	6.51	65.43
ELN (g)	28.03	17.60	62.79
FND (g)	14.34	9.39	65.48
FAD (g)	10.99	7.30	66.42
Ca (g)	0.61	0.39	64.41
P (g)	0.47	0.30	63.79

HUM = Humedad, *MS* = Materia Seca, *PC* = Proteína Cruda, *EE* = Extracto Etéreo, *FC* = Fibra Cruda, *ELN* = Extracto Libre de Nitrógeno, *FND* = Fibra Neutro Detergente, *FAD* = Fibra Ácido Detergente, *Ca* = Calcio, *P* = Fósforo
*Valores expresados en gramos en base seca, excepto HUM.

Se determinó el consumo promedio en gramos de base seca, de cada nutriente por cada gramo de peso vivo (PV); asimismo se calculó el porcentaje de consumo de cada uno de estos nutrientes en relación al peso vivo, resultados que se encuentran en el cuadro 5.3.4.

CUADRO 5.3.4 CONSUMO PROMEDIO (CP) DE NUTRIENTES POR ANIMAL Y LA RELACIÓN CON EL PESO VIVO (PV) DE *Romerolagus diazi* EN CAUTIVERIO

NUTRIENTE BS	CONSUMO PROMEDIO (g)	CONSUMO EN RELACIÓN A PV (gCP/1 gPV)	CONSUMO EN RELACIÓN A PV (%)
MS (g)	36.93 ± 0.51	0.0636 ± 7.36 ⁻⁵	6.36
PC (g)	6.73 ± 0.09	0.0116 ± 1.38 ⁻⁵	1.16
EE (g)	1.87 ± 0.02	0.0032 ± 3.33 ⁻⁶	0.32
CEN (g)	4.22 ± 0.06	0.0072 ± 4.35 ⁻⁵	0.72
FC (g)	6.51 ± 0.09	0.0112 ± 1.31 ⁻⁵	1.12
ELN (g)	17.60 ± 0.25	0.0303 ± 3.53 ⁻⁵	3.03
FND (g)	9.39 ± 0.13	0.0162 ± 2.01 ⁻⁵	1.62
FAD (g)	7.30 ± 0.10	0.0126 ± 1.45 ⁻⁵	1.26
Ca (g)	0.39 ± 0.006	0.0007 ± 9.46 ⁻⁷	0.07
P (g)	0.30 ± 0.004	.0005 ± 6.84 ⁻⁷	0.05

Cantidades expresadas en gramos (g) [μ ±error estándar y porcentaje (%), respectivamente, en base seca (BS)]
CP = Consumo Promedio PV = Peso Vivo Peso Vivo Promedio = 580.64 g

Utilizando los resultados del cuadro 5.3.4, se estimó el aporte de la dieta consumida de cada uno de los nutrientes, en relación al consumo de materia seca (CMS) promedio (cuadro 5.3.5).

CUADRO 5.3.5 CONSUMO PROMEDIO POR ANIMAL POR DÍA DE NUTRIENTES (%) DE *Romerolagus diazi* EN CAUTIVERIO

NUTRIENTE	%*
PC	18.21
EE	5.06
CEN	11.42
FC	17.64
ELN	47.67
FND	25.43
FAD	19.76
Ca	1.07
P	0.81

*Valores en base seca (BS)

5.4 EXCRECIÓN

La producción diaria por animal de excretas promedio fue de 24.73 ± 0.49 gramos en base húmeda. La excreción promedio de nutrientes en base seca, así como su relación al peso vivo, se pueden observar en el cuadro 5.4.1.

CUADRO 5.4.1 EXCRECIÓN PROMEDIO POR ANIMAL DE NUTRIENTES Y LA RELACIÓN CON EL PESO VIVO (PV) DE *Romerolagus diazi* EN CAUTIVERIO

NUTRIENTE BS	EXCRECIÓN PROMEDIO (g)	g EP / g PV	EXCRECIÓN EN RELACIÓN A PV
MS	15.41 ± 0.30	0.0265 ± 4.37^{-5}	2.65%
PC	1.44 ± 0.03	0.0024 ± 1.35^{-5}	0.24%
EE	1.06 ± 0.07	0.0018 ± 1.06^{-5}	0.18%
CEN	1.48 ± 0.03	0.0025 ± 1.41^{-5}	0.25%
FC	5.04 ± 0.09	0.0087 ± 5.18^{-5}	0.87%
ELN	6.38 ± 0.13	0.0110 ± 6.59^{-5}	1.10%
FND	9.15 ± 0.18	0.0158 ± 9.46^{-5}	1.58%
FAD	7.15 ± 0.14	0.0123 ± 7.39^{-5}	1.23%
Ca	0.15 ± 0.003	0.0003 ± 4.59^{-7}	0.03%
P	0.21 ± 0.004	0.0004 ± 8.76^{-7}	0.04%

Cantidades expresadas en gramos (g) [μ ±error estándar y porcentaje (%), respectivamente, de base seca BS)
EP = Excreción Promedio PV = Peso Vivo Peso Vivo Promedio = 580.64 g

5.5 DIGESTIBILIDAD

Con los datos obtenidos del consumo promedio por animal y la excreción promedio por animal de cada nutriente, se determinó el porcentaje de digestibilidad promedio por animal de cada uno.

Con el análisis de varianza multivariado para observaciones repetidas, no se observaron diferencias significativas en cuanto a la digestibilidad por nutriente a lo largo de los siete días de estudio, y tampoco se observaron interacciones respecto al sexo, ni en relación al peso.

En el cuadro 5.5.1 se presentan los resultados.

CUADRO 5.5.1 DIGESTIBILIDAD PROMEDIO (%) POR ANIMAL DE NUTRIENTES Y LA RELACIÓN CON EL PESO VIVO (PV) DE *Romerolagus diazi* EN CAUTIVERIO

NUTRIENTE BS	CONSUMO PROMEDIO (g)	EXCRECIÓN PROMEDIO (g)	DIGESTIBILIDAD (%)
MS	36.93 ± 0.51	15.41 ± 0.30	58.27
PC	6.73 ± 0.09	1.44 ± 0.03	78.60
EE	1.87 ± 0.02	1.06 ± 0.07	43.31
CEN	4.22 ± 0.06	1.48 ± 0.03	64.93
FC	6.51 ± 0.09	5.04 ± 0.09	22.58
ELN	17.60 ± 0.25	6.38 ± 0.13	63.75
FND	9.39 ± 0.13	9.15 ± 0.18	2.55
FAD	7.30 ± 0.10	7.15 ± 0.14	2.04
Ca	0.39 ± 0.006	0.15 ± 0.003	61.54
P	0.30 ± 0.004	0.21 ± 0.004	30

Cantidades expresadas en gramos (g) [μ ±error estándar y porcentaje (%), respectivamente, de base seca (BS)]

6. DISCUSIÓN

6.1 PREFERENCIA DE CONSUMO

Actualmente existe poca información en relación a los aspectos nutricionales de la especie *Romerolagus diazi* en cautiverio, es por esta razón que uno de los objetivos de este trabajo, fue el de conocer el consumo voluntario de la dieta ofrecida en el Zoológico de Chapultepec “Alfonso L. Herrera” a dicha especie.

Existen múltiples factores que afectan el consumo voluntario.^{27, 28} En el caso del conejo doméstico (*Oryctolagus cuniculus*), un lagomorfo ampliamente estudiado, se ha observado que altas temperaturas ambientales (29°C) tienen un efecto negativo sobre el consumo de alimento (disminuyéndolo hasta en un 50%) y aumentan el de agua³⁶; sin embargo, una alta temperatura del agua de bebida no es un factor que influya sobre el consumo de alimento³⁶, no obstante, se ha establecido que la especie prefiere consumir agua a una temperatura de 20°C sobre 11°C.³⁷ Así también se ha observado que cuanto más restringido sea el acceso al líquido, menor es el consumo de alimento y de agua.³⁸ Para esta especie, la temperatura ambiental de confort va de los 12°C a los 20°C³⁹, mientras que en el presente estudio, la misma osciló entre 17°C y 21.5°C, por lo que los individuos de *Romerolagus diazi* utilizados en el presente estudio, se encontraban dentro de la zona de termoneutralidad reportada para *Oryctolagus cuniculus*.

Por otro lado, algunos investigadores consideran que la humedad es un factor ambiental poco importante para el conejo doméstico debido a que éste, en estado natural, habita normalmente durante el día madrigueras en las cuales la

humedad llega a ser muy elevada; en el caso de conejos en producción, se recomienda que la humedad relativa oscile entre 55 y 70%.³⁹ Al igual que en el caso de la temperatura ambiental, los individuos del presente estudio se mantuvieron dentro de los límites de humedad relativa estipulados para el conejo doméstico (con 55 - 58%), por lo que pudiera ser que las condiciones ambientales no interfirieran sobre el consumo de alimento. Sin embargo, es necesario establecer cuál es el efecto en las variaciones de temperatura y humedad relativa sobre el consumo voluntario de *Romerolagus diazi*.

Si bien para los estudios realizados en conejo doméstico, se utilizan individuos bajo condiciones controladas, es poca la literatura existente sobre su biología y hábitos de consumo en vida libre. Uno de estos estudios es el realizado por Myers y Poole⁴⁰, en el cual se efectuaron numerosas observaciones sobre las actividades alimenticias en colonias de conejo doméstico en vida libre, y se encontró que este lepórido elige su alimento con base en la facilidad de consumo y masticación, ausencia de olores y sabores desagradables, y el contenido de humedad, características que coinciden con la elección de pastos con un alto aporte de proteína. Otros reportes mencionan que esta especie herbívora, tiene predilección por ingerir plantas jóvenes y las partes suculentas de éstas, que contienen mayor densidad de nutrientes, principalmente proteínas y carbohidratos solubles, y que son fácilmente digeridas por el aparato digestivo del conejo.^{17,18}

Con lo mencionado, se puede inferir que el comportamiento selectivo de *Romerolagus diazi* es similar al de *Oryctolagus cuniculus* ya que, los individuos utilizados en el presente estudio, consumieron sobre todo la alfalfa fresca,

ingrediente que presentó mayor concentración de nutrientes, principalmente de proteína cruda, fibra cruda y fracciones de fibra.

Es importante señalar que en el conejo doméstico, se ha reportado que las dietas basadas en alfalfa pueden ocasionar daño renal en animales en mantenimiento, debido a su alto aporte de calcio.¹⁷ De hecho, en esta especie se prefiere el uso de alfalfa deshidratada sobre la alfalfa fresca, pues con ésta última, los conejos consumen una mayor proporción de hojas que de tallos, lo que resulta en una dieta baja en fibra y que puedan provocar una enteritis.¹⁷ Aunque durante el periodo experimental no se presentó ningún problema digestivo, se sugiere dar seguimiento a la dieta ofrecida al conejo de los volcanes, debido especialmente a la marcada preferencia en el consumo de la alfalfa fresca, en cuanto al consumo de la alfalfa fresca se refiere, e incluso, se podría evaluar la respuesta al incluir alfalfa deshidratada como un nuevo ingrediente.

6.2 CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD

El consumo de materia seca (CMS) promedio por individuo de *Romerolagus diazi* por día obtenido en el presente estudio, fue de 36.93 g, lo que representa un 6.36% de materia seca (MS) en relación al peso vivo (PV) promedio (580.64 g); el cual resultó similar a otro estudio realizado en la misma colonia de animales donde se obtuvo un peso promedio de 538.25 g y se reportaron consumos voluntarios de 4.9 a 5.2% del PV, utilizando únicamente dietas de alimento peletizado que, entre otros ingredientes, presentaban diferentes niveles de inclusión (0%, 10%, 20% y 30%) de la gramínea amacollada *Muhlebergia macroura*, caracterizada por aportar fibra de baja digestibilidad, altamente lignificada (FND 66.1%, FAD 41.7%, lignina 8.6%).⁴¹ La diferencia en el CMS entre ambos estudios se pudo deber a

dos razones; por un lado, a la presentación del alimento, ya que en el presente estudio se ofreció una dieta compuesta por tres ingredientes, dos de éstos en fresco, mientras que en el estudio anterior, la dieta estuvo compuesta únicamente por alimento peletizado; por otro lado, se ha observado que en el conejo doméstico el tamaño de la partícula afecta entre otros aspectos, el CMS⁴²; precisamente en conejo doméstico, se reporta un consumo aproximado de MS de 5%PV, ó de 65 a 80 gramos de alimento balanceado por kilogramo de PV en BH.¹⁷ Como se puede notar, en ambas especies existe cierta similitud en cuanto al CMS en relación al PV; esto pudiera explicarse a que ambos poseen un tamaño corporal pequeño, por lo que su rango metabólico es muy alto e inversamente proporcional al peso, y de hecho se estima que para individuos en vida libre, la relación entre tamaño corporal y las demandas nutricionales es más crítica.²⁵ Por lo tanto, se asume que el conejo de los volcanes, al ser más pequeño, muestra una mayor tasa metabólica basal, y por consiguiente, un mayor CMS que el conejo doméstico.

Se debe considerar que el peso adulto promedio reportado en vida libre de *Romerolagus diazi* es de 350 g⁵, mientras que el peso promedio obtenido de los ejemplares utilizados el presente estudio, superan los 500 g, es decir, pesaron aproximadamente un 65% más de lo reportado en vida libre. Se puede suponer que este exceso de peso en los sujetos de estudio, sea debido al menor gasto energético a causa de la disminución de actividad por el tipo de alojamiento, además de que, en vida libre, el animal invierte tiempo a lo largo del día en buscar su alimento, lo que conlleva a un mayor gasto de energía; esta situación de sobrepeso llegando incluso a la obesidad, se ha reportado en los conejos

utilizados como mascotas, que tienen una ingesta excesiva de alimento.⁴³ De hecho, se ha demostrado que una vida sedentaria, o de baja actividad, contribuye de forma importante en el decremento de la expedición de energía, y promueve el desarrollo de la condición de sobrepeso en los animales de compañía.⁴⁴

En este trabajo se encontró que el consumo de *Romerolagus diazi* de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), calcio (Ca) y fósforo (P), fue superior al requerimiento reportado para el conejo doméstico en etapa de mantenimiento (18.21%PC, 5.06%EE, 1.07%Ca, 0.81%P y 13%PC, 3%EE, 0.6%Ca y 0.4%P respectivamente), siendo más cercanos a los requerimientos reportados para *Oryctolagus cuniculus* en la etapa de lactación³⁹ (18%PC, 5%EE, 1.1%Ca y 0.8%P), etapa de mayor demanda nutritiva. Si bien no están establecidos los requerimientos nutricionales específicos para el conejo de los volcanes, podemos inferir que una dieta con un consumo de nutrientes similar a esta etapa productiva del conejo doméstico, mantiene la condición corporal de *Romerolagus diazi*.

Referente a la PC, en el conejo doméstico se ha establecido que el papel de la proteína contenida en la dieta, es más importante que la misma producción de aminoácidos derivados del metabolismo de las bacterias del ciego, para cubrir los requerimientos de este nutriente.¹⁷ Junto con la energía, la cantidad de proteína dietaria influye sobre la ingestión de cecotrofos, presentando una relación inversamente proporcional.¹⁷ Debido a que el conejo de los volcanes también realiza la cecotrofia⁵, es necesario determinar si el consumo de este nutriente afecta la ingestión de cecotrofos en dicha especie.

La digestibilidad de PC reportada para el conejo doméstico en etapa de crecimiento varía desde 79.4 a 80.8% utilizando dietas comerciales con diferente

grado de molido.⁴⁵ En el caso de *Romerolagus diazi* se obtuvo una digestibilidad promedio de 78.60% de PC lo que nos indica que el tracto gastrointestinal del conejo de los volcanes, al igual que el del conejo doméstico, es sumamente eficiente en la utilización de proteína.

De acuerdo a los resultados encontrados en el presente estudio, se puede suponer que en el conejo de los volcanes, la importancia que reviste la fibra es similar a la reportada en el conejo doméstico. El papel benéfico que se le ha atribuido a la fibra en la cunicultura sobre la prevención de las enfermedades digestivas, se basa fundamentalmente en que estimula el peristaltismo y, a través de estos efectos sobre el tránsito digestivo, mantiene el control de la microbiota intestinal al propiciar un pH cecal bajo que evita el crecimiento de bacterias patógenas (*Clostridium spp.*), favoreciendo el de otras (*Bacteroides spp.*) al ser utilizada como sustrato por éstas; por otro lado, al estimular el peristaltismo, aumenta el consumo y la cecotrofia, además de que la fibra facilita el adecuado desgaste de los dientes y previene la obesidad.^{16,17,18,39,41,46,47,48} El consumo de fibra cruda (FC) encontrado en este estudio, resultó mayor al requerimiento establecido para el conejo doméstico en etapa de mantenimiento³⁹ (17.64% y 16%FC, respectivamente). Referente a la digestibilidad, se encontró un 22.58% para el conejo de los volcanes, mientras que para el conejo doméstico, dependiendo del tamaño de partícula, se ha determinado una digestibilidad de FC que va de 10.6% hasta un 14.8%.⁴⁷

Se obtuvo que el consumo promedio de fibra neutro detergente (FND) del conejo de los volcanes fue de 25.43%. Para el caso del conejo doméstico se ha demostrado un requerimiento mínimo de entre 30 y 33% de FND^{42,48}: utilizando

fuentes de fibra usuales (alfalfa, paja y salvado) se obtuvo que una reducción del 36% al 30% de FND en la dieta, reduce la mortalidad y mejora los rendimientos productivos; sin embargo, una reducción adicional hasta el 25% de FND, vuelve a favorecer la aparición de problemas intestinales debido a cambios en la microbiota y aumento en la retención cecal de la digesta.^{46,47} La digestibilidad de FND encontrada en *Romerolagus diazi*, fue de 2.55%, mientras que para el conejo doméstico este valor varía ampliamente dependiendo del tipo de fuente de fibra, teniendo una digestibilidad desde 3.2% al 35.1%.⁴² Aunque el consumo de FND de la colonia de *Romerolagus diazi* del Zoológico de Chapultepec “Alfonso L. Herrera”, fue menor al mínimo reportado para el conejo doméstico, durante el desarrollo del presente estudio no se presentaron problemas digestivos en los individuos utilizados, por lo que, aunado al porcentaje de digestibilidad, se puede inferir que el porcentaje de FND que requiere el conejo de los volcanes para mantener la salud del tubo gastrointestinal, es menor al sugerido para la especie productiva.

Por otro lado, en el conejo doméstico se ha estudiado el efecto benéfico de la fracción lignino-celulosa, cuantificada como fibra ácido detergente (FAD), sobre la salud de individuos en etapa de engorda, donde se estableció que el riesgo de morbilidad y mortalidad se incrementa de 18 a 28%, cuando la cantidad de FAD disminuye de 19 a 15%.⁴⁶ En el presente estudio, el consumo de FAD obtenido fue de 19.76%, con lo que podemos inferir que cubriendo el requerimiento de esta fracción de fibra para conejo doméstico, se mantiene la salud del tracto gastrointestinal de *Romerolagus diazi*.

Se sabe que las principales características de la fibra son su grado de lignificación y tamaño de partícula.^{45,46} Estudios han identificado que el tamaño de partícula es el principal factor que explica la digestibilidad de la fibra en el conejo doméstico, además de afectar el CMS y la tasa de pasaje.^{42,45,47} Así, un incremento en la proporción de partículas finas y un decremento en la proporción de partículas grandes, incrementa el tiempo de retención cecal, y por ende, mejora la eficiencia digestiva de la fibra, pero a su vez el CMS disminuye. De acuerdo al estudio anterior realizado con esta colonia de conejo de los volcanes⁴¹, se observó que los individuos que recibieron en alguna proporción la *Muhlenbergia macroura* en su dieta, presentaron un aumento en la digestibilidad de la MS de 59.85% hasta 67.63% y de FAD, de 13.56% a 26.44% (con 0% y 10% de inclusión de *M. macroura*, respectivamente). En lo que respecta a la digestibilidad de MS, en el presente estudio se obtuvo un 58.27%, mientras que Sánchez-Trocino⁴¹ reporta que para las dietas con algún porcentaje de inclusión de *M. macroura*, la digestibilidad fue de 62.27 hasta 67.63% con un CMS promedio de 25 g, cuando con la dieta control la digestibilidad de la MS fue de 59.85% y un CMS promedio de 27 g. Esto último parece concordar con lo expresado anteriormente para *Oryctolagus cuniculus*, pues la diferencia encontrada entre los dos estudios realizados en la colonia de *Romerolagus diazi*, pudiera deberse la presentación del alimento, además, la elaboración del alimento peletizado permitió que el tamaño de partícula fibrosa de *Muhlenbergia macroura* fuera de menor tamaño, aumentando el tiempo de retención en ciego, y por consiguiente la digestibilidad, pero disminuyendo el CMS.

Por lo anterior, sugiere que el tamaño de la partícula sea controlado para así, determinar el valor nutritivo de los alimentos fibrosos para conejos.⁴⁷ No fue la intención de este trabajo estudiar el efecto del tamaño de partícula sobre el consumo y la digestibilidad de los diferentes nutrientes en el conejo de los volcanes, sin embargo, debido a la importancia que reviste este aspecto en la fisiología digestiva del conejo doméstico, se sugiere investigar sobre este punto en *Romerolagus diazi*.

En cuanto a los minerales, se obtuvo un alto consumo de Ca (1.07%), relacionado al elevado consumo de alfalfa, ingrediente con alta cantidad de este mineral. Hay que considerar que para conejo doméstico en etapa de mantenimiento, existen reportes sobre el efecto perjudicial de dietas basadas en alfalfa, las cuales pueden ocasionar daño renal debido al peculiar metabolismo del Ca en *Oryctolagus cuniculus*, pues este mineral no requiere la facilitación de la vitamina D para su absorción¹⁷ y cuando existe un exceso de este mineral, es excretado en la orina¹⁸; la alta digestibilidad de Ca encontrada en *Romerolagus diazi*, sugiere que lo anterior también pudiera estar sucediendo en dicha especie, por lo que resultaría importante tomar medidas preventivas para evitar este tipo de problemas.

El requerimiento de P marcado para conejos en mantenimiento es de 0.4%, mientras que para las etapas de mayor demanda nutricional como son la gestación y la lactación, el requerimiento es de 0.8%.³⁹ Al igual que en el caso del Ca, el consumo de P del conejo de los volcanes es similar al requerimiento reportado para el conejo doméstico en las etapas de gestación y lactación.

7. CONCLUSIONES

- El conejo de los volcanes presenta una selectividad similar a la reportada para conejo doméstico, prefiriendo consumir la alfalfa fresca, seguida del alimento balanceado y por último la zanahoria.
- Es necesario evaluar el riesgo de presentación de patologías a largo plazo, asociadas al alto consumo de alfalfa fresca como las reportadas en conejo doméstico.
- El consumo de materia seca del conejo de los volcanes en relación al peso vivo, es similar al reportado para el conejo doméstico.
- El consumo de nutrientes del conejo de los volcanes es superior a los requerimientos de mantenimiento establecidos para conejo doméstico, siendo más parecidos a requerimientos de lactación.
- El tracto gastrointestinal del conejo de los volcanes, al igual que el del conejo doméstico, es sumamente eficiente en la utilización de la proteína, no así en las fracciones fibra.
- Es necesario realizar más estudios en *Romerolagus diazi*, dirigidos a:
 - Determinar si la temperatura y humedad ambientales afectan el consumo voluntario.
 - Establecer las necesidades nutrimentales, contemplando la cecotrofia.
 - Evaluar el efecto del tamaño de partícula, sobre el consumo y la digestibilidad de los diferentes nutrientes.

8. REFERENCIAS

1. Memorias del XXIII Aniversario del programa de Ganadería. Estudio, aprovechamiento y conservación de la fauna mexicana en los albores del Siglo XXI; 2002 Septiembre 6; Texcoco (Estado de México) México. México Estado de México) Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, 2002: Prólogo.
2. Biodiversidad.gob.mx [página principal en Internet] México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). [actualizado 2009, citado 2010 Octubre 7]. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/capitalNatMex.html>
3. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) [página principal en Internet] México, D.F. PROFEPA. [actualizado 2010 Abril 20; citado 2010 Mayo 25]. Disponible en: <http://www.profepa.gob.mx/PROFEPA/RecursosNaturales/Subprocuraduria deRecursosNaturales/Universodeatencion.htm>
4. Velázquez A., Cervantes FA, Galindo-Leal C. The Volcano Rabbit *Romerolagus diazi*, a peculiar Lagomorph. *Lutra* 36: 62 -70,1993.
5. Romero FJ, Velázquez A. El conejo Zacatuche. Tan lejos de Dios y tan cerca de la Ciudad de México. 1^{er} ed. México: Instituto Nacional de Ecología, 1994.
6. Velázquez A, Romero FJ, López-Paniagua, comp. Ecología y conservación del conejo zacatuche y su hábitat. 1^{er} ed. México: Fondo de Cultura Económica / UNAM, 1996.

7. Cervantes F. Ectoparásitos del conejo zacatuche *Romerolagus diazi*. Anales Inst. Biol.. Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Zool. 65(1):209-215, 1994.
8. Cervantes FA, Lorenzo C, Hoffmann RS. *Romerolagus diazi*. Mammalian Species. 360: 1-7,1990.
9. Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de Lagomorfos A.C. (AMCELA) [página principal en Internet] México, D.F. AMCELA. [actualizado 2003 Febrero; citado 2010 Mayo 25]. Disponible en: <http://www.ibiologia.unam.mx/amcela>
10. Taller internacional para la conservación de los lagomorfos mexicanos en peligro de extinción; 1996 enero 11-14; Distrito Federal (México). México (D.F.): Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos A.C. (AMCELA), 1996: 3-115.
11. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Red List of Threatened Species. Consultada en diciembre de 2007. Disponible en: URL: <http://www.iucnredlist.org/search/details.php/19742/summ>
12. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES. Apéndices I, II y III. En línea desde junio del 2001. Consultada en diciembre del 2007. Disponible en: URL: <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>
13. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies

- en riesgo. Anexo Normativo II. En línea desde marzo del 2002. Consultada en diciembre del 2007. Disponible en: URL: <http://www.semarnat.gob.mx>
14. Cervantes FA, Martínez J. Food Habits of the Rabbit *Romerolagus diazi* (Leporidae) in Central México. J of Mamm. 73; 4: 830-834, 1992.
 15. Hoth J, Granados H. A preliminary report on the breeding of the Volcano rabbit *Romerolagus diazi* at the Chapultepec Zoo, Mexico City. Int. Zoo. Yb. 26: 264-265.
 16. Davies RR, Davies JA. Rabbit gastrointestinal physiology. Vet Clin North Am Exot Anim Pract. 6; 1: 139 – 153, 2003.
 17. Irlbeck N.A. How to feed the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) gastrointestinal tract. J. Anim. Sci. 79 (E. Suppl.):343-346, 2001.
 18. Cheeke P. Alimentación y Nutrición del Conejo. 1^{er} ed. Zaragoza: Acribia, 1995.
 19. De Blas C., Wiseman J. The Nutrition of the Rabbit. 1^{er} ed. U.K.: CAB International, 1998.
 20. Dierenfeld E. Captive wild animal nutrition: a historical perspective. Proceedings of the Nutrition Society. 56: 989 – 999, 1997.
 21. Kleiman D., Allen M., Thompson K., Lumpkin S. Wild mammals in captivity: principles and techniques. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.
 22. Mendoza M.G., Riquelme V.E., Clemente S.F., Tarango A.L. Alimentación de fauna en vida silvestre. Memorias del Cuarto Ciclo Internacional de Conferencias sobre Alimentación de Fauna Silvestre; 1999 mayo 3-4; Distrito Federal, México. México (D.F.): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C., 1999: 9-36.

23. Aguilar F.R.F. Nutrición y Salud Animal. Memorias del Cuarto Ciclo Internacional de Conferencias sobre Alimentación de Fauna Silvestre; 1999 mayo 3-4; Distrito Federal, México. México (D.F.): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C., 1999: 67-87.
24. Robbins C.T. Wildlife feeding and nutrition. 2^{da} ed. UK: Academic Press, 1993.
25. Barboza P S, Parker K L, Hume I D. Integrative Wildlife Nutrition. 1th ed. Germany: Springer, 2009.
26. Valdés V.E. Programas de Alimentación y Proyectos de Investigación en Nutrición Animal en el Zoológico de Toronto. Memorias del Cuarto Ciclo Internacional de Conferencias sobre Alimentación de Fauna Silvestre; 1999 mayo 3-4; Distrito Federal, México. México (D.F.): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C., 1999: 89-103.
27. Pond W.G., Church D.C., Pond K.R. Basic Animal Nutrition and Feeding. 4th ed. U.S.A.: John Wiley & Sons, 1995.
28. Shimada Miyasaka A. Nutrición Animal. 1^{er} ed. México: Trillas, 2003.
29. Wildlife Conservation Society [WCS] (Nutrition Department). Zootrition™ Dietary Management Software for Zoo and Wildlife Professionals (programa computacional). EUA (St. Louis): WCS, 2001.
30. McNitt I.J., Patton M.N., Lukefahr D.S., Cheeke R.P. Rabbit Production. 8^{va} ed. E.U.A.: Interstate Publishers, INC., 2000.
31. Fernández-Carmona J., Blas E., Pascual J.J., Maertens L., Gidenne T., Xiccato G., García J. Recommendations and Guidelines for Applied Nutrition Experiments in Rabbits. World Rabbit Science. 13:209-228, 2005.

32. Pérez J.M., Lebas F., Gidenne T. European reference method for *in vivo* determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science*. 3(1):41-43, 1995.
33. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 14th ed. EUA (Virginia): AOAC, 1990.
34. Van Soest, J. P., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
35. SAS. JMP™. Statistical Discovery (programa computacional) versión 7. EUA (NC): SAS Institute Inc., 2007.
36. Remois G., Lafargue-Hauret P., Sureault A. Effect of water temperature on the feed and water consumption of fattening rabbits. 1. Effect of the hot water. En: Testik A., Baselga M., editores. CIHEAM-IAMZ, 1999. 2nd International Conference on rabbit production in hot climates. 1999; Zaragoza, España. 1999: 25 – 29.
37. Remois G., Lafargue-Hauret P., Sureault A. Effect of water temperature on the feed and water consumption of fattening rabbits. 2. Effect of the cold water. En: Testik A., Baselga M., editores. CIHEAM-IAMZ, 1999. 2nd International Conference on rabbit production in hot climates. 1999; Zaragoza, España. 1999: 31 – 34.
38. Verdelhan S. Bourdillon A., Morel-Saives A. Effect of a limited access to water on water consumption, feed intake and growth of fattening rabbits. 8th

- World Rabbit Congress; 2004 septiembre 7 – 10; Puebla (Puebla) México.
2004: 1015 – 1021.
39. Martínez Castillo M.A. Cunicultura. 2^{da} ed. México: UNAM, FMVZ, División de Educación Continua, 2004.
40. Myers K., Poole E. A study of the biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.), in confined populations. *Journal of Ecology* 51 (2): 435-451, 1963.
41. Sánchez M. Efecto del nivel de *Muhlenbergia macroura* sobre peso, consumo y digestibilidad en el Conejo de los Volcanes (*Romerolagus diazi*) tesis de maestría. Distrito Federal, México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2009.
42. García J., Carabaño R., De Blas C. Effect of Fiber Source on Cell Digestibility and Rate of Passage in Rabbits. *J. Anim. Sci.* 77 (4): 898-905, 1999.
43. Hand M, Thatcher C, Remillard R, Roudebush P, editores. *Nutrición Clínica en Pequeños Animales*. 4^a ed. Bogotá: Mark Morris Institute, 2000.
44. Robertson ID. The association of exercise, diet and other factors with owner-perceived obesity in privately owned dogs from metropolitan Perth. *WA. Prev. Vet. Med.* 58: 75-83, 2003.
45. Lambertini L, Cavani C, Zucchi P, Vignola G. Effect of different feed grinding fitness on the performances and digestive efficiency of growing rabbits. *Ann. Zootec.* 2000; 49: 141 – 150.

46. Gidenne T. Fibers in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fiber. *Livestock Production Science* 81: 105 – 117, 2003.
47. Carabaño R., Rebollar P.G., Gómez-Conde M.S., Chamorro S., García J., De Blas C. Nuevas tendencias en la Alimentación de Conejos: Influencia de la nutrición sobre la salud intestinal. XXI Curso de Especialización FEDNA; 2005 noviembre 7-8; Madrid, España. FEDNA, 2005: 113-129.
48. García J., Carabaño R., De Blas C., García A. Importancia del tipo de fibra: nuevos conceptos y ejemplos para su aplicación en cunicultura. XXII Curso de Especialización FEDNA; 2006 octubre 16-17; Barcelona, España. FEDNA, 2006: 85-98.