



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE Y
CONSUMO VOLUNTARIO DE CHINCHILLAS (*Chinchilla lanigera*)
ALIMENTADAS CON DOS DIFERENTES DIETAS.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ERICK SAÚL CÓRDOVA HERNÁNDEZ

Asesores:

MVZ. M. en P.A. Dr. Carlos Gutiérrez Olvera

Act. M. en E. Adriana Margarita Ducoing Watty



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016



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

Para mis padres. De esta manera es la única forma con la que puedo recompensar una pequeña parte de todo lo que me han brindado, concluyendo mis estudios de licenciatura con mi título y demostrando que han realizado un excelente trabajo como padres, amigos y personas. Ya que esto es el fruto de lo que han venido sembrando día con día año tras año. A mis pilares, mi ejemplo de vida, tenacidad y lucha.

A la naturaleza, fuente y dadora de vida, y a la medicina, un arte convertido en ciencia, dos pilares de mi formación académica y motivos primordiales por los que elegí esta vocación tan noble y completa. Como dijera Voltaire; -“el arte de la medicina consiste en entretener al paciente, mientras la naturaleza cura la enfermedad”

No podía dejar pasar una especial dedicatoria a las chinchillas utilizadas en el estudio, mamíferos herbívoros tan bellos, peludos y curiosos. Quienes han marcado una etapa de mi vida y han dejado huella en mi corazón, pero sobre todo han dado un gran aporte para la ciencia y la investigación.

A los niños y jóvenes que vienen detrás de uno, pero en especial va dedicado para los estudiantes. Ya que ellos son los que poseen el arma más poderosa que se nos puede conceder y con la que podemos hacer frente a las circunstancias sociales, políticas y económicas de nuestro presente y futuro.

A los colegas médicos veterinarios zootecnistas, que este texto sirva como una herramienta más para su formación académica y para la vida laboral, que puedan obtener de él, los elementos y la información necesaria para enriquecer más sus conocimientos. Ya que como cualquier otra tesis, tiene que ser fundamental para la educación, la investigación y la difusión de conocimientos.

No vendas tu memoria a la triste costumbre y a los años, nunca olvides el bosque, ni el viento, ni los pájaros... (Cofre de cedros) Los animales no humanos si saben vivir en completa armonía y equilibrio, simplemente cumplen su función ecológica. Deja en paz incluso a las serpientes y arañas... (Erick Córdova)

AGRADECIMIENTOS

Existen dos personas con las que voy a estar agradecido eternamente, ellos son mis padres Francisca Hernández Sánchez y José Saúl Córdova Díaz, por la simple y sencilla razón de otorgarme la vida, ser los responsables de mi sustento, de mi formación y mi educación moral, social y escolar. Agradezco su fuerza, su entereza y su tenacidad por salir siempre adelante, el tener su apoyo incondicionalmente a pesar de las adversidades. El hecho de brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, con el sacrificio y el esfuerzo con el que lo lograron no tiene precio alguno. Siempre han sido, son y serán mi ejemplo a seguir, mis luchadores incansables...

No puedo dejar de lado el total agradecimiento al Dr., M. en P.A., MVZ Carlos Gutiérrez Olvera, por ser mi mentor y amigo. Por brindarme la oportunidad de ser su tesista y así poder realizar el presente trabajo. Gracias por todos los conocimientos transmitidos en el área de la nutrición y la medicina veterinaria, por los consejos, por los regaños, la confianza depositada en mí, y en especial, un gracias por hacerme participe de su equipo de trabajo. Muchas gracias, atentamente su discípulo y joven padawan.

A la Act., M. en E. Adriana Margarita Ducoing Watty, por su apoyo, su tiempo brindado, sus conocimientos en el área de la estadística y sobre todo por darme la oportunidad de ser su asesorado y retomar este estudio.

A la Q.A. Águeda García Pérez, siempre tan atenta, gracias por su tiempo, su apoyo y sus conocimientos transmitidos. Gracias por la asesoría con la fase de laboratorio.

Al M. en C.Q., Q.A. Juan Carlos Orejel que siempre tuvo la mejor disposición de ayudar. Gracias por su tiempo, sus consejos y por la asesoría durante la fase de laboratorio.

Al MVZ, Esp. Ricardo Walter Czaplewski Cisero, por toda la ayuda brindada y la confianza que siempre demostró.

Al Dr., M. en C., MVZ Oscar Rico Chávez, por su apoyo con el escrito, gracias por sus consejos y la buena disposición para que el trabajo quedara lo mejor posible.

Un especial agradecimiento a mi tía Guadalupe Hernández Sánchez, que aunque no lo sepa, fue un apoyo importante para la elaboración de esta tesis.

A la máxima casa de estudios, mi gloriosa Universidad Nacional Autónoma de México y a la que fuera mi segunda casa, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes también fueron testigo de mi formación académica y de una gran etapa de mi vida.

¡Goya! ¡Goya! ¡Cachún, cachún, ra, rá! ¡Cachún, cachún, ra, rá! ¡Goya!
¡UNIVERSIDAD!

A todas las personas que estuvieron presentes durante todo el proceso, a los que me apoyaron para realizar parte del trabajo y los que siempre estuvieron al pendiente de la evolución del mismo.

Gracias a mis colegas y amigos...

Los textos gratificantes pueden ser hasta cierto punto repetitivos y aburridos, por lo general son muy ambiguos, pero no quiere decir que dentro de la memoria de quien los escribe tengan un gran significado. (Erick Córdova)

CONTENIDO

| | Página |
|--|--------|
| RESUMEN | 1 |
| 1. Introducción | 2 |
| 1.1. La Chinchilla (<i>Chinchilla lanígera</i>)..... | 4 |
| 1.1.1. Origen de las Chinchillas e Historia..... | 4 |
| 1.1.2. Hábitat y Conducta Social. | 8 |
| 1.1.3. Género Chinchilla..... | 10 |
| 1.1.4. Características Generales de la Especie. | 11 |
| 1.1.5. Características del Aparato Digestivo. | 14 |
| 1.1.5.1. Fisiología Digestiva..... | 16 |
| 1.1.6. Comportamiento Alimenticio en Vida Libre. | 18 |
| 1.1.7. Comportamiento Alimenticio en Cautiverio. | 20 |
| 1.1.8. Principales Problemas Asociados con la Nutrición..... | 22 |
| 1.1.9. La Chinchilla como Animal de Compañía..... | 27 |
| 2. Requerimientos y Necesidades Nutricionales de la Especie | 28 |
| 2.1. Proteína..... | 29 |
| 2.2. Lípidos..... | 29 |
| 2.3. Fibra. | 29 |
| 2.4. Carbohidratos..... | 30 |
| 2.5. Agua..... | 30 |
| 2.6. Vitaminas y Minerales. | 30 |
| 2.7. Energía..... | 31 |
| 3. Antecedentes | 32 |
| 4. Justificación | 33 |
| 5. Hipótesis | 34 |
| 6. Objetivos | 34 |
| 6.1. Objetivo General. | 34 |

| | |
|---|----|
| 6.2. Objetivos Específicos..... | 34 |
| 7. Material y Métodos | 35 |
| 7.1. Fase de Campo..... | 35 |
| 7.1.1. Sujetos de Estudio..... | 35 |
| 7.1.2. Alojamiento..... | 36 |
| 7.1.3. Características del Alimento y de la Alimentación..... | 38 |
| 7.1.4. Duración del Estudio..... | 39 |
| 7.1.5. Evaluación del Consumo Voluntario..... | 40 |
| 7.1.6. Colecta de Muestras..... | 41 |
| 7.2. Fase de Laboratorio..... | 42 |
| 7.2.1. Análisis Químico Proximal..... | 42 |
| 7.2.1.1. Humedad y Materia Seca..... | 42 |
| 7.2.1.2. Proteína Cruda..... | 44 |
| 7.2.1.3. Extracto etéreo o grasa cruda..... | 45 |
| 7.2.1.4. Cenizas..... | 46 |
| 7.2.2. Análisis de Fracciones de Fibra..... | 47 |
| 7.2.2.1. Fibra Ácido Detergente..... | 47 |
| 7.2.2.2. Fibra Neutro Detergente..... | 48 |
| 8. Análisis Estadístico | 48 |
| 9. Resultados | 49 |
| 9.1. Análisis de los Alimentos..... | 49 |
| 9.1.1. Análisis Químico Proximal..... | 49 |
| 9.1.2. Análisis de las Fracciones de Fibra..... | 51 |
| 9.2. Consumo Voluntario..... | 52 |
| 9.2.1. Consumo de Alimento en Base Húmeda..... | 53 |
| 9.2.2. Consumo de Alimento Promedio en Base Seca..... | 53 |
| 9.3. Heces..... | 54 |
| 9.3.1. Cantidad Producida..... | 54 |
| 9.3.2. Concentración de Nutrientes en Heces..... | 54 |
| 9.4. Digestibilidad Aparente..... | 55 |
| 10. Discusión | 57 |

| | |
|---|----|
| 10.1. Evaluación de la Calidad de la Dieta..... | 57 |
| 10.2. Consumo Voluntario..... | 59 |
| 10.3. Heces..... | 60 |
| 10.4. Digestibilidad Aparente..... | 61 |
| 11. Conclusiones | 65 |
| 12. Recomendaciones | 65 |
| 13. Literatura Citada | 66 |

RESUMEN

CÓRDOVA HERNÁNDEZ ERICK SAÚL. **Determinación de la digestibilidad aparente y consumo voluntario de chinchillas (*Chinchilla lanigera*) alimentadas con dos diferentes dietas.** (Bajo la dirección de MVZ, M. en P.A. Dr. Carlos Gutiérrez Olvera y Act., M. en E. Adriana Margarita Ducoing Watty).

La chinchilla (*Chinchilla lanigera*) es un animal de compañía poco común en nuestro país. Al tener poca popularidad es frecuente encontrar una escasa variedad de alimentos comerciales en el mercado, por lo cual, es importante realizar la evaluación de los alimentos utilizados para ésta especie. Uno de los factores más importantes para obtener una salud adecuada en los animales es la nutrición, por lo que es de vital importancia asegurar que las chinchillas consuman un alimento de excelente calidad y en cantidades adecuadas para que cubran sus requerimientos nutricionales. Existen pocos estudios acerca de la nutrición en la especie que se ocupó en este trabajo. El objetivo del presente estudio fue determinar el consumo voluntario, el aporte de nutrientes y la digestibilidad aparente de dos de los alimentos utilizados comúnmente en la alimentación de chinchillas. Para el desarrollo experimental se tomó una muestra representativa de cada alimento (alimento A y B) y durante 28 días se tomó una muestra diaria de heces de dos grupos de chinchillas (grupo alfa y beta), haciendo un pool semanal para su análisis. Se realizaron análisis químico proximal y de fracciones de la fibra Van Soest. Los resultados mostraron que hubo diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), en consumo voluntario, en la concentración de algunos analitos en heces y en la digestibilidad aparente, favoreciendo al alimento A, mostrando que es de mejor calidad en comparación con el alimento B. Aunque ambos alimentos cumplen con los parámetros nutricionales reportados para las chinchillas (*C. lanigera*).

1. Introducción.

El término de “animales de compañía no convencionales” o “nuevos animales de compañía” engloban a todas aquellas especies animales que no incluyen a los perros ni a los gatos, tales como lo son peces, reptiles, aves, diversos mamíferos (como roedores y lagomorfos) e incluso invertebrados. Este término fue introducido desde 1984 por la sociedad de ciencias veterinarias y medicina comparada en Lyon, Francia.^{4,20,22}

La mayoría de estas especies tienen realmente siglos de haber sido criadas, sin embargo, a partir de las últimas décadas del siglo XX, el incremento en su adquisición ha sido exponencial, al grado de que es cada vez más frecuente que estos animales lleguen como pacientes a la clínica veterinaria.^{4,22}

Las necesidades para alimentar a estos animales son variadas y presentan, incluso, grandes diferencias entre miembros de una misma familia, por lo que en la mayoría de los casos, de los animales de este tipo que ingresan a las clínicas veterinarias con algún padecimiento, éste tiene una estrecha relación con los aspectos nutricionales y alimenticios. Es por esto que el médico veterinario debe de tener por lo menos un conocimiento básico para guiar al propietario de dichas especies a proporcionar una nutrición adecuada y mejorar la calidad de vida de los animales.^{4,20,23,27}

Hoy en día, se ha diversificado la variedad de especies destinadas como animales de compañía. La chinchilla (*Chinchilla lanigera*) es una de ellas, un roedor nativo de

la región andina sudamericana, que se ha popularizado como animal de compañía debido a varios factores que lo convierten en una excelente opción, en comparación con otros animales de compañía no convencionales, como su tamaño pequeño, belleza, mullido y suave pelaje, docilidad, longevidad, carisma y hasta cierto punto su fácil manutención. Para que la chinchilla sea comercializada como animal de compañía, es necesario que se cuente en el mercado con una oferta de alimentos específicos para esta especie, alimentos que cubran sus necesidades y requerimientos nutricionales.^{22,23,45,48}

Al existir poca información sobre la alimentación y nutrición de esta especie, es conveniente llevar a cabo una evaluación de los alimentos que encontramos en el mercado; pues muchas veces, se puede confundir con especies similares que poseen mayor popularidad (lagomorfos u otros roedores), por lo cual, los cuidados y atenciones podrían no ser los ideales.³

Con la evaluación que se realizó, se podrán obtener datos que permitan conocer la calidad y adecuación de los alimentos evaluados, para cubrir distintos requerimientos nutricionales de la especie. En términos generales, a partir de la digestibilidad aparente se tendrá información para aclarar posibles deficiencias de las dietas formuladas para las chinchillas.^{20,45}

1.1. La Chinchilla (*Chinchilla lanígera*)

1.1.1. Origen de las Chinchillas e Historia.

Las chinchillas (*Chinchilla lanigera*) son pequeños mamíferos originarios de América del Sur (**Figura 1.1.1.1**). Son una especie muy apreciada en la industria peletera a nivel mundial. En el pasado, desde antes de la llegada de los conquistadores, eran cazadas por los Incas con el fin de obtener sus pieles para confeccionar ciertos artículos. Para principios del siglo XX la caza por su piel era indiscriminada, poniendo en peligro de extinción a la especie. Paradójicamente, en 1920 fue la propia industria peletera la que consiguió recuperar unos pocos ejemplares de los que quedaban libres en la naturaleza y establecer un exitoso programa de cría en cautiverio para el comercio. Pero fue en 1910 cuando los gobiernos involucrados en el hábitat (Argentina, Chile, Bolivia y Perú), llegaron a un acuerdo para prohibir la caza y la venta de pieles.^{12,23,55}



Figura 1.1.1.1 Macho adulto Chinchilla lanigera de la frontera de la Reserva Nacional Las Chinchillas, Aucó, Illapel, IV Región, Chile (Muestra de la Colección del Laboratorio de Citogenética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile [LCM] 400). Fotografía de A. Spotorno, 1975. Fuente (Spotorno 2004)

El nombre ha traído polémica, aun no se sabe cuál es el origen del vocablo “chinchilla”, hay teorías que hablan de que su raíz proviene de la época precolombina. Un pueblo indígena llamado “Quechuas” utilizaban la palabra “Chin” con el significado de silencioso, “sinchi” que significa fuerte y “lla” que es un diminutivo. En conjunto se traduce como “silencioso, fuerte y pequeño”. Hay teorías que dicen que provienen de los indios Chinchas originarios del Perú y que fueron los españoles en el siglo XVI los que las bautizaron como chinchillas que significa “pequeño chincha”. Otra hipótesis dice que el nombre chinchilla deriva de Djindjala que era una ciudad española conocida por las lanas y telas. Incluso hay estudiosos del tema que defienden que viene de la palabra Chinche, porque en su estado salvaje no serían tan limpias y poco olorosas como una chinchilla de mascota. En lengua mapuche, “chilla” quiere decir “zorro pequeño”.^{3,12,21}

Existe una gran cantidad de antecedentes, historias y noticias sobre este animal. Se habla de un capitán español que fracasó en la recaudación de impuestos con los indios del Perú y para quedar bien con la “Reina de España Juana I La Loca”, juntó las pieles necesarias para mandarle hacer un abrigo de chinchillas. Fue una de las primeras prendas llegadas a Europa. En México, el Fondo de Cultura Económica editó en 1962 una obra que fue escrita en 1590 por el jesuita José de Acosta; titulada “Historia Natural y Moral de las Indias” y en este trabajo hace mención de las chinchillas, a las que describe como un animal pequeño como ardilla.^{3,12,21}

Para el año de 1820 llegan al Zoológico de Londres las primeras chinchillas (*C. lanigera*) y en 1865 llegan chinchillas de la misma especie al Zoológico de Hamburgo, Alemania.^{11,12,21}

Para el año de 1918, Mathias Chapman, quien trabajaba como ingeniero de minas en Potrerillos, Chile, para la empresa “Anaconda Mining Copper Co”, descubre las chinchillas gracias a los nativos y se interesa por ellas obteniendo el permiso del gobierno de Chile para criarlas. En 1920 consigue una autorización para capturar y llevarse chinchillas hasta California, EUA, donde arribó con éxito el 2 de febrero de 1923. Se enfrentó con grandes dificultades, utilizó 23 tramperos para realizar la captura de las chinchillas, que tuvieron que recorrer enormes distancias, durante 3 años, de 1919 a 1922 y solo pudo capturar 11 ejemplares, de las cuales solo 3 eran hembras. Durante el viaje murió una chinchilla, pero tuvo la fortuna de que nacieran 2, llegando a los Estados Unidos con 12 chinchillas (2 crías, 2 hembras y 8 machos). Montó la primera granja en Tehachapi, California, pero el criadero más famoso fue el de Inglewood que cuidó hasta el día de su muerte en 1934. Estos criaderos conforman lo que vendría siendo el origen y el patrimonio genético de las chinchillas mantenidas en cautiverio en la actualidad, las que están en criaderos y las que encontramos como animales de compañía. Gracias al gran esfuerzo del ingeniero Chapman, se sentaron las bases de la moderna crianza en cautiverio de esta especie. A partir de 1950 se consiguió la reproducción de una manera rápida y eficaz llegando a criaderos con más de 2,000 ejemplares.^{11,12,21,45,46}

Para las décadas de los 80's y 90's, se introducen muchos ejemplares en estado salvaje, se crean reservas, zoológicos y centros de protección. Desde el 30 de noviembre de 1983 se crean la Reserva Nacional "Las Chinchillas", situada en la localidad de Aucó, cerca de Illapel, IV Región, en la provincia de Choapa, Chile ($31^{\circ}38'S$, $71^{\circ}06'O$) y "La Higuera", 100 km al norte de Coquimbo ($29^{\circ}33'S$, $71^{\circ}04'O$) (Figura 1.1.1.2). Para el año de 1995 se estimó la población total de chinchillas en estado salvaje inferior a los 4,000 ejemplares, cifra que aumentó para abril de 2006 a 8,000 ejemplares, lo que supone una excelente noticia y una esperanza para la conservación de esta especie tan gravemente amenazada. Hoy en día está incluida en el



Figura 1.1.1.2 Histórica distribución geográfica de *Chinchilla lanigera* (modificado por Grau, 1986). Las estrellas indican los sitios de las poblaciones silvestres presentes. "La Higuera", Coquimbo y "Las Chinchillas", Aucó, Illapel, Chile. Fuente (Spotorno 2004)

Apéndice I del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). También está clasificada en riesgo en Chile, con la 2ª más alta prioridad de conservación entre los mamíferos chilenos. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), la tiene clasificada en peligro crítico (CR).^{11,12,14,17,21,26,46}

1.1.2. Hábitat y Conducta Social.

El hábitat natural de esta especie, como ya se ha venido mencionando, son las planicies en la cordillera de los andes (Argentina, Chile, Bolivia y Perú) (**Figura 1.1.2.1**), en un área muy cerca del mar, a una altura que va desde los 2,000, hasta los 4,000 metros sobre el nivel del mar (msnm).



Figura 1.1.2.1 Mapa de localización geográfica de la chinchilla. Fuente: Chinchillas Aya

El periodo de crecimiento de la vegetación en esta zona es muy corto y por ende las plantas se caracterizan por tener un elevado contenido de fibra y un escaso valor nutricional.

El terreno es árido, semiárido y casi desértico, muy pedregoso y arenoso, formado generalmente por rocas volcánicas que a su vez forman grutas y cuevas, que sirven como refugio a las chinchillas, para esconderse de sus peores enemigos como las aves de rapiña principalmente, así como también protegerse del calor y la intensa luz solar, ya que cualquier aumento excesivo de temperatura es mortal para ellas. Con respecto al clima, este es muy duro, varía mucho entre estaciones y sobre todo es muy evidente los cambios de la noche a la mañana. La humedad en ese lugar es muy baja, rara vez supera el 30%, así como también es muy raro que exista precipitación pluvial, las pocas lluvias que llegan a presentarse son en forma de nieve durante el invierno, por esta razón no necesitan de un pelaje aceitoso (hidrófugo).^{9,21,48,49,50}

La mayor parte de sus actividades las realiza por la noche, esto los convierte en una especie nocturna. Las chinchillas son sociables, silenciosas, tímidas, dóciles y ágiles. Son animales gregarios y debido a su pequeño tamaño han desarrollado habilidades específicas de defensa. Al sentirse amenazadas y con miedo, logran aventar un chorro de orina, en vida libre lo usan como defensa contra depredadores.

El pelaje tan denso que tienen los protege del frío y de los parásitos exteriores y gracias a su suavidad, tienen la habilidad para desprender parches de pelo, conocida como "*fur-slip*" (**Figura 1.1.2.2**), para distraer la atención del predador y emprender la huida. Otro mecanismo de defensa es su gran habilidad para saltar y trepar, que les permite escapar con facilidad, gracias a la anatomía de sus extremidades y con la ayuda de su cola. Son muy rápidas pero sin embargo no tienen gran resistencia y se cansan fácilmente, por lo que la combinación de velocidad y salto les ha dado dos buenas técnicas para sobrevivir.^{4,12,45,46,50}

Un comportamiento extraordinario de las chinchillas, que es diferente a los demás roedores, es su afición a los baños de arena. Debido a que en su hábitat llueve muy poco, el territorio es arenoso y el denso pelaje mojado provocaría problemas de salud, la especie se adaptó de la mejor manera para realizar esta actividad en sustitución de los baños normales con agua.³⁸



Figura 1.1.2.2 "*Fur-slip*" mecanismo de defensa de las chinchillas desprendimiento de parches de pelo para distraer a los predadores. Fuente (Silva E., Tesis UNAM, 2014)

1.1.3. Género Chinchilla.

Se cree que las chinchillas descienden de los prehistóricos *Megamys* (un mamífero antiguo descubierto en Argentina más grande que la chinchilla actual). La chinchilla perteneciente a la superfamilia *Chinchilloidea* descrita por Bennet en 1829, que comprende a la familia *Chinchillidae* o *chinchillidos* del orden *Rodentia* y suborden *Hystricomorpha*, conformado por las subfamilias *Chinchillinae* y *Lagostominae* (**Cuadro 1.1.3.1**).^{35,51,54}

La subfamilia *Chinchillinae* cuenta con dos géneros, *Chinchilla* y *Lagidium*. El género *Lagidium* comprende lo que son las famosas Vizcachas. Mientras que el género *Chinchilla* tiene 2 especies conocidas, *C. brevicaudata* ahora conocida como *C. chinchilla* (chinchilla de cola corta) y la *C. lanigera* (chinchilla de cola larga) (**Cuadro 1.1.3.1**), una distinción que es congruente con los datos moleculares recientes.^{9,35,46,51,54}

Cuadro 1.1.3.1 Clasificación Taxonómica de la Chinchilla.

| Categorías | Taxón |
|---------------|-----------------------|
| Reino: | <i>Animalia</i> |
| Filo: | <i>Chordata</i> |
| Clase: | <i>Mammalia</i> |
| Orden: | <i>Rodentia</i> |
| Suborden: | <i>Hystricomorpha</i> |
| Infraorden: | <i>Hystricognathi</i> |
| Pavorden: | <i>Caviomorpha</i> |
| Superfamilia: | <i>Chinchilloidea</i> |
| Familia: | <i>Chinchillidae</i> |
| Subfamilia: | <i>Chinchillinae</i> |
| Género: | <i>Chinchilla</i> |
| Especie: | <i>C. lanigera</i> |

1.1.4. Características Generales de la Especie.

Las chinchillas (*C. lanigera*) presentan características importantes que las diferencian de otros roedores, tienen una longitud de cabeza a cuerpo pequeña, de 26-27 cm. La cabeza es ancha (**Figura 1.1.4.1**), en donde encontramos unos grandes ojos de color marrón oscuro con pupila vertical (**Figura 1.1.4.2**) y unas orejas redondeadas, grandes y peludas que tienen aproximadamente 5 cm de largo. Poseen “vibrisas” o bigotes, son abundantes, fuertes y largas, miden de 10-13 cm de largo, emergen de folículos individuales.



Figura 1.1.4.1 Vista dorsal, ventral, y lateral de cráneo y vista lateral de la mandíbula de una hembra adulta Chinchilla lanigera de Aucó, Illapel, IV Región, Chile (muestra Z65, Universidad de La Serena Collection, Chile). Longitud más grande del cráneo es de 59 mm. Fuente (Spotorno 2004)

Son de los pocos roedores que poseen una cola larga (23 vértebras caudales), bastante poblada de pelos ásperos en su cara dorsal y con una longitud de 14 cm

aproximadamente. Esta característica le permite tener un contrapeso en el momento de las huidas a gran velocidad, es por eso que también se le conoce como “chinchilla de cola larga”.^{21,48,52}



Figura 1.1.4.2 Ojo de chinchilla en el que se aprecia la pupila vertical. Fuente (El libro de la chinchilla CV CARLINDA)

La fórmula vertebral es C 7, T 13, L 6, S 2, Ca 23, en total de 51, con 13 pares de costillas. Las hembras tienen 2 pares de mamas torácicas y 1 par de mamas inguinales, aunque estas últimas no son visibles en las hembras salvajes. El área alrededor de las mamas está desprovisto de pelaje durante la lactancia.^{7,48,56}

Las cortas manos tienen cinco dedos y los estrechos pies solo cuatro. En las extremidades anteriores el húmero y el radio son de igual longitud y de tamaño relativamente pequeño, en comparación con el tren posterior que es muy largo y musculoso, la tibia es más larga que el fémur y la fibula es prácticamente inexistente. Esa característica del tren posterior le permite al animal dar grandes saltos, mientras que las cortas manos del tren anterior, junto con sus uñas agudas le permite sujetarse de las superficies para realizar ágiles escaladas, también tienen la habilidad de sujetar el alimento.^{12,42,48}

Una característica singular es su pelaje muy denso y extremadamente suave, mide de 2-4 cm de largo, los pelos suelen terminar en una punta negra y cada folículo alberga de 50-75 pelos, por lo tanto, se considera de gran valor comercial. Sirve muy bien como aislante de la extrema sequedad y el frío de su hábitat natural, de modo que posee el aislamiento térmico más alto documentado. El patrón de color predominante en las partes superiores del pelo es gris humo, azulado o ceniza, mientras que en la parte ventral es de color blanco amarillento. Aunque hoy en día existen gran variedad de colores, que van en tonalidades desde negro hasta blanco,

de las cuales el negro es el más valioso. Para mantener en buenas condiciones el pelaje ya se mencionó que necesitan baños de arena, pero en cautiverio se utiliza la marmolina, muy efectiva. Los baños pueden ser diarios (de unos 30-60 minutos de duración), o al menos dos veces a la semana. Nunca bañarlas con agua, porque al tener un pelaje tan denso, es casi imposible que se pueda secar bien y esto predispone la presencia de patologías dérmicas de origen bacteriano y micótico.^{12,15,23,43,48}

Su peso puede variar de 450 a 900 g, siendo el promedio 550 g. Presenta dimorfismo sexual de modo que las hembras son más grandes y pueden llegar a pesar hasta 800 g, mientras que los machos alcanzan cerca de 600 g. Tienen una esperanza de vida de 10 años, con un máximo de hasta 20 años. El período de gestación es de 111 días, se reproducen todo el año, llegan a tener de una a dos camadas por año y de una a dos crías por camada (pueden llegar a tener hasta seis crías, pero solo en casos especiales). El macho puede servir hasta seis hembras en un mismo periodo de monta, lo que se llama una familia. Los neonatos son precoces, lo que significa que ya nacen con pelo, con dientes, con los ojos abiertos, y que son capaces de caminar a la hora de nacer. Sin embargo, aunque pueden empezar a comer alimento sólido a la semana de edad, como mínimo necesitan 25 días amamantándose para poder sobrevivir. Lo normal es que la lactancia dure de 6 a 8 semanas (según datos de ejemplares en cautiverio).^{12,21,30,55}

1.1.5. Características del Aparato Digestivo.

Las chinchillas son roedores herbívoros, fermentadores posgástrica y tienen características anatómicas importantes que hacen especial su nutrición y alimentación. Empezando por que se consideran “hipsodontos”. Con una fórmula dental de $2 (I 1/1, C 0/0, PM 1/1, M 3/3) = 20$ (**Figura 1.1.5.1**). Todos los dientes son de “raíz abierta” y crecen continuamente durante toda su vida. Estudios han reportado que los incisivos crecen de 5 - 7.5 cm por año, normalmente con una coloración amarillenta en animales adultos y los incisivos superiores crecen más rápido que los inferiores. Los planos de oclusión o superficie masticatoria de premolares y molares están ligeramente inclinados de vestibular a lingual (**Figura 1.1.5.2**). Las Chinchillas presentan un anisognatismo mediante el cual la mandíbula es más ancha que el maxilar.^{12,46,48}

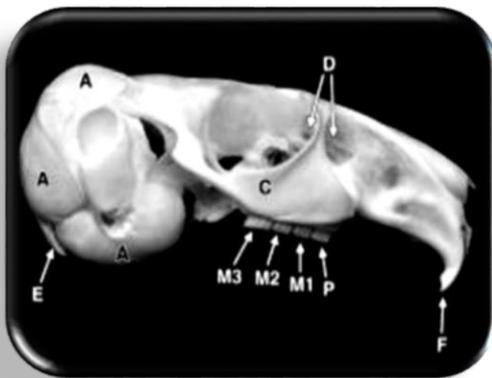


Figura 1.1.5.1 Vista lateral derecha del cráneo de chinchilla (mandíbula no incluida). (F) Incisivos; (M1) Primer molar; (M2) Segundo molar; (M3) Tercer molar; (P) Premolar. Modificada de (Suckow et al., 2012)



Figura 1.1.5.2 Superficie de los molares de una chinchilla. Fuente (El libro de la chinchilla CV CARLINDA)

Al ser una especie estrictamente herbívora, tiene adaptaciones del tubo gastrointestinal (**Figura 1.1.5.3.**) como cualquier otro herbívoro, permitiendo tener un mayor rango de tiempo para la digestión de la materia vegetal, realizando una fermentación posgástrica.⁴⁸

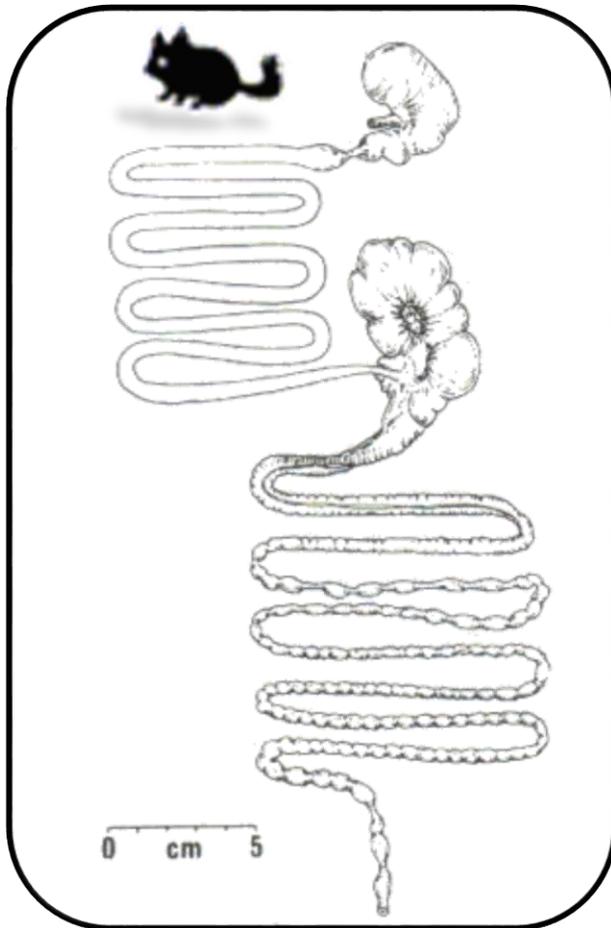


Figura 1.1.5.3. Tubo gastrointestinal de una chinchilla.
Modificada de (Silva E., Tesis UNAM, 2014)

Tienen una cavidad oral pequeña y poseen un ostium en el paladar, que es una abertura en el paladar blando a través del cual la orofaringe se comunica con el resto de la faringe. Investigaciones reportan que el tercio posterior de la superficie dorsal de la lengua tiene un par de papilas caliciformes, que es similar a la observada en insectívoros y armadillos. El esófago está cerca de la porción medial de la cavidad abdominal, el estómago tiene forma piriforme, con una longitud de 63

mm. El propio tracto gastrointestinal es muy largo (**Figura 1.1.5.3.**) y la longitud del intestino delgado y grueso juntos a menudo excede 3 metros en animales adultos. El intestino grueso es 1.5 veces más largo que el intestino delgado, aunque el yeyuno casi llena toda la cavidad abdominal. El ciego es grande, tiene forma de

espiral y con un contenido elevado de microorganismos que se encargan de la fermentación de la fibra. Contiene 23% del contenido de materia seca del intestino grueso en comparación con el conejo que tiene el 57% y el cuyo que tiene el 44%. El colon proximal es saculado y se comunica con el ciego y el colon distal más largo es liso. El intestino grueso produce dos tipos de heces, unas ricas en nitrógeno (heces blandas) y las otras pobres en nitrógeno (heces duras), pero no existe como tal una diferenciación física a simple vista de estas heces. Realizan la coprofagia, aunque en menor grado que las ratas, ratones y cuyos.^{24,25,45,46,48}

La vesícula biliar se localiza entre el lado derecho y la mitad del cuarto lóbulo del hígado. El hígado tiene 4 lóbulos, 2 grandes y 2 pequeños muy marcados. Una característica muy singular que se ha observado en los hepatocitos de la mayoría de las chinchillas hembras son unos cuerpos de "cromatina sexual", un hallazgo que no se ha informado en otras especies.⁴⁸

1.1.5.1. Fisiología Digestiva.

Al igual que otros roedores, las chinchillas no vomitan y fermentan en el intestino grueso (ciego). Los alimentos que componen su dieta en estado salvaje son de naturaleza fibrosa, hecho que se traduce en dientes de crecimiento continuo, a lo largo de la vida del animal para compensar el desgaste. El pequeño tamaño de estas especies les confiere una elevada tasa metabólica, por lo que necesitan una gran capacidad de ingesta: su estómago es proporcionalmente mayor en relación a todo su tubo digestivo, en comparación con el de otros fermentadores no rumiantes como el caballo.⁴⁸

Son animales considerados presa para múltiples depredadores, de modo que necesitan minimizar el peso del contenido digestivo para aumentar su velocidad y agilidad. La estrategia que utilizan se basa en eliminar rápidamente los componentes fibrosos de fermentación lenta o indigeribles y dirigir el material fermentable hacia el ciego. Por un lado, la flora microbiana cecal produce ácidos grasos volátiles que servirán como fuente de energía, por otra parte genera una pasta constituida por material alimentario semidigerido, convirtiéndose en una fuente importante de energía, vitaminas y minerales. Los propios microorganismos son fuente proteica de origen bacteriano, que da lugar a las llamadas heces blandas ricas en nitrógeno, las cuales serán reingeridas para aprovechar mejor los nutrientes, esta acción ayuda también a la digestibilidad de la materia seca, fibra cruda y nitrógeno libre. A este proceso se le denomina coprofagia debido a que como ya se mencionó no existe una diferenciación entre las heces como los cecotrofos en los conejos que tienen una capa de moco que los protege. El consumo de fibra indigestible es imprescindible para una correcta funcionalidad digestiva.

Como ya se mencionó son animales nocturnos, por esta razón más del 70% del consumo diario de fibra, lo realizan principalmente en la oscuridad. El tránsito gastrointestinal medio es de 12 a 15 horas, este tiempo no es afectado si se reduce el nivel de fibra en la dieta y pueden producir hasta 240 heces por día. Un exceso de carbohidratos o grasas en la dieta produce hipomotilidad y alteraciones en el equilibrio microbiano con proliferación de bacterias productoras de toxinas y gas.^{48,53}

1.1.6. Comportamiento Alimenticio en Vida Libre.

Las chinchillas son animales estrictamente herbívoros y en vida libre su dieta es principalmente a base de varias hierbas, pastos, arbustos, cactus, semillas, raíces, hojas, frutos, bayas y cortezas (más de 24 especies botánicas) (**Cuadro 1.1.6.1**), los cuales contienen un alto porcentaje de fibra y muy poco de lignina. El aparato digestivo de las chinchillas está especialmente adaptado para este tipo de alimentación.^{11,38}

Cuadro 1.1.6.1 Especies botánicas consumidas por las chinchillas en su hábitat natural.

| Nombre científico | Nombre común | Parte(s) consumida(s) | Estación de consumo |
|----------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|
| <i>Bridgesia incisaefolia</i> | Rumpiato | Semilla | 4 |
| <i>Calandrinia grandiflora</i> | Renilla | Hojas | 2, 3 |
| <i>Cordia decandra</i> | Carboncillo | Semillas | 1, 3, 4 |
| <i>Ephedra andina</i> | Pingo pingo | Tallos | 1, 2, 3, 4 |
| <i>Flourensia thurifera</i> | Incienso | Hojas | 3,4 |
| <i>Gutierrezia paniculata</i> | Pichanilla | Hojas | 1, 3, 4 |
| <i>Leucocoryne purpurea</i> | Cebellin | Hojas y raíces | 1,2 |
| <i>Nasella chilensis</i> | Coironcillo | Tallo, hojas y semillas | 1, 2, 3, 4 |
| <i>Notholaena mollis</i> | Doradillo | Hojas | 3,4 |
| <i>Opuntia spp.</i> | Gratitos | Raíces | 1,4 |
| <i>Proustia baccharoides</i> | Olivillo del norte | Tallos y hojas | 1,4 |
| <i>Puya berteroniana</i> | Puya | Hojas | 1, 2, 3, 4 |
| <i>Trichocereus coquimbensis</i> | Copao | Frutos | 3,4 |
| <i>Trichocereus chiloensis</i> | Quisco | Raíces | 1 |

Hemisferio Sur: Invierno: (1), Primavera: (2), Verano: (3), Otoño: (4).

Origen: (Serra, 1979)

La chinchilla busca principalmente alimentos de alto contenido proteico, como bayas, nudillo y otras herbáceas y cactáceas. Aparentemente no beben nada de agua en estado salvaje, lo que significa que pueden subsistir con el agua que obtienen de las plantas. Su dieta puede sufrir varios cambios y se va adaptando dependiendo de la estación del año, por ejemplo, consumen plantas suculentas en verano. Ya que el heno es la base de la alimentación, ocupando un 75% de la ración, se alimentan de una especie herbácea, una gramínea endémica de la región, propia de los altos páramos, elegida principalmente durante el otoño y la primavera, llamada *Nassella chilensis* (coironcillo o pasto aguja) llegando a ser el componente principal de su dieta. También consume frecuentemente otras plantas como *Stipa plumosa* (pasto rey) que es el segundo preferido en la misma temporada (**Figura 1.1.6.1**), *Cordia decandra* (carboncillo) (**Figura 1.1.6.2**), *Llagunoa glandulosa* (atutemo) y *Puya berteroniana* (chagual), entre otras. También pueden alimentarse de insectos o huevos de aves como fuente de proteína, pero de manera esporádica principalmente en época de reproducción.^{11,38,44,45}



Figura 1.1.6.1 *Stipa plumosa* (Pasto rey). Fuente: (Serra, 1979)



Figura 1.1.6.2 *Cordia decandra* (Carboncillo). Fuente: (Serra, 1979)

1.1.7. Comportamiento Alimenticio en Cautiverio.

Para la alimentación en cautiverio es prácticamente imposible ofrecer la misma alimentación que llevan en vida libre, debido a que son especies vegetales endémicas de otra región, difíciles de encontrar. Por ende, debemos ofrecer una alimentación equivalente o lo más similar que se pueda. Los ingredientes más seguros y comunes para la alimentación en cautiverio son: alfalfa, heno, trigo, maíz y avena.

Lo ideal es una formulación específica para chinchilla de peletizado palatable, ocupando la mayor parte de la dieta, junto con suplementación diaria, rica en fibra (pastos timothy o heno de alfalfa), ya que la mayoría de las dietas de peletizado tienen fibra insuficiente para mantener la salud del tracto intestinal (**Figura 1.1.7.1**). El forraje debe ser almacenado en un lugar fresco y seco, para evitar problemas de micotoxinas principalmente.^{45,48}



Figura 1.1.7.1 Alimentación base en cautiverio. Modificada de (Silva E., Tesis UNAM, 2014)

A diferencia de otros roedores histricomorfos, las chinchillas manipulan el alimento con sus manos, por esta razón necesitan que los pellets estén más largos y sean específicos para ellas. Los pellets utilizados para la alimentación de conejo

contienen una gran cantidad de carbohidratos simples, los cuales podrían provocar un problema en la salud de las chinchillas.^{11,48}

Las dietas mixtas deben ser evitadas, ya que la chinchillas tienden a seleccionar los componentes más palatables y dejar las menos deseables. El complementar en exceso la dieta de chinchillas con golosinas puede alterar la microflora intestinal y también la motilidad. Pueden proporcionar premios como granos, frutos, vegetales y semillas (nueces, girasol, fruta seca, arándano, chayote, zanahoria, manzana y durazno), pero deben limitar la ingesta, ofrecerlos ocasionalmente, no más de dos veces a la semana. Ya se hablará más adelante y a detalle de los problemas asociados a la nutrición.^{38,48}

El consumo de alimento es de 3 a 6 g por cada 100 g de peso corporal por día, dividido en 2 porciones, una en el mañana y otra en la noche, ya que en cautiverio pueden realizar varias comidas pequeñas al día, principalmente por la mañana, pero siendo la de mayor cantidad para la noche. Cualquier cambio de dieta o inclusión de un nuevo ingrediente, debe ser realizado gradualmente.^{48,53}

En vida libre se habló que consume muy poca cantidad de agua debido a la dieta y las condiciones climáticas en la que habita, para el cautiverio sabemos bien que todos esos factores cambian y se recomienda que cuente con agua limpia y fresca disponible todo el día en un bebedero de botella con balín.⁴⁸

1.1.8. Principales Problemas Asociados con la Nutrición.

El sistema digestivo de la chinchilla presenta una serie de características interesantes que podrían influir en el enfoque del clínico para su atención médica veterinaria. Son muy sensibles a los cambios de alimentos y sobre todo a la deficiencia de fibra.⁵³

Una dieta inadecuada como los cambios de dieta o de algún ingrediente y la deficiencia de fibra, puede llevar a problemas como mala oclusión, impactación, deficiencias de vitaminas y minerales, masticación de pelaje, alteración en la flora intestinal, diarrea, constipación, tricobezoares gástricos, enteritis mucoides, intususcepción, prolapso rectal (**Figura 1.1.8.1**) e inflamación y cólicos.^{3,18,28,42,48}

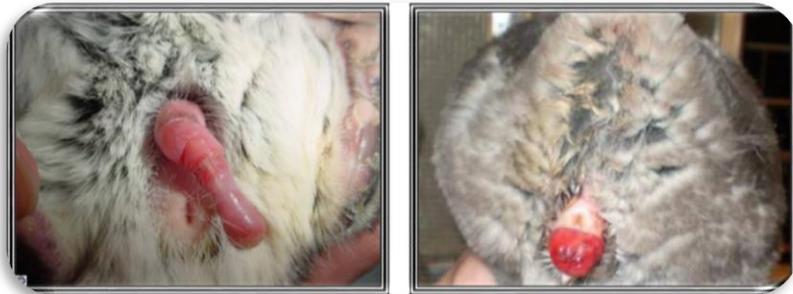


Figura 1.1.8.1 Prolapso rectal en chinchillas. Fuente (Álvarez, Tesis, Chile 2010)

a) Inflamación y cólicos

Son causados por un exceso de gases acumulados en el tracto gastrointestinal a causa de cambios en la dieta, consumo de alimentos productores de gas, principalmente alimentos con carbohidratos simples como los que contienen melaza o cereales en gran cantidad, infecciones gastrointestinales, obstrucciones del tracto gastrointestinal o la deficiencia de fibra en la dieta que evita una motilidad,

proliferación de microorganismos y fermentación inadecuada. Los signos que se presentan son dolor severo y distensión abdominal, gorgorismos en el estómago, ataxia, letargo, disnea, se mantienen tendidos y ruedan, renuencia a moverse, en casos severos pueden morir. El tratamiento va enfocado a aliviar la distensión abdominal por descompresión con un tubo gástrico o el uso de trocar transabdominal en animales sedados o anestesiados.^{3,28,42,48,53}

b) Asfixia.

La chinchilla, al igual que los conejos no puede vomitar o regurgitar, por lo que si el alimento se queda atrapado en la tráquea puede asfixiarse y morir rápidamente. Los signos consisten en ptialismo, nauseas, dificultad para respirar y negativa a comer.^{28,42}

c) Constipación.

La constipación o mejor conocido como estreñimiento, puede estar asociado con muchos trastornos gastrointestinales infecciosos o no infecciosos y puede producirse con mayor frecuencia que la diarrea. Es causado principalmente por una incorrecta alimentación, con frecuencia por la falta de fibra en la dieta, en relación con una dieta demasiado concentrada, rica en proteínas y energía, provocándose una baja motilidad de todo el tracto digestivo. Otras causas pueden incluir la obesidad, falta de ejercicio, obstrucción intestinal y la compresión intestinal debida a grandes fetos durante la preñez. Los signos clínicos pueden incluir gran esfuerzo para defecar, disminución de heces, llegan a ser, finas, cortas, muy duras, secas y en ocasiones pueden presentar melena.

En los casos de constipación crónica puede producirse íleo, torsión intestinal, intususcepción e impactación del ciego o colón. El prolapso rectal también puede ocurrir en casos graves de constipación o diarrea. El tratamiento que alivia los signos es el aumento de fibra dietética mediante el suministro gradual de heno o verduras frescas, y el proporcionar un laxante formador de masa (o bolo) puede ser beneficioso.^{28,42}

d) Gastroenteritis.

A menudo es causada por deficiencia en el aporte de fibra, exceso de carbohidratos simples o un cambio en la dieta. Los animales presentan como signos diarrea, dolor, pérdida de peso, pérdida del apetito, deshidratación y decaimiento general. El tratamiento incluye protectores estomacales, analgésicos, antibióticos, reducción de gas, fluidoterapia y soporte nutricional.^{3, 28,42,48,53}

e) Torsión intestinal.

Es generalmente causada por el estreñimiento a largo plazo o gastroenteritis, los cuales, como ya se mencionó pudieron tener origen en un bajo aporte de fibra en la dieta. Es muy dolorosa y potencialmente mortal. Los signos clínicos que se describen son la anorexia y la apatía. El tratamiento es quirúrgico fundamentalmente, una vez hecho el diagnóstico adecuado de la torsión.^{28,42,48}

f) Tricobezoares Gástricos.

Aunque no es común, los tricobezoares gástricos pueden ser resultado de la masticación excesiva de pelo. Las chinchillas afectadas, presentan típicamente

anorexia y letargia. El diagnóstico se realiza mediante palpación y radiografías. El tratamiento es mediante la administración de fluidos y laxantes. Las enzimas proteolíticas también pueden ser útiles para degradar los tricobezoares y los animales pueden ser alimentados con una dieta alta en fibra.⁴⁸

g) Prolapso rectal.

Se presenta cuando el tejido que recubre el recto se cae o sobresale a través de la abertura anal y tiene su mayor incidencia en chinchillas muy jóvenes o muy viejas. Provocada por una diarrea profusa o estreñimiento y esfuerzo excesivo al defecar (relacionados a su vez por deficiencia de fibra en la dieta o exceso de carbohidratos fácilmente fermentables). El tratamiento dependerá de la extensión y el tiempo transcurrido desde que se produjo el prolapso. (**Figura 1.1.8.1**).^{3,28,42,48,53}

h) Sobre crecimiento dental.

Al igual que en los conejos y demás roedores. La malaoclusión dental o sobre crecimiento dental, es el signo del síndrome de patología dental adquirida debido a un mal desgaste de los dientes por diversas etiologías. Si el alimento que se proporciona no provoca desgaste de los dientes, estos crecerán demasiado provocando daño a tejidos blandos y anorexia. El tratamiento se basa en eliminar la causa del dolor o aquello que imposibilita comer, principalmente el corte o el limado

dental, seguido de una corrección de la dieta, incluyendo alimentos fibrosos. (**Figura 1.1.8.2**).^{3,18,28,48}



Figura 1.1.8.2 Malaoclusión en chinchillas. Fuente (Álvarez, Tesis, Chile 2010)

i) Pelaje ondulado

Cuando el pelo se vuelve ondulado y débil, con aspecto quebradizo, por lo general es el resultado de un exceso de proteínas en la dieta. El tratamiento consiste en cambiar la alimentación a una dieta equilibrada, principalmente rica en fibra.^{28,42,45,52}

j) Pelaje pobre y úlceras cutáneas

Causado por deficiencia de ácidos grasos esenciales en la dieta. Los signos clínicos son piel seca, ulceraciones, pelo frágil o quebradizo. La chinchilla puede tener tendencia a comérselo, si se persiste puede provocar la muerte del animal.^{45,52}

k) Deficiencia de ácido pantonéico.

Es la falta de ácido pantonéico en la dieta, a veces puede ser un problema mayor como déficit de calcio, hierro o ambos, lo que podría provocar la muerte del animal. Los signos que presentan son pelo debilitado y aglutinado, tomando el mismo

aspecto que tendría estando mojado. El tratamiento sería cambiar la alimentación a una dieta equilibrada y de calidad.⁴²

I) Alopecia

Se define como la ausencia de pelo y puede tener causas fisiológicas, patológicas y nutricionales. La principal causa nutricional es la deficiencia de zinc en la dieta o una dieta pobre en proteína.^{45,52}

1.1.9. La Chinchilla como Animal de Compañía.

Dentro de la historia de las chinchillas se hace mención de Mathias F. Chapman y el primer criadero de chinchillas con 12 ejemplares extraídos por el mismo Chapman de vida libre, el objetivo primordial de esta labor era preservar la especie y mantener la industria peletera, nunca se pensó en que podría ser un animal de compañía exitoso. Tanto fue el éxito del criadero de Chapman, que empezó a volverse un buen negocio y empezaron a surgir cada vez más criaderos principalmente en la Unión Europea y con ellos se empezó a observar el comportamiento de estos pequeños ejemplares.^{12,21,45}

Las chinchillas no desprenden olores desagradables, tampoco su hábitat tiene mal olor, siempre y cuando se mantenga la higiene y las condiciones de salud de ellas y de su jaula. Como ya se mencionó se consideran animales nocturnos, sin embargo en nuestras casas, aunque su mayor actividad la desarrollen por la noche, se adaptan muy bien a los horarios que se les pongan, son muy sociables, y en cautiverio deben de tener un estricto control de la temperatura y las horas luz.

Es considerada como una especie fácil de cuidar, lo que ha favorecido su domesticación y así considerado un buen animal de compañía, también tiene gran importancia en la industria peletera gracias a las características del pelo que ya se han descrito. Este conjunto de características y comportamientos fueron de gran importancia para ese cambio que tuvo de animal de producción para la industria peletera a “animal de compañía no convencional”.^{12,38,46,48}

2. Requerimientos y Necesidades Nutricionales de la Especie.

Como se mencionó, no existen estudios científicos que hayan determinado las necesidades y requerimientos nutricionales de las chinchillas. Pero su mantenimiento en cautiverio durante muchos años sí ha permitido proponer unos valores medios que debería cubrir la alimentación que se les proporciona.⁴⁸

Un análisis garantizado aceptable para un alimento peletizado para chinchilla debe contener: proteína 16 a 20 %, grasa o extracto etéreo 2 a 5 % y fibra 15 a 35 %. Información más específica se muestra en el (**Cuadro 2.1**).²¹

Cuadro 2.1 Requerimientos nutricionales en la dieta de chinchilla

| Nutrientes | % |
|--------------------|----|
| Proteína | 16 |
| Extracto etéreo | 4 |
| Fibra | 36 |
| Minerales | 8 |
| Hidrato de carbono | 36 |

Fuente: (Grau, 1986)

2.1. Proteína.

En vida libre tienden a buscar alimentos con un gran aporte de proteína, e incluso llegan a consumir proteína de origen animal (insectos) en cierta época del año. La proteína es importante debido a la cantidad y calidad del pelaje que deben de mantener, por esta razón, se ha considerado que su necesidad proteica es de 14 a 16% de proteína cruda (PC) de la materia seca (MS), aunque otros consideran que debe ser más elevada considerando de 18 a 20% de PC de la MS. Actualmente la formulación específica para chinchilla proporciona PC en un rango de 16 a 21.6%.^{48,53}

2.2. Lípidos.

La baja cantidad de lípidos consumidos en vida libre por estos animales nos hace pensar que su necesidad es baja, por lo que se considera un requerimiento de 2.5 a 4% de extracto etéreo (EE) de la MS.^{48,53}

2.3. Fibra.

Debido a su condición de herbívoro estricto, la cantidad que requiere de fibra en la dieta debe de ser alta, ya que como es bien sabido, en vida libre basan su dieta en pasto con alto contenido de fibra, por lo que se cree que el requerimiento de fibra cruda (FC) debe de ser de 15 a 23% de la MS, Hay quienes piensan que puede llegar hasta un 40% de la MS y aunque se proporcione un alimento balanceado con un buen aporte de fibra, se debe complementar, principalmente henificado de pastos, como timothy u orchard, o de alfalfa y avena.^{48,53}

2.4. Carbohidratos.

En vida libre el consumo de los carbohidratos proviene por una parte de los frutos que conforman su dieta y por otra, de la fibra que está clasificada como no digestible, celulosa y hemicelulosa, que por su capacidad de fermentación, gracias a la microflora intestinal, pueden transformarlas en energía. Se debe tener mucho cuidado con la utilización de carbohidratos, sobre todo los carbohidratos simples, ya que provocan disbiosis en el animal, y un exceso de ellos en la dieta produce obesidad. Hay autores que reportan, que las chinchillas necesitan 36% de carbohidratos de la MS.^{13,48}

2.5. Agua.

Las chinchillas son nativas de hábitats áridos en altas elevaciones y se adaptan fisiológicamente a la baja ingesta diaria de agua. Similar a los roedores que viven en el desierto, la médula renal de la chinchilla es significativamente mayor que la corteza, lo que permite la concentración elevada de orina y la retención de agua. El consumo de agua se correlaciona directamente con el contenido de humedad de los alimentos proporcionados, pero en promedio es de 20-40 ml / día ó de 5.96 ± 3.02 ml por cada 100 g de peso corporal por día.^{48,53}

2.6. Vitaminas y Minerales.

Las necesidades de vitaminas y minerales no deben de ser muy diferentes a las de cualquier mamífero pequeño o histicomorfo, pero debido a la falta de estudios científicos convincentes, que respalden cuales son las necesidades para las

chinchillas, algunos autores han mencionado la complementación con bloques minerales (sales) y multi-vitaminas.²¹

No está bien descrito si en verdad necesitan la vitamina C y no la producen como los cuyos. Se han elaborado estudios nutricionales sobre requerimientos diarios de ácido ascórbico, sin embargo, carecían de un número insuficiente de animales o fueron terminados prematuramente debido a la aparición de los signos causados por la deficiencia de esta vitamina. Por tanto, estos primeros estudios proporcionaron sólo conclusiones tentativas sobre los requerimientos de vitamina C para la especie.⁴⁸

Mientras que en las dietas específicas para chinchilla se incluyen los minerales y las vitaminas necesarias para el mantenimiento de los roedores en general, sus necesidades alimenticias exactas, pensando en su consumo natural, aún se desconocen. También sería conveniente estudiar la relación calcio:fósforo.⁴⁸

2.7. Energía.

Por su tamaño, su comportamiento, sus características alimenticias y su parentesco con los cuyos, se piensa que las necesidades energéticas de las chinchillas pueden ser similares a las de ellos, hay quien propone que también pueden ser muy similares a las de los conejos. A falta de un dato específico, la energía requerida se calcular con la siguiente fórmula (kilocalorías de energía metabolizable al día): Kcal EM de chinchillas en mantenimiento = 100 a 110 (Peso corporal en kg)^{0.75}. Aunque

los animales en crecimiento y gestación llegan a necesitar el doble o quizá el triple.^{6,20}

3. Antecedentes.

A lo largo del tiempo, se han realizado varios estudios en las chinchillas (*C. lanigera*), dentro de ellos encontramos estudios taxonómicos, de distribución geográfica, conservación de la especie, anatómicos, fisiológicos, reproductivos, pero muy pocos sobre la nutrición y los requerimientos nutricionales de la especie.

Wolf (2003) menciona que las chinchillas consumen entre el 4-5% de su peso corporal al día cuando se les ofrece una dieta completa y balanceada de peletizado y complementada con heno, también reporta que si se les proporciona alimento a voluntad, la mayoría de las chinchillas autorregulan su ingesta. Mientras que Aleandri (2002) recomienda 35 g de alimento/animal/día, distribuido durante la jornada de la mañana.

Se ha encontrado que algunas dietas para chinchillas producidas comercialmente siguen el modelo de las formulaciones para cuyos y conejos (basados en las similitudes anatómicas del tracto gastrointestinal inferior) y están disponibles (por ejemplo Mazuri® y Oxbow Animal Health®), como lo menciona Suckow (2012).

Barragán (2003) realizó un estudio en cuyo doméstico (*Cavia porcellus*), empleando dos dietas comerciales distintas, en su trabajo concluyó que la digestibilidad aparente de ambas dietas disminuye conforme aumenta el tiempo de administración del alimento, pudiendo estar relacionado con el incremento del consumo voluntario

y el consecuente aumento en el aporte de fibra, y no se encontró evidencia estadísticamente significativa para sugerir que alguna dieta tiene mayor efecto sobre la nutrición y alimentación de la especie.

Grau (1986) hace referencia a que el objetivo de dar alimento concentrado en forma de pellet, es proporcionar una dieta balanceada en cada porción alimenticia que la chinchilla consume, menciona que los ingredientes principales de ella, son la alfalfa, trigo o afrecho y avena enriquecida con vitaminas y minerales.

No está muy claro de dónde salió esta información pero Wolf (2003) también llega a mencionar que actualmente la formulación específica para chinchillas proporciona PC 16-21.6%, EE 2.5-4% y 15-23% de FC.

4. Justificación.

Debido al auge y la popularidad que han tenido las chinchillas (*C. lanigera*), como animal de compañía no convencional en México, ha surgido la necesidad de elaborar alimentos para esta especie en base a las necesidades y características nutricionales de otros roedores, o bien, de lagomorfos. A falta de investigación y de la poca información que existe de estos aspectos nutricionales, es importante conocer la digestibilidad de los alimentos comerciales que se venden en México para el consumo de esta especie, con el fin de poder apreciar qué tan apropiados son desde el punto de vista nutricional.

5. Hipótesis.

El consumo voluntario y la digestibilidad aparente de los analitos evaluados en dos dietas específicas para chinchillas (*C. lanigera*) deberán ser diferentes entre sí.

6. Objetivos.

6.1. Objetivo General.

Conocer el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de los analitos evaluados en dos dietas distintas utilizadas en la alimentación de chinchillas (*C. lanigera*), mediante el análisis químico proximal y el análisis de fracciones de fibra (Van Soest) del alimento y de las heces, para verificar las diferencias que podrían promover estos alimentos.

6.2. Objetivos Específicos.

Determinar y comparar el aporte de nutrientes: humedad (Hum), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y cenizas (CEN) de dos alimentos comerciales de marca diferente especializados para chinchillas.

Estimar el consumo voluntario de ambas dietas, durante un total de 14 días, en un domicilio particular bajo condiciones ambientales tales que simulen el hábitat natural de la especie.

Determinar la digestibilidad aparente de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (CEN), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) de ambas dietas.

7. Material y Métodos.

La realización del estudio se concentró en dos etapas, la primera concierne a la fase de campo, donde los animales se mantuvieron alojados en una habitación dentro de un domicilio particular; ubicado en el Estado de México. La habitación contaba, con las condiciones adecuadas para la especie como animal de compañía. Los parámetros ambientales que se controlaron y midieron fueron, temperatura menor a los 25°C, humedad relativa menor al 40% y un espacio vital de 1.5 m³ por individuo.

La segunda etapa, corresponde a la fase de laboratorio, que se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología y Laboratorio de Toxicología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Más adelante se explicara a detalle.

7.1. Fase de Campo.

7.1.1. Sujetos de Estudio.

El estudio fue llevado a cabo en dos grupos de chinchillas (*C. lanigera*) de cinco individuos cada uno (de los cuales cuatro fueron machos y seis hembras). La edad de los individuos es cercana entre sí, pues todos oscilaban alrededor de un año. Se eligieron a los individuos cuidando que la proporción de machos y hembras fuera

homogénea para cada grupo (tres hembras y dos machos). Cada grupo experimental fue alimentado por dos periodos, con dos dietas comerciales diferente para cada uno, hubo una alternancia de las dietas entre grupo en el segundo periodo, esto para lograr los resultados de ambos grupos con ambas dietas. Cada periodo tuvo una duración de 14 días, existiendo dos periodos de transición de 10 días cada uno, el primero al inicio del experimento para que los animales se acostumbren al alimento y el segundo entre cada periodo para hacer el cambio paulatino de la dieta, esto con la finalidad de intercambiar y excretar cada una de las dietas en su totalidad. En el **Cuadro 7.1.1.1** se muestra la distribución y organización de los individuos en cada grupo.

Cuadro 7.1.1.1 Distribución y organización de los grupos de chinchillas.

| Grupo | Cantidad | Especie | Identificación | Sexo | Edad (meses) | Peso (g) |
|-------|----------|-------------|----------------|--------|--------------|----------|
| Alfa | 5 | C. lanigera | A1 | MACHO | 12 | 506 |
| | | | A2 | MACHO | 12 | 614.8 |
| | | | A3 | HEMBRA | 12 | 662.8 |
| | | | A4 | HEMBRA | 12 | 483.4 |
| | | | A5 | HEMBRA | 12 | 492.4 |
| Beta | 5 | C. lanigera | B1 | MACHO | 12 | 509.4 |
| | | | B2 | MACHO | 12 | 577.6 |
| | | | B3 | HEMBRA | 12 | 518.4 |
| | | | B4 | HEMBRA | 12 | 576.2 |
| | | | B5 | HEMBRA | 12 | 540.9 |

7.1.2. Alojamiento.

Los animales fueron alojados en un domicilio particular, ubicado en el municipio de Tultitlán, Estado de México. En este domicilio se destinó una habitación exclusiva para el alojamiento de los animales. Cada uno fue alojado en una jaula individual con las siguientes medidas: 52 x 35 x 29 cm (**Figura 7.1.2.1**), distribuidas a lo largo

de la habitación, cuidando que los machos y hembras estuviesen cercanos entre sí. Dentro de cada jaula hubo una caja de 15 x 30 x 20 cm de plástico (**Figura 7.1.2.1**), la cual sirvió de refugio. Se colocó una reja en la base de la jaula para impedir que los animales consuman las heces y también contaron con un comedero de acero inoxidable y un bebedero con agua fresca a todo momento. Durante el día, cada animal tuvo alrededor de 30 minutos destinados a juego, que se llevó a cabo en un área de aproximadamente 1.5 x 1 x 1 m, donde se añadieron juguetes de madera aptos para la especie, con el fin de enriquecer el ambiente.

En el transcurso de todo el estudio se mantuvieron condiciones ambientales similares a las de un animal de compañía, procurando siempre respetar y vigilar el rango de temperatura necesario para la especie (menor a 25 °C). Previo al comienzo del estudio, los animales tuvieron un periodo de adaptación a las condiciones medioambientales y lugar donde fueron alojados, el cual tuvo una duración de 30 días. En dicho periodo se monitoreó el comportamiento y estado de salud en general de los individuos.^{3, 48}

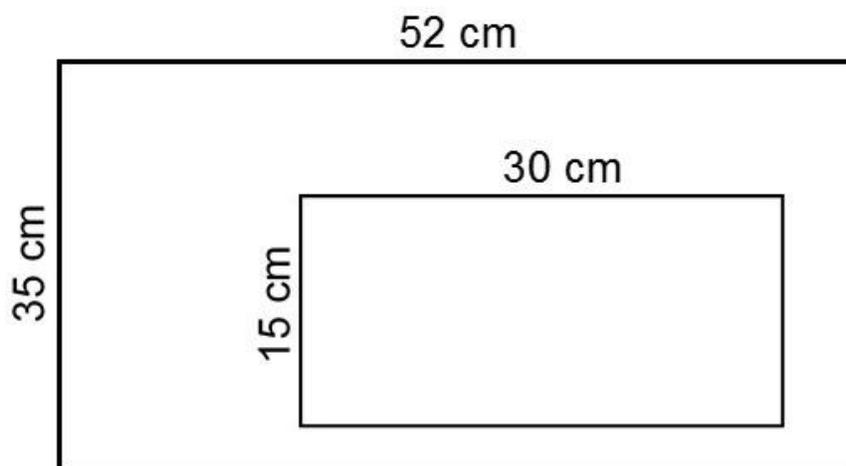


Figura 7.1.2.1 Jaula de alojamiento individual.

7.1.3. Características del Alimento y de la Alimentación.

Los alimentos a utilizar fueron adquiridos en una tienda comercial en la ciudad de México. Ambos alimentos presentaron un buen estado de conservación y empaque. La presentación de ambos alimentos era seco y peletizado, y su contenido estaba envasado en costales de cartón de 11.34 kg (25 lb) para el alimento A¹; y bolsas de plástico de 1 kg para el alimento B².

En el (cuadro 7.1.3.1.), se presentan los análisis garantizados para cada alimento. A cada animal le fue ofrecido el alimento respectivo, para cada periodo, con un régimen alimenticio racionado, teniendo una fase de transición que permitió el cambio y excreción de la dieta anterior, con la finalidad de no obtener resultados erróneos. A cada animal le correspondía 30 g del alimento al día. El alimento se mantuvo almacenado en sus empaques originales, teniendo la precaución de mantenerse cerrados sin que estuviesen expuestos a la intemperie.

¹ Alimento A específico para chinchilla Mazuri Chinchilla Diet®

² Alimento B específico para chinchilla Suavepiel Abene®

Cuadro 7.1.3.1. Análisis garantizado de los alimentos.

| Análisis | Alimento A | Alimento B |
|--------------|------------|------------|
| PC (% mín.) | 20.0 | 16.0 |
| EE (% mín.) | 3.0 | 2.0 |
| FC (% máx.) | 18.0 | 14.0 |
| Cen (% máx.) | 8.5 | 10.0 |
| Hum (% máx.) | 12.0 | 12.0 |

PC= proteína cruda. EE= extracto etéreo. Cen= Cenizas. Hum= Humedad

7.1.4. Duración del Estudio.

Las chinchillas fueron divididas en dos grupos de 5 ejemplares cada uno para realizar un estudio tipo AB/BA. La duración total del estudio fue de 48 días, contando a partir del término del periodo de adaptación a las condiciones ambientales.

Se estableció un calendario para el experimento, del día 1 al 10 fue el periodo de transición 1, periodo en el que los individuos se adaptaron al alimento correspondiente para cada grupo. Seguido del periodo experimental 1 que consta de 14 días, durante el cual al grupo "Alfa" se le proporciono alimento "A" mientras que al grupo "Beta" se le ofreció alimento "B". Durante los siguientes 10 días correspondieron al periodo de transición 2, donde se realizó el cambio de alimento de la siguiente forma: los días 1 y 2 se proporcionó 75% del alimento consumido en ese momento y 25% del alimento que se desea ofrecer. Los días 3, 4 y 5 se proporcionó una relación de alimento de 50%:50%. Los días 6 y 7 la proporción de alimento fue 25% del alimento inicial por 75% del alimento que se deseaba

introducir. Finalmente en los días 8, 9 y 10 se ofreció el 100% del alimento que formaba parte de la nueva dieta respectivamente. Quedando el periodo experimental 2 de 14 días nuevamente, pero con el cambio ya del alimento para ambos grupos. El grupo “Alfa” estaría consumiendo alimento B y el grupo “Beta” alimento A. En el **Cuadro 7.1.4.1**, se muestra la distribución de los alimentos durante las diferentes etapas experimentales y de transición, que se llevaron a cabo en el estudio para cada grupo experimental.

Cuadro 7.1.4.1 Distribución de etapas experimentales y de transición.

| | Transición 1 | Experimental 1 | Transición 2 | Experimental 2 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| Duración (días) | 10 | 14 | 10 | 14 |
| Alfa | Alimento A | Alimento A | Alimento A y B | Alimento B |
| Beta | Alimento B | Alimento B | Alimento B y A | Alimento A |

Alfa= primer grupo experimental de 5 chinchillas, Beta= segundo grupo experimental de 5 chinchillas.

7.1.5. Evaluación del Consumo Voluntario.

La evaluación del consumo voluntario del alimento se llevó a cabo durante todos los días del estudio, tomando en cuenta el día, el individuo, la cantidad ofrecida y la cantidad no consumida. Para el pesaje diario del alimento ofrecido y no consumido se utilizó una balanza analítica, con una precisión de 0.1 g. El alimento fue ofrecido en una sola exhibición, a partir de las 20:00 hrs, colocado en comederos de acero inoxidable dentro de cada jaula. Se obtuvo diariamente el peso en gramos del alimento no consumido y el alimento ofrecido, se tomaron los valores obtenidos a la semana (7 días) para cada individuo. Al final de cada periodo experimental (14 días)

los resultados se obtuvieron del promedio de 2 semanas para cada individuo y para cada periodo experimental.

7.1.6. Colecta de Muestras.

Las muestras colectadas corresponden al alimento proporcionado y a las heces producidas. Para cada uno de los alimentos utilizados se tomó una muestra representativa suficiente para su procesamiento (500 g como mínimo), almacenándose en bolsas de polietileno bien identificadas, para posteriormente realizar su análisis en el laboratorio.^{32,37}

La colecta de materia fecal se realizó todos los días por individuo desde el piso de las jaulas, para determinar la producción semanal de heces. De cada muestra diaria colectada se tomó una submuestra representativa suficiente para su procesamiento (30 g como mínimo) y se guardó en bolsas de polietileno bien identificadas, pesándose y almacenándose en congelación (-4 °C) hasta su análisis en laboratorio.^{32, 37}

Una vez que se obtuvo la cantidad de excretas producidas por cada animal, así como la cantidad de alimento consumido a la semana; se pudo obtener la digestibilidad aparente de los alimentos utilizados en el estudio. Para calcularla se utilizó la cantidad de materia fecal producida promedio a la semana y el consumo promedio por semana de cada alimento. Para lo anterior, se utilizó la siguiente fórmula:³⁷

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

7.2. Fase de Laboratorio.

Esta fase se llevó a cabo en el laboratorio de Bromatología y Toxicología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

Se analizaron un total de 20 muestras con su respectiva repetición, en los cuales se llevó a cabo el análisis químico proximal, determinando los siguientes analitos: humedad (Hum.), y Materia seca (MS) por diferencia de porcentajes, proteína cruda (PC) (AOAC 1990, 954.01), cenizas (CEN) (AOAC 1990, 942.05) y extracto etéreo (EE) (AOAC 1990, 920.39). Además, se llevó a cabo el análisis de fracciones de fibra (Van Soest), para determinar: Fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) (AOAC 1990, 973.18).^{19,32}

7.2.1. Análisis Químico Proximal.

El Análisis Químico Proximal determina el valor nutricional de un alimento, determina cuantitativamente las porciones que constituyen un alimento.¹⁹

7.2.1.1. Humedad y Materia Seca

Las muestra de heces y alimento se pesaron como materia húmeda en una balanza analítica y se colocaron en recipientes de aluminio previamente tarados e

identificados. Posteriormente se procedió a realizar la desecación con el método por secado en estufa, colocando las muestras dentro de una estufa (**Figura 7.2.1.1.1**) a una temperatura de 60°C para su secado durante 24 horas aproximadamente. A continuación las muestras son pesadas nuevamente en una balanza analítica, para así obtener su peso en materia seca y proceder a molerlas con ayuda de un molino de



Figura 7.2.1.1.1 Estufa utilizada en el método por secado de estufa para la obtención de Hum. y MS.

café, se vaciaron a bolsas de plástico previamente identificadas y se almacenaron en un desecador de perlas de silica para su posterior utilización.^{19,32,37}

La materia seca (MS) es resultado de la resta del porcentaje máximo que es 100% menos el % de humedad (Hum.) obtenido en el secado (%MS = 100% - %Hum.). Mientras que la humedad se calcula con la siguiente formula fórmula una vez obtenidos todos los valores correspondientes:

$$\%H = (T + MF) - (T + MD) / (T + MF) - T \times 100$$

Dónde: H= humedad, MS= materia seca, T= peso en gramos de la tara vacía, T+MF= peso en gramos de la tara con muestra fresca, T+MD= peso en gramos de la tara con la muestra deshidratada, (T+MF)-T= gramos de la muestra.^{19,32,37}

7.2.1.2. Proteína Cruda.

Para obtener proteína cruda (PC), se utilizó el método de Kjeldahl, para eso se utilizaron las muestras molidas y se pesaron 0.2 gramos de cada muestra en la balanza analítica. Posteriormente se colocaron en un matraz de kjeldahl con 0.5 gramos de sulfato de cobre (catalizador), 1.5 gramos de sulfato de potasio o sodio (aumenta el punto de ebullición) y 10 mL de ácido sulfúrico. La digestión de toda la mezcla se realizó en un micro digestor kjeldahl (**Figura 7.2.1.2.1**), colocando los tubos en el aparato precalentado a una temperatura de 360°C. Se mantiene en este proceso hasta que se consiga la total destrucción de la materia orgánica, es decir, hasta que la mezcla quede con una coloración azul verdosa (**Figura 7.2.1.2.1**).^{19,32,37}



Figura 7.2.1.2.1 Micro digestor kjeldahl con reactivos con coloración azul verdosa.

Se dejó enfriar para continuar con la destilación de la muestra ya digerida, para obtener la materia nitrogenada total, que incluye nitrógeno no proteínico y nitrógeno proveniente de las proteínas verdaderas. Dentro del

destilador kjeldahl, se colocó la muestra

diluida con agua destilada e hidróxido de sodio al 36% (NaOH). El resultado de la destilación es el nitrógeno de la muestra que se depositó en un matraz Erlenmeyer que contenía ácido bórico (H_3BO_3) con mezcla de indicadores (fenolftaleína, verde de bromocrisol y rojo de metilo) y al realizar ésta combinación tomó una coloración

verdosa. Posteriormente se tituló con ácido clorhídrico (HCl) hasta regresar del color verde al rojo del ácido bórico (H_3BO_3), siendo el resultado final, la cantidad de ácido clorhídrico 0.1N (HCl) que se utilizó. La fórmula empleada para la determinación de PC, es la siguiente:

$$\%PC (BH) = ((ml \text{ tit} * N \text{ del ácido} * 0.014 * 6.25)/g) * \%MS$$

Dónde: PC= proteína cruda, BH= base húmeda, ml tit= ml de HCl 0.1N gastados en la titulación, N= normalidad del ácido clorhídrico, 0.014= med de N/100, 6.25= gramos de proteínas que contiene 1 gramo de N, g= gramos de muestra, %MS= porcentaje de materia seca.^{19,32,37}

7.2.1.3. Extracto etéreo o grasa cruda.

Para la obtención de extracto etéreo (EE) se utilizó el método de Soxhelt, que consta de una extracción semicontinua con un disolvente orgánico. Se pesaron los cartuchos de celulosa previamente deshidratados a 50° en la estufa y se les colocó 1 gramo de la muestra. Previamente se encienden el Soxhlet, se dejó calentar por diez minutos. Se prendió la campana extracción, se llenaron los matraces de bola con éter etílico y perlas de ebullición para mantener estable la mezcla, en el tubo de Soxhlet se colocaron las muestras con pinzas y se fijaron al condensador de Soxhlet, el proceso dura 4 horas. Transcurrido este tiempo, los cartuchos son obtenidos de los tubos de Soxhlet para ser atemperados en rejillas, con la finalidad de que el éter se disperse, para posteriormente ser introducidos a un horno a 50°C.

Los cartuchos son pesados al día siguiente, para obtener el contenido de grasa por diferencia de peso utilizando la siguiente formula:

$$\%EE (BH) = ((PCS + g) - (PC + M)) / g * \%MS$$

Dónde: **EE**= extracto etéreo, **BH**= base húmeda, **PCS**= peso en gramos del cartucho vacío, **g**= gramos de la muestra, **PC + M**= peso en gramos de cartucho con la muestra desengrasada, **%MS**= porcentaje de materia seca.^{19,32,37}

7.2.1.4. Cenizas.

Las cenizas (CEN.) de una muestra equivalen al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica y para obtenerlas se utilizó el método de cenizas totales en seco, método por el cual se descompone toda la materia orgánica y únicamente queda la inorgánica de la muestra. Se utilizaron crisoles que previamente se habían deshidratado y pesado, se colocó 1 gramo de la muestra, y se metieron en la mufla a una temperatura de 500°C durante 24 horas, hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas. Posteriormente se dejaron enfriar y se pesaron. Para calcular el porcentaje de cenizas (Cen) se utilizó la siguiente formula:

$$\%Cen (BH) = ((P.C. + C) - P.C.S.) / g * \%MS$$

Dónde: **Cen**= Cenizas, **BH**= base húmeda, **P.C. + C**= peso en gramos del crisol con cenizas, **P.C.S.**= peso en gramos del crisol solo, **g**= peso en gramos de la muestra, **%MS**= porcentaje de materia seca.^{19,32,37}

7.2.2. Análisis de Fracciones de Fibra.

El análisis de fracciones de fibra se realizó por el método de Van Soest. Se divide en dos técnicas para determinar fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND).³⁷

7.2.2.1. Fibra Ácido Detergente.

Este método determina la lignocelulosa en los alimentos, aunque en ésta fracción aparece el sílice. Este es un paso preliminar en la determinación de lignina. Se utilizaron 0.25 gramos de la muestra y se depositaron con 5 ml de solución FAD en tubos de ensaye previamente identificados. Se colocaron los tubos en un baño de aceite a 100°C por una hora, colocando 5 ml de FAD hasta alcanzar 20 ml. Posteriormente se filtró el contenido de los tubos en rodajas de papel filtro previamente pesado, con lavados de agua caliente y acetona. El papel filtro con el residuo que quedó de las muestras, se metieron al horno para eliminar toda la humedad restante y al día siguiente se pesaron, calculando la FAD por diferencia de pesos con ayuda de la siguiente fórmula:

$$\text{FND} = (\text{PR} + \text{M} - \text{PR}) / \text{g} * 100$$

Dónde: **FAD**= fibra ácido detergente, **PR + M**= peso rodaja con muestra, **PR**= peso rodaja sin muestra, **g**= peso en gramos de la muestra.^{32,37}

7.2.2.2. Fibra Neutro Detergente.

Este método se utilizó para determinar la pared celular, en específico la fibra total de los alimentos vegetales fibrosos, pero no es aplicable para concentrados bajos en fibra, igualmente separa de la materia seca (MS) los constituyentes nutricionales solubles y accesibles, de los que no son aprovechados totalmente o que dependen de la fermentación ruminal microbiana para su aprovechamiento. Se pesaron 0.25 gramos de muestra, y se colocaron en tubos de ensaye previamente identificados. Se agregaron 5 ml de solución FND. Posteriormente se colocaron en una gradilla dentro de un baño de aceite a 100°C por una hora, colocando 5 ml de FND hasta alcanzar 20 ml. Después de pasada la hora el contenido de los tubos se filtró en rodajas de papel filtro de peso conocido, durante el filtrado se lavó con agua caliente y acetona. Las rodajas con los residuos de muestra ya filtrada se metieron en el horno para eliminar toda la humedad y al día siguiente se pesaron. El porcentaje de FND se obtuvo de la siguiente forma:

$$\text{FND} = (\text{PR} + \text{M} - \text{PR}) / \text{g} * 100$$

Dónde: FND= fibra neutro detergente, PR + M= peso rodaja con muestra, PR= peso rodaja sin muestra, g= peso en gramos de la muestra.³⁷

8. Análisis Estadístico.

El diseño estadístico utilizado en el estudio fue cruzado AB/BA, con diez repeticiones por tratamiento cuyo modelo es: ^{5,47}

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

$$i = 1, 2, \dots, 20$$

$$j = 1, 2$$

$$k = 1, 2$$

Donde:

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

D_j : efecto de la dieta j .

P_k : efecto del periodo k .

S_i : efecto de la chinchilla j , aleatorio.

ε_{ijk} : residual

9. Resultados.

9.1. Análisis de los Alimentos.

9.1.1. Análisis Químico Proximal.

En el **Cuadro 9.1.1.1** se muestra el contenido nutricional de los dos alimentos utilizados en el presente trabajo, resultado del análisis químico proximal (AQP) que se le realizó a cada uno de ellos.

Cuadro 9.1.1.1 Análisis químico proximal (AQP) de los alimentos comerciales para chinchilla.

| | Alimento A | Alimento B |
|------|------------|------------|
| %PC | 21.25 | 18.90 |
| %EE | 2.80 | 2.31 |
| %Cen | 8.34 | 12.01 |
| %Hum | 7.93 | 7.65 |
| %MO | 91.65 | 87.89 |

Todos los valores están expresados en porcentajes promedio en base seca de 2 determinaciones (100g)
PC= proteína cruda. EE= extracto etéreo. Cen= Cenizas. Hum= Humedad, MO= materia orgánica

Los porcentajes que se obtuvieron del AQP para el alimento A son mayores en comparación con el alimento B, con la excepción del valor de cenizas (Cen), siendo mayor en el alimento B (12.01%), que en el alimento A (8.34%).

En el **Cuadro 9.1.1.2** se muestra la comparación de los resultados obtenidos en el AQP de cada alimento con el análisis garantizado reportado en las etiquetas.

Cuadro 9.1.1.2 Comparación de valores del AQP en ambos alimentos.

| | Alimento A Análisis Garantizado | Alimento A (AQP) | Alimento B Análisis Garantizado | Alimento B (AQP) |
|------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|
| %PC | 20.0 (mín.) | 21.25 | 16.0 (mín.) | 18.90 |
| %EE | 3.0 (mín.) | 2.80 | 2.0 (mín.) | 2.31 |
| %Cen | 8.5 (máx.) | 8.34 | 10.0 (máx.) | 12.01 |
| %Hum | 12.0 (máx.) | 7.93 | 12.0 (máx.) | 7.65 |

Todos los valores están expresados en porcentajes promedio en base seca de 2 determinaciones (100g)
PC= proteína cruda. EE= extracto etéreo. Cen= Cenizas. FC= fibra cruda Hum= humedad.

De acuerdo a los valores obtenidos en la composición para el alimento A, los porcentajes de PC, Cen y Hum se encuentran dentro de los rangos que la etiqueta reporta, excepto el porcentaje de EE (2.80%) que es menor al valor reportado en la etiqueta (3.0%).

Los valores de la composición reportados para el alimento B, muestran que el porcentaje de PC, EE y Hum se encuentran en el rango reportado por la etiqueta. El porcentaje de Cen (12.01%) excede el límite máximo que la etiqueta reporta, que es de 10%.

9.1.2. Análisis de las Fracciones de Fibra.

El resultado obtenido del análisis de fracción de fibra (Van Soest) para cada uno de los alimentos se muestran en el **Cuadro 9.1.2.1**.

Comparando los resultados de ambos alimentos utilizados en el experimento, se puede observar que el mayor contenido de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) se encuentra en el alimento A.

Cuadro 9.1.2.1 Análisis de fracción de fibra (Van Soest) de los alimentos comerciales para chinchilla.

| | Alimento A | Alimento B |
|------|------------|------------|
| %FND | 33.66 | 28.43 |
| %FAD | 23.58 | 20.57 |

Todos los valores están expresados en porcentajes promedio en base seca de 2 determinaciones (100g)
FAD= fibra ácido detergente. FND=fibra neutro detergente.

9.2. Consumo Voluntario.

El consumo promedio de nutrientes por animal a la semana de cada alimento, se presenta en el **Cuadro 9.2.1**. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) para PC, EE, FAD, FND y MO, en donde el consumo promedio fue mayor con el alimento A, que en el alimento B. Por lo contrario el consumo promedio para Cen fue mayor en el alimento B, que en el alimento A.

Cuadro 9.2.1 Consumo promedio de nutrientes por animal a la semana en base seca (gramos)

| % | Alimento A | Alimento B | p |
|-----|--------------------------------|--------------------------------|---------|
| | Media / E.E. | Media / E.E. | |
| PC | 26.9926 ^a / 0.3784 | 22.764 ^b / 0.3784 | <0.0001 |
| EE | 3.5683 ^a / 0.0495 | 2.7917 ^b / 0.0495 | <0.0001 |
| Cen | 10.5957 ^a / 0.231 | 14.4756 ^b / 0.231 | <0.0001 |
| FAD | 29.9555 ^a / 0.4182 | 24.7741 ^b / 0.4182 | <0.0001 |
| FND | 42.7582 ^a / 0.5942 | 34.2433 ^b / 0.5942 | <0.0001 |
| MO | 116.4218 ^a / 1.6778 | 105.9568 ^b / 1.6778 | 0.0023 |

Literales diferentes por renglón indican diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.05$)
 PC= proteína cruda. EE= extracto etéreo. Cen= Cenizas. FAD= fibra ácido detergente. FND=fibra neutro detergente. MO= materia orgánica.
 E.E.= Error estándar.

9.2.1. Consumo de Alimento en Base Húmeda.

El resultado del consumo promedio por animal en base húmeda a la semana se muestra en el **Cuadro 9.2.1.1**. Se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre alimentos, en donde el consumo promedio fue mayor con el alimento A, que con el alimento B.

Cuadro 9.2.1.1 Consumo promedio por animal en base húmeda a la semana (gramos)

| Alimento A | Alimento B | |
|-------------------------------|--------------------------------|--------|
| Media / E.E. | Media / E.E. | p |
| 137.945 ^a / 2.0294 | 130.3965 ^b / 2.0294 | 0.0302 |

Literales diferentes por renglón indican diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.05$)
E.E.= Error estándar.

9.2.2. Consumo de Alimento Promedio en Base Seca.

El resultado del consumo promedio por animal a la semana en base seca se muestra en el **Cuadro 9.2.2.1**. Se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre alimentos, en donde el consumo promedio fue mayor con el alimento A, que con el alimento B.

Cuadro 9.2.2.1 Consumo promedio por animal en base seca a la semana (gramos)

| Alimento A | Alimento B | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------|
| Media / E.E. | Media / E.E. | p |
| 127.0175 ^a / 1.8722 | 120.4324 ^b / 1.8722 | 0.0377 |

Literales diferentes por renglón indican diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.05$)
E.E.= Error estándar.

9.3. Heces.

9.3.1. Cantidad Producida.

En el **Cuadro 9.3.1.1**, se muestra el promedio de la cantidad producida de heces a la semana en base seca y base húmeda expresada en gramos para cada alimento correspondientemente. No se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$) para ninguna de las variables evaluadas.

Cuadro 9.3.1.1 Promedio de la cantidad producida de heces en base húmeda y base seca a la semana para cada alimento correspondientemente (gramos).

| Heces | Alimento A | Alimento B | p |
|-------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|
| | Media / E.E. | Media / E.E. | |
| Base húmeda | 65.056 ^a / 1.819 | 61.4285 ^a / 1.819 | 0.1962 |
| Base seca | 56.0747 ^a / 1.4931 | 53.0188 ^a / 1.4931 | 0.1858 |

Literales diferentes por renglón indican diferencias estadísticamente significativa ($p<0.05$)
E.E.= Error estándar

9.3.2. Concentración de Nutrientes en Heces.

El resultado de la concentración promedio de nutrientes en heces por animal a la semana para cada alimento se muestra en el **Cuadro 9.3.2.1**.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la concentración de los valores de PC, Cen y MO ($p<0.05$). El contenido promedio en heces tanto de PC como de MO es mayor para la dieta en donde se utilizó el alimento A, que para la dieta en que se utilizó alimento B. Mientras que para las Cen pasa lo contrario, la

mayor concentración en heces se encontró en la dieta en donde se utilizó alimento B, en comparación con la dieta en que se utilizó alimento A.

Cuadro 9.3.2.1 Concentración promedio de nutrientes en heces por animal a la semana para cada alimento (gramos).

| Contenido | Alimento A | Alimento B | p |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|---------|
| | Media / E.E. | Media / E.E. | |
| PC | 6.119 ^a / 0.1586 | 5.1329 ^b / 0.1586 | 0.0023 |
| EE | 1.0313 ^a / 0.1383 | 1.402 ^a / 0.1383 | 0.0947 |
| CEN | 5.9974 ^a / 0.2176 | 9.2318 ^b / 0.2176 | <0.0001 |
| MO | 50.0772 ^a / 1.37 | 43.787 ^b / 1.37 | 0.0118 |
| FDA | 19.8571 ^a / 0.6614 | 17.7535 ^a / 0.6614 | 0.0547 |
| FND | 29.3028 ^a / 1.081 | 26.4791 ^a / 1.081 | 0.1019 |

Literales diferentes por renglón indican diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.05$)
 PC= proteína cruda. EE= extracto etéreo. Cen= Cenizas. MO= materia orgánica. FAD= fibra ácido detergente.
 FND=fibra neutro detergente.
 E.E.= Error estándar.

9.4. Digestibilidad Aparente.

La digestibilidad aparente promedio por día para cada uno de los nutrientes en ambas dietas se muestra en el (**Cuadro 9.4.1**). Únicamente se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las dietas para los valores de EE, Cen y FND ($p < 0.05$). Siendo mayor el porcentaje de digestibilidad promedio en el alimento A, para los valores de EE, Cen y FND, en comparación con el alimento B.

Cuadro 9.4.1 Digestibilidad promedio por día de nutrientes por alimento (%)

| Digestibilidad | Alimento A | Alimento B | P |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|
| | Media / E.E. | Media / E.E. | |
| PC | 77.29 ^a / 0.3654 | 77.36 ^a / 0.3654 | 0.8977 |
| EE | 71.99 ^a / 3.8678 | 50.28 ^b / 3.8678 | 0.0041 |
| CEN | 43.1169 ^a / 0.6717 | 36.1138 ^b / 0.6717 | <0.0001 |
| MO | 56.82 ^a / 0.7707 | 58.74 ^a / 0.7707 | 0.1159 |
| FDA | 33.35 ^a / 1.7635 | 28.34 ^a / 1.7635 | 0.0794 |
| FND | 31.3 ^a / 2.1408 | 22.68 ^b / 2.1408 | 0.0217 |

Literales diferentes por renglón indican diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.05$)
 PC= proteína cruda. EE= extracto etéreo. Cen= Cenizas. MO= materia orgánica. FAD= fibra ácido detergente.
 FND=fibra neutro detergente.
 E.E.= Error estándar.

Mientras que los resultados para la digestibilidad promedio por día de la materia seca se muestran en el **Cuadro 9.4.2**. Expresando que no hay diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), entre ambos alimentos.

Cuadro 9.4.2 Digestibilidad promedio por día de materia seca (%)

| Alimento A | Alimento B | p |
|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| Media / E.E. | Media / E.E. | |
| 55.68 ^a / 0.6945 | 56.02 ^a / 0.6945 | 0.7345 |

Literales diferentes por renglón indican diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.05$)
 E.E.= Error estándar.

10. Discusión.

10.1. Evaluación de la Calidad de la Dieta.

Los valores del análisis garantizado que reportan las etiquetas de los alimentos para animales, se expresan en porcentajes máximos y mínimos nunca en un valor real, como bien lo establece AAFCO (2010), donde menciona que un alimento debe satisfacer los niveles mínimos y máximos establecidos por los perfiles nutricionales de la especie. Por tal motivo los valores obtenidos en la composición de cada alimento no coinciden exactamente con los reportados en la etiqueta, sin embargo están dentro de los rangos máximos y mínimos que establece la etiqueta de cada alimento. Con la excepción del EE que es menor para el alimento A y las Cen mayor para el alimento B.

Los dos alimentos presentan un porcentaje bajo de humedad en los resultados de la composición, en comparación con los niveles máximos que se reportan en las etiquetas, esto quiere decir que la dieta aporta una mínima cantidad de agua y la palatabilidad del alimento se puede ver afectada. Tal y como lo menciona Salas (2013), al ofrecer pellets con poca humedad como única fuente de alimento, disminuye la palatabilidad y el aporte de agua que debería de ofrecer la dieta. Sin embargo, los porcentajes mínimos de humedad son necesarios porque sirven como medida preventiva para inhibir el crecimiento de hongos y bacterias que pueden afectar la salud de los animales. Confirmado por Hand et al., (2000) donde menciona que; el porcentaje de humedad ideal para alimentos extrusados es de 11%, niveles

por encima de este porcentaje de humedad acarrear problemas donde se focaliza el crecimiento de hongos y bacterias.

Con los resultados obtenidos en el AQP y los valores reportados en el análisis garantizado de las etiquetas de ambos alimentos utilizados en este estudio, se llevó a cabo una comparación con la utilización de los rangos de referencia que menciona Wolf et al., (2003), en donde una dieta para chinchilla debe de proporcionar PC 16-21.6% y EE 2.5-4.0%. Aunque por otro lado Grau, (1986) reporta que un análisis garantizado aceptable para un alimento peletizado para chinchilla debe contener PC 16-20% y EE 2-5%. Por lo cual, al analizar los datos alimentos y los rangos de referencia, se encontró como resultado que los alimentos cumplen con la formulación que la literatura reporta para las chinchillas, cubriendo el aporte nutricional básico necesario.

Los valores obtenidos en el AQP y el análisis de las fracciones de fibra (FND y FAD) del alimento A son mayor a los obtenidos en el alimento B. Cada alimento utiliza ingredientes diferentes para su elaboración, es por esta razón que los resultados difieren para cada uno, sobre todo por la calidad y la cantidad que se utiliza de cada ingrediente en la formulación de ambos alimentos. Con la excepción de que el único valor que se encontró en mayor porcentaje en el alimento B fueron las cenizas, haciendo la comparación con el alimento A, ésta diferencia también se ve relacionada con la cantidad y calidad de los ingredientes utilizados para la elaboración de los alimentos.

10.2. Consumo Voluntario.

Se encontró un mayor consumo en el alimento A, con una diferencia estadísticamente significativa en base seca, base húmeda y para todos los analitos evaluados, con excepción de las Cen que fueron mayor en el alimento B. Éstas diferencias pueden explicarse por la concentración encontrada de cada analito en ambos alimentos, ya que a mayor porcentaje de nutrientes que contenga un alimento, mayor será su consumo, siendo mayor todos los analitos en el alimento A, con la excepción de las Cen en el alimento B.

Estudios realizados por Ortiz (2011) reportan que, el consumo de cada alimento se ve influenciado por diversos factores que alteran el resultado, 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. Estos factores mencionados se pueden ver alterados por la calidad de los ingredientes utilizados en los alimentos. Un ingrediente con una excelente calidad y palatabilidad, será razón suficiente para que el consumo de un alimento sea en mayor cantidad. En este caso, quizá el alimento A contenga ingredientes con una calidad mayor a los que contiene el alimento B. Mientras que para el caso de las Cen que se encontró un mayor consumo en el alimento B, al no encontrarse la misma diferencia en la digestibilidad se puede decir que, los ingredientes minerales que dan origen a las Cen pueden tener una calidad menor a los del alimento A, aunque se encuentran en mayor cantidad.

10.3. Heces.

Existe un incremento en la concentración promedio de PC y MO en las heces del alimento A, relacionado directamente con la cantidad de fibra ingerida. Una de las acciones de la fibra en el organismo es incrementar el tránsito gastrointestinal y provocar la disminución del aprovechamiento de nutrientes, como: las proteínas, las grasas y los carbohidratos. Barragán, (2013) reporta de la misma manera en un trabajo con cuyos, que la fibra produce una tasa de pasaje más rápida a través del tracto gastrointestinal, por lo tanto los alimentos quedan expuestos a la acción de enzimas digestivas o actividad microbiana durante menos tiempo, disminuyendo su aprovechamiento. Por otro lado Chávez, (2014) trabajando con periquitos australianos encontró la misma acción de la fibra sobre los demás nutrientes, reportó que el mayor contenido de fibra, incrementa la velocidad del tránsito gastrointestinal, disminuyendo la digestibilidad de la dieta y la absorción de nutrientes, y a su vez se incrementó la cantidad de desechos. Por otro lado Montagne et al., (2003) concluyeron que el consumo de fibra provoca una mayor excreción de nitrógeno en las heces, reflejando una disminución en el aprovechamiento de proteína, causado por el estímulo en la motilidad intestinal, el aumento en la tasa de pasaje y el efecto abrasivo de las fibras sobre las células intestinales en animales no rumiantes. Lo anterior podría explicar la concentración de PC y MO encontrada en las heces del grupo de chinchillas que consumieron el alimento A. Sin embargo, al no encontrarse una disminución de la digestibilidad a causa de la cantidad de fibra contenida en el alimento A, la acción de la fibra no influye en el resultado obtenido en el presente estudio. Podría deberse a que existe

una relación directa con el consumo voluntario, ya que al consumir un alimento con mayor cantidad de nutrientes, lo más común es que exista una producción directamente proporcional de excretas. Tal y como lo menciona la misma Chávez, (2014) en un trabajo con periquitos australianos en donde también relaciona los resultados del análisis de las heces con el consumo voluntario.

10.4. Digestibilidad Aparente.

En base a los resultados obtenidos, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la digestibilidad aparente promedio de la materia seca de ambos alimentos, pero si se encontró diferencia en la digestibilidad aparente promedio por nutrientes, con un elevado porcentaje de EE, Cen y FND para el alimento A, con relación al alimento B.

Se obtuvo una digestibilidad aparente de EE de 71.99% para el alimento A y de 50.28% para el alimento B. Las diferencias encontradas pueden deberse a la cantidad y a la fuente de las grasas que se utilizan en los alimentos para mascota, provocando un aumento o decremento de su digestibilidad aparente. Tal y como lo mencionan Plascencia et al., (2005) en un trabajo con bovinos de engorda donde encontraron que las condiciones para la variación de la digestibilidad de las grasas no son muy claras, pero dentro de los factores a considerar que la afectan, incluyen la fuente de grasa, así como el método y nivel de adición. En el mismo trabajo indican que la digestibilidad de la grasa tiene un incremento de 3.2% cuando esta fue agregada en forma primaria al grano y después mezclada con el resto de los ingredientes, comparado con la adición de la grasa en el paso final del mezclado.

Al parecer el método de adición y el tipo o la fuente de las grasas utilizadas en el alimento A son de mejor calidad, ya que al revisar la etiqueta de dicho alimento, se encontró que usan “aceite de soja” como fuente de grasa. Plascencia et al., (2005) hace mención que este aceite es muy utilizado en la nutrición animal, debido a su elevado valor nutricional, buen aporte de ácidos grasos y un elevado porcentaje de digestibilidad. Mientras que el alimento B, solo reporta en la etiqueta como fuente de grasas “aceite vegetal”, lo que puede ser una mezcla de diferentes aceites, sin que se pueda determinar un origen en general. Esto nos permite saber que la digestibilidad disminuirá y los resultados obtenidos tienen origen en la calidad de los ingredientes utilizados como fuente de grasa.

La digestibilidad obtenida para FND, fue de 31.30% para el alimento A, mientras que para el alimento B fue de 22.68%. Ortiz, (2011) menciona que la cantidad y tipo de fibra en un alimento para mascotas tiene el mayor efecto general en la digestibilidad de los analitos. Que al contener mayor cantidad de fibra, menor será su digestibilidad. En el presente trabajo no se obtuvo ese efecto, ya que en el alimento A, se encontró un porcentaje mayor y una mejor digestibilidad para la FND, en comparación con el alimento B. Esto puede estar relacionado con la fuente de fibra utilizada para la elaboración de cada alimento. Como lo cita Borrajo, (1965) hay factores que alteran la digestibilidad y calidad de todos los henos y pastos empleados en la alimentación animal, como el estado de madurez del cultivo, momento de corte durante la estación de crecimiento y el tratamiento mecánico que recibe el forraje desde el corte hasta el almacenaje. Por ejemplo Reid et al., (1959) en experimentos con heno timothy y alfalfa utilizados en rumiantes, encontraron una

disminución diaria de 0.48% de la digestibilidad de la materia seca de los forrajes evaluados, medido con los primeros brotes estacionales de los forrajes. Mientras que Calsamiglia et al., (2004), mencionan que la utilización de pulpa de remolacha deshidratada como fuente de fibra no solo aumenta la digestibilidad de la misma, sino también de la proteína. El resultado que se obtuvo de la digestibilidad de la FND del alimento A, se debe a la calidad de los ingredientes utilizados como fuente de fibra, en la etiqueta reportan “heno Timothy” y “pulpa de remolacha deshidratada” principalmente, ambos ingredientes son un excelente aporte de fibra, de excelente calidad y tienen una excelente digestibilidad. Mientras que el porcentaje de digestibilidad de FND en el alimento B, resulto más baja, debido a que los ingredientes utilizados como fuente de fibra son de menos calidad, en la etiqueta reportan “alfalfa deshidratada molida” y “salvado de trigo y maíz” principalmente. No está claro cuál es el origen del salvado, pueden utilizar tanto maíz como trigo o una mezcla de ambos, esto puede provocar una disminución de la digestibilidad del alimento.

Se encontró también una digestibilidad aparente de Cen (43.11%) mayor para el alimento A, comparado con el alimento B (36.11%). Esta diferencia en la digestibilidad obtenida puede deberse a la calidad, cantidad y biodisponibilidad de las fuentes minerales utilizadas en ambos alimento. Si bien las cenizas equivalen a los residuos inorgánicos del alimento, los principales componentes son los minerales, como lo menciona Cosio, (2012) que, en los tejidos animales y alimentos se encuentran más de 22 elementos inorgánicos denominados elementos minerales. Estas sustancias constituyen las cenizas de la dieta. Debido a esto, es

importante analizar el origen de los elementos minerales utilizados como aditivos en la elaboración de los alimentos que se manejaron en este estudio, porque se ha demostrado que pueden tener efecto importante en la digestibilidad debido a la biodisponibilidad. Por ejemplo Cosio, (2012) reporta que puede existir un antagonismo entre elementos minerales, que afectan la digestibilidad y la absorción, como el hierro que ejerce una competencia por los sitios de enlace de proteínas en la mucosa intestinal, teniendo como consecuencia una menor digestibilidad de cobre. Aunque existen organismos que regulan la dosificación y utilización adecuada para estos elementos como AFFCO¹ y NRC², no existe la información para chinchillas. El porcentaje de digestibilidad de las Cen del alimento A fue mayor, debido a que los ingredientes que utilizan como fuente de minerales, se absorbieron adecuadamente, debido a sus propiedades de biodisponibilidad y a la calidad de la fuente de origen. A pesar de que en el trabajo se encontró que el porcentaje en el alimento, el consumo voluntario y la concentración en heces de las Cen lo reportaba mayor el alimento B, en los resultados de digestibilidad fue menor, esto se debe a que no se absorbieron de la mejor manera los elementos minerales, debido a su biodisponibilidad y a la fuente de origen. Sin embargo, tampoco podemos descartar que los antioxidantes y conservadores sintéticos utilizados en la elaboración del alimento B reportados en la etiqueta, sean una fuente de materia inorgánica, ocasionando el incremento de cenizas en la composición del alimento y así obteniendo una baja digestibilidad, mientras que el alimento A reporta que solo utiliza conservadores y antioxidantes naturales de mejor calidad y con mejores

¹ The Association of American Feed Control Officials (AAFCO)

² National Research Council (NRC)

beneficios para el animal que los consume. Ya que el objetivo del presente trabajo no fue la evaluación de los minerales en la dieta y su biodisponibilidad, ni la evaluación de los conservadores y antioxidantes, no hay que descartar la recomendación para realizar estudios al respecto.

11. Conclusiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que ambos alimentos se pueden considerar como una alternativa para las chinchillas (*C. lanigera*), ya que cumplen con los parámetros nutricionales reportados para la especie. Pero en base a la digestibilidad aparente y el consumo voluntario, existe una diferencia que hace mejor al alimento A en comparación con el alimento B.

El consumo voluntario y la digestibilidad aparente fueron mayores en el alimento A, es probable que los resultados tengan una relación con los ingredientes utilizados para la elaboración de ambos alimentos.

12. Recomendaciones.

El uso de ambos alimentos no causó signos de enfermedad aparente durante el periodo experimental, sin embargo se recomienda para posteriores estudios, aumentar el tiempo experimental, evaluar las fuentes de nutrientes, así como la evaluación específica de los minerales en la dieta y su biodisponibilidad. También se recomienda realizar el mismo estudio pero en diferentes etapas de vida como el crecimiento, la lactancia y la reproducción.

13. Literatura Citada.

1. AAFCO. Association on American Feed Control Officials Incorporated. USA. 2010.
2. Aleandri F. Cría y comercialización de la chinchilla. Tercera edición. Editorial A.B.R.N. Argentina, 415, 2002.
3. Álvarez M. Manejo y crianza de la Chinchilla lanigera para la obtención de pieles en la región de Magallanes. Tesis de Licenciatura. Universidad de Magallanes. Chile. 2010.
4. Anderson N. Roedores Domésticos. En Birchard SJ, S.R. (ed.) Manual Clínico de Procedimientos en Pequeñas Especies, Madrid, España: McGraw Hill Interamericana. 2002.
5. Anderson V. and McLean R. Design of Experiments, Marcel Dekker Inc. New York (USA), pag. 218-224, 1974.
6. Barragán I. Digestibilidad aparente de dos tipos de alimento comercial especializado para cuyo doméstico (*Cavia porcellus*). Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 2013.
7. Bennett E. On the Chinchillidae, a family of herbivorous Rodentia and on a new genus referrible [sic] to it. Transactions of the Zoological Society of London 1:35–64. 1835.
8. Borrajo J. Rendimiento, consumo y digestibilidad del heno de alfalfa, cortado en tres listados de madurez y bajo dos métodos de preparación. Tesis de Maestría. Instituto interamericano de ciencias agrícolas de la O.E.A. Uruguay. 1965.

9. Cabrera L. Catálogo de los mamíferos de America del sur II. Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” e Instituto Nacional de Investigaciones en Ciencias Naturales, Buenos Aires 4: 1-732. 1961.
10. Calsamiglia S., Ferret A. and Bach A. Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal (FEDNA). Madrid, 70pp. 2004.
11. Capello V. La chinchilla, Barcelona: Editorial De Vecchi, S.A. 1999.
12. Carlinda Centro Veterinario. El libro de la chinchilla del Centro Veterinario Carlinda. Obtenido el 28 de noviembre de 2015 de www.chincare.com/HealthLifestyle/HLdocs2/centroveterinariocarlinda.pdf.
13. Chávez K. Consumo voluntario y digestibilidad aparente en periquitos australianos (*Melopsittacus undulatus*) alimentados con 2 dietas comerciales diferentes. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 2014.
14. CITES. Apendices I, II and III. Obtenida el 11 de diciembre de 2015, de <http://cites.org/sites/default/files/eng/app/2013/E-Appendices-2013-06-12.pdf>.
15. Cortés A., Rosebnabb M. and Bozinovic F. Relación costo beneficio en la termoregulación en Chinchilla lanigera. Revista Chilena de Historia Natural 73:351–357. 2000.
16. Cosio K. Determinación de la digestibilidad aparente de elementos minerales en erizo pigmeo africano (*Atelerix albiventris*) alimentados con dieta para insectívoros y gatos en crecimiento. Tesis de Licenciatura, UNAM, México. 2012.
17. D’elia G. and Teta P. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. Chinchilla lanigera. Obtenida el 5 de diciembre de 2015, de <http://www.iucnredlist.org/details/4652/0>.

18. Derbaudrenghien V., Van Caelenberg A., Hermans K., Gielen I. and Martel A. Dental pathology in chinchillas. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, Holanda; 79, 2010.
19. Facultad de Química, UNAM, Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos, Departamento de alimentos y biotecnología, CU, UNAM, México, 2007-2008.
20. García CI. Manual de nutrición y alimentación en animales de compañía no convencionales. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 2010.
21. Grau J. La Chinchilla su crianza en todos los climas. Tercera edición. Chile. Ateneo, 1986.
22. Hand MS. Nutrición clínica en pequeños animales: (small animal clinical nutrition). Inter-Médica. 4^a ed.; 1112-113, 2000.
23. Harkness JE, Vandewoude S, Tuner PV. Harkness and Wagner's. Biology and medicine of rabbits and rodents. 5th ed. Wiley-Blackwell, Iowa, 2010.
24. Hillyer E., Quesenberry K. and Donnelly T. Biology, husbandry, and clinical techniques. 243–287 in *Ferrets, rabbits and rodents* (Hillyer E. and Quesenberry K., eds.). W. B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania. 1997.
25. Holtenius K. and Bjornhag G. The colonic separation mechanism in the guinea pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, A. *Comparative Physiology* 82:537–542. 1985.
26. Jimenez J. The extirpation and current status of wild chinchillas (*Chinchilla lanigera* and *C. brevicaudata*). *Biological Conservation* 77:1-6. 1996.
27. Kelly N, Wills J. *Manual of Companion Animal Nutrition And feeding*. Iowa State University Press/AMES. 1996.

- 28.** Kraft H. *Krankheiten der Chinchillas*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Germany. 1994.
- 29.** Montagne L., Pluske J. and Hampson D. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal feed science and technology*, volume 108:95-117. 25 August 2003.
- 30.** Neira R., García X. and Scheu R. Análisis descriptivo del comportamiento reproductivo y de crecimiento de chinchillas (*Chinchilla laniger* Gray) en confinamiento. *Avances en Producción Animal (Chile)* 14:109–119. 1989.
- 31.** NRC. National Research Council, The National Academies Press Washington DC., (USA), 2006.
- 32.** Official methods of analysis of the AOAC International. Volume one, 15th edition. Arlington, USA. 69-83, 1990.
- 33.** Opazo J. A molecular timescale for caviomorph rodents (Mammalia, Hystricognathi). Elsevier. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37: 932-937. 2005.
- 34.** Ortiz F. Consumo voluntario y digestibilidad aparente en erizos pigmeos africanos (*Atelerix albiventris*) alimentados con dietas para gatitos y para insectívoros. Tesis de Licenciatura, UNAM, México. 2011.
- 35.** Patton J., Pardiñas U. and D'Elía G. *Mammals of South America; Volume 2 Rodents*. The University of Chicago Press, Chicago and London, 2015.
- 36.** Plasencia A., Mendoza G., Vásquez C. y Avery R. Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en las dietas para bovinos de engorda en confinamiento: una revisión. *SciELO ISSN 0378-1844, INCI v.30 n.3 Caracas mar.* 2005.

37. Pond W., Church D., Pond K. and Schoknecht P. Basic animal nutrition and feeding, 5th ed, Danvers (MA) : Wiley, 2005.
38. Quesenberry KE, Donnelly TM, Hillyer EV. Biology, husbandry and clinical techniques of guinea pigs and chinchillas. En: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, rabbits and rodents: clinical medicine and surgery. 2ª ed. St. Louis: Saunders; 232-244, 2004.
39. Reid J., et al. Our industry today; effect of growth stage, chemical composition and physical properties upon the nutritive value of forages. Journal of Dairy Science 42(3):567-71. 1959.
40. Rowe D. and Honeycutt R. Phylogenetic relationships, ecological correlates, and molecular evolution within the cavioidae (Mammalia, Rodentia). Mol. Biol. Evol. 19, 263–277. 2002.
41. Salas S. Evaluación del aporte nutricional, digestibilidad aparente y estimación de consumo de materia seca de dos alimentos comerciales para iguana verde (Iguana iguana). Tesis de Licenciatura, UNAM, México. 2013.
42. Schaeffer D. and Donnelly T. Disease problems of guinea pigs and chinchillas. 260–281 in Ferrets, rabbits and rodents (Hillyer E. and Quesenberry K. eds.). W. B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania. 1997.
43. Seele E. Haut und haart der Chinchillidae. Zoologischer Anzeiger (Leipzig) 181:60–75. 1968.
44. Serra M. Composición botánica y variación estacional de la alimentación de la chinchilla lanigera en condiciones naturales. Ciencias forestales, 1,11-18. 1979.
45. Silva E. Evaluación histopatológica y por microscopía electrónica de la piel de la chinchilla (Chinchilla lanigera) como animal de compañía, por efecto de la

- complementación de ácidos grasos omega-3. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 2014.
46. Spotorno AE., Zuleta CA., Valladares JP., Deane AI. and Jiménez JE. Chinchilla laniger. Mammalian Species. American Society of Mammalogists. 758, 1-9, 2004.
 47. Stephen S. Cross over trials in Clinical Research. John Wiley and Sons Ltd. Baffins Lane, Chichester, England, 1993.
 48. Suckow M., Stevens K. and Wilson R. The laboratory rabbit, guinea pig, hamster and other rodents. ED. Academic Press-Elsevier, San Diego, California, 961-1026. 2012.
 49. Upham N. and Patterson B. Diversification and biogeography of the Neotropical caviomorph lineage Octodontoidea (Rodentia:Hystricognathi). Mol. Phylogenet. Evol. 63:417-29. 2012.
 50. Valladares JP., Spotorno AE. and Zuleta CA. Natural history of the Chinchilla genus (Bennet 1829). Considerations of their ecology, taxonomy and conservation status. Gayana 78(2): 135-143, 2014.
 51. Weir B. and Rowlands I. Reproductive characteristic of hystricomorph rodents. Symposia of the Zoological Society of London. 34:265–301. 1974.
 52. Wilcox H. Histology of the skin and hair of the adult chinchilla. Anatomical Record. 108 (3), 385-397.
 53. Wolf P, Schröder A, Wenger A. and Kamphues J. The nutrition of the chinchilla as a companion animal-basic data, influences and dependencies. Journal of animal physiology and animal nutrition. 2003: 87 (3-4), 129-133.

- 54.** Wood A. The relationships, origin and dispersal, of the hystricognathous rodents. In: Lockett W., Hartenberger J. (Eds.). *Evolutionary Relationships among Rodents: A Multidisciplinary Analysis*. Plenum, New York, 475-513. 1985.
- 55.** Worldatos. Criadero de chinchilla. Proyecto complete. ERIP. Obtenido el 28 de noviembre de 2015, de www.worldatos.com/projects/echinchillas.pdf.
- 56.** Yarrell W. Notes on a specimen of *Chinchilla lanigera*. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1831: 31–34. 1831.