

45



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ALIMENTACION Y NUTRICION DE FAUNA SILVESTRE EN CAUTIVERIO. ESTUDIO RECAPITULATIVO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
LAURA VICTORIA MORENO HERNANDEZ



ASESORES: M.P.A. M.V.Z. LUIS CORONA GOCHI
M. EN C. M.V.Z. LEON VELEZ HERNANDEZ

MEXICO, D. F.

2002

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

## DEDICATORIA

**A Dios, por permitirme la oportunidad de seguir el buen camino.**

**A mi bebe, ya que aunque todavía no naces, te dedico mi tesis con todo mi amor.**

**A la memoria de mis amigas Ivonne G. Serna Delgado y Carmen Embríz Sánchez.**

**A mis perros Kid, Samantha, Robin y Hans.**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.**

**A todos ellos se las dedico de todo corazón.**

## AGRADECIMIENTOS

**Mis más sinceros agradecimientos:**

**A Fernando Chincoya Olivos por todo su amor, apoyo y paciencia que has tenido conmigo, y a toda su familia por su apoyo y comprensión.**

**A mis tíos Julio Cesar, Armando, José Luis, a mi madre y a mi abuelita María por haberme apoyado en todos estos años de formación.**

**A mis asesores M.V.Z. M. P. A. Luis Corona Gochi y M.V.Z. M. en C. León Vélez Hernández por su paciencia que me han tenido a lo largo del desarrollo de esta tesis y saberme guiar para llegar a buen término.**

**Al M.V.Z. Juan Manuel Cervantes Sánchez por sus sabios consejos.**

**A la QFB. María Antonieta Aguirre García, por todo su apoyo y consejos.**

**A los miembros de mi jurado por sus observaciones y comentarios.**

**A mis amigos Arturo Mendoza M., Juan Manuel Rodríguez D., Jacqueline Martínez P., Hortensia Corona M.**

**A la Señora Fernanda del Departamento de nutrición por su apoyo y consejos.**

**A los Zoológicos del país que amablemente contribuyeron al desarrollo de esta tesis:**

- ❖ Zoo de Mexicali, Mexicali, Baja California Norte, M.V.Z. Hugo Loaiza.
- ❖ Parque regional, Colima, Colima, Ing. Jorge A. Cárdenas.
- ❖ Unidad de Zoológicos de la Ciudad de México, Distrito Federal, M.V.Z. León Vélez Hernández.
- ❖ Centro de Reproducción de Animales en Peligro de Extinción. Naucalpán de Juárez, Estado de México. Biol. Emir Rodríguez Ayala.
- ❖ Parque Zoológico de León, León, Guanajuato.
- ❖ Africam Safari, Valsequillo, Puebla, Gerencia de Zootécnia.
- ❖ Zoológico de Chetumal, Chetumal, Quintana Roo, C. Luis Antonio Mora Tembre.
- ❖ Acuario Veracruz, Veracruz, Veracruz, M.V.Z. Fabián Vanoye.
- ❖ Zoológico del Altiplano. Tlaxcala, Tlaxcala, M.V.Z. Rolando Rojas Elizalde.

**A todos mil gracias.**

## CONTENIDO

❖ Dedicatoria.....	I
❖ Agradecimientos .....	II
❖ Contenido .....	III
❖ Objetivos.....	IV
❖ Resumen .....	V
❖ Introducción.....	1
❖ Capitulo 1: Antecedentes	
❖ 1.1 Historia de los zoológicos.....	11
❖ 1.2 Antecedentes de la nutrición y alimentación en fauna silvestre.....	13
❖ Capitulo 2: Análisis del cuestionario aplicado a diferentes zoológicos de la República Mexicana.....	15
❖ Capitulo 3: Generalidades sobre nutrición animal .....	28
❖ Capitulo 4: Reptiles	
❖ 4.1.Introducción.....	40
❖ 4.2 Anatomía, histología y fisiología del aparato digestivo de los reptiles.....	45
❖ 4.3 Requerimientos nutricionales. ....	52
❖ 4.4.Hábitos en vida libre.....	53
❖ 4.5. Dietas sugeridas.....	56
❖ 4.6. Principales problemas nutricionales .....	58
❖ Capitulo 5 : Aves	
❖ 5.1. Introducción.....	64
❖ 5.2 Anatomía, histología y fisiología de aparato digestivo de las aves .....	66
❖ 5.3 Requerimientos nutricionales.....	71
❖ 5.4 Hábitos en vida libre .....	79
❖ 5.5 Dietas sugeridas.....	80
❖ 5.6. Principales problemas nutricionales .....	83
❖ Capitulo 6 : Mamíferos	
❖ 6.1. Introducción.....	89
❖ 6.2.Anatomía, histología y fisiología de aparato digestivo de los mamíferos .....	91
❖ 6.3.Requerimientos nutricionales.....	104
❖ 6.4. Hábitos en vida libre.....	109
❖ 6.5. Dietas sugeridas .....	111
❖ 6.6. Principales problemas nutricionales .....	113
❖ Apéndice I: Instalaciones .....	119
❖ Conclusiones .....	126
❖ Bibliografía .....	128

## OBJETIVOS

- ◆ **Identificar y recopilar información sobre la nutrición y alimentación de fauna silvestre en cautiverio.**
- ◆ **Clasificar la información por ordenes y familias de animales.**
- ◆ **Analizar la información obtenida para realizar conclusiones o recomendaciones sobre requerimientos nutricionales, hábitos alimenticios, deficiencias o excesos nutricionales.**

## RESUMEN

**Moreno Hernández Laura Victoria que presenta la tesis "Alimentación y nutrición de fauna silvestre en cautiverio. Estudio recapitulativo".**

En la presente revisión, se analizó la información publicada, referente a la nutrición y alimentación de la fauna silvestre, con el objetivo de mostrar al lector, información relevante y la importancia que tiene el suministrar dietas adecuadas a los animales en cautiverio, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales y contribuir a mejorar el estado de salud de los animales mantenidos en cautiverio.

El estudio se divide en seis capítulos, en los cuales se recopila datos estadísticos y reglamentación de la fauna silvestre en México, antecedentes de estudios realizados en nutrición de fauna silvestre, historia de los zoológicos, generalidades de los diferentes nutrimentos que forman parte importante de las dietas, se analiza por medio de un cuestionario la situación que actualmente guarda la nutrición y alimentación de la fauna en cautiverio de once zoológicos representativos del país, y también se analizaron los puntos mas relevantes que intervienen en la nutrición de los reptiles, las aves y los mamíferos, considerando aspectos de su morfofisiología digestiva, requerimientos nutricionales, hábitos en vida libre, para que en conjunto se puedan elaborar dietas que cubran las necesidades nutricionales y así mismo prevenir la presentación de problemas derivados de la alimentación. Se anexa un apéndice sobre instalaciones del área de preparación de alimentos en un zoológico, con base en las normas oficiales vigentes.

Estamos seguros, que esta revisión, será de gran utilidad a todos los interesados en la fauna silvestre y en particular a los responsables de los zoológicos en México.



## INTRODUCCION

### IMPORTANCIA DE LA FAUNA SILVESTRE.

Desde sus inicios la humanidad ha dependido de las especies animales para satisfacer algunas necesidades vitales como: alimentación y vestido. Actualmente, están involucrados en actividades agrícolas, ganaderas, y pesqueras, utilizando recursos nativos y en actividades industriales (agroindustria, farmandustria, textilera, artesanía y ecoturismo entre otras). (1)

En México la fauna silvestre y en particular los vertebrados terrestres, tienen y representan distintos tipos de importancia que se agrupan en 7 rubros principales:

- 1) **Importancia ecológica.**- Flujo de energía, equilibrio ecológico y banco de germoplasma.
- 2) **Importancia educativa-didáctica.**- Museos, zoológicos y similares, conservación natural, libros y revistas.
- 3) **Importancia científica.**- Colecta científica, observación directa y mejoramiento genético.
- 4) **Importancia estética.**- Manifestaciones artísticas, cine, documentales, artesanías, exhibición en oficinas u otros.
- 5) **Importancia cultural.**- Tradiciones (mitos y leyendas), historia de México, símbolos y emblemas, medicina tradicional y fiestas populares.
- 6) **Importancia económica.**- Colecta para alimentos y subproductos, cacería de subsistencia, organización cinegética, aves de ornato y mascotas, peletería y fauna nociva.
- 7) **Importancia recreativa.**- Zoológicos y similares, turismo ecológico, exhibiciones, ferias, cuentos y lecturas.

De las 173 familias de vertebrados silvestres mexicanos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), se reconoce algún uso a 7 familias (56%); sobresaliendo el grupo de aves que representa el 23.6% del total de las familias de vertebrados y el 42% del total de las familias en uso y dentro del mismo en segundo termino se encuentran los reptiles con el 60.5% de sus familias se utilizan. (2). (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Familias de vertebrados silvestres con algún uso conocido en México.**

CLASE	NUMERO TOTAL DE FAMILIAS	EN USO	EN USO DEL TOTAL (%)	EN USO DENTRO DE LA CLASE (%)
Anfibios	14	10	5.70	71.00
Reptiles	38	23	13.20	60.50
Aves	77	41	23.60	53.20
Mamíferos	44	23	13.20	52.20
Total	173	97	55.70	

Fuente: Perez-Gil S.P.; Jaramillo N.F. Importancia económica de los vertebrados silvestres Ed. CONABIO, México 1996.

A nivel mundial existen más de 13,000 especies conocidas de mamíferos y aves, así como de reptiles. La extinción de las especies es una característica natural de la evolución de la vida en la tierra, pero en los últimos años se responsabiliza al hombre por la desaparición de una gran parte de animales y plantas. (3) La extinción directa es derivada como consecuencia de actividades humanas como la caza, la pesca, búsqueda de alimentos o artículos de lujo por el hombre. La extinción indirecta es causada por actividades que destruyen o modifican el hábitat de las especies, en este aspecto son de gran impacto la destrucción de la cobertura vegetal (tala, quema, sobrepastoreo, entre otros); la contaminación de las aguas marinas y del suelo; las alteraciones causadas por la urbanización; introducción de especies exóticas y domésticas. Las actividades humanas durante los últimos 10,000 años han provocado la extinción de miles de especies; alteración genética; y extinción de grupos humanos minoritarios. (1,4).

Muchas especies ven disminuida su población tanto por la pérdida de su hábitat como por el aumento de su explotación debido al mayor número de asentamientos humanos. Actualmente el comercio se considera como factor principal en la disminución de las especies, ya que los medios de transporte modernos permiten el traslado de animales y plantas vivos y sus productos a cualquier parte del mundo. Este proceso está acrecentando actualmente por el desmesurado crecimiento de la población y su impacto sobre el medio. En México se ha observado un excesivo aumento en la población entre los últimos cincuenta años (1950 al 2000). ( Cuadro 2).

**Cuadro 2: Población de México y sus entidades federativas de 1950 a 2000.**

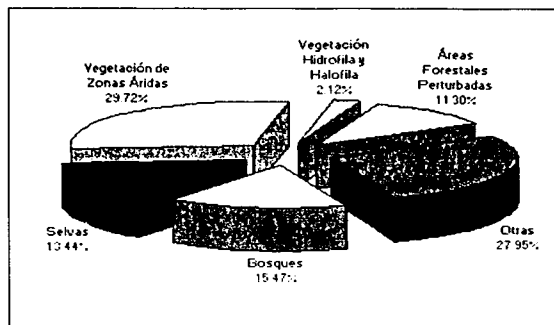
ESTADO	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000
TOTAL	25,791,017	34,923,129	48,225,238	66,846,833	81,249,645	91,158,290	97,361,711
AGUASCALIENTES	188,075	243,363	338,142	519,439	719,659	862,720	943,506
BAJA CALIFORNIA NORTE	226,965	520,165	870,421	1,177,886	1,660,855	2,112,140	2,487,700
BAJA CALIFORNIA SUR	60,864	81,594	128,019	215,139	317,764	375,494	423,516
CAHUILTEPEC	122,098	168,219	251,556	420,553	535,185	642,516	689,656
COAHUILA	720,619	907,734	1,114,956	1,557,265	1,972,340	2,173,775	2,295,808
COLIMA	112,321	164,450	241,153	346,293	428,510	488,028	540,679
CHIHUAPAS	907,026	1,210,870	1,569,053	2,084,717	3,210,496	3,584,786	3,920,515
CHIHUAHUA	846,414	1,226,793	1,612,525	2,005,477	2,441,873	2,793,537	3,047,867
DISTRITO FEDERAL	3,050,442	4,870,876	6,874,165	8,831,079	8,235,744	8,489,007	8,591,309
DURANGO	629,874	760,836	939,208	1,182,320	1,349,378	1,431,748	1,445,922
GUANAJUATO	1,328,712	1,735,490	2,270,370	3,006,110	3,982,593	4,406,568	4,656,761
GUERRERO	919,386	1,186,716	1,597,360	2,109,513	2,620,637	2,916,567	3,075,083
HIDALGO	850,394	994,598	1,193,845	1,547,493	1,888,366	2,112,473	2,231,392
JALISCO	1,746,777	2,443,261	3,296,586	4,371,998	5,302,689	5,991,176	6,321,278
ESTADO DE MEXICO	1,392,623	1,897,851	3,833,185	7,564,335	9,815,795	11,707,964	13,083,359
MICHOACAN	1,422,717	1,851,876	2,324,226	2,868,824	3,548,199	3,870,604	3,979,177
MORELOS	272,842	386,264	616,119	947,089	1,195,059	1,442,662	1,552,878
NAYARIT	290,124	389,929	544,031	726,120	824,643	896,702	919,739
NUEVO LEON	740,191	1,078,848	1,694,689	2,513,044	3,098,736	3,550,114	3,826,240
OAXACA	1,421,313	1,727,266	2,015,424	2,369,076	3,019,560	3,228,895	3,432,180
PUEBLA	1,625,830	1,973,837	2,508,226	3,347,685	4,126,101	4,624,365	5,070,346
QUERETARO	286,238	355,045	485,523	739,605	1,051,235	1,250,476	1,402,010
QUINTANA ROO	26,967	50,169	88,150	225,985	493,277	703,536	873,804
SAN LUIS POTOSI	856,066	1,048,297	1,281,996	1,673,893	2,003,187	2,200,763	2,296,363
SINALOA	635,681	838,404	1,266,528	1,849,879	2,204,054	2,425,675	2,534,835
SONORA	510,607	783,378	1,098,720	1,513,731	1,823,606	2,085,536	2,213,370
TABASCO	362,716	496,340	768,327	1,062,961	1,501,744	1,748,769	1,889,367
TAMAULIPAS	718,167	1,024,182	1,456,858	1,924,484	2,249,581	2,527,328	2,747,114
TLAXCALA	284,551	346,699	420,638	556,597	761,277	883,924	961,912
VERACRUZ	2,040,231	2,727,899	3,815,422	5,387,680	6,228,249	6,737,324	6,901,111
YUCATAN	516,899	614,049	758,355	1,063,733	1,362,940	1,556,622	1,655,707
ZACATECAS	665,524	817,831	951,462	1,136,830	1,276,323	1,336,496	1,351,207

Fuente : INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México Septiembre 2000.

La densidad de población en el ámbito nacional en 1997, era de 48 personas por kilómetro cuadrado; sin embargo, considerando las 32 entidades federativas las densidades varían considerablemente, con menos de 15 habitantes por kilómetro cuadrado en Baja California Sur, Chihuahua, Sonora, Campeche, Durango y Coahuila, y densidades tan altas como las del Distrito Federal y el Estado de México, de 587 y 571 habitantes por km<sup>2</sup>, respectivamente. Se tiene que en las áreas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, que ocupan el 2% del territorio nacional, reside 25% de la población total del país. Por lo contrario se tiene que poco más de la cuarta parte de la población reside en localidades rurales, con menos de 2 500 habitantes, mismas que en 1990 representaban más del 95% del total de localidades. El incremento de la población crea la necesidad de aumentar los centros educativos y de esparcimiento que satisfaga la demanda. (5).

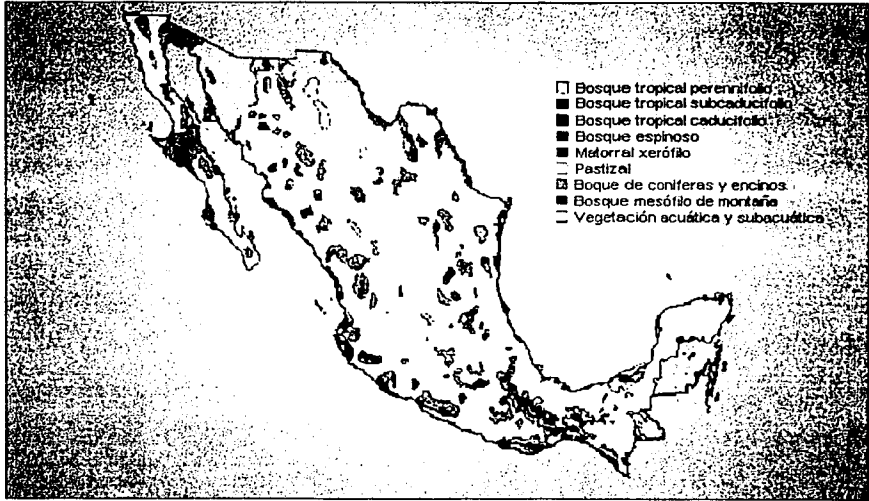
Se conoce que la diversidad de especies es mayor en zonas cálidas y disminuye a mayor altitud y latitud. Las zonas más ricas son las regiones tropicales, cerca de la línea ecuatorial y los bosques tropicales. Estos bosques solo cubren el 7% de la superficie total terrestre, pero albergan cerca del 90% de todas las especies vivientes a nivel mundial. En México las zonas áridas ocupan el 29.72% de la superficie mientras que las selvas el 13.44 % (Gráfica 1) del total de los ecosistemas existentes en el país (Mapa 1). (5)

**Gráfica 1: superficie forestal por ecosistema.**



Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Septiembre del 2000.

Mapa 1. Ecosistemas nacionales.



Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Septiembre 2000.

Debido a la disminución del medio ambiente natural surge la necesidad de crear centros en los que estas especies bajo condiciones artificiales puedan desarrollarse, crecer y sobre todo reproducirse para así preservarlas (6). La fauna silvestre en estado natural tiene una de supervivencia baja, varía entre el 8 y el 15% en comparación con los animales domésticos que llegan al 85%. No obstante el bajo porcentaje de supervivencia de la fauna silvestre, cuando es criada en cautiverio puede incrementarse hasta un 65 u 85%. En México las especies silvestres que tienen mayor potencial para su aprovechamiento cinegético son entre otras el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), berrendo (*Antilocapra americana*), iguana (*Iguana iguana*), tortuga (*Dermatemys sp*), cocodrilo (*Crocodylus sp*), paloma (*Columba sp*) y patos (*Anas sp*) (7).

Para una adecuada conservación de la fauna silvestre existe organismos especializados en regular el comercio y otras actividades similares de ellos el más importante es CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) organismo internacional que entró en vigor el 1º de julio de 1975, con la participación de 21 países signatarios y actualmente el número de países miembros es de 145. Nuestro país depositó el documento de adhesión el 2 de julio y entró en vigor el 30 de septiembre de 1991.

México se regula por medio de leyes, reglamentos y normas que son publicados en el Diario Oficial del Federación. (3) Asimismo, en México existen 31 instrumentos jurídicos que sin embargo se dificulta su aplicación ya que la legislación específica es muy reducida y dispersa. (Cuadro 3).

Los criterios de conservación y protección que se mencionan en el CITES en los Apéndices I, II y III en los cuales se en listan las especies de fauna y su estatus definido de riesgo. Esta clasificación se basa en conceptos biológicos y comerciales relativos a cada especie, tanto en lo general (Apéndices I y II) como en los países parte (específicamente el Apéndice III):

- Apéndice I.- Se prohíbe el comercio internacional, salvo si la importación se efectúa con fines no comerciales (alrededor de 510 especies de animales y 320 especies de plantas).
- Apéndice II.- El comercio internacional de estas especies está reglamentado de manera a no poner en peligro su supervivencia (alrededor de 4,066 de especies de animales y 25,161 especies de plantas).
- Apéndice III.- Se permite el comercio internacional bajo determinadas condiciones. (Cuadro 4).

**Cuadro 3: Manejo jurídico actual de la *Secretaría del medioambiente y recursos naturales* (SEMARNAT) en materia de vida silvestre.**

INSTRUMENTO	Publicacion Diario Oficial de la Federación
1. Ley general de Vida silvestre	13/03/00
2. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal	28/12/94
3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	13/12/96
4. Ley Federal de Caza	03/12/51
5. Convención para la Protección de Aves Migratorias y Mamíferos Migrantes	07/02/36
6. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (adhesión de México)	24/06/91
7. Convención de Diversidad Biológica (adhesión de México)	07/05/93
8. Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca	08/07/96
9. Manual de Procedimientos para la Importación y Exportación de Especies de Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas, sus Productos y Subproductos, así como para la importación de productos forestales, sujetos a regulación por parte de la SEMARNAP	31/07/96
10. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL.-059/94 de Aprovechamiento Cinegético y de Aves Canoras y de Ornato para la temporada 1998-1999.	16/05/94
11. Acuerdo por el que se establece el Calendario de Aprovechamiento Cinegético y de Aves Canoras y de Ornato para la temporada 1998-1999	10/08/98
12. Acuerdo por el que se crea la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	16/03/92
13. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-ECOL.-059-1994 Que determina las especies y Subespecies de Flora y Fauna Silvestres Terrestres y Acuáticas en Peligro de Extinción, Amenazadas, Raras y las Sujetas a Protección Especial y que Establece Especificaciones para su Protección.	16/05/94
14. Norma Oficial Mexicana NOM-131-ECOL.-1998 Que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábitat.	10/01/00
15. Norma Oficial Mexicana NOM-061-ECOL -1994 Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.	13/05/94

Fuente INE. Instituto Nacional de Ecología. México Septiembre 2000

CUADRO 4. Especies de Fauna Silvestre Protegidas.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS	Ap. CITES
AVES			
Aguila arpía	<i>Harpia harpia</i>	En peligro de extinción	I
Aguila real	<i>Aquila chrysaetos</i>	En peligro de extinción	I
Cotarra cucha	<i>Amazona autumnalis</i>	-	-
Guacamaya enana	<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	En peligro de extinción	I
Guacamaya roja	<i>Ara macao</i>	En peligro de extinción	I
Guacamaya verde	<i>Ara militaris</i>	En peligro de extinción	I
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	Amenazada	I
Loro cabeza amarilla	<i>Amazona oratrix</i>	En peligro de extinción	II
Perico quila*	<i>Aratinga holochlora</i>	Amenazada	II
Quetzal	<i>Pharomachus mocino</i>	En peligro de extinción	I
Tucán	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Amenazada	I
Tucancillo verde	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Sujeta a protección especial	II
REPTILES			
Escorpión de árbol	<i>Abronia taeniata</i>	Rara	-
Iguana negra	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Amenazada	I
Iguana verde	<i>Iguana iguana</i>	Sujeta a protección especial	II
Caimanes y Cocodrilos			
Caimán	<i>Caimán crocodilus fuscus</i>	Sujeta a protección especial	II
Cocodrilo de pantano	<i>Crocodylus moreletti</i>	Rara	I
Cocodrilo de río	<i>Crocodylus acutus</i>	Rara	I
Serpientes			
Cascabel cola negra	<i>Crotalus molossus nigrescens</i>	Sujeta a protección especial	-
Cascabel tropical	<i>Crotalus durissus spp.</i>	Sujeta a protección	-
Cincuate*	<i>Phituophis deppii</i>	Amenazada	I
Falso coralillo	<i>Lampropeltis triangulum spp.</i>	Amenazada	I
Mazacuata	<i>Boa constrictor spp.</i>	Amenazada	I
Tortugas			
Pochitoque	<i>Kinosternon acutus, K. Herrera</i>	Sujeta a protección especial	I
Tortuga galápago	<i>Staurotyphlops triporcatus</i>	Sujeta a protección especial	I
Tortuga lagarto	<i>Chelydra serpentina</i>	Sujeta a protección especial	I
Tortuga pinta	<i>Trachemys scripta spp.</i>	Sujeta a protección especial	I
Tortugas marinas	<i>Varias especies</i>	En peligro de extinción	I
MAMÍFEROS			
Berrondo	<i>Antilocapra americana</i>	En peligro de extinción	I
Borrego cimarrón	<i>Ovis canadensis</i>	Sujeta a protección especial	I
Jaguar	<i>Panthera onca</i>	En peligro de extinción	I
Liebre tropical*	<i>Lepus flavigularis</i>	En peligro de extinción	-
Lobo gris mexicano	<i>Canis lupus baileyi</i>	En peligro de extinción	II
Manatí	<i>Trichechus manatus manatus</i>	En peligro de extinción	I
Mono araña	<i>Ateles geoffroyi</i>	En peligro de extinción	I
Oso negro	<i>Ursus americanus</i>	En peligro de extinción	II
Puma	<i>Puma concolor</i>	-	I
Saraguato pardo*	<i>Alouatta palliata</i>	En peligro de extinción	I
Teporingo*	<i>Romerolagus diazi</i>	En peligro de extinción	I
Venado temazate rojo	<i>Mazama americana</i>	-	-

(\*) especie endémica

- Apéndice I.- Se prohíbe el comercio internacional, salvo si la importación se efectúa con fines no comerciales (alrededor de 510 especies de animales y 320 especies de plantas).
- Apéndice II.- El comercio internacional de estas especies está reglamentado de manera a no poner en peligro su supervivencia (alrededor de 4.066 de especies de animales y 25.161 especies de plantas).

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Septiembre 2000

### IMPORTANCIA DE LA NUTRICION EN LA FAUNA SILVESTRE

La nutrición se define como la serie de procesos por medio de los cuales un organismo adquiere y asimila alimentos para promover su crecimiento, reproducción y reemplazar tejidos lesionados, así como mejorar el estado de salud del animal y a su vez contribuir para el funcionamiento óptimo de muchas reacciones químicas metabólicas implicadas en el desarrollo del animal. El conjunto de procesos comienza con la ingestión de alimentos, continúan con su digestión y absorción en tracto gastrointestinal metabolismo y excreción de los residuos no absorbidos. Es importante conocer las características anatómicas y diferencias del aparato digestivo de las diferentes especies animales, debido a la estrecha relación que existe con la utilización del alimento.

En comparación con la longitud corporal el tubo digestivo de los carnívoros el cual es relativamente corto, debido a que la dieta de estos animales consiste en alimentos ricos de elevada digestibilidad que son fácilmente degradados por las enzimas digestivas; el tubo digestivo de los omnívoros es claramente más largo y finalmente en el caso de los herbívoros el cual presenta regiones más dilatadas destinadas a la fermentación de carbohidratos estructurales y sustancias similares. (8,9) (Cuadro 5).

**Cuadro 5: Comparación de la longitud del tracto digestivo de diferentes especies.**

ESPECIE	LONGITUD DEL TUBO DIGESTIVO DE MAMIFEROS (cms)
Borrego ( <i>Ovis aries</i> )	110
Ponie ( <i>Equus caballus</i> )	164
Conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> )	48
Perro ( <i>Canis familiaris</i> )	90
Canguro ( <i>Macropus giganteus</i> )	115
Cerdo ( <i>Sus scrofa</i> )	125
Rata ( <i>Rattus norvegicus</i> )	17
Vison ( <i>Mustela vison</i> )	42

FUENTE: Church, D.C.; Pond. : Fundamento de nutrición y alimentación de animales, Ed. LIMUSA, México, 1994. C. I, II y IV.

La nutrición en la actualidad no solo requiere información sobre las características de los alimentos sus características sino, también es necesario se conozca el comportamiento de los animales, su cuidado y fisiología digestiva y algunos aspectos bioquímicos y química analítica. Además se necesitan conocimientos en áreas de cultivos y suelos, endocrinología, genética, inmunología, fisiología, anatomía, patología, reproducción y áreas afines.

La nutrición y alimentación de fauna silvestre en cautiverio es un área reciente de estudio y tiene el objetivo de proporcionar dietas adecuadas ya que existen reportes en la literatura de excesos o deficiencias nutricionales (1), que tienen su origen en malas técnicas de alimentación en parte por la falta de información sobre los hábitos alimenticios en vida libre de los animales, requerimientos nutricionales y trastornos en el comportamiento en cautiverio además de malas condiciones de manejo o por carecer de condiciones adecuadas en cautiverio de acuerdo al diseño del albergue. (Cuadro 6) (10).

**Cuadro 6. Espacios sugeridos para los albergues**

ESPECIE	Un animal (mts)	Dos animales (mts)	Espacio adicional (mts)
Hipopótamo pigmeo	300	450	150
Hipopótamo del Nilo	600	750	150
Llama	500	625	125
Camello	600	800	250
Jirafa	750	1000	250
Venado cola blanca	500	625	125
Venado	500	625	125
Elk americano	750	1000	250
Bisonte americano	750	1000	250
Búfalo africano	750	1000	250
Impala y antilope largo	1000	1200	200
Antilope pequeño e impala	500	625	125
Cabra salvaje	500	600	100
Borrego cimarrón	500	600	100

Fuente: Fowler, M; Zoo and wild life medicine, Current therapy Edit. W. Sanders Company, Denver Colorado U.S.A., 1993 C. 10,11,12

Las investigaciones sobre los hábitos alimenticios tienen el objetivo de mejorar la alimentación de los animales en cautiverio. Debido a la importancia de la nutrición en el estado de salud y reproducción de los ejemplares se debe contemplar dentro del soporte técnico del manejo estratégico de la fauna en cautiverio el área de nutrición (11)

El mantener poblaciones a largo plazo lleva consigo un sinnúmero de elementos a considerar. Uno de los más importantes es contar con una dieta especial para cada especie en relación al aporte nutricional de los diferentes alimentos y a los requerimientos nutricionales y fisiológicos de cada una para obtener un mejor estado de salud y poder reproducirla. Para las especies que comúnmente son mantenidas en cautiverio este reto se ha suplido en cierta forma, teniendo como ventaja que para muchas de ellas se han usado modelos de animales domésticos, previamente estudiados y obteniendo buenos resultados. Sin embargo, existen ejemplares en los cuales no se tiene mucha experiencia en su mantenimiento en cautiverio, por ser poco comunes o por no poder resolver el problema de mantenerlas a largo plazo debido al falta de información sobre los hábitos alimenticios en vida natural de algunas de estas especies. Existen publicaciones sobre los requerimientos nutricionales de algunas especies domesticas y silvestres del National Research Council, que sirven como guía para las especies sobre las cuales no existe esta información. (Cuadro 7)(12,13)



**Cuadro 7: Publicaciones del National Research Council (N.R.C.) de requerimientos nutricionales de animales domésticos y de laboratorio**

TITULO	Último año de publicación
Requerimientos nutricionales de Bovinos de Carne	1996
Requerimientos nutricionales de Gatos	1986
Requerimientos nutricionales de Peces	1993
Requerimientos nutricionales de Bovinos de leche	2001
Requerimientos nutricionales de Perros	1985
Requerimientos nutricionales de Cabras	1981
Requerimientos nutricionales de Caballo	1989
Requerimientos nutricionales de Animales de laboratorio	1995
Requerimientos nutricionales de Zorro y Mink	1982
Requerimientos nutricionales de Primates no humanos	1978
Requerimientos nutricionales de aves	1994
Requerimientos nutricionales de conejos	1977
Requerimientos nutricionales de Borregos	1985
Requerimientos nutricionales de Cerdos	1998

Fuente: Ofedal, O.T, Allen, M.E., Nutrition an dietary evaluation in zoos. Wild animals in captivity edit Kleiman D.G., Ed. The University of Chicago Press, Chicago U.S.A. 1996. NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington DC, 2001. (14)

El diseño de una dieta no solo implica establecer una fórmula sobre la cantidad de nutrimentos que presumimos deberían suplirse a una especie, también como suplirlos con los alimentos disponibles tomado en cuenta los hábitos en vida libre propios de cada especie. (15).

Además, para evaluar si la dieta ofrecida cumple con los requerimientos se debe tomar en cuenta la diferencia entre la dieta ofrecida y la consumida, se debe analizar la presentación de la dieta, y en el desperdicio de la dieta, residuos de alimentos en heces y orina para poder determinar cual es el aprovechamiento que el animal tiene sobre la dieta proporcionada (6).

Se puede demostrar de forma amplia la influencia que la nutrición tiene en la salud, susceptibilidad para contraer enfermedades y recuperarse de ellas; a su vez las enfermedades se presentan con la edad avanzada, demoraran su aparición con una nutrición adecuada. (16)

Las enfermedades con origen nutricional en el caso de animales en cautiverio se encuentra relacionada con una deficiencia o exceso de nutrientes y la complicación con microorganismos oportunistas invasores que toman ventaja del decremento de resistencia del huésped y esto a su vez influye en el curso de una infección (14). Los efectos clínicos son mayores en animales con requerimientos específicos de nutrición, como en animales jóvenes, de edad avanzada o en animales con infecciones graves. Esto es debido a que las deficiencias nutricionales disminuyen la función de los linfocitos T, y por eso limitan sus respuestas mediadas por células; al mismo tiempo, dejan indemnes las funciones de los linfocitos B y la inmunidad humoral. Los efectos de la desnutrición pueden reflejarse en alteración de la resistencia a las enfermedades infecciosas. Las bacterias pueden sobrevivir y multiplicarse en los tejidos de los huéspedes a pesar de que se encuentren mal estado de salud, en contraste los virus requieren células sanas para replicarse, los parásitos generalmente compiten con el huésped por los nutrientes por lo cual una deficiencia nutricional también afecta de forma adversa al parásito produciendo reacciones muy variadas. (17,18)

Un programa completo de alimentación para animales de zoológico, comprende varios aspectos de manejo de dietas incluyendo todo lo relacionado con la adquisición, el almacenamiento, preparación y distribución de los alimentos (19).

Parte de nuestros conocimientos ha derivado de ataques directos sobre los problemas sanitarios y de alimentación evidentes en el hombre y animales, descubrimientos igual de importantes han sido fruto de la investigación aplicada al funcionamiento del organismo animal, a los cambios bioquímicos y fisiológicos que el mismo lleva consigo y a los efectos de las variables dietarias posibles. (20).

El objetivo de esta tesis es interesar y orientar al lector sobre la importancia que tiene el suministrar dietas adecuadas, que proporcionen a los animales en cautiverio los nutrimentos necesarios, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales y contribuir al mejoramiento del estado de salud de la fauna .

## Capítulo I ANTECEDENTES

### I.1. HISTORIA DE ZOOLOGICOS

Un jardín o parque zoológico es un eslabón que une al hombre con la vida silvestre, es el único lugar donde los habitantes de las ciudades están en contacto con la naturaleza. Parque zoológico es el que tiene encerrados animales, tanto nacionales como exóticos, para su observación científica y exposición. La utilización en México de la fauna silvestre tiene como principales objetivos: La reproducción, investigación, educación y exhibición. (21)

El primer zoológico de América y uno de los primeros en el mundo se encontró en México, en el palacio de Moctezuma Xocoyotzin en la gran Tenochtitlan (cuadro 2).  
 Destruídos los jardines indígenas por los españoles, el país careció de un zoológico verdadero durante más de 400 años hasta que por iniciativa de don Alfonso L. Herrera en el bosque de Chapultepec en la Ciudad de México se comenzó la construcción del zoológico el 6 de julio de 1923 se cuando comenzó la construcción y abrió sus puertas al público en 1927. (Cuadro 1) (7)  
 En marzo de 1988 funcionaban en la República Mexicana alrededor de 73 zoológicos de diferentes tamaños y concepciones. Para el año 2000 se encuentran registrados 79 zoológicos. El estado de la república con mayor número de zoológicos es Tabasco con 16 parques de diferentes dimensiones, le siguen los estados de Jalisco y Yucatán con 5 y existen 3 estados sin registro de parques zoológicos que son Chihuahua, Nayarit y Oaxaca casi todos ellos dedicados a la recreación y en su mayoría apenas logran reproducir algunas especies en vía de extinción. (22) ( Cuadro 2).  
 Los usos de un zoológico al comenzar el siglo XXI, no pueden ser los mismos que los heredados el siglo pasado. La concepción antigua de un zoológico no distaba mucho de la de un circo en campaña, había que mostrar a las "bestias" como una suerte de trofeo de caza. De ahí la necesidad de exhibirlas como "arrancadas de su medio", en estrecho cautiverio.(7). Se menciona la cronología de registro desde el primer zoológico en el mundo hasta la inauguración del primer zoológico en México. (22)

**Cuadro 1: Cronología de los Zoológicos del mundo hasta la inauguración del Zoológico de Chapultepec.**

NOMBRE DEL ZOOLOGICO	PAIS	FECHA
Hatshepsut	Egipto	1500 A.C.
Moctezuma II	México	1519 A.C.
Versalles	Francia	1664
Viena	Austria	1774
Paris	Francia	1793
Londres	Inglaterra	1826
Amsterdam	Holanda	1838
Antwerp	Bélgica	1843
Berlin Oriental	Alemania Oriental	1844
Frankfurt	Alemania Oriental	1858
Colonia	Alemania Oriental	1860
Moscú	Rusia	1864
Parque central	Estados Unidos	1864
Saigon	Vietnam	1865
Bombay	India	1866
Budapest	Hungría	1866
Parque Lincoln	Estados Unidos	1870
Basilea	Suiza	1874
Filadelfia	Estados Unidos	1874
Cincinnati	Estados Unidos	1875
Zoo Nacional	Estados Unidos	1890
Cairo	Egipto	1891
Pretoria	Sudáfrica	1898
Bronx	Estados Unidos	1899
Seattle	Estados Unidos	1900
Tokio	Japón	1903
San Luis	Estados Unidos	1903
Pekín	China	1906
Hagenbeck	Alemania Oriental	1910
Johanesburgo	Sudáfrica	1909
Munich	Alemania Oriental	1910
Roma	Italia	1911
San Antonio	Estados Unidos	1914
Sydney	Australia	1916
San Diego	Estados Unidos	1922
Fort Worth	Estados Unidos	1923
Chapultepec	México	1927

FUENTE : Memorias del primer ciclo internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre en cautiverio.

**Cuadro 2: Zoológicos de México.**

ESTADO	NUMERO DE ZOOLOGICOS
Aguascalientes	3
Baja California norte	4
Baja California sur	1
Campeche	2
Chiapas	2
Chihuahua	0
Coahuila	1
Colima	1
Distrito Federal	3
Durango	1
Estado de México	4
Guanajuato	3
Guerrero	4
Hidalgo	1
Jalisco	5
Michoacán	2
Morelos	2
Nayarit	0
Nuevo León	2
Oaxaca	0
Puebla	3
Querétaro	1
Quintana Roo	3
San Luis Potosí	1
Sinaloa	2
Sonora	1
Tabasco	16
Tamaulipas	1
Tlaxcala	2
Veracruz	2
Yucatán	5
Zacatecas	1
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>

Fuente: Instituto Nacional de Ecología (I.N.E.) Septiembre, 2000.

## 1.2. ANTECEDENTES DE LA NUTRICION EN FAUNA SILVESTRE.

Desde la antigüedad la importancia de la salud del organismo ya era conocida, en aquel tiempo eran considerados de alto valor alimenticio los productos de origen animal, por tener una semejante composición con el ser humano (23,10). Mediante la aplicación química a los estudios fisiológicos, la vieja idea de que el valor nutritivo residía en una sola sustancia demostró ser erróneo, al reconocerse en el cuarto de siglo pasado las necesidades de proteínas, grasas y carbohidratos. Durante el resto del siglo XIX la ciencia y práctica de la nutrición consideró los nutrimentos básicos y elementos minerales (20). La utilización de alimentos purificados para los animales de experimentación puso pronto de manifiesto que el organismo animal requiere de alimentos que incluyan otros factores nutritivos para su mejor desarrollo (10). El avance que ha tenido la nutrición en los últimos 55 años ha llevado al descubrimiento de vitaminas, aminoácidos, ácidos grasos, minerales y de otros elementos esenciales. Hoy sabemos que el organismo requiere de más de 50 factores nutritivos en comparación con los 3 reconocidos el siglo pasado y algunos de los cuales han de estar presentes en la dieta en proporciones bien definidas según las necesidades de cada animal (10,20). En el caso de los Estados Unidos los primeros estudios oficialmente comenzaron en el año de 1885 por decreto del Departamento de agricultura de este país con la investigación de hábitos alimenticios y de migración de aves con relación a los insectos y plantas. El número de estudios mostró un marcado incremento en el año de 1937 particularmente desde 1960 con estudios sobre hábitos alimenticios y estrategias forrajeras, nutrición con base al manejo, requerimientos de energía, proteínas, minerales vitaminas y agua. En este tiempo aumentaron con un rango del 72% los estudios basados tanto en los hábitos alimenticios y manejo de vida silvestre (12).

En los inicios de los primeros animales silvestres en cautiverio en México, se carecía de un conocimiento adecuado tanto en alimentación como en manejo por lo que se recurrió solo a la observación que se tenía en vida silvestre.

En 1954 se implementó el primer cuadro básico de alimentación tomando como base las costumbres en vida natural, morfología oral y digestiva. En el mismo año se toma como modelo a las especies domésticas que compartían similitudes anatómicas y fisiológicas con especies silvestres. La forma en que se han ido adaptando las diferentes dietas suministradas se basa en la experiencia y aportaciones adquiridas en los diferentes zoológicos y las respectivas adaptaciones que se han tenido que realizar de acuerdo a la situación geográfica, clima y alimentos producidos característicos de cada región.

A inicios de los años setentas se incrementan el número de investigadores en esta área, quienes en forma científica sentaron las bases para el manejo adecuado de la alimentación en áreas específicas, teniendo en cuenta que se desconocían las investigaciones realizadas en los Estados Unidos por empresas dedicadas a la elaboración de alimentos y concentrados para animales tanto domésticos como silvestres. A mediados de la década de los ochentas con la implementación de cursos impartidos por la Asociación Mexicana de Zoológicos y la Universidad Nacional Autónoma de México, comienza a tener una mayor difusión referente al área de alimentación de fauna silvestre y con bases científicas existe la posibilidad de corregir errores cometidos en el pasado.

Para la década de los noventas con el aumento de investigaciones, publicación de trabajos en los diferentes medios impresos y electrónicos y difusión en diferentes cursos y congresos ha contribuido al avance de la nutrición y alimentación de fauna silvestre en cautiverio incrementando las posibilidades de reproducción y aumento en su promedio de vida y mejoría en programas de medicina preventiva. (22)

Actualmente en México existen alrededor de 33 escuelas y facultades que imparten la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia en las cuales se contemplan materias relacionadas con la Medicina de Fauna silvestre para así formar profesionales con un mejor conocimiento en áreas en donde el manejo físico y químico, enfermedades, nutrición, reproducción y otros aspectos relacionados los capacitan para enfrentar los problemas existentes y difundir la conservación de la fauna silvestre (24)

## CAPITULO 2: ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO APLICADO A DIFERENTES ZOOLOGÍCOS DE LA REPUBLICA MEXICANA.

### CUESTIONARIO

Se elaboro un cuestionario consistente en 12 preguntas destinado a conocer la situación actual de la fauna silvestre en cautiverio y su principal problemática. Este fue enviado a todos los zoológicos del país recibiendo respuesta de once de ellos.

Las preguntas realizadas se hicieron conforme a la principal problemática consultada en la literatura. Así como se realizó su análisis posteriormente.

### PREGUNTAS

1.- ¿ Cual es la principal metodología que comúnmente emplean para alimentar a las diferentes especies en cautiverio? ( )

- a) Adaptan dietas utilizadas en otros zoológicos.
- b) Utilizan modelos de animales domesticos de características similares.
- c) Formulan sus dietas a partir de hábitos en vida libre.
- d) Otros. Mencione cuales \_\_\_\_\_

2.- Mantiene intercambio de información con : ( )

- a) Instituciones educativas
- b) Instituciones gubernamentales
- c) Zoológicos nacionales
- d) Zoológicos internacionales
- e) Otros \_\_\_\_\_

3.- Al momento de recibir un ejemplar cual de las siguientes estrategias de alimentación llevan a cabo ( )

- a) Proporcionan la misma dieta de su lugar de origen por tiempo indefinido
- b) Cambian parcialmente la dieta
- c) Se cambia por completo la dieta sustituyéndola por la de ejemplares de la misma especie o similares
- d) Otros \_\_\_\_\_

4.- ¿Cuáles son los grupos de especies con las que han tenido más problemas para implementar una nueva dieta?. Elija las opciones que se adapten a su situación actual ( )

- a) Herbívoros
- b) Carnívoros
- c) Omnívoros
- d) Insectívoros
- e) Hematófagos
- f) Carroñeros
- g) Otros \_\_\_\_\_

5.- ¿ Cuáles han sido los factores que intervienen en ello? ( )

- a) Ambientales
- b) Instalaciones
- c) Manejo
- d) Materias primas
- e) Otros \_\_\_\_\_

6.- Para la elaboración de las dietas utilizan normalmente : ( )

- a) Materias primas de la región
- b) Materias primas de otras regiones del país
- c) Proveedores de otros países
- d) Otros \_\_\_\_\_

7.- ¿Cuál es la frecuencia con la que actualizan sus dietas? ( )

- a) Nunca
- b) 1 mes
- c) 6 meses
- d) 12 meses
- e) Otro \_\_\_\_\_

8. - Manejan algún programa computacional diseñado específicamente para balanceo de raciones ( )

- a) No
- b) Si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

9. - El personal encargado de alimentar a los ejemplares recibe capacitación. ( )

- a) No
- b) Si ¿ Con que frecuencia? \_\_\_\_\_

10.- ¿ Con que frecuencia realizan estudios relacionados con la alimentación y nutrición de las diferentes especies?

- a) 1 mes
- b) 6 meses
- c) 12 meses
- d) Otro \_\_\_\_\_
- e) Nunca (¿Por qué razón) \_\_\_\_\_

11- Mencione las principales enfermedades asociadas con la alimentación que presenten frecuentemente en las especies que tienen en la colección.

ENFERMEDAD	ESPECIE
1.-	
2.-	
3.-	
4.-	
5.-	
6.-	
7.-	
8.-	
9.-	
10.-	



12. - Favor de señalar con una x, las materias primas más comunmente utilizados en su región en las diferentes especies animales.

INGREDIENTE	INGREDIENTE	INGREDIENTE	INGREDIENTE	INGREDIENTE
FRUTAS	Mandarina	Berenjena	Rábano	Nuez
Aguacate	Mango	Betabel	Yuca	Pulga de agua
Alfalfa	Manzana	Brócoli	Zanahoria	Semilla de girasol
achicalada				Trigo
Alfalfa verde	Melón	Calabaza	CARNES	OTROS
Avena (hojuelas)	Naranja	Cebolla	Caballo	
Avena (pacas)	Papaya	Chayote	Pescado	
Caña	Pera	Chile	Puerco	
Chabacano	Piña	Cilantro	Res	
Durazno	Platano macho	Col (repollo)	MISCELANEA	
Cirucla	Platano Tabasco	Coliflor	Alpiste	
Frambuesa	Sandia	Elote	Amaranto	
Fresa	Tomate	Espárragos	Cacahuete	
Granada	Toronja	Espinacas	Cascara de camarón	
Guanabana	Tuna	Flor de calabaza	Croquetas para perro	
Guayaba	Uva	Lechuga romana	Croquetas para gato	
Higo	Zapote	Lechuga orejona	Espirulina	
Jicama	Zarzamora	Nopal	Leche en polvo	
Kiwi	VERDURAS	Pepino	Leche condensada	
Limón	Ajo	Pimiento verde	Maiz (grano)	
Mamey	Apio	Porro	Miel	

(Fuente I.N.E. Instituto Nacional de Ecología.)

## ANALISIS DE LAS RESPUESTAS CONTESTADAS

NUMERO DE PREGUNTA	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
1	9	7	6	2				24
2	7	5	12	8	1			33
3	2	5	5	4				16
4		1	2	2			8	13
5			3	3	9			15
6	10	8	6	3				27
7	1	1	5	3	3			13
8	10	2						12
9	7	5						12
10		1	4	3	4			12
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>	<b>35</b>	<b>43</b>	<b>28</b>	<b>17</b>		<b>8</b>	

Porcentaje de respuestas	A	B	C	D	E	F	G
1	37.50	29.17	25.00	8.33			
2	21.21	15.15	36.36	24.24	3.03		
3	12.50	31.25	31.25	25.00			
4	0	7.69	15.38	15.38	0	0	61.54
5	0	0	20.00	20.00	60.00		
6	37.04	29.63	22.22	11.11			
7	7.69	7.69	38.46	23.08	23.08		
8	83.33	16.67					
9	58.33	41.67					
10	0	8.33	33.33	25.00	33.33		

Lista de enfermedades nutricionales más frecuentes en los zoológicos de México.	Especies con mayor índice de presentación
Automutilación	Primates y psitácidos
Baja asimilación/aceptación	Loris
Desviación de miembro inferior	Ratites
Diarreas mecánicas	León africano
Diarreas mecánicas	Primates y carnívoros
Enfermedad metabólica ósea	Reptiles
Hemacromatosis	Tucanes, murciélagos frugívoros
Hiperparatiroidismo nutricional secundario	Reptiles
Hipovitaminosis A	Tortugas de agua dulce
Inanición	Neonatos yerbívoros
No hay postura de huevo	Crácidos y psitácidos
Obesidad	Pericos género amazona
Obesidad	Felines
Problemas de calcificación de huevo	Aves
Timpanismo	Rumiantes (Bos taurus)

INGREDIENTES MAYORMENTE EMPLEADOS EN LA ALIMENTACION EN LOS ZOOLOGICOS DEL PAIS														
CLASIFICACION DE LAS MATERIAS PRIMAS (1)														
FORRAJE O PIENSO SECO	Frecuencia de utilizaci6n	Porcentaje (%)	FORRAJE O PIENSO HUMEDO	Frecuencia de utilizaci6n	Porcentaje (%)	ALIMENTOS ENERGETICOS	Frecuencia de utilizaci6n	Porcentaje (%)	SUPLEMENTOS PROTEICOS	Frecuencia de utilizaci6n	Porcentaje (%)	SUPLEMENTOS MINERALES	Frecuencia de utilizaci6n	Porcentaje (%)
Alfalfa achicalada	6	50	Acelga	3	25.00	Aguacate	6	50.00	Alimento comercial para aves	1	8.33	Sal (M)	1	8.33
Avena (pacas)	3	25	Alfalfa verde	8	66.67	Ajo	0	0.00	Alimento comercial para bovinos	3	25.00			
			Apio	8	66.67	Alpiste	9	75.00	Alimento comercial para cerdos	1	8.33			
			Brocoli	9	75.00	Arroz	3	25.00	Alimento comercial para conejos	2	16.67			
			Lechuga orejona	6	50.00	Avena (hojuelas)	7	58.33	Alimento para peces	1	8.33			
			Lechuga romana	12	100.00	Azucar	1	8.33	Alimento para tortugas	1	8.33			
						Berenjena	2	16.67	Amaranto	3	25.00			
						Betabel	4	33.33	Aves de ornato	1	8.33			
						Bimbo	3	25.00	Caballo	8	66.67			
						Cacahuete	8	66.67	Cascara de camar6n	3	25.00			
						Calabaza	9	75.00	Conejos	2	16.67			
						Camote	3	25.00	Coraz6n de pollo	1	8.33			
						Caña	6	50.00	Croquetas para gato	9	75.00			
						Cebolla	6	50.00	Croquetas para perro	11	91.67			
						Chabacano	2	16.67	Espirulina	4	33.33			
						Chayote	8	66.67	Garbanzo	1	8.33			
						Chile	3	25.00	Germinado de soya	1	8.33			
						Cilantro	4	33.33	Higado de pollo	1	8.33			
						Ciruela	4	33.33	Huevo	6	50.00			
						Col (repollo)	9	75.00	Jamon	1	8.33			
						Coliflor	2	16.67	Leche condensada	5	41.67			
						Durazno	9	75.00	Leche en polvo	7	58.33			
						Ejote	1	8.33	Mantequilla	1	8.33			
						Elote	9	75.00	Mazuri (alimento para comercial para elefantes)	1	8.33			

---

Esparragos	2	16.67	Molleja de pollo	1	8.33
Espinacas	8	66.67	Pescado	9	75.00
Fior de calabaza	5	41.67	Pollo	9	75.00
Frambuesa		0	Puerco	4	33.33
Fresa	4	33.33	Pulga de agua	5	41.67
Garbanzo	1	8.33	Purinas	2	16.67
Gelatina	2	16.67	Ratas y ratones	4	33.33
Granada	2	16.67	Res	8	66.67
Granola	2	16.67	Visceras de res	1	8.33
Guanabana	3	25.00	Yogurth	2	16.67
Guayaba	9	75.00			
Higo	4	33.33			
Jicama	8	66.67			
Kiwi	5	41.67			
Limón	1	8.33			
Lino	1	8.33			
Maiz (grano)	11	91.67			
Mamey	4	33.33			
Mandamia	1	8.33			
Mandarina	9	75.00			
Mango	11	91.67			
Manzana	11	91.67			
Melon	11	91.67			
Miel	5	41.67			
Mijo	1	8.33			
Naranja	11	91.67			
Nopal	4	33.33			
Nuez	5	41.67			
Papa	4	33.33			
Papaya	11	91.67			
Pepino	8	66.67			
Pera	8	66.67			
Piminetto verde	4	33.33			
Piña	7	58.33			
Platano macho	7	58.33			
Platano tabasco	12	100.00			
Porro	0	0			

---

Rabano	1	8.33
Salvado	3	25.00
Sandía	10	83.33
Semilla de girasol	10	83.33
Sorgo	5	41.67
Tomate	10	83.33
Toronja	3	25.00
Trigo	7	58.33
Tuna	7	58.33
Uva	9	75.00
Yuca	2	16.67
Zanahoria	10	83.33
Zapote	3	25.00
Zarzamora	1	8.33

\* Se considero como el 100% a los 12 zoológicos que respondieron al cuestionario

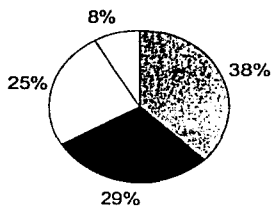
#### ESPECIES ANIMALES

REPTILES	Frecuencia de presentación	Porcentaje (*)	AVES	Frecuencia de presentación	Porcentaje (*)	MAMIFEROS	Frecuencia de presentación	Porcentaje (*)
Boa constrictor	5	41.67	Aguila	4	33.33	Antilopes	4	33.33
Caimán negro	1	8.33	Avestruz	6	50.00	Bongo	1	8.33
Camaleón	1	8.33	Buho	7	58.33	Borrego de Berbekia	1	8.33
Cantil	1	8.33	Cacatua	4	33.33	Cebra	4	33.33
Cobra de la india	1	8.33	Calao	2	16.67	Chimpance	5	41.67
Cocodrilo de pantano	7	58.33	Cigüëña	2	16.67	Coyote	4	33.33
Cocodrilo de rio	5	41.67	Cisne	5	41.67	Dromedario	4	33.33

Coralillo	2	16.67	Condor de los andes	3	25.00	Elefante asiatico	4	33.33
Dragón de komodo		0	Emú	5	41.67	Gorila	2	16.67
Falsa coralillo	4	33.33	Faisan	8	66.67	Jabali	5	41.67
Geko	5	41.67	Flamenco	4	33.33	Jaguar	8	66.67
Iguana	6	50.00	Gorrión	6	50.00	Lemures	3	25.00
Lagartija de pared	6	50.00	Grulla	5	41.67	Leon Africano	5	41.67
Monitores	1	8.33	Guacamaya	6	50.00	Lince	4	33.33
Nauyaca	1	8.33	Halcon cola roja	4	33.33	Llama	2	16.67
Pitón indio	2	16.67	Halcón peregrino	6	50.00	Lobo gris mexicano	4	33.33
Salamandra	2	16.67	Loro	9	75.00	Manatí	2	16.67
Tortuga blanca	2	16.67	Paloma	9	75.00	Mapache	3	25.00
Tortuga chachahua	2	16.67	Pato	10	83.33	Mono araña	8	66.67
Tortuga chopontil	2	16.67	Pavon	2	16.67	Mono aullador	4	33.33
Tortuga de concha blanda	2	16.67	Quetzal		0	Murcielago	2	16.67
Tortuga de tres quillas	6	50	Tucan	7	58.33	Nutria de rio	2	16.67
Tortuga japonesa	2	16.67				Ocelote	5	41.67
Tortuga jicotea	2	16.67				Oso negro	5	41.67
Tortuga lagarto	2	16.67				Oso pardo	4	33.33
Tortuga montañesa	2	16.67				Pecari de collar	2	16.67
Tortuga sabanera	2	16.67				Puma	4	33.33
Tortuga terrestre	2	16.67				Rinoceronte blanco	4	33.33
Tuatara	1	8.33				Tapir		0
Turtuga laúd	1	8.33				Tejon	4	33.33
Vibora de cascabel	4	33.33				Temazate	3	25.00
						Teporingo	1	8.33
						Tigre	5	41.67
						Venado cola blanca	8	66.67
						Wallaby	2	16.67
						Xoloizcuintli	2	16.67
						Zorra gris	6	50.00

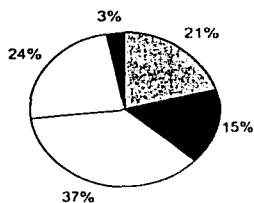
\* Se considero como el 100% a los 12 zoológicos que respondieron al cuestionario

### Principal metodología empleada para alimentar a las diferentes especies en cautiverio



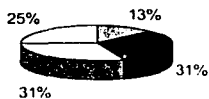
- (A) Adaptan dietas de otros zoológicos
- (B) Utilizan modelos de animales domésticos de características similares
- (C) Formulan dietas a partir de hábitos en vida libre
- (D) Otros

### Mantienen intercambio de información



- (A) Instituciones educativas
- (B) Instituciones gubernamentales
- (C) Zoológicos nacionales
- (D) Zoológicos internacionales
- (E) Otros

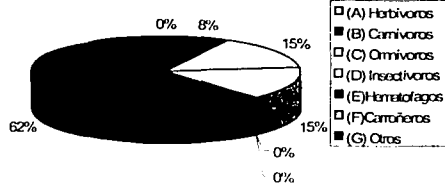
### Al momento de recibir un ejemplar siguen estrategias de alimentación



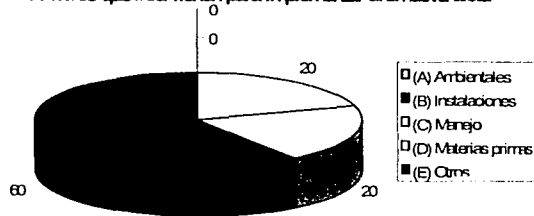
- (A) Proporcionan la misma dieta de su lugar de origen por tiempo indefinido
- (B) Cambian parcialmente la dieta
- (C) Se cambia por completo la dieta sustituyéndola por la de ejemplares de la misma especie o similares
- (D) Otros



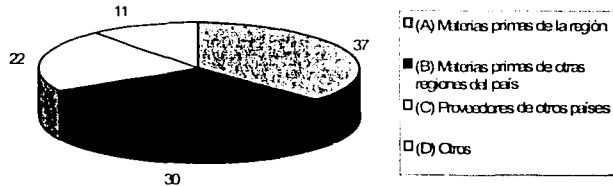
Grupos de especies con las que han tenido más problemas para implementar una nueva dieta



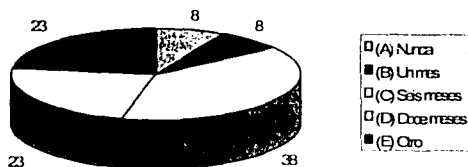
Factores que intervienen para implementar una nueva dieta



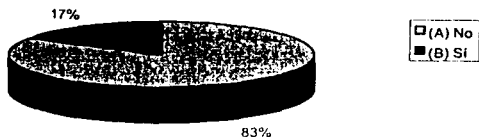
Proveedores utilizados en la elaboración de dietas



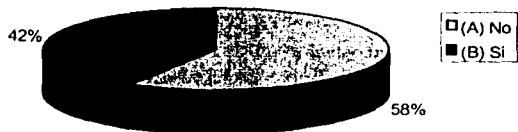
## Frecuencia de actualización de las dieta



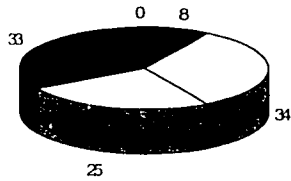
## Porcentaje de Zoológicos que manejan programas computacionales utilizados para el balanceo de raciones



## Porcentaje de Zoológicos que capacitan al personal encargado de alimentar a los ejemplares



Frecuencia con que realizan estudios relacionados con la alimentación y nutrición de las diferentes especies



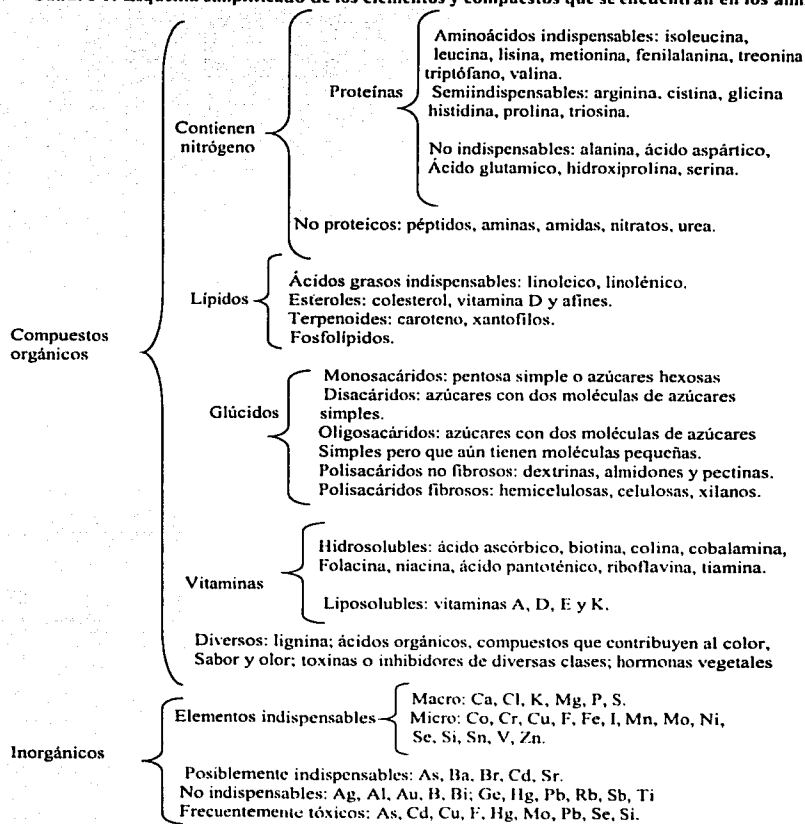
- (A) Unres
- (B) Sais mese
- (C) Docer mese
- (D) Orca
- (E) Nurca

#### **Capítulo 4: GENERALIDADES SOBRE NUTRICIÓN ANIMAL.**

Los nutrimentos se dividen, en: en agua, proteínas, glúcidos, grasas (lípidos), minerales y vitaminas. Aunque la comida puede contener muchos otros compuestos químicos que son necesarios. Lo mismo que aquellos que se pueden metabolizar como fuente de energía pero que el organismo no necesita en forma específica (Cuadro 1).

Según la edad del animal y de la especie, los animales necesitan alguna fuente específica de nitrógeno (N), (generalmente los aminoácidos indispensables), elementos minerales, una fuente de energía (que puede variar desde la carne de los animales para los animales carnívoros hasta los tejidos vegetales para algunas especies herbívoras) y algunas vitaminas liposolubles e hidrosolubles. Las cantidades y proporciones que necesitan dependen de la clase del tubo gastrointestinal, la edad del animal, su nivel de productividad, los componentes dietéticos disponibles y otros factores que no se encuentran bien documentados. (9)

Según la clasificación del N.R.C. los productos que contienen más de 18% de fibra bruta una vez secos se clasifican como alimentos groseros; Los que presentan el 20% o más de proteína como suplementos protéinicos; los que contienen menos del 20% de proteína y menos del 18% de fibra bruta como alimentos energéticos. (Cuadro 2)(25)

**Cuadro 1: Esquema simplificado de los elementos y compuestos que se encuentran en los alimentos:**

Fuente: Church, D.C.. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Uthea México, 1996.

**Cuadro 2: Clasificación N.R.C. de los alimentos:**

Código y clase	Productos típicos
1. Forraje o pienso grosero seco	Heno, paja, cáscara de semilla, forraje (parte aérea con espiga y vainas)
2. Forraje o pienso grosero húmedo	Pastizales, plantas de explotaciones extensivas, cosechas en el suelo, en verde.
3. Ensilados	Ensilados de cereales, ensilados de gramíneas pratenses.
4. Alimentos energéticos	Cereales y semillas, pobres o ricos en celulosa. Subproductos de molinería pobres en celulosa, frutos, frutos secos, raíces.
5. Suplementos proteicos	Subproductos animales, marinos de las aves, vegetales.
6. Suplementos minerales	Elementos naturales o puros
7. Suplementos vitamínicos	Sustancias naturales o puras
8. Aditivos	Antibióticos, materias colorantes, productos olorosos, hormonas, medicamentos.

Fuente: Flores, M.J.A.; Bromatología animal, 3 a ed. México, Edit. Limusa. 1989.

### AGUA

El agua forma alrededor del 70% del tejido blando de un animal adulto y muchos tejidos contienen de 70 a 90%. Desde el punto de vista funcional, el agua es un elemento sumamente importante para cualquier organismo biológico, teniendo varias funciones, entre las que se encuentran:

- Actuar como solvente de una gran cantidad de compuestos ya que muchos de ellos se ionizan fácilmente en el agua.
- Fungir como transporte de sustancias viscosas y sustancias digeridas semi-sólidas en aparato digestivo y de varios solutos que se encuentran en sangre, en los tejidos tisulares y en las células, así como en orina y sudor.
- Favorece la dilución del contenido celular y de los líquidos corporales, de manera que puedan llevarse a cabo los movimientos relativamente libres de las sustancias químicas dentro de las células, entre los líquidos y el aparato digestivo.
- Toma parte en muchas reacciones químicas, como la hidrólisis y la oxidación.
- Intervenir en el control de la temperatura debido a que tiene elevado calor específico, alta conductividad térmica y elevado calor latente de vaporización.
- También tiene funciones de lubricación de las articulaciones y el amortiguamiento de éstas, de los órganos que se encuentran dentro del cuerpo, y del sistema nervioso central por medio del líquido cefaloraquídeo y, como conductor del sonido en el oído medio, y contribuye a la transmisión de los otros sentidos especiales. (9,25).

### PROTEINAS.

Debido a que las proteínas son el principal constituyente de los órganos y estructuras blandas del cuerpo animal, requiere de una provisión abundante y continua de ellas. La palabra proteína es un término que abarca un grupo de productos afines pero con diferencias fisiológicas. Las proteínas vegetales difieren una de las otras y de las proteínas animales; cada especie animal tiene proteínas específicas que varían en los diferentes tejidos. Las proteínas están compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno, además de un porcentaje considerable y constante de nitrógeno (Cuadro 3). Desde el punto de vista nutricional, la característica que distingue a las diversas proteínas son los aminoácidos que las componen.

Aunque existen más de 20 aminoácidos en la naturaleza, sólo se encuentran aproximadamente 20 en la mayoría de las proteínas dextróginas, se necesitan alrededor de 10 en la dieta de los animales debido a que la síntesis tisular no es adecuada para llenar las necesidades metabólicas. Los aminoácidos que no se sintetizan en los tejidos animales en cantidades suficientes para llenar las necesidades metabólicas se denominan esenciales o indispensables, mientras que aquellos que no se necesitan en la dieta debido a que tienen una síntesis tisular adecuada, se denominan no esenciales o dispensables. (Cuadro 4).

**Cuadro 3: Principales componentes de las proteínas:**

Componente	Porcentaje (%)
Carbono	51.0 - 55.0
Hidrógeno	6.5 - 7.3
Nitrógeno	15.5 - 18.0
Oxígeno	21.5 - 23.5
Azufre	0.5 - 2.0
Fósforo	0.0 - 1.5

Fuente: Church, D.C.. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Uthea México, 1996.

**Cuadro 4: Principales aminoácidos en la dieta:**

Esenciales	No esenciales
Arginina	Alanina
Histidina	Acido aspártico
Isoleucina	Citrulina
Leucina	Cistina
Lisina	Acido glutámico
Metionina (puede reemplazarse parcialmente con cistina)	Glicina
Fenilalanina (puede reemplazarse parcialmente con tirosina)	Hidroxiprolina
Treonina	Prolina
Triptófano	Serina
Valina	Tirosina

Fuente: Church, D.C.. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Uthea México, 1996.

Las proteínas llevan a cabo muchas funciones diferentes en el cuerpo de los animales. La mayoría de las proteínas corporales se encuentran presentes en membranas celulares, en músculos y en otros sitios de apoyo tales como la piel, pelo y los cascos. Además las proteínas plasmáticas sanguíneas, enzimas, hormonas y anticuerpos inmunológicos desempeñan funciones especializadas importantes, aunque no contribuyan en forma considerable al contenido proteico total del cuerpo.

#### Valor biológico de las proteínas

El conjunto de los aminoácidos esenciales sólo está presente en las proteínas de origen animal. En la mayoría de los vegetales siempre hay alguno que no está presente en cantidades suficientes. Se define el valor o calidad biológica de una determinada proteína por su capacidad de aportar todos los aminoácidos necesarios. Dentro de las fuentes naturales de proteínas, se considera que el huevo es el que tiene mayor valor biológico, seguido por la leche materna. Por otro lado, no todas las proteínas que se ingieren, se digieren y asimilan. La utilización neta de una determinada proteína, o aporte proteico neto, es la relación entre el nitrógeno que contiene y el que el organismo retiene. Hay proteínas de origen vegetal, como la soya, que a pesar de tener menor valor biológico que otras proteínas de origen animal, su aporte proteico neto es mayor por asimilarse mucho mejor en el aparato digestivo.

#### Necesidades diarias de proteínas

La cantidad de proteínas que se requieren cada día depende de muchos factores como la edad, (ya que en el período de crecimiento las necesidades son el doble o incluso el triple que para un adulto), y del estado de salud del intestino y los riñones, que pueden hacer variar el grado de asimilación o las pérdidas de nitrógeno por las heces y la orina. También depende del valor biológico de las proteínas que se consuman, aunque en general, todas las recomendaciones siempre se refieren a proteínas de alto valor biológico.

**Deficiencias:**

Los signos de deficiencia incluyen anorexia, disminución del índice de crecimiento, disminución en la concentración de la proteína sérica sanguínea, anemia, acumulación de grasa en hígado, edema en casos severos, peso reducido en recién nacidos, disminución en la producción de leche y disminución de la síntesis de ciertas enzimas y hormonas.

Para el caso de aminoácidos esenciales individuales producen en general los mismos signos.

**GLUCIDOS O CARBOHIDRATOS**

Son los principales componentes de los tejidos vegetales y constituyen hasta el 50% de la materia seca de los forrajes aunque se pueden encontrar en concentraciones más elevadas (hasta el 80%) en algunas semillas, especialmente en granos y cereales.

**Clasificación :**

Se basa estrictamente en la base de el número de átomos de carbono por molécula de glúcido, posición de oxígenos en la cadena de carbonos y sobre la base del número de moléculas de azúcar que se encuentran en el compuesto por lo tanto, un monosacárido tiene una molécula de azúcar, un disacárido tiene dos moléculas, un oligosacárido puede tener dos o diez unidades de azúcar y un polisacárido mayor de diez unidades de azúcar. (Cuadro 5).

**Funciones:**

Su principal función en la nutrición de un animal es servir como fuente de energía para llevar a cabo los procesos normales de la vida y síntesis tisulares. Las formas menos solubles como el almidón, sirven como reservas energéticas en las raíces, tubérculos y semillas. Las fracciones relativamente insolubles (celulosa y hemicelulosa) son más importantes porque le proporcionan apoyo estructural a las plantas vivientes. La amplia serie de glúcidos simples y complejos se encuentran en una gran variedad de alimentos.

Los glúcidos y los lípidos son las dos principales fuentes de energía para el cuerpo animal. El contenido de lípidos que se ofrece en la mayoría de las dietas que se les suministra a los animales es solo de menos del 5%, de manera que la mayor parte de la energía proviene de los glúcidos.

**Deficiencias del metabolismo de glúcidos.**

El metabolismo anormal en los animales se asocia con problemas como son la diabetes y la cetosis.

La diabetes se presenta debido a una deficiencia de insulina pancreática, teniendo como resultado un severo desbalance negativo de nitrógeno, pérdida de glucosa en orina, volumen urinario excesivo y una pérdida de electrolitos.

La cetosis es la presencia de un exceso de cuerpos cetónicos (acetona, acetato y beta-hitroxibutirato) en la sangre y en los tejidos corporales. (25,20,26)



Cuadro 5 Clasificación de los glúcidos

COMPUESTO	CONTENIDO DE MONOSACARIDOS	PRESENTACION
Monosacáridos (azúcares simples)		
Triosas C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	Gliceridos, Dihidroxicetona	
Tetrosas C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>		
Pentosas (azúcares con cinco carbonos (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ))		
Arabinosa		Pectina, polisacárido arabosa
Xilosa		
Ribosa		Mazorca de maíz, madera, polisacáridos
Hexosas (azúcares con seis carbonos) ( C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>11</sub> )		
Glucosa		Acidos nucleicos
Fructosa		
Galactosa		
Manosa		
Disacáridos (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> )		
Sacarosa	Glucosa-fructosa	Disacáridos, polisacáridos
		Disacáridos (sacarosa)
		Leche (lactosa)
		Polisacáridos
Maltosa	Glucosa-glucosa (glucosa-4 alfa glucósido)	Caña de azúcar, remolachas azucareras
Lactosa	Glucosa-galactosa	Plantas y raíces amiláceas
Celulosa	Glucosa-glucosa (glucosa-4 beta glucósido)	Leche
		Porción fibrosa de las plantas.
Trisacáridos (C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub> )		
Rafinosa	Glucosa-fructosa-galactosa	Cientos de variedades de eucalipto, semillas de algodón, remolachas azucareras.
Polisacáridos		
Pentosanos (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>n</sub>		
Arabana	Arabinosa	Pectinas
Xilana	Xilosa	Mazorcas de maíz, maderas
Hexosanos (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub> )		
Almidón (glucósido de poliglucosa)	Glucosa	Granos de semillas, tubérculos.
Dextrina	Glucosa	Productos parcialmente hidrolizados del almidón
Celulosa	Glucosa	Pared celular de las plantas
Glucógeno	Glucosa	Hígado y músculo de los animales
Inulina (Fructósido de polifructosa)	Fructosa	Papas, tubérculos, alcachofas.
Polisacáridos mixtos		
Hemicelulosa	Mezcla de pentosas y hexosas	Plantas fibrosas
Pectinas	Pentosas y hexosas mezcladas con sales de ácidos complejos	Frutas cítricas, manzanas
Gomas (parcialmente oxidadas en ácidos)	Pentosas y hexosas	Arboles de acacias

Fuente: Church, D.C., Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Uthea México, 1996.

## LIPIDOS

Los productos vegetales y animales tienen un grupo de sustancias insolubles en el agua, solubles en éter, cloroformo y benceno, designados como lípidos. Comprende las grasas, ceras, esteroides fosfatidos y otros compuestos. Contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, pero son mucho más ricos en los dos primeros componentes. (Cuadro 6).

**Cuadro 6: Composición de los lípidos:**

	Carbono (%)	Hidrógeno (%)	Oxígeno (%)
Grasas	77	12	11

Fuente: Church, D.C., Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Uthea México, 1996.

### Clasificación de los lípidos:

Además de sus propiedades distintivas de solubilidad, los lípidos se caracterizan por ser ésteres de ácidos grasos, o por formar tales ésteres.

Se clasifican de la siguiente forma:

- ♦ **Lípidos simples:** Esteres de ácidos grasos con varios alcoholes.
  - Grasas: - Estéres de ácidos grasos con glicerol llamados triglicéridos o grasas neutras.
  - Ceras - Estéres de ácidos grasos con alcoholes distintos al glicerol.
- ♦ **Lípidos compuestos.** Esteres de ácidos grasos con otros grupos además de alcohol y ácidos grasos.
- ♦ **Fosfolípidos:** grasas que contienen ácido fosfórico y nitrógeno; lecitina, Cefalina y esfingomiolina.
- ♦ **Glucolípidos:** compuestos de ácidos grasos con un carbohidrato que contiene nitrógeno, pero no ácido fosfórico, cerebrocidos.
- ♦ **Aminolípidos, sulfolípidos:** grupos no definidos para clasificar.
- ♦ **Lípidos derivados:** sustancias derivadas de los grupos anteriores por hidrólisis.
  - Ácidos grasos de varias series. (Cuadro 7)
  - Estéroides: alcoholes de alto peso molecular combinados con los ácidos grasos que no son solubles en los disolventes de las grasas.

**Cuadro 7: Ácidos grasos comúnmente hallados en los lípidos**

Ácidos saturados	Ácidos no saturados
Butírico	Palmitoleico
Caproico	Oleico
Caprílico	Linoleico
Cáprico	Linoléico
Láurico	Araquidónico
Mirístico	
Palmitico	
Estearico	
Aráquico	
Lignocérico	

Fuente: Church, D.C., Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Uthea México, 1996.

**Funciones:**

Las funciones de los lípidos son las siguientes:

- ◆ Suministrar energía
- ◆ Mantenimiento normal de las funciones productivas.
- ◆ Servir como una fuente de ácidos grasos esenciales.
- ◆ Servir como portadores de sustancias liposolubles.

**Anormalidades en el metabolismo de los lípidos**

Tienen como resultado una acumulación de grasa en el hígado debido a un consumo elevado de grasa o de colesterol, a un aumento en la movilización de grasa de depósito como en la diabetes mellitus, la inanición o en la elevada producción de hormonas, a una disminución en el transporte de los lípidos del hígado como en las deficiencias de colina, ácido pantoténico o proteínas. La arteriosclerosis se relaciona con niveles sanguíneos elevados de colesterol y triglicéridos.

**ENERGIA**

El alimento es la fuente de energía tanto para el hombre como para los animales. Los carbohidratos, grasas y proteínas que provee el alimento al organismo pueden ser usados como energía para regular la temperatura corporal y mantener las funciones vitales del crecimiento, actividad, producción y reproducción. Según la edad y especie de que se trate, entre el 70 al 85% del total de la materia seca ingerida se usa para generar la energía necesaria para estas funciones. Los minerales, vitaminas y enzimas desempeñan un papel importante en la digestión del metabolismo, los que liberan y hacen disponible la energía del alimento.

El principal objetivo del alimento es la producción de energía para los procesos corporales incluyendo el almacenamiento de energía. El hecho de que todos estos nutrientes, en especial la proteína, tengan funciones específicas y exclusivas, no modifican su utilización como fuente de energía. Por lo tanto medir la ganancia o pérdida de energía es un medio útil para establecer el estado nutricional del cuerpo y el valor relativo de diversos alimentos, además de proporcionar una medida de los requerimientos energéticos totales, el balanceo de la energía provee las bases para predecir los cambios químicos en la composición del cuerpo, derivados de un régimen dietético determinado o de otro tratamiento. (9,20,26)

Para el caso de los iguanidos se ha propuesto la relación entre el peso corporal y la tasa metabólica de campo (TMC) de  $\text{kJ/día} = 0.224 (\text{peso en g})^{0.80}$ , lo cual implica, que la tasa metabólica está en función del tamaño corporal, así un organismo pequeño, tiene un requerimiento total bajo en energía, comparado con uno grande, pero el requerimiento relativo a la masa corporal es mayor, siendo que el consumo de oxígeno por unidad de peso, está inversamente relacionado con el tamaño corporal. Al comparar la TMC ajustada a 100 g de peso vivo para un iguanido es de 8.9  $\text{kJ/día}$ , por lo que el costo de vida de un iguanido activo será del 6% en comparación de lo que requieren otras especies como en el caso de aves que es del 3% con la misma masa corporal.

Al conocer el requerimiento de energía y sabiendo cuanta energía aportan los alimentos, es posible calcular el requerimiento de alimento de un lacertido. Si la materia vegetal consumida por una iguana, tiene en promedio 17  $\text{kJ/g}$  de materia seca y ésta el 55% es energía metabolizable, utilizando la ecuación para TMC ya mencionada, una iguana herbívora requerirá: alimento consumido (resultado en base seca y en  $\text{mg}$ ) = 24 (peso en  $\text{g}$ )<sup>0.80</sup>. Mientras que si se alimenta de insectos: alimento consumido (resultado en base seca y en  $\text{mg}$ ) = 12 (peso en  $\text{g}$ )<sup>0.80</sup>. Un insecto representa un paquete energético para un depredador, así para una lagartija de 20 gr. es reduible el correr varios metros para atrapar un insecto, sin embargo no loes para una iguana que pesa 2 a 3 Kg., por lo que prefiere caminar a un cúmulo inmóvil de plantas, además de que los iguanidos tienen poca capacidad para mantener una actividad física larga, debido a que su metabolismo es principalmente anaerobio. (27,28)

### MACROMINERALES

Se ha demostrado que por lo menos algunas especies animales requieren un mínimo de 21 elementos minerales y otras 5 que pueden ser básicas desde el punto de vista metabólico.

Los minerales son: Calcio (Ca), Fósforo (P), Sodio (Na), Cloro (Cl), Potasio (K), Magnesio (Mg) y Azufre (S). Algunos minerales tales como el calcio y el fósforo, se necesitan como componentes estructurales del esqueleto y otros tales como el sodio, potasio y cloro, intervienen en el balance ácido-básico; otros como el zinc y el cobre, se encuentran incluidos en los sistemas enzimáticos.

Se recomienda la interacción entre los macro minerales como por ejemplo una relación dietaria de calcio a fósforo mayor de 2 a 10, menor de 2 produce resultados diversos en algunos animales.

La deficiencia de calcio produce una disminución de la calcificación ósea (raquitismo en animales jóvenes y osteomalacia en adultos). La deficiencia de fósforo produce raquitismo. La deficiencia de magnesio se manifiesta con anorexia, magnesio sérico reducido y tetania. La deficiencia de potasio produce un electrocardiograma anormal, debilidad muscular generalizada y enflaquecimiento. El signo principal de deficiencia de sodio es una disminución en el consumo de alimento y la pérdida de peso. La disminución del crecimiento y lesiones renales son signos principales de la deficiencia de cloro. Los signos de deficiencia de azufre se relacionan con los signos que se observan en la deficiencia de los nutrimentos que los contienen. (25,20,26)

### MICROMINERALES (minerales traza)

La diferencia entre los macrominerales y los microminerales se basa en las cantidades relativas que se necesitan de cada uno en la dieta para un funcionamiento normal del cuerpo.

Los siguientes minerales son necesarios para que las especies animales lleven a cabo sus funciones vitales normales:

Cobalto (Co), Yodo (I), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Selenio (Se), Cromo (Cr), Fluor (F), Molibdeno (Mo) y Silicio (Si). Además posiblemente los siguientes son indispensables: Aluminio (Al), Arsénico (As), Cadmio (Cd), Níquel (Ni), Vanadio (Va), Estaño (Sn). (Cuadro 8)

Los minerales traza actúan como activadores de los sistemas enzimáticos o como componentes de los compuestos orgánicos y como tales se necesitan en pequeñas cantidades. (25,20,26)

**Cuadro 8: Concentración aproximada en el organismo**

Elemento	mg/kg
Hierro	23-80
Zinc	10-50
Cobre	1-5
Molibdeno	1-4
Selenio	1-2
Yodo	0.3-0.6
Magnesio	0.2-0.5
Cobalto	0.02-0.1

Fuente: Church, D.C., Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Uthea México, 1996.

### MINERALES TÓXICOS.

Todos los minerales, y en realidad todos los nutrimentos, pueden ser tóxicos para los animales cuando los consumen en cantidades excesivas. El margen de seguridad entre la cantidad mínima que se necesita en la dieta y la cantidad que produce efectos adversos varía dependiendo las condiciones que se presenten.

Aunque muchos minerales son tóxicos bajo condiciones experimentales, solamente algunos tienen importancia práctica considerable, y cuya presencia en el medio ambiente crean toxicidad para los animales estos incluyen el Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Hierro (Fe) y Molibdeno (Mo), Aluminio (Al), Antimonio (Sb), Arsénico (As), Bario (Ba), Bismuto (Bi), Boro (B), Bromo (Br), Rubidio (Rb), Selenio (Se), Silicio (Si), Plata (Ag), Estroncio (Sr), Tungsteno (W), Uranio (U) y Vanadio (V). (25,20)

### VITAMINAS LIPOSOLUBLES.

Las vitaminas se necesitan en cantidades muy pequeñas para el funcionamiento normal del organismo, almacenándose en tejidos corporales, pero cada una tiene funciones específicas y la omisión de una sola de ellas produce signos específicos de deficiencias. También intervienen catalizadores metabólicos, generalmente como coenzimas. Las vitaminas liposolubles son A, D, E y K.

#### Deficiencia de Vitamina A:

- ◆ Xeroftalmia en animales en crecimiento.
- ◆ Exoftalmia y aumento en la presión del líquido cefalorraquídeo.
- ◆ Ceguera y anormalidades esqueléticas en recién nacidos.
- ◆ Aumento en el grosor de los huesos
- ◆ Deficiencia de la síntesis de la ubiquinona en hígado.
- ◆ Paladar hendido.

#### Deficiencia de Vitamina D:

- ◆ Desarrollo esquelético anormal
- ◆ Raquitismo en jóvenes y osteomalacia en adultos.
- ◆ Calcificación inadecuada de la matriz ósea, como consecuencia claudicación, extremidades encorvadas y torcidas, fracturas espontáneas.
- ◆ Disminución en la ganancia de peso.

#### Deficiencia de Vitamina E:

- ◆ Fallas en la reproducción.
- ◆ Desarreglo en la permeabilidad celular
- ◆ Lesiones musculares (miopatías)
- ◆ Encefalomalacia
- ◆ Diátesis exudativa.

#### Deficiencia de Vitamina K:

- ◆ Prolongación en el tiempo de la coagulación sanguínea y subsecuentemente presentándose hemorragias severas

### VITAMINAS HIDROSOLUBLES

Las vitaminas hidrosolubles no se almacenan en tejidos corporales en cantidades considerables. Se deben suministrar diariamente en la dieta a aquellos animales que tienen un aparato digestivo en el que la síntesis microbiana no es una característica notable. La mayoría se necesitan en cantidades muy pequeñas actuando como catalizadores metabólicos, generalmente como coenzimas. Las vitaminas hidrosolubles son: Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Niacina, Ácido pantoténico, Vitamina B6, Cianocobalamina (B12), Folacina, Biotina, Colina, Vitamina C (Ácido ascórbico).

#### Deficiencia de Vitamina B1 (Tiamina):

- ◆ Elevadas concentraciones de ácido pirúvico y ácido láctico.
- ◆ Afecta el metabolismo de los glúcidos y de los lípidos.
- ◆ Disminución del apetito (anorexia)
- ◆ Beriberi en primates no humanos y humanos.
- ◆ Polineuritis en aves
- ◆ Bradicardia
- ◆ Lesión cardíaca por acumulación de ácido pirúvico o ácido láctico.

**Deficiencia de Vitamina B2 (Riboflavina):**

- ◆ Disminución en el crecimiento de los animales
- ◆ Conjuntivitis
- ◆ Opacidad cornea (cataratas)
- ◆ Infiltración de grasa en el hígado
- ◆ Hemorragias en glándulas suprarrenales, lesión renal, anorexia y vomito en recién nacidos
- ◆ Parálisis del dedo enroscado en aves

**Deficiencia de Niacina (ácido nicotínico)**

- ◆ Disminución en el crecimiento y del apetito
- ◆ Enteritis necrotica
- ◆ Poco plumaje
- ◆ Lengua negra en aves
- ◆ Lesiones bucales

**Deficiencia de Acido pantoténico:**

- ◆ Disminución en la tasa de crecimiento.
- ◆ Dermatitis en aves
- ◆ Acromotriquia (encanecimiento del pelo en zorros)
- ◆ Hemorragia y degeneración de la corteza de las glándulas suprarrenales
- ◆ Muerte fetal y resorción.
- ◆ Necrosis de las células linfoides del timo.
- ◆ Infiltración grasa del hígado.

**Deficiencia de Vitamina B6:**

- ◆ Convulsiones
- ◆ Desmielinización de los nervios periféricos, inflamación y fragmentación de las vainas de mielina.
- ◆ Disminución en la respuesta de los anticuerpos
- ◆ Lesiones dérmicas en las patas, alrededor de la cara y orejas (acrodinia), atrofia de los folículos pilosos y presencia de abscesos y úlceras alrededor de las glándulas sebáceas
- ◆ Reducción en el contenido graso en el canal, hígado graso y niveles plasmáticos elevados de lípidos y colesterol.

**Deficiencia de Vitamina B12 (Cianocobalamina):**

- ◆ Trastornos en el crecimiento
- ◆ Poco plumaje, lesión renal, función tiroidea alterada.
- ◆ Perosis
- ◆ Disminución de las proteínas plasmáticas.
- ◆ Elevación de glucosa y nitrógeno no proteico.
- ◆ Baja incubación y hemorragias múltiples, hígado graso, corazones y tiroides aumentados de tamaño y falta de mielinización de los nervios ciáticos y de la médula espinal.
- ◆ Anemia megaloblástica
- ◆ Abortos, camadas pequeñas, fetos anormales e incapacidad de criar a los recién nacidos.

**Deficiencia de Folacina:**

- ◆ Anemia macrocítica, hiperromica con leucopenia y trombocitopenia.
- ◆ En monos se reduce la resistencia a la poliomielitis.
- ◆ Fetos anormales.

**Deficiencia de Biotina:**

- ◆ Es raro ya que los requerimientos cuantitativos son relativamente bajos
- ◆ Alopecia

**Deficiencia de Colina:**

- ◆ Hígado graso
- ◆ Perosis en aves

**Deficiencia de Vitamina C (Acido ascórbico):**

- ◆ Disminución en las concentraciones tisulares de la vitamina.
- ◆ Escorbuto en primates no humanos y humanos.
- ◆ Defectos estructurales específicos en huesos, dientes, cartilago, tejido conectivo y músculos.
- ◆ Hemorragias con frecuencia en músculos y encías como consecuencia de un incremento de la fragilidad capilar.
- ◆ Hemorragia, infiltración grasa y necrosis en hígado, y la hemorragia puede lesionar bazo y riñones.
- ◆ Concentración reducida de las proteínas séricas y anemia, aumento en el tiempo de coagulación sanguínea y de la cicatrización de las heridas.
- ◆ Actividad fagocítica bactericida alterada y asociada con la administración de grandes dosis de vitamina C. (9,20)

## Capítulo 4. Reptiles:

### 4.1. INTRODUCCION

Los reptiles son el nombre colectivo que reciben los miembros de la familia Reptilia, que incluyen las tortugas acuáticas marinas y de agua dulce, las tortugas terrestres, cocodrilos y caimanes, tuatara, lagartos y serpientes. Agrupa especies con distribución a nivel mundial en todos los ecosistemas mundiales.

La Herpetología (herpeton, una cosa que se arrastra) es una rama de la zoología que trata la evolución, clasificación biológica y distribución de la clase Reptilia y Amphibia. ( 29,30)

Los reptiles tienen una extraordinaria diversidad de formas de alimentación, locomoción y rangos de hábitat. Existen especies carnívoras, herbívoras y omnívoras.

Son animales poiquilotermos, por lo tanto entre los factores que se deben considerar para su mantenimiento es la temperatura que varía de acuerdo al hábitat natural de cada especie. en el Cuadro 1 se muestran algunos ejemplos de la temperatura que requieren algunas especies de reptiles.

Cuadro 1: Temperatura de reptiles.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	RANGO DE ACTIVIDAD °C	OPTIMA °C	CRITICA °C
Aligator americano	<i>Alligator mississippiensis</i>	26.0 - 37.0	32.0 - 35.0	38.0-39.0
Boa	<i>Constrictor constrictor</i>	-	26.0 - 34.0	-
Víbora indigo	<i>Drymarchon corais</i>	16.0 - 34.6	22.0 - 31.0	40.5
Culebra corredora	<i>Coluber constrictor</i>	-	24.8 - 36.0	42.4
Serpiente jarretera común	<i>Thamnophis sirtalis</i>	16.0 - 35.0	20.0 - 35.0	38.5 - 41.0
Camaleón americano	<i>Anolis carolinensis</i>	-	22.6 - 30.4	41.8
Iguana verde	<i>Iguana iguana</i>	26.7 - 42.4	29.5 - 39.5	46.1
Escinco de cinco líneas	<i>Eumeces fasciatus</i>	13.5 - 37.0	28.0 - 36.0	41.0
Tortuga acuática pintada	<i>Chrysemys picta</i>	8.0 - 30.2	-	39.0 - 41.0
Tortuga de desierto	<i>Gopherus agassizii</i>	19.0 - 37.8	26.7 - 29.4	39.5 - 43.0
Tuatara	<i>Sphenodon punctatus</i>	12.8 - 21.0	-	-

Fuente: Evans H.E. Introduction and anatomy Fowler, M. Editor Zoo and wild animal medicineEdit. Sauder Company Denvr Colorado U.S.A. 1991

### TAXONOMIA

Los reptiles han continuado su evolución con un crecimiento por año de un rango de entre 60 a 200 especies. La mayoría de estas son lagartos con 4470 especies y serpientes (2920 especies), tortugas (295 especies), cocodrilos (23 especies) y las tuataras (2 especies) que solo representan el 4.1% de los reptiles vivos. El 51% de los reptiles se concentra tan solo en tres familias: serpientes, lagartos y tortugas. (31, 32).



**TORTUGAS.****Clase : Reptilia****Orden: Chelonia****Suborden: Pleurodira****Familia: Chelidae**

Géneros: 9      Especies: 37

**Pelomedusidae**

Géneros: 5      Especies: 24

**Suborden: Cryptodira****Familia: Carettochelydae**

Géneros: 1      Especies: 1

**Chelydridae**

Géneros: 2      Especies: 2

**Dermatemydidae**

Géneros: 1      Especies: 1

**Cheloniidae**

Géneros: 4      Especies: 6

**Dermochelyidae**

Géneros: 1      Especies: 1

**Emydidae**

Géneros: 31      Especies: 85

**Kinosternidae**

Géneros: 2      Especies: 20

**Staurotypidae**

Géneros: 2      Especies: 3

**Testudinidae**

Géneros: 10      Especies: 41

**Trionychidae**

Géneros: 6      Especies: 22

**Platysternidae**

Géneros: 1      Especies: 1

**LAGARTOS****Clase: Reptilia****Orden: Squamata****Suborden: Sauria****Superfamilia: Iguanios****Familia: Agamidae**

Géneros: 53      Especies: 300

**Familia: Chamaleontidae**

Géneros: 4      Especies: 85

**Familia: Iguanidae**

Géneros: 55      Especies: 650

**Superfamilia: Gecotos****Familia: Gekkonidae**

Géneros: 85      Especies: 800

**Familia: Pygopodidae**

Géneros: 8      Especies: 31

**Superfamilia: Lacertoideos****Familia: Teiidae**

Géneros: 39      Especies: 227

**Familia: Lacertidae**

Géneros: 25      Especies: 200

**Familia: Xantusiidae**

Géneros: 4      Especies: 16

**Superfamilia: Escincoideos****Familia: Scincidae**

Géneros: 85      Especies: 1265

**Familia: Cordylidae**

Géneros: 50      Especies: 150

**Familia: Dibamidae**

Géneros: 2      Especies: 4

**Superfamilia: Anguimorfos****Familia: Xenosauridae**

Géneros: 2      Especies: 4

**Familia: Anguidae**

Géneros: 8      Especies: 75

**Superfamilia: Varanoideos****Familia: Helodermatidae**

Géneros: 1      Especies: 2

**Familia: Lanthanotidae**

Géneros: 1      Especies: 1

**Familia: Varanidae**

Géneros: 1      Especies: 31

**SERPIENTES****Clase:** Reptilia**Orden:** Squamata**Suborden:** Ophidia**Infraorden:** Caenophidia**Familia:** Colubridae

Géneros: 292      Especies: 1562

**Familia:** Elapidae

Géneros: 61      Especies: 236

**Familia:** Viperidae

Géneros: 17      Especies: 187

**Infraorden:** Henophidia**Familia:** Pythiidae

Géneros: 9      Especies: 27

**Familia:** Aniliidae

Géneros: 3      Especies: 11

**Familia:** Tropidophiidae

Géneros: 6      Especies: 22

**Familia:** Boidae

Géneros: 12      Especies: 39

**Infraorden:** Scolecophidia**Superfamilia:** Uropeltoidea**Familia:** Uropeltidae

Géneros: 8      Especies: 44

**Familia:** Leptotyphlopidae

Géneros: 2      Especies: 78

**Superfamilia:** Tytlopoidea**Familia:** Anomalepidae

Géneros: 4      Especies: 26

**Familia:** Typhlopidae

Géneros: 3      Especies: 163

**COCODRILOS****Clase:** Reptilia**Orden:** Crocodylia**Familia:** Alligatoridae

Géneros: 4      Especies: 7

**Familia:** Crocodylidae

Géneros: 3      Especies: 14

**Familia:** Gavialidae

Géneros: 1      Especies: 1

**TUATARA****Clase:** Reptilia**Orden:** Rhynchocephalia**Familia:** Sphenodontidae**Género:** *Sphenodon***Especie:** *punctatus***HABITAT NATURAL**

Los reptiles se encuentran distribuidos a lo largo del planeta predominando los ecosistemas de climas con temperaturas elevadas como por ejemplo desiertos, selvas, zonas de bosque tropical y marinas. La importancia de conocer su distribución geográfica por familias nos sirve para conocer sus necesidades tanto de temperatura, así como para poder adaptar al cautiverio condiciones lo más parecidas al medio ambiente natural, en los cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 se mencionan por familias las zonas de distribución más común así como algunas especies representativas de cada familia.

Cuadro 2: Tortugas.

ORDEN	FAMILIA	DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA	ESPECIES MÁS COMUNES
Chelonia	Chelidae	Zonas tropicales de América del sur, Australia y Nueva Guinea	Tortuga de cuello de serpiente, Tortuga matamata.
	Pelomedusidae	América tropical, África Sub sahariana	Pelusia enana, Tortuga arrau
	Carettochelydae	Nueva Guinea y Australia	Tortuga boba papuana
	Chelydridae	Canadá al noroeste de Sudamérica	Tortuga caimán y tortuga mordedora
	Dermatemydidae	Veracruz a Honduras	Tortuga Tabasco
	Cheloniidae	Océanos templados y subtropicales	Tortuga carey, tortuga olivácea
	Dermochelyidae	Aguas tropicales	Tortuga laúd
	Emydidae	Asia tropical, Norte de África, Europa y América tropical	Galápagos espinoso, Jicotea elegante
	Kinosternidae	Este de Canadá hasta Argentina	Tortuga almizclada, Tortuga del fango escorpión
	Staurotypidae	Sur de México hasta Honduras	Crucilia, Tortuga tricarenada
	Testudinidae	Tropical y subtropical excepto Australia	Tortuga gigante de las galápagos, del desierto
	Trionychidae	América del norte, África, Asia y archipiélago indoaustrialiano	Tortuga de caparazón blando, triónix oscuro
	Platysternidae	Sur de China, indochina, Birmania	Tortuga de cabeza grande

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T.

10

Cuadro 3: Lagartos.

FAMILIA	DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA	ESPECIES MÁS COMUNES
Agamidae	África y Australia	Agama de cola prensil, Dragón camaleón
Chamaleontidae	Sur de Asia, Sur de África y Sur de España	Camaleón común, camaleón cornudo
Iguanidae	Sur de Canadá hasta Argentina Madagascar	Iguana común, Anolis o falsos camaleones
Gekkonidae	Zonas tropicales a nivel mundial	Geco doméstico, geco palmeado
Pygopodidae	Nueva Guinea y Australia	Culebrillas
Teiidae	Sur de E.U.A. Hasta el sur de América	Lagarto caimán, tejú común
Lacertidae	Europa, África y Asia	Lagartija ibérica, Lagarto ocelado
Xantusiidae	Cuba, Panamá, México y sur de E.U.A.	Lagartija nocturna centroamericana, lagartija nocturna isleña
Scincidae	Regiones tropicales y templadas	Escincio marino, tifosauros
Cordylidae	Sur del Sahara hasta Madagascar	Lagarto serpiente, lagarto plano
Dibamidae	Nueva Guinea Hasta Indochina y este de México	Dibamos anelitrópsido papilosos
Xenosauridae	Este de México hasta Guatemala	Xenosauro del nuevo mundo
Anguidae	Sudoeste de Canadá hasta argentina, gran bretaña hasta China	Serpientes de cristal, Lagarto apodo californiano
Helodermatidae	Sudoeste de E.U.A. hasta Guatemala	Heloderma hórrido, monstruo de Gila
Lanthanotidae	Borneo	Lantanoto de Borneo
Varanidae	África, sur de Asia, y Australia	Varano de Bengala, Dragón de komodo

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T.

10

Cuadro 4: Serpientes

FAMILIA	DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA	ESPECIES MAS COMUNES
Colubridae	Mundial excepto zonas polares	Serpientes jarreteras, Culebra viperina
Elapidea	América, Asia y Africa	Cobra de anteojos, Coralillo
Viperidae	Canadá hasta Argentina, Sur de Siberia hasta Japón y Africa	Cascabel cornuda, Nauyaca real
Pythonidae	Trópicos y subtrópicos del viejo mundo hasta Indias orientales, Australia, México y América central	Pitón americana, Serpiente arco iris
Aniliidae	Cuenca amazónica, Birmania e Indochina	Falsa serpiente de coral
Tropidophiidae	Antillas, México y Sudamérica	Boa de la isla redonda
Boidae	América del norte oeste, Africa, Madagascar, Fiji, Islas salomón	
Uropeltidae	Sur de India, Sri Lanka	Serpiente de cola de escudo
Leptotyphlopidae	Sur de América hasta Bahamas, E.U.A., Africa, Arabia Saudita y Pakistán	Serpiente gusano
Anomalepidae	Centroamérica y Sudamérica	Anomalépidio
Typhlopidae	Sudamérica, Bahamas, México, Africa subsahariana, sur de Europa, sur de Asia hasta Taiwan y Australia	Serpiente ciega de Mona

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T. 10

Cuadro 5: Cocodrilos

FAMILIA	DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA	ESPECIES MAS COMUNES
Alligatoridae	Sur de E.U.A. Y sur de América	Aligador americano, yacaré
Crocodylidae	Africa, Asia, Australia América tropical	Cocodrilo del Nilo, cocodrilo de río
Gavialidae	Nepal, Pakistán, Bangladesh	Gavial de la India

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T. 10

Cuadro 6: Tuatara

FAMILIA	DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA	ESPECIES MAS COMUNES
Sphenodontidae	Nueva Zelanda	Tuatara

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T. 10

## 4.2. ANATOMÍA, HISTOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO

### CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS DE LOS REPTILES.

#### Cavidad oral

El epitelio que tapiza la cavidad oral de los reptiles es similar al de mamíferos y aves, es decir, epitelio estratificado plano parcialmente queratinizado, aunque existen algunas diferencias. (Cuadro 1) En reptiles no quelonidos las encías no queratinizadas se asemejan a las observadas en vertebrados superiores.

Cuadro 1 : Diferencias histológicas en cavidad oral de reptiles.

DIFERENCIAS	QUELONIDOS	NO QUELONIDOS
Pico cornio	Si	No
Encías no queratinizadas	No	Si

Fuente : Frye, F.L., Biomedical and surgical aspects to captive reptile husbandry 2a ed. Ed. Krieger Publishing company. Malabar Florida U.S.A. 1991 C. 14.

#### Lengua

La lengua está tapizada por un epitelio estratificado escamoso. En muchos quelonidos y saurios existen glándulas mucosas subyacentes al epitelio. A menudo estas glándulas están parcialmente rodeadas por tejido muscular esquelético. Muchos saurios poseen lenguas que terminan en numerosas papilas cubiertas con un mucus pegajoso que ayudan en la captura de presas.

Las serpientes carecen de glándulas en la lengua. La lubricación procede de secreciones de glándulas mucosas localizadas en la vaina tubular lingual. Estas glándulas se caracterizan por la presencia de numerosas células caliciformes ordenadas frecuentemente en una capa única. En algunas serpientes y saurios la lengua está muy pigmentada: existen cromatóforos por debajo del epitelio que cubre al músculo. Otros saurios, cocodrilianos y la mayoría de quelonidos poseen lenguas no pigmentadas.

#### Dientes

Son sostenidos por una encía fibrosa y epitelio periodontal. La capa de esmalte, homogénea, densa, delgada, rodea a una capa de dentina o predentina. El cemento puede estar o no presente dependiendo del patrón de dentición. La cavidad pulpar contiene odontoblastos, fibroblastos, fibras de colágeno, y capilares.

En reptiles venenosos, salvo los saurios de la familia Helodermatidae, existen unos colmillos huecos que sirven para transportar el veneno secretado por las glándulas venenosas, representadas por glándulas salivares modificadas. Histológicamente estos colmillos se asemejan a los dientes sólidos excepto por la presencia de un canal tubular en el centro.

En los lagartos de la familia Helodermatidae las glándulas venenosas están constituidas por hasta ocho glándulas salivares modificadas submandibulares y/o sublinguales. Los dientes sólidos conducen la saliva venenosa hacia las heridas hechas por la propia acción de masticar a la presa.

#### Glándulas salivares

Son estructuras glandulares tubuloacinares bien desarrolladas, cuya secreción es seromucosa. Los acini glandulares están revestidos por epitelio glandular cúbico con núcleos basales. El citoplasma se tiñe dependiendo de la naturaleza de la secreción. Los acini serosos están constituidos por células más pequeñas.

El tejido conectivo interacinar puede estar o no desarrollado. La cantidad de tejido muscular liso o estriado entre y rodeando a las glándulas salivares es variable.

En serpientes venenosas, parte del tejido glandular se modifica para secretar veneno conteniendo sustancias enzimáticas y neurotóxicas. Existen diferencias entre las glándulas venenosas de víperidas y elápidas. También se pueden detectar células mioepiteliales en la periferia de los acini rodeando parcialmente los lobulillos más pequeños y los ductos glandulares venenosos.

Otras serpientes colúbridas no venenosas poseen glándulas de Duvernoy localizadas profundamente debajo de las escamas supralabiales cerca de los dientes maxilares más caudales. Las secreciones de estas glándulas son activas frente a anfibios y pequeños mamíferos. Histológicamente las glándulas de Duvernoy se asemejan a las glándulas salivares modificadas de otras serpientes. Son glándulas serosas o seromucosas compuestas por células cuboidales con núcleos basales y citoplasma granular eosinófilo (parte serosa) o azul grisáceo (parte mucosa). Las secreciones son transportadas por medio de un ducto de pared delgada a la base de los dientes caudales del maxilar.

#### **Faringe**

Está tapizada por un epitelio estratificado plano. En las tortugas marinas se presentan papilas cornificadas sobre la superficie de la faringe posterior y los dos primeros tercios del esófago. La faringe de algunos reptiles, contiene numerosas glándulas mucosas simples caracterizadas por núcleos aplanados en posición basal. En otras tortugas la superficie del paladar y la faringe están tapizadas por un epitelio escamoso ligeramente queratinizado. El grado de queratinización del epitelio refleja la dieta del animal.

#### **Esófago**

Salvo en tortugas marinas, es muy similar al de vertebrados superiores. La mucosa consta de un epitelio estratificado plano o columnar bajo, lámina propia rica en tejido conectivo fibroso, y muscular de la mucosa. Se pueden encontrar agregados linfoides debajo de la membrana basal. La submucosa consta de tejido conectivo areolar laxo existiendo numerosas glándulas mucosas en la misma cuyos productos de secreción son transportados a la luz esofágica mediante ductos tapizados por epitelio simple cúbico. La túnica muscular es doble estando constituida por una capa circular interna y una longitudinal externa de músculo estriado. La capa más externa es una túnica adventicia del resto de las familias de reptiles.

#### **Estómago**

Es similar al de vertebrados superiores. En la mayoría de los reptiles se distinguen las regiones cardial, fúndica y pilórica. La región cardial cambia de epitelio desde un epitelio estratificado plano de la región esofágica a un epitelio simple cilíndrico con núcleos en posición basal.

En la mayoría de los reptiles la región fúndica representa la mayor superficie del estómago. El epitelio simple cilíndrico contiene numerosas células mucosas. El número de células caliciformes secretoras de mucina se incrementa desde la porción craneal del estómago hasta la región próxima al piloro. Las glándulas gástricas se componen de células cúbicas o poliédricas con citoplasma azul claro y otras más pequeñas con citoplasma eosinófilo con numerosos gránulos. Las primeras son las llamadas células claras, con núcleos basales o apicales. Las segundas son las células principales o zimógenas con núcleos preferentemente en situación central. No se han descrito células parietales en los reptiles.

La porción pilórica del estómago se caracteriza por la pérdida de glándulas gástricas y sus proyecciones epiteliales. La pared gástrica tiene tres túnicas musculares, interna oblicua, circular media y longitudinal externa. Una serosa mesotelial es la envoltura externa.

La región pilórica del estómago glandular termina en el esfínter pilórico. Se observa una transición abrupta desde la mucosa glandular del fundus a un epitelio caracterizado por la presencia de profundas glándulas pilóricas tapizadas por un único tipo celular cuyo citoplasma es eosinófilo. La lámina propia contiene fibras musculares lisas originándose en la muscular de la mucosa, y ocasionales agregados linfoides. El número y distribución de estos agregados linfoides varía con los reptiles. El esfínter pilórico consta de una serosa externa, una capa muscular longitudinal externa y una capa muscular circular interna, por debajo de una muscular de la mucosa, lámina propia y revestimiento epitelial mucoso.

#### **Intestino delgado**

El duodeno está tapizado por un epitelio simple cilíndrico. Se observan numerosas vellosidades intestinales consistentes en evaginaciones de la membrana mucosa que se proyectan hacia la luz del intestino delgado. En la lámina propia existen arteriolas, vénulas, capilares sanguíneos y linfáticos. En las capas más profundas de la mucosa se observan las glándulas de Lieberkühn.

Las células caliciformes se distribuyen entre los enterocitos y son tanto más numerosas cuanto más distal es la región observada. La submucosa es gruesa pero no existen glándulas de Brunner. En la submucosa existen agregados linfoides conteniendo linfocitos y ocasionalmente macrófagos. La muscular interna y la muscular externa están bien desarrolladas. La capa más externa es una serosa. Las ramas de las arterias mesentéricas, venas y vasos linfáticos penetran en la pared intestinal en la unión mesentérica. La transición desde el duodeno, rico en vellosidades glandulares, hacia el yeyuno, está caracterizada por largas vellosidades con menos glándulas y más células caliciformes. El ileon presenta unas vellosidades más cortas y más gruesas con numerosos agregados linfoides y células caliciformes.

#### **Intestino grueso**

Está también tapizado por un epitelio simple cilíndrico con numerosas células caliciformes, particularmente entre las criptas formadas por vellosidades adyacentes. Son también más numerosos los agregados linfoides. Hay menos fibras musculares lisas en la lámina propia. En las especies herbívoras con un ciego su pared es más delgada y con células caliciformes sobre todo en su porción caudal.

La región rectal del intestino posterior se vacía por medio del coprodeum en la cloaca. La parte craneal de la cloaca está tapizada por un epitelio simple cúbico o cilíndrico bajo con numerosas células caliciformes. La cloaca terminal y/o ano está tapizada por un epitelio estratificado plano no queratinizado en algunas especies; en otras está tapizado de manera similar al colon terminal pero con pliegues rugosos prominentes más que vellosidades intestinales. En especies ovíparas, especialmente quelónidos, la mucosa cloacal está ligeramente queratinizada.

#### **Hígado**

El hígado de los reptiles muestra una estructura menos organizada en lobulillos hepáticos. En algunas especies, sí puede distinguirse el lobulillo clásico. Las áreas portales contienen ramas de la vena porta, arteria hepática y conductos biliares, y tejido conectivo interlobulillar. La vena central se localiza en el centro de los cordones de hepatocitos separados por sinusoides tapizados por endotelio. Las células de Kupffer se sitúan en los sinusoides y son más bien aplanadas. En los reptiles en los que no se distingue tan bien el lobulillo hepático, los hepatocitos se disponen en cordones de dos células de grosor.

Un hecho distintivo es la presencia de grandes cantidades de melanina distribuida difusamente por el parénquima hepático, sin patrón anatómico concreto.

La vesícula biliar puede ser contigua o no con el hígado. En serpientes, la vesícula biliar se dispone anatómicamente a cierta distancia caudal al hígado. En saurios y tortugas está inmersa en el lóbulo hepático derecho. Está revestida por un epitelio simple cilíndrico o pseudoestratificado. Bajo la lámina propia hay una túnica muscular lisa y en algunos reptiles glándulas mucosas. Una serosa típica delimita el órgano externamente.

#### **Páncreas**

El páncreas en reptiles es también una glándula mixta tanto exocrina como endocrina. El parénquima exocrino está constituido por glándulas tubulares ramificadas más que acinis y lobulillos. Las células exocrinas presentan núcleo de localización basal y gránulos de zimógeno eosinófilos en la porción apical de su citoplasma. Los ductos pancreáticos están tapizados por un epitelio por células cilíndricas bajas.

La parte endocrina no siempre se distingue con claridad. En las serpientes colúbridas se circunscribe al polo esplénico del páncreas. (33,34)

## **CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DIGESTIVA DE LOS REPTILES APARATO DIGESTIVO DE COCODRILOS.**

#### **Cavidad oral**

La lengua presenta su superficie ventral firmemente fija al piso de la cavidad, siendo sus movimientos bastante limitados (no puede protruírla). La porción caudal de la lengua, a nivel de la base, está elevada para formar un gran pliegue transversal que va a formar parte del pliegue laríngeo que separa la cavidad oral de la faríngeo. Para que el animal trague un bocado de carne tiene que elevar verticalmente su hocico, debido a que la lengua, por su escasa motilidad, no participa en el proceso de deglución de la comida hacia el esófago.

La dentición es **tecodonta** (fuertes dientes sujetos a los alvéolos dentarios excavados en el hueso). Los dientes presentan una forma cónica. Existen ciertas variaciones interespecíficas: los gaviales poseen todos los dientes iguales, siendo de pequeño tamaño, ideales para su dieta exclusivamente ictiófaga; en el resto de especies los dientes pueden variar en tamaño, según su localización en la boca. Los cocodrilos no mastican los bocados, sus dientes son herramientas de sujeción cuya finalidad es apresar la víctima para luego desgarrarla mediante bruscos movimientos de su cabeza o rotando su cuerpo sobre su propio eje. Los dientes se renuevan, a medida que se pierden, durante toda la vida del animal, aunque más lentamente con el incremento de la edad.

#### **Laringe**

El pliegue laríngeo se sitúa a nivel caudal del hueso palatino, entre el límite caudal de la cavidad oral y la faringe. Surgen a modo de dos largos pliegues transversos que conforman el velo del paladar; estos al unirse con el pliegue transverso de la base de la lengua dan lugar a la formación del gran pliegue laríngeo que separa la cavidad oral de la faringe.

#### **Esófago**

Es alargado, con gran capacidad de distensión y presenta numerosos pliegues longitudinales en su mucosa. Se comunica con el estómago mediante el esfínter del cardias.

#### **Estómago**

Presenta dos regiones: cuerpo y porción pilórica. El cuerpo es la región más próxima al cardias. En su estructura destaca una capa muscular muy desarrollada reforzada por dos tendones fijados a las paredes, lo que unido a la presencia de **gastrolitos** (desde piedras y trozos de madera a botellas) en el interior de la cavidad estomacal, aparentemente le confieren al cuerpo una funcionalidad similar a la molleja de las aves. Por ello su mucosa presenta pliegues y surcos que facilitan el desmenuzamiento del alimento, siendo triturado en pequeños trozos, que se mezclan con el mucus que segregan las numerosas glándulas que aquí se localizan. Todo ello pasa posteriormente a la región pilórica. El alto grado de acidez estomacal permite que se digieran todo tipo de estructuras orgánicas que pueda presentar la presa (desde huesos hasta piel y pezuñas). El esfínter pilórico separa el estómago del intestino delgado.

#### **Intestino delgado**

Está sostenido a las paredes de la cavidad corporal, junto con el bazo, mediante el mesenterio dorsal. Se continúa con el intestino grueso a través del esfínter ileocólico.

#### **Intestino grueso**

No presenta gran longitud respecto al intestino delgado, pero su luz posee un diámetro dos veces mayor que la del intestino delgado. Entre el intestino grueso y la cloaca se encuentra el ano que presenta un esfínter anal muy desarrollado.

La cloaca es la terminación caudal de los conductos excretores de los aparatos digestivo, urinario y genital. Está dividida en tres cámaras:

- **Coprodeum** o porción anterior es donde se acumulan las heces que vierte el intestino largo a través del esfínter anal.
- **Urodeum** o porción media es donde desembocan los uréteres; a este nivel está fijada la unión con el pene.
- **Proctodeum** o porción posterior es donde se vierten los desechos antes de eliminarlos al exterior.

La cloaca se abre al exterior mediante una abertura longitudinal situada en la superficie ventral del cuerpo, a la altura de los miembros posteriores.

#### **Hígado**

Como órganos anejos al aparato digestivo se encuentra un **hígado** bilobulado (con lóbulo derecho y lóbulo izquierdo), adyacente a éste se encuentra la vesícula biliar. La unión de los tres conductos hepáticos que presenta el hígado, forman el conducto biliar común. La digestión se ve afectada por la temperatura del medio. En general, los cocodrilidos se alimentan cuando la temperatura ambiental oscila entre los 25 y 35° C.



## APARATO DIGESTIVO DE SERPIENTES

### CAVIDAD ORAL.

Puede aumentar de tamaño para tragar grandes presas merced a la falta de fijación de los cuerpos de la mandíbula. No mastican a sus presas sino que las tragan enteras. Sus dientes, poseen seis filas de dientes (cuatro superiores y dos inferiores), se utilizan para retener a la presa que mudan y se reemplazan a lo largo de su vida. Los colmillos para inyectar el veneno, son dientes que están atravesados, longitudinalmente, por un fino conducto, el cual comunica con las glándulas del veneno. Estas son glándulas labiales modificadas, cuyo contenido es rico en enzimas, que han evolucionado en ciertas familias de serpientes. En el caso de los colmillos la clasificación permite determinar si estas son venenosas o no en cinco grupos: **Aglifas, Opistomegadontes, Opistoglifas, Proteroglifas y Solenoglifas** (cuadro 2). Para humedecer la cavidad oral y lubricar a la presa para facilitar su deglución, se encuentran varias glándulas mucosas distribuidas por la boca (palatinas, linguales, sublinguales y labiales).

Cuadro 2: Clasificación de los dientes de las serpientes.

CLASIFICACION	CARACTERISTICAS	EJEMPLOS DE ESPECIES
Aglifas	Dentadura maxilar superior formada por pequeños dientes ganchudos y curvados hacia atrás, sin surco o conducto capaz de inocular ponzoña. son sólidos, lisos, cortantes y cortos y sus mordeduras son simples y superficiales.	Boa
Opistomegadontes	Dos dientes posteriores más grandes que las restantes se utilizan para herrar severamente a las presas. pero desprovistas de canal para introducir ponzoña	Sapamanare ( <i>Xenodon severus</i> )
Opistoglifas	Iguales al grupo anterior, pero tienen además un par de dientes alargados, fijos y surcados por un canal lateral externo capaz de inducir ponzoña. el veneno es inoculado con eficacia en presas ya ingeridas facilitando la digestión.	Verdegallo ( <i>Leptophis coeruleodorsus</i> ) y la Lora ( <i>Chironius monticola</i> ).
Proteroglifas	Los colmillos están ubicados en el maxilar superior. en la porción anterior y poseen un canal inocular de ponzoña, son pequeños, curvados ligeramente, inmóviles y están sujetos al maxilar superior de tamaño mayor al de los demás.	Coralillos ( <i>Micrurus sp.</i> )
Solenoglifas	Par de colmillos, fuertes, curvados hacia atrás y situados en la parte anterior del maxilar superior que es pequeño y verticalmente eréctil, lo cual le permite cerrar la boca y replegar los colmillos al techo de ésta y los colmillos se encuentran recubiertos por una mucosa. además de poseer un conducto que lleva la ponzoña desde la glándula productora hasta la punta del colmillo, al momento de morder abre la boca en un ángulo cercano a 180° y el maxilar superior se mueve hacia delante formando un ángulo de 90° con el labio superior.	Cascabeles ( <i>Crotalus</i> ), Mapanares ( <i>Bothrops</i> ) y Cuaimas piñas ( <i>Lachesis</i> ).

Fuente: Pough, H.F. Andrews, R.M. Herpetology Ed. Prentice Hall, New Jersey U.S.A. 1998 C. 9.

**Lengua**

Está depositada en una vaina situada bajo la glotis y la epiglotis, presenta terminaciones nerviosas de tipo olfativo.

**Esófago**

Puede dilatarse para que por él pueda pasar una presa entera, ya que no se presentan barreras físicas que le impidan dilatarse (no hay cintura escapular, ni esternón). Se caracteriza por presentar una pared con escaso o nulo componente muscular, por lo que la presa avanza mediante movimientos de la musculatura axial. Sobre la mucosa esofágica se localizan tonsilas que actúan como barrera defensiva del sistema inmune ante posibles infecciones. Tampoco presenta un esfínter del cardias bien desarrollado.

**Estómago**

Es alargado, formando un saco con gran capacidad de distensión. Su pared es de naturaleza muscular.

**Intestino delgado**

Está poco desarrollado y desemboca en el colon, el cual tiene capacidad para acumular heces durante un cierto periodo de tiempo.

**Intestino grueso**

No tiene una diferencia considerable en comparación con intestino delgado y solo se encuentra separado por la cloaca que recibe los productos de residuos del aparato urogenital en el caso de las serpientes también sirve como mecanismo de defensa mediante la secreción abundante de secreciones odoríferas. La familia Booidea presenta un pequeño ciego que está situado proximalmente al colon.

**Hígado**

Es alargado, con forma de huso. Caudalmente a este, se sitúa la vesícula biliar que se localiza junto al páncreas y el bazo. En algunas especies puede el páncreas estar asociado al bazo formando el esplenopáncreas.

**APARATO DIGESTIVO DE SAURIOS****Cavidad oral**

La lengua varía en tamaño, forma y color (oscura en Iguanidae) con las especies, en general es una lengua móvil y protrusible. La yemas gustativas no están muy desarrolladas y se sitúan a nivel de faringe, no en la lengua. La protrusión de la lengua puede utilizarse para captar información del medio mediante la lengua bífida muy horquillada presente en varano y tejú o para ser disparada para atrapar el alimento (*Chamaeleo* spp.).

La dentición de los lagartos, en la mayoría, es de tipo **pleurodonta** (dientes con raíces alargadas débilmente sujetos al margen interno de la arcada dentaria, sin alvéolos dentarios), donde los dientes perdidos o mudados son reemplazados a lo largo de la vida del animal. Algunas familias de Agamidae y Chamaeleontidae presentan dentición **acrodonta** (dientes más cortos unidos firmemente al margen cortante de la arcada dentaria, sin alvéolos dentarios), donde sólo se reemplazan los dientes de los individuos jóvenes. (5) La existencia de lagartos venenosos es propio de unas pocas especies. La transmisión del veneno es por un mecanismo diferente al de las serpientes. Los colmillos no son huecos, sino que presentan una ranura exterior, no conectada directamente a las glándulas del veneno, las cuales son glándulas sublinguales modificadas. Cuando el reptil muerde, el veneno fluye desde la glándula, circula por el surco del diente penetrando en la herida causada por la mordedura.

**Estómago**

Es simple, de forma alargada. No presenta piedras en su interior (gastrolitos) a diferencia de los cocodrilos.

**Intestino delgado**

Presenta un páncreas asociado. Muchas especies poseen ciego agrandado. Algunos lagartos vegetarianos tienen el colon dividido en saculaciones o compartimentos para facilitar la fermentación del alimento que admite así una mejor digestión. Para mejorar esta fermentación microbiana, ciertas especies (Iguanidae), tienen preferencia por escoger zonas donde la temperatura ambiental sea la óptima.

**Intestino grueso**

Son fermentadores posteriores y por lo tanto tienen un complejo cecocolico. La porción final del intestino grueso desemboca en la cloaca, a nivel del coprodeum. Los saurios también presentan una vesícula biliar y un hígado lobulado.

**APARATO DIGESTIVO DE TORTUGAS.****Cavidad oral**

No presenta dientes sino un duro pico córneo con el cual despedazan las piezas. La deglución se lleva a cabo gracias al mucus producido por las glándulas salivares y a la larga y ancha lengua. Ciertas tortugas han desarrollado estructuras bucales que utilizan en provecho de su alimentación, bien sea en sus técnicas de caza, como la tortuga aligador (familia Chelydridae) que posee un pequeño apéndice vermiforme sobre la lengua con capacidad de distensión al llenarse de sangre y de moverse por medio de determinados músculos, el cual utiliza como señuelo de pesca; o bien sea para obtener alimentos, como algunas especies comedoras de moluscos (familia Emididos, géneros Graptemys y Malayemys) o comedoras de frutos (familia Emididos, género Pseudemys, Cacluga y Batagur) que presentan un paladar secundario con capacidad para romper las conchas o partir los frutos. El bolo alimenticio pasa al esófago y, posteriormente al estómago, por medio de la válvula gastroesofágica.

**Esófago**

En las tortugas marinas presenta una mucosa recubierta de estructuras con forma cónica, a modo de espículas cornificadas, que favorecen el paso del alimento hacia el estómago evitando su reflujo.

**Estómago**

Está situado ventrocranalmente, en el lado izquierdo de la cavidad celómica; distalmente, está el esfínter pilórico.

**Intestino delgado**

Es de escasa longitud, realizándose la absorción de los nutrimentos y del agua, merced a sus enzimas digestivas y a las secretadas por el páncreas y la vesícula biliar. Mediante la válvula ileocecal se conectan el intestino delgado y el intestino grueso.

**Intestino grueso.**

Presenta un ciego de escaso desarrollo y un colon con sus tres porciones (ascendente, transversal y descendente) que desemboca en el recto, y éste en la cloaca ( a nivel del coprodeum, donde se retienen las heces antes de su expulsión).

**Páncreas**

Es un órgano de color rosa-anaranjado pálido, situado junto al bazo o alojado entre los mesenterios del duodeno, y a través de un corto conducto drena el jugo pancreático al duodeno. Presenta funciones endocrinas y exocrinas. El páncreas puede estar asociado al bazo formando el esplenopáncreas.

**Hígado**

Es un órgano voluminoso, puede estar totalmente pigmentado de melanina. Está situado ventralmente, ocupando completamente de un lado a otro la cavidad celómica. Entre los dos lóbulos mayores se encuentra la vesícula biliar. Para su fijación en la cavidad celómica presenta puntos de sujeción con el corazón y el estómago. (34,35,30,36,37)

### 4.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Los requerimientos nutricionales de los reptiles cautivos han sido, hasta hace poco escasamente comprendidos y mayormente especulados basados en el conocimiento de lo que se alimenta en la vida libre. Existen muchas similitudes entre los requerimientos nutricionales de las aves domésticas y los reptiles de acuerdo a estudios comparativos, puesto que la mayor diferencia es que los reptiles no tienen el alto requerimiento de energía para mantener la temperatura corporal. Se puede asumir que cada especie de reptil obtiene de la naturaleza su dieta equilibrada de los productos que dispone en su hábitat natural. (29)

Dependiendo de la materia prima de la cual se alimentan, a los reptiles se les clasifica en tres grupos:

**Carnívoros.-** Se alimentan desde pequeños y grandes vertebrados, peces y aves.

**Herbívoros.-** Se alimentan exclusivamente de materia vegetal.

**Omnívoros.-** Se alimentan casi en partes iguales de materia animal y vegetal.

Si bien el conocimiento de los requerimientos nutricionales es escaso existen algunos reportes que establecen requerimientos energéticos en algunas especies de reptiles tanto en vida libre como en cautiverio, en serpientes en cautiverio se ha logrado establecer que su requerimiento energético diario de mantenimiento es de 45 Mcal/día (29).

Los macronutrientes, proteínas, carbohidratos y grasas son relativamente similares a los requerimientos en mamíferos. Se asume que el requerimiento de proteína es de aproximadamente 18-20% (Base seca) para carnívoros y de 11 - 12 % para herbívoros, en el caso de los aminoácidos es similar al de mamíferos con la adición de histidina para reptiles. En el caso de los ácidos grasos no ha sido determinado en reptiles, pero algunos estudios sugieren una adición del 0.2% de ácido linoleico en la dieta.

En cuanto a la relación calcio: fósforo la relación recomendada es de 1:2, pero en el caso de hembras en época reproductiva y animales en crecimiento se sugiere una adición de 1:25 hasta aproximadamente 1:44. (28,38)

Las siguientes recomendaciones de nutrimentos están basadas en las necesidades nutricionales de mamíferos herbívoros y carnívoros debido a que son muy reducidos los estudios realizados en reptiles. (Cuadro 1) (10)

**Cuadro 1: Requerimientos nutricionales adaptados a reptiles herbívoros y carnívoros.**

CLASIFICACIÓN	Proteína (%)	Grasa (%)	Ca (%)	P (%)	Vit. A IU/kg	Vit. D IU/kg	Vit. E IU/kg
Herbívoros *	8-15	0.5	0.24 - 1.0	0.17 - 0.80	1500 - 4000	200 - 900	50
Carnívoros **	24	-	0.8	0.6	10000	500	30

Fuente: Dierenfeld, E. Manual de nutrición y dietas para animales en cautiverio, ED. Zoo Helping Zoos Save Wildlife. New Orleans U.S.A 1997 C. IV.

\* Familias: Testudinae, Kinostomidae, Cheludridae, Iguanidae, Pelomedusidae.

\*\* Familias: Chelidae, Emydidae, Culubridae, Crotalidae, Crocodilidae, Alligatoridae.

#### 4.4. HABITOS EN VIDA LIBRE

Los reptiles de acuerdo a sus hábitos alimenticios se clasifican en Herbívoros, carnívoros y omnívoros existiendo variaciones entre cada familia y hábitat natural.

En tortugas encontramos que su alimentación varía de herbívora (hojas, frutas, plantas acuáticas) a carnívora (peces, pequeños mamíferos como roedores y crustáceos) y omnívora (Insectívoros y Carroñeros), también existen diferencia con respecto a la edad, ya que en algunas familias los adultos son exclusivamente herbívoros, en tanto que en los jóvenes es muy variada (cuadro 1)

En lagartos la mayoría son carnívoros presentando una dieta compuesta por pequeños mamíferos, algunas especies grandes mamíferos, peces, otros reptiles y aves, existen familias herbívoras que se alimentan de hojas y frutas, también se reportan caso de canibalismo en estas especies. (Cuadro 2)

En serpientes su dieta es exclusivamente carnívora compuesta por aves, otros reptiles, pequeños mamíferos y al igual que en lacertidos se reportan casos de canibalismo (Cuadro 3).

Los cocodrilos son exclusivamente carnívoros, su dieta está compuesta por mamíferos, aves y peces.

La tuatara es la única especie viviente de la familia Sphenodon y se alimenta principalmente de huevos, insectos y otros reptiles. (32.39.40.41.42.43)

CUADRO 1: TORTUGAS

FAMILIA	HABITOS ALIMENTICIOS
Chelidae	Omnívoras y carnívoras
Pelomedusidae	Herbívora y omnívora
Carettochelydae	Crustáceos, insectos, moluscos, peces, plantas acuáticas
Chelydridae	Carroña, insectos, peces, moluscos y vegetales
Dermatemydidae	Jóvenes omnívoros, adultos herbívoros
Cheloniidae	Peces, algas, medusas, cangrejos
Dermodochelyidae	Medusas, crustáceos y moluscos
Emydidae	Omnívora
Kinosternidae	Omnívora
Staurotypidae	Carnívora
Testudinidae	Herbívora
Trionychidae	Carnívora
Platystemnidae	Carnívora

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T.

## CUADRO 2: LAGARTOS

FAMILIA	HABITOS ALIMENTICIOS
Agamidae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Chamaeleontidae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Iguanidae	Vegetales
Gekkonidae	Insectos, pequeños mamíferos
Pygopodidae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Teiidae	Caracoles e insectos
Lacertidae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Xantusiidae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Scincidae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Cordylidae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Dibamidae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Xenosauridae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Anguidae	Insectos, pequeños mamíferos y otros reptiles
Helodermatidae	pequeños mamíferos y otros reptiles
Lanthanotidae	Pequeños mamíferos y otros reptiles
Varanidae	Carroña, cabras, búfalos de agua y pequeños mamíferos

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T.

10

## CUADRO 3. SERPIENTES

FAMILIA	HABITOS ALIMENTICIOS
Colubridae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Elapidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Viperidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Pythonidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Aniliidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Tropidophiidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Boidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Uropeltidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Leptotyphlopidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Anomalepidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves
Typhlopidae	Insectos, ranas, mamíferos y aves

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T.

10

## CUADRO 4: COCODRILOS

FAMILIA	HABITOS ALIMENTICIOS
Alligatoridae	Tortugas, peces y mamíferos
Crocodylidae	Peces, aves, antilopes, monos
Gavialidae	Peces

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T.

10

**CUADRO 5: TUATARA**

FAMILIA	HABITOS ALIMENTICIOS
Sphenodontidae	Insectos, gecos, pollos y huevos de aves marinas

Fuente: Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T. 10

#### 4.5. DIETAS SUGERIDAS

Las especies de reptiles pequeños y los individuos juveniles, suelen comer más a menudo que los individuos grandes: Los insectívoros y herbívoros pequeños deben alimentarse diariamente, mientras que la mayoría de los lagartos carnívoros grandes tiene suficiente con dos a tres comidas abundantes por semana: Las serpientes jóvenes requieren dos comidas por semana, mientras que las serpientes maduras necesitan una comida por semana y eventualmente una cada quince días. En especial para las serpientes y lagartos carnívoros deben ser alimentados preferentemente con ratones y ratas frescas aturdidas y colocadas inmediatamente en la jaula del reptil de manera que aun se encuentren calientes y en el caso específico de las víboras puedan encontrarlas con sus fosas detectoras de calor. Es muy difícil establecer normas estrictas sobre la cantidad de alimento, su objetivo debe ser conseguir una dieta equilibrada sin sobre alimentación, antes de establecer una rutina adecuada se sugiere precisar una experimentación previa.

Para el caso de reptiles carnívoros se recomienda hacer una inclusión con el 20 % de hueso adicionado para mantener la proporción de calcio: fósforo : Cuando se suministren pescados, pollos, conejos o roedores deben proporcionarse completos con vísceras. (44, 29,10)

##### COCODRILOS

1) Ejemplo para la dieta de cocodrilos.

Adultos: Se pueden alimentar con pellejos de ratas, cuero de nutria, pescado muy fresco, corazones de res y pedazos de carne de caballo en pequeñas cantidades.

Juveniles: Pueden ser alimentados de forma similar a los adultos pero en ellos no se recomienda corazones de res y pedazos de carne de caballo.

En el caso de la carne exclusivamente como músculo puede ser muy pobre en calcio y fósforo por lo que no promueve el crecimiento de esqueletos sanos en animales jóvenes o cualquier clase de cocodrilos. (44)

2) Ejemplo para la dieta para cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*)

Se recomienda una mezcla de carne de pollo, caballo y pescado.

3) Ejemplo para la dieta del caimán, cocodrilo y yacaré.

Adultos: Se recomienda una dieta compuesta por pescado, aves y pequeños mamíferos y en menor proporción insectos y ranas.

Juveniles: Se recomienda una dieta compuesta principalmente por insectos y peces y en menor cantidad también se pueden administrar anfibios principalmente ranas. (45)

##### SERPIENTES

4) Ejemplo de dieta para Boa (*Boa constrictor orthon*) en el Zoológico de Toronto.

Conejos: 1 cada cuatro semanas (2-3 Kg.)

Vitamina E (200 IU): Una cápsula una vez/mes de alimento

Suplemento de vitaminas/minerales: con alimento. (46)

5) Ejemplo para la dieta de la Serpiente Colubrid adulta (serpientes ratoneras o graneras).

Su alimento es un ratón adulto cada siete días y en el caso de los juveniles se alimentaran con ratones juveniles o destetados cada siete días. (46)

6) Ejemplo para la dieta de pitones adultos y boas.

Son alimentados con una rata adulta cada 14 o 21 días dependiendo el tamaño de la serpiente; para serpientes muy largas pueden alimentarse con dos a tres ratas juveniles y las especies pequeñas de constrictor con ratones adultos por 7-14 días. (44)

7) Ejemplo para la dieta de la Serpiente falsa pequeña. (*Macropodon cucullatus*)

De acuerdo a los estudios realizados se sugiere alimentar con pequeños mamíferos como ratones, ratas y conejos y en el caso de las hembras en época reproductiva también se sugiere adicionar insectos como arañas y tarántulas, y otros reptiles como lagartijas (47).



## LACERTIDOS

## 8) Ejemplo para la dieta lagartos de la familia Lacertidae.

Pueden ser alimentados con grillos vivos, larvas y harina de gusano que pueden ser espolvoreados con una mezcla de vitaminas y minerales antes de la alimentación. (44)

9) Ejemplo para la dieta del varano de la sabana (*Varanus exanthematicus*)

Contrario a las dietas suministradas actualmente que van desde dietas estrictamente basándose en ratones, hasta preparados en lata para perros, los váranos no acumulan cantidades grandes de grasa si no es en su cola. Una dieta a base insectos, suplementada con carne de pollo o ratón una vez por semana es lo mas aconsejable y accesible para estos animales en cautiverio ya que estos animales tienden a la obesidad en cautiverio. (44,48)

10) Ejemplo para la dieta de la Iguana negra (*Ctenosaura pectinata*).

Adultos: Se recomienda dietas con la inclusión de frutos y hojas de guamuchil como fuente de carbohidratos y de leguminosas como las hojas de huizache

Juveniles: Se recomienda proporcionar insectos como por ejemplo larvas de mosco y vegetales como alfalfa y jitomate. (49)

## 11) Ejemplo para la dieta de lagartos herbáceos como Iguanas.

Son alimentados con una ensalada mezclada al 80% con frutas y vegetales principalmente, como pueden ser col, brócoli, zanahorias, lechuga, manzana, naranja y uvas. El 10% de alimento seco para perro remojado en agua y desmoronado en los vegetales y el 10% restante con dieta para conejos o alfalfa pelletizada, adicionada con una mezcla de vitaminas y minerales especial para reptiles, 3 veces por semana en adultos y diario en juveniles. (44)

## TORTUGAS

## 12) Ejemplo para la dieta de tortugas acuáticas

Se recomienda alimentar con pescado fresco e insectos, espinacas y lechuga. (50)

## 13) Ejemplo para la dieta de tortugas de desierto.

Se pueden alimentar con lechuga, espinacas, cactus y alimento para perro. (50)

#### 4.6. PRINCIPALES PROBLEMAS NUTRICIONALES

Un gran porcentaje de las condiciones clínicas que se presentan en reptiles en cautiverio esta directa o indirectamente relacionada con la dieta, ya que la mayoría de dietas comerciales están diseñadas para animales domésticos, primates y aves exóticas, el desconocimiento de los requerimientos nutricionales específico en reptiles inducen imbalance en la alimentación de los reptiles.

##### **ANOREXIA:**

Esta condición se presenta en animales de exhibición se describe como falta de apetito o falla en la alimentación como consecuencia de una falta de adaptación al cautiverio, temperatura ambiental inadecuada y una dieta mal ofrecida así como la concomitancia de estos problemas. Generalmente el período de adaptación a la alimentación varía de 6 a 8 semanas y se tiene que realizar una evaluación general constante.

##### **MIOPATÍA CAQUÉCTICA**

Aquellos animales que presentan alguna enfermedad crónica y/o alta carga parasitaria pueden presentar miopatía caquética caracterizada por atrofia muscular, ojos hundidos, plastrón cóncavo, marcada reducción del peso, atrofia serosa de la grasa, anemia, **hipoproteinemia e hipoglucemia**. La miopatía caquética se ha observado tanto en tortugas de vida libre como en tortugas mantenidas en cautividad. En ocasiones se produce en tortugas con algún tipo de obstrucción intestinal que cesan de comer.

##### **CARBOHIDRATOS:**

Los reptiles son capaces de digerir y metabolizar los carbohidratos superando los requerimientos y convirtiéndolos inmediatamente a grasas a partir del glucógeno. El cocodrilo tiene una periodicidad fisiológica estacional de los niveles de la glucosa de la sangre que se extienden a partir del 50 a 100 mg/100 ml. Las fuentes normales de los carbohidratos endógenos para proveer de energía en el cocodrilo son glucosa (los niveles de la glucosa de la sangre del cocodrilo se relacionan directamente con la tarifa metabólica), lactato y acetato. Los niveles de carbohidratos en verano de glucosa en la sangre de los cocodrilos exceden invariable el presentado en invierno. Los niveles más bajos de 50 mg/100 ml aparecen en la caída, seguida por 100 ml.

Los índices de consumo de oxígeno (CO<sub>2</sub>) de cocodrilos normales son nueve veces mayores que los de cocodrilos en cautiverio por lo que naturalmente puede ocurrir choque hipoglicémico caracterizado por midriasis, mirada fija y movimientos circulares en los primeros tiempos así como torticolis, y muerte en etapas avanzadas. Esta condición ha sido registrada en cocodrilos, caimanes y gaviales, pueden ocurrir en otros reptiles con fluctuaciones estacionales en niveles de la glucosa de la sangre.

##### **PROTEINAS :**

En reptiles terrestres generales son urolíticos (siendo el amoníaco el compuesto principal de eliminación del nitrógeno) dependiendo del grado de hidratación. La ingesta de proteína es hidrolizada en intestino delgado. Los aminoácidos esenciales son absorbido como ácido glutámico en la pared intestinal convertida en el alanina y ácido oxaloacético como los productos metabólicos primarios. La mayoría de los aminoácidos no esenciales se convierten en los tejidos finos en glicina, alanina, y glutamina, que se transportan al hígado, músculo y los riñones donde están desaminados transaminados. Los derivados alfa-cetoglutaricos en el proceso del desaminación se utilizan rápidamente y los fragmentos convertidos a la grasa, a la glucosa, o al glucógeno. Los aminoácidos esenciales, a excepción del arginina y lisina en el cocodrilo, son desaminados lentamente y se utilizan sobre todo para la síntesis de la proteína.

El ácido úrico es el producto final metabólico de la proteína y del metabolismo de las purinas en reptiles. Los índices normales de los residuos de excreción del nitrógeno en cocodrilos son la urea 20%, el ácido úrico 10%, y las sales del amonio 70%; estos porcentajes están conforme a cambio, dependiendo del estado de hidratación de los animales. Otros estudios han mostrado el porcentaje de residuos de excreción de ácidos úrico en reptiles normales para ser 93 a 98% en lagartos, 89% en un pitón, y 63% en una serpiente no identificada. El excreción se clasifica para los embriones negros de la serpiente, constrictor de Coluber, urea 60%, ácido úrico 20%, y sales del amonio 10%.

Los reptiles en cautiverio frecuentemente sufren de carencia de proteínas cuando se alimentan con dietas altas en celulosa, por ejemplo, lechuga y las frutas. La deficiencia crónica de proteínas en reptiles se caracteriza

por la pérdida salud y muerte después de que los almacenes del cuerpo de la masa de la grasa y del músculo se agoten. Las infecciones secundarias son comunes en las etapas terminales de este proceso y se deben identificar como tal; sin embargo, se culpan a menudo como la causa primaria de la muerte. Las deficiencias proteínicas en los productos comerciales al límite del requerimiento de proteína interfirieron en las estructuras de crecimiento de picos y cascaron e interrumpieron la reproducción. Las dietas comerciales comprobaron que contenían 13% de proteína cruda adecuado para el crecimiento y el mantenimiento en serpientes y tortugas que se encajaban a presión.

#### **GOTA**

Los riñones de los reptiles carecen de asa de Henle y por tanto son incapaces de concentrar la orina. La excreción de los residuos nitrogenados solubles como urea o amoniaco implicaría una pérdida muy significativa de agua. Por ello, la excreción de estos residuos se hace en forma de ácido úrico, que es insoluble, lo que permite un ahorro de agua. (Sólo se excretan amoniaco y urea en cantidades significativas en especies acuáticas y semiacuáticas).

Cuando hay un exceso de ácido úrico (**hiperuricemia**) éste cristaliza y forma precipitados insolubles que se depositan en riñón (gota renal) , en las serosas de otros órganos (gota visceral) o en articulaciones.

Entre las situaciones que pueden inducir una hiperuricemia en reptiles destacan las **causas dietéticas por aporte excesivo de proteína en la dieta** tal como el caso de reptiles herbívoros alimentados con pienso de perro o gato. Igualmente destacan las causas que impiden una correcta perfusión glomerular, como deshidratación y daño renal. Dentro de las lesiones renales, hay que resaltar la nefrototoxicidad por antibióticos aminoglicósidos (ej., gentamicina) y sulfamidas, pudiendo provocar tubulonefrosis. También es conveniente indicar las posibles implicaciones del sistema venoso porto-renal característico de numerosos reptiles. Dado que este sistema venoso recoge la sangre venosa de las extremidades posteriores y de la parte caudal del abdomen y la lleva a riñón antes de pasar a vena cava, se recomienda que la región drenada por el sistema venoso porto-renal no debe ser utilizada para la administración de drogas potencialmente nefrotóxicas.

Como fijador de elección para el estudio anatomopatológico se utiliza el alcohol, ya que la fijación en formol puede disolver los cristales de uratos. Histológicamente se observan los depósitos de uratos con una conformación estrellada y una reacción inflamatoria compuesta por heterófilos y macrófagos fundamentalmente, así como diversos grados de destrucción glomerular en casos de gota renal.

El tratamiento tiene tres objetivos:

- 1) Disminuir los niveles séricos de ácido úrico mediante drogas antihiperuricémicas como el alopurinol
- 2) Inducir la excreción de ácido úrico mediante drogas uricosúricas como el probenecid y la sulfipirazona
- 3) Tratar los ataques de artritis por gota mediante drogas antiinflamatorias como corticoides

#### **ENFERMEDAD METABOLICA OSEA:**

Es el resultado del imbalance en la proporción de calcio: fósforo, rara vez como consecuencia del metabolismo de calcio (vitamina D3) en la dieta. En vida natural la relación calcio: fósforo varía entre 1:1 a 2:1. Esto es debido a que animales como las serpientes o el lagarto monitor tienen acceso al calcio de las presas enteras que consumen. En las dietas en cautiverio solo llegan a consumir el músculo de mamíferos, aves y peces encontrando la relación calcio:fósforo en rangos de 1:40; en los herbívoros las dietas están constituidas por frutas y vegetales teniendo casos de Osteodistrofia fibrosa en iguana debido al insuficiente aporte de calcio. Las mandíbulas de los lagartos y cocodrilos frecuentemente son distorsionadas extendiéndose a la musculatura de la lengua. En tortugas se presentan deformidades en el caparazón y en las regiones branquial y pélvicas. Al igual que la presentación de distorsión en la masa muscular submandibular, deformidades óseas, así como la persistencia de la forma redondeada del cráneo de las iguanas juveniles por falta de crecimiento, la llamada "mandíbula de goma", las fracturas espontáneas frecuentemente en fémur y húmero, y los fenómenos de osteodistrofia fibrosa afectando a los huesos largos originado un característico engrosamiento de las extremidades.

Se sugiere como tratamiento suplementación de lactato de calcio o gluconato de calcio vía oral y la exposición natural a la luz del sol para sintetizar vitamina D<sub>3</sub>.

Para el caso de la iguana también se presenta la enfermedad metabólica de los huesos (MBD) como consecuencia en la deficiencia de vitamina D<sub>3</sub> presentándose con mayor frecuencia en animales juveniles en crecimiento. Los signos característicos son hinchazón, músculos de los muslos rígidos, aumento de volumen de los músculos y patas anteriores, a veces causado por la presencia de fracturas, parálisis repentina, cojera en una o más patas y crecimiento escaso.

En las tortugas es frecuente la observación debido a dietas bajas en Ca y altas en P, con desmineralización ósea y fracturas espontáneas

Se debe a una dieta deficiente en Ca o vitamina D (la cual favorece la absorción intestinal de Ca), una relación inadecuada Ca/P (lo normal es 1/1 ó 2/1), y/o una falta de exposición a luz UV. También acompaña a una amplia variedad de síndromes como hiperparatiroidismo secundario nutricional, osteoporosis, osteomalacia, raquitismo, osteodistrofia fibrosa, o hipocalcemia. Cuando los niveles sanguíneos de calcio disminuyen se incrementan los niveles de PTH, induciendo una actividad osteoclástica, que si progresa puede dar lugar a fracturas óseas, deformidades óseas, y osteodistrofia fibrosa; finalmente cuando las reservas de calcio en hueso no pueden mantener la homeostasis el animal muere.

Entre las causas del proceso destacan las de origen dietético. Aquellos saurios carnívoros que sean alimentados exclusivamente con vísceras o carne sin huesos desarrollarán la enfermedad por inapropiada relación Ca/P en la dieta. Dado que los insectos tienen una mala relación Ca/P los saurios insectívoros también presentan predisposición a padecer la enfermedad, recomendándose alimentar a los insectos con una dieta a su vez rica en calcio y pulverizarlos con carbonato cálcico inmediatamente antes de ser ofrecidos como alimento al reptil. En cuanto a las dietas herbívoras, muchos de los alimentos que habitualmente se ofrecen a estos animales (lechuga, tomate, frutas) tienen un bajo contenido en calcio y exceso de fósforo.

La falta de exposición a luz UV o la insuficiente suplementación con vitamina D<sub>3</sub> también puede inducir la enfermedad. La radiación UV cataliza la formación de colecalciferol o vitamina D<sub>3</sub>. Por otra parte se cree que los reptiles utilizan la vitamina D<sub>3</sub> o colecalciferol mucho más que la vitamina D<sub>2</sub> o ergocalciferol. Ello tiene una importante implicación consistente en que dado que la vitamina D<sub>3</sub> deriva de fuentes animales y la vitamina D<sub>2</sub> deriva de fuentes vegetales más baratas de producir, en muchas ocasiones los complejos multivitamínicos comerciales contienen fundamentalmente vitamina D<sub>2</sub> no útil para el reptil.

#### **HIPERPARATIROIDISMO PRIMARIO:**

Son pocos los casos confirmados de la presentación de esta enfermedad en reptiles presentándose principalmente en iguanas y tortugas asociado a la presencia de neoplasia adenomatosa benigna. Los signos clínicos son similares a los presentados en hiperparatiroidismo nutricional secundario y renal asociado a problemas en el funcionamiento renal.

#### **HIPERCALCEMIA:**

Se presenta acompañada por exceso de vitamina D<sub>3</sub>, esto es debido a que se suele suplementar sobredosis de vitamina D<sub>3</sub> en la dieta y a dietas excesivamente ricas en Ca. Otro de los factores que inducen la presentación de este problema es la alimentación con alimento comercial para perros, gatos o primates en reptiles cautivos debido a que el exceso de vitamina D<sub>3</sub> contenido en estos alimentos es muy poco tolerado por algunos reptiles.

Esto induce a depósitos de sales minerales de calcio en tejidos blandos produciendo una mineralización anormal. La aorta, corazón, tracto gastrointestinal, la calcificación de la túnica media de los grandes vasos es la enfermedad vascular más frecuente en reptiles, especialmente en saurios herbívoros como los iguanidos. Aparato genito-urinario y pulmones son más susceptibles a la mineralización.

La lesión consiste en una mineralización con depósito de microcristales de fosfato cálcico en tejidos blandos. Aquellos tejidos ricos en fibras musculares lisas son especialmente sensibles. Por otra parte, dado que la elastina es el tejido conectivo más susceptible de padecer mineralización patológica ello explica la frecuente mineralización de las membranas basales de los vasos sanguíneos y de otros órganos tapizados por epitelios. La calcificación puede afectar a los grandes vasos como aorta y vena cava, así como a pulmón, riñón, bazo y estómago, pudiendo desencadenar una muerte súbita debido a afectación miocárdica o aneurismas.

Después de la alimentación con estos alimentos los porcentajes de calcio en plasma se elevan hasta 40mg/dl aproximadamente. El tratamiento recomendado es la administración de calcitonina sintética disuelta en solución salina fisiológica.

#### **MINERALES TRAZA:**

El hierro, manganeso y cobalto son los minerales que comúnmente requieren los reptiles, pero no se han reportado deficiencias, excepto en iguanas cuya dieta es exclusivamente con vegetales y frutas carentes de estos elementos.

#### **DEFICIENCIAS DE VITAMINA A:**

Es más frecuente la presentación en tortugas semiacuáticas principalmente en animales jóvenes y neonatos, siendo menos frecuente en tortugas terrestres esto debido a la ingesta de precursores beta caroteno deficientes en la dieta.

Ente las lesiones presentadas se encuentra la secreción de moco por estructuras glandulares asociado con ojos, faringe estructuras superiores y bajas del tracto respiratorio y metaplasia escamosa. Las dietas altas en proteínas en neonatos deriva en deficiencias de Vitamina A. Los severos signos de deficiencia de Vitamina A pueden llevar a condiciones crónicas como es la presentación de hiperkeratosis de la mucosa ocular con la dificultad de administrar algún tratamiento.

También encontramos lesiones consisten en una metaplasia escamosa e hiperqueratosis del epitelio que tapiza los ductos de la glándula de Harder (anteromedial) y de la glándula lacrimal (posterolateral). El epitelio normal cúbico es reemplazado por células aplanadas que se descaman continuamente y ocuyen la luz de estos conductos, con lo que las glándulas se expanden en la dirección en la que encuentran menos resistencia. El resultado más frecuente es un blefarodema (edema palpebral), a veces con restos celulares blanquecinos debajo del párpado si el proceso es crónico. Ello interfiere en la visión y por tanto en la localización del alimento. Esta patología se presenta con mayor frecuencia en ejemplares juveniles porque su rápido crecimiento requiere grandes cantidades de vitamina A. No se suelen afectar las tortugas de menos de 6 meses de edad ya que durante este período utilizan la vitamina A de los restos del vitelo almacenada en el hígado. Una vez se agotan estas reservas de vitamina A, y si la dieta es deficiente, se instaure el proceso.

Debido que la vitamina A es necesaria igualmente para mantener la integridad de otros epitelios, no sólo se afectan las estructuras perioculares. También pueden afectarse por este orden los epitelios del aparato respiratorio, órganos endocrinos, sistema gastrointestinal y sistema genitourinario, predisponiendo al animal a infecciones bacterianas secundarias. El tratamiento indiscriminado con dosis elevadas de vitamina A puede ocasionar una hipervitaminosis A yatrogénica, proceso caracterizado por la aparición de vesículas en la piel, pérdida del epitelio epidérmico, y consiguiente exposición de la dermis con infecciones bacterianas secundarias. Por ello se recomienda no administrar vitamina A salvo que se haya hecho un diagnóstico correcto de hipovitaminosis A.

#### **GOTA VISCERAL POR HIPOVITAMINOSIS A**

Existen diversas descripciones de procesos de gota visceral en este orden, asociándose a varios factores como nefritis, drogas nefrotóxicas, deshidratación y elevados niveles de proteína en la dieta. Además en los últimos años se han considerado también las implicaciones de una deficiencia de vitamina A en el desarrollo de lesiones de gota visceral, particularmente en cocodrilos de granja.

Inicialmente los depósitos de vitamina A del hígado procedentes de los restos del vitelo compensan una posible deficiencia (Los requerimientos aproximados de vitamina A se estiman en 12000 UI/kg. de materia seca). Sin embargo, si la dieta continúa siendo deficiente se instaure una hipovitaminosis A de consecuencias clínicas manifiestas, originándose una metaplasia escamosa e hiperqueratosis de los túbulos renales, lo que a su vez interfiere con el aclaramiento de uratos. El descenso en la perfusión renal induce una hiperuricemia y el acumuló de precipitados de uratos en riñón y serosas. Si la enfermedad progresa, la obstrucción de las nefronas por estos precipitados puede ocasionar un fallo renal.

#### **EXCESO DE VITAMINA A:**

Los signos clínicos se presentan rápidamente en tortugas terrestres con la presentación de descamación de la piel, xeroderma subcutáneo, inflamación y pérdida de la piel, las lesiones comúnmente se observan en la región de la piel de la nariz y ocasionalmente se presentan lesiones en músculo esquelético.

**DEFICIENCIAS DE VITAMINA B1 (TIAMINA):**

Bajo condiciones normales la microflora absorbe las vitaminas del complejo B como la tiamina, pero la variación del contenido de tiamina en la dieta puede inducir a cambios en el comportamiento al producir desordenes en sistema nervioso, anorexia, temblores musculares y eventualmente la muerte del animal. El tratamiento consiste en administración de hidrocloretrato de tiamina vía oral. Asimismo se tienen que considerar los niveles de tiaminasa contenidos en los pescados empleados en la alimentación de los reptiles. Los niveles de tiaminasa en pescado crudo fresco que reporta la literatura se encuentra en 2.0 mg/kg.

**DEFICIENCIAS DE BIOTINA:**

Los efectos son similares a los causados por deficiencia de tiamina, inducido por una dieta deficiente de biotina. En especies como el Monstruo de gila (*Heloderma suspectum*), lagartija mexicana (*Heloderma horridum*) y algunas especies de lagartijas monitor, serpientes comedoras de huevos y váranos usualmente se presentan contenidos deficientes de biotina en los huevos y embriones.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA C (Acido ascorbico):**

Causa normalmente la deficiencia en la síntesis de colágeno, pérdida de fuerza y ruptura de la piel y sangrado espontaneo de la mucosa gingival. Normalmente responden rápidamente al tratamiento.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA D3:**

Relacionado con la disminución en la absorción de calcio intestinal con un incremento en los niveles de calcio en plasma presentándose ya sea por la baja exposición de los animales a los rayos ultravioleta o a la ingestión activa de la vitamina. Los excesos de vitamina D y sus efectos tóxicos incluyen mineralización de tejidos blandos.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA E:**

La vitamina E es requerida por sus propiedades antioxidantes. Las deficiencias de vitamina E y selenio están asociadas con la presentación de "Músculo blanco" en lagartijas, serpientes y tortugas acuáticas. En el caso de las iguanas se presenta una relación con los signos exhibidos de hipocalcemia que responden con una terapia con vitamina e y Selenio. La evaluación de la dieta principalmente de forrajes y granos en reptiles herbívoros revelan la deficiencia de selenio en estos afectando las fibras musculares y el tejido conectivo fibroso. Los signos de distrofia muscular se confirman en la biopsia. El tratamiento recomendado es una mezcla de tocoferol inyectado o vía oral.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA K:**

Excepto en administración accidental de veneno o derivados sintéticos de comadina son raros los casos por deficiencia. En el caso de cocodrilos la incidencia se debe a una dieta compuesta por pescado, carne y aves con un tiempo de exposición prolongada. El tratamiento consiste en la administración oral o inyectable de homólogos de vitamina K.

**DEFICIENCIA DE YODO Y DISFUNCION TIROIDEA:**

Clinicamente se presenta frecuentemente en tortugas terrestres particularmente en las originarias de las islas Galápagos y Aldabra, así como en ejemplares juveniles con anemia alimentados exclusivamente a base de pescado. La incidencia sugiere que por medio de evolución requieren metabolizar halógenos especialmente yodo.

Las manifestaciones clínicas es la presencia de fibrosis causado por dietas compuestas principalmente de brocoli, col de brúcelas, coliflor entre otras con una porción pequeña de yodo en su composición. Se recomienda como tratamiento la adición de caseinato de yodo en la dieta.

**HIPOGLICEMIA EN COCODRILOS EN CAUTIVERIO:**

Las manifestaciones clínicas son temor de músculo esquelético, dilatación de pupilas (midriasis), disminución de reflejos musculares. El tratamiento consiste en la administración de glucosa oral y evitar condiciones de estrés para no inducir hipoglicemia.

**ESTREÑIMIENTO Y OBSTRUCCION GASTROINTESTINAL:**

En cautiverio, la administración de alimentos secos y la falta de consumo de agua, así como las deformaciones óseas en la pelvis que comprimen el intestino, ingestión de cuerpos extraños pueden llevar al aumento en el volumen del abdomen, dificultad en la respiración e incluso a la muerte. Se recomienda dar el alimento humedecido y proporcionar agua

**VÓMITO:**

El diagnóstico y causas de vómito esencial en la observación de vertebrados y reptiles, ya que indican la presencia de procesos infecciosos y/o enfermedades metabólicas como parásitos, particularmente criptosporidiosis en serpientes, intoxicaciones, putrefacción de material ingerido, lesiones ulcerativas en tracto gastrointestinal, piogranulomas y abscesos. El diagnóstico radiográfico, lavado gástrico y análisis de alimentos determinan las causas del vomito.

En el caso de las tortugas y lagartijas la regurgitación es un signo clínico poco favorable se determinan las causas mediante el análisis clínico debido a la fermentación de frutas y verduras.

**DIARREA:**

Es un problema poco común presentado en reptiles en cautiverio debido a la presencia de protozoario, bacteria y organismos micóticos. El tratamiento de soporte consiste mediante la administración de dosis de Caolín, hidratando con electrolitos y la causa primaria del problema.

**TIMPANISMO:**

La producción excesiva de gas intestinal es un problema que se presenta en lagartijas y tortugas herbívoras y omnívoras debido a la ingesta de frutas que producen la fermentación intestinal, típicamente se observa un aumento en el volumen del abdomen. La expansión del tracto gastrointestinal puede original dificultades respiratorias y ocasionalmente vomito. El tratamiento recomendado es la administración de estimulantes de la motilidad intestinal.

**PLANTAS TOXICAS Y VENENOSAS:**

Muchas especies ocasionalmente ingieren plantas tóxicas, particularmente tortugas terrestres, en el cuadro 1 se enlistan algunas de las plantas y sus porciones comúnmente tóxicas. El tratamiento se realiza mediante el lavado gástrico y en algunos caso el diagnostico solo se realiza postmortem. (33, 30, 51, 35, 52, 53, 54)

**Cuadro 1: principales plantas toxicas para reptiles**

Nombre de la planta	Porción toxica
Acontatera	Flores y fruto
Alga verde-azul	Todas las partes
Azalea	Follaje y flores
Begonia	Follaje y frutas
Belladona (digitalis)	Todas las partes
Ave del paraiso	Follaje y flores
Cereza	Porción interna
Plantas de coral	Todas las partes
Pasto elefante	Hojas
Jazmín	Follaje y flores especialmente néctar
Lantana	Plantas jóvenes
Laurel	Todas las partes
Narciso	Bulbo y flores
Nectarina	Follaje y partes internas
Durazno	Partes internas y follaje
Piracanta	Follaje y frutas
Pasto sudán	Todas las partes
Tabaco	Follaje y flores
Planta de tomate	Follaje

Fuente: Frye, F.L. A practical guide for feeding captive reptiles. 2ª Ed. Krieger publishing company, Malabar Florida U.S.A 1996 C. 2

## CAPITULO 5: AVES

## 5.1. INTRODUCCION.

La ornitología, es la rama de la zoología que estudia las aves. Los ornitólogos estudian su anatomía, comportamiento, desarrollo evolutivo, ecología, clasificación y distribución, en su ambiente natural y en cautiverio.

Son animales vertebrados con el cuerpo cubierto de plumas y escamas en las patas, provistos de un pico sin dientes, los miembros anteriores articulados y están transformados en alas. Tienen capacidad para volar, respiración pulmonar, corazón de cuatro cavidades como el de los mamíferos, sangre caliente y reproducción ovípara.

Actualmente se encuentran reconocidas alrededor de 10,000 especies y variedades alrededor del mundo. Se encuentran distribuidos en 29 órdenes, 187 familias, alrededor de 200 géneros y 9600 especies. (Cuadro 1) (55)

CUADRO 1: TAXONOMIA DE LAS AVES

ORDEN	FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES	EJEMPLOS
Tinamiformes	1	9	47	Tinamus
Rheiformes	1	1	2	Rheas
Struthioniformes	1	1	1	Avestruz
Casuariiformes	2	2	4	Casuarios, Emu
Dinornithiformes	1	1	3	Kiwis
Podicipediformes	1	6	21	Grebes
Sphenisciformes	1	6	17	Pingüinos
Procellariiformes	4	24	115	Petrelas, albatros
Pelecaniformes	6	8	67	Cormoranes, pelicanos
Anseriformes	2	48	161	Patos, cisnes
Phoenicopteriformes	1	1	5	Flamingos
Ciconiiformes	5	42	120	Ibices
Falconiformes	5	81	311	Halcones, caracaras, aguilas
Galliformes	5	70	258	Codornices, faisanes
Gruiformes	11	55	213	Grullas
Charadriiformes	19	85	366	Gaviotas, jacanas
Gaviiformes	1	1	5	Pajaro bobo
Columbiformes	1	40	310	Palomas
Psittaciformes	3	80	358	Guacamayas, lorises.
Coliiformes	1	2	6	Aves ratoneras
Musophagiformes	1	5	23	Turacos
Cuculiformes	2	30	143	Cuculillo
Strigiformes	2	25	178	Lechuzas, buhos
Caprimulgiformes	5	20	113	Ruiseñor
Apodiformes	3	128	422	Colibries
Trogoniformes	1	6	39	Quetzales
Coraciiformes	10	46	218	Herrerillos
Piciformes	8	66	410	Pajaro carpintero
Passeriformes	83	1161	5712	Paserines
Totales	187	2050	9648	

Fuente: Frank, B.G.; Ornithology, 2ª ed. Edit. W.H. Freeman and company U.S.A 1999. C.



## HABITAT NATURAL

Las aves se encuentran distribuidas a lo largo de todo el mundo, adaptándose a diferentes hábitat y a su vez de acuerdo a cada familia algunas de ellas necesitan temperatura, alimento y algunas otras condiciones especiales para su reproducción y desarrollo, por lo cual han adoptado costumbres migratorias, encontrándose distribuidas por temporadas en diferentes regiones del mundo de acuerdo a la época del año. (Cuadro 2).

Cuadro 2: DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS AVES.

REGIONES	FAMILIAS ENDEMICAS	FAMILIAS MIGRATORIAS REPRESENTATIVAS
Nearctica y paleartica, América del Norte, México, Oeste de la India hasta Europa, Norte de Asia y sur de los Himalayas y Norte de África y Sahara	Gaviidae, Alcidae	Prunellidae, Emberizidae, Fringillidae, Parulidae, Sylviidae.
Neotropical: Sur de América, América central y el Istmo de Tehuantepec (México).	Rheidae, Tinamidae, Cracidae, Psophiidae, Eurypygidae, Cariamidae, Aramidae, Steatornithidae, Opisthocomidae, Momotidae, Galbulidae, Bucconidae, Rhamphastidae.	Trochilidae, Tyrannidae, Thraupidae, Formicariidae, Furnariidae, Dendrocolaptidae, pipridae, Cotingidae.
Etiopía, África del sur y el Sahara	Struthinidae, Sagittariidae, Numinidae, Mesocnathidae (solo en Madagascar), Musophagidae, Coliidae, Brachypteraciidae, (solo en Madagascar), Leptosomatidae (solo en Madagascar), Phoeniculidae.	Alaudidae, Nectariniidae, Ploceidae.
Sureste de Asia hasta los Himalayas y norte de Indonesia	Ninguna	Irenidae, Phasianidae, Eurylaimidae, Pittidae, Timaliidae, Dicaeidae
Australia y Nueva Guinea e Islas del suroeste del pacífico.	Dromiceidae, Cassuariidae, Aptergidae, Rhynochetidae, Cacatuidae, Loriidae, Aegothelidae	Paradisariidae, Pachycephalidae, Meliphagidae, Monarchidae, Acanthizidae.

Fuente: Frank, B.G.; Ornithology, 2ª ed. Edit. W.H. Freeman and company U.S.A 1999. C. I

## 5.2. HISTOLOGÍA, ANATOMÍA Y FISIOLÓGIA DIGESTIVA DE LAS AVES.

### HISTOLOGIA DEL APARATO DIGESTIVO

#### CAVIDAD ORAL.

Está revestida por un epitelio plano estratificado y diversamente queratinizado. La lámina propia-submucosa posee tejido linfoide y glándulas salivales considerables.

La LENGUA está revestida por un epitelio plano estratificado y queratinizado y posee una parte central ósea, es el hueso endogloso, con una prolongación rostral de cartilago hialino, haces de músculo esquelético y glándulas salivares. Las yemas gustativas se encuentran únicamente en la base de la lengua y en el suelo de la faringe.

Las GLÁNDULAS SALIVALES son tubulares y ramificadas con una secreción mucosa que desembocan en una cavidad común a partir de la cual un conducto excretor conduce a la cavidad oral.

#### FARINGE.

Se asemeja a la cavidad oral.

#### ESÓFAGO.

Similar estructuralmente, tanto en su porción craneal como caudal al buche, posee un epitelio plano estratificado y queratinizado. La lamina propia consta de tejido conjuntivo laxo. La *muscularis mucosae* está constituida por fibras musculares lisas orientadas longitudinalmente: Las glándulas son mucosas y grandes, lo cual es, una característica notoria de la submucosa. La muscular se compone de una gruesa capa circular interna y otra longitudinal externa delgada de músculo liso.

#### BUCHE

Es un divertículo con forma de saco localizado en el esófago, este es un órgano de almacenamiento donde el alimento ingerido es humedecido por el moco secretado por las glándulas esofágicas y del buche: La estructura histológica es similar a la del esófago.

#### PROVENTRICULO U ESTOMAGO GLANDULAR.

Se caracteriza por la presencia de papilas microscópicas y numerosos pliegues de altura variable que están orientadas concéntricamente en torno al conducto glandular aislado que desemboca en la parte apical de cada papila. Un epitelio cilíndrico recubre la superficie y se continua por el interior de los conductos de las glándulas submucosas. Las glándulas están revestidas por un epitelio cúbico simple en el que las células adyacentes están en contacto directo únicamente en su mitad basal, de ese modo dan un aspecto de borde de sierra a la superficie de la luz de las glándulas. Únicamente se ha identificado un tipo de célula, y está es presumible la productora de enzimas y sustancias de secreción ácida. El tejido conjuntivo laxo de la submucosa se continua periféricamente por una túnica muscular de tres capas

#### VENTRICULO O MOLLEJA.

Órgano muscular responsable de la trituración y maceración del alimento ingerido. El revestimiento más interno del ventrículo es una gruesa capa similar a la queratina producida por las glándulas subyacentes. Esta capa debe su característico aspecto a un modelo de líneas onduladas que circulan paralelamente a la superficie formadas por sucesivas secreciones, y columnas perpendiculares o gruesas prolongaciones procedentes de las aperturas de las glándulas subyacentes. El epitelio de la superficie es cilíndrico simple y el de las glándulas tubulares ramificadas de secreción mucosa es cúbico simple. Las luces de las glándulas están llenas de productos de secreción. La lámina propia-submucosa está formada por tejido conjuntivo laxo. La muscular es una sencilla y gruesa capa de fibras paralelas que se distribuyen desde dos aponeurosis al centro de la molleja y están cruzadas por bandas de tejido conjuntivo denso.

#### INTESTINO DELGADO.

La lamina propia y la submucosa poseen grandes cantidades de tejido linfoide difuso folicular, que puede llegar a formar agregados en la parte caudal. Las glándulas submucosas del duodeno están generalmente ausentes. La submucosa es virtualmente inexistente. La muscular se compone de una capa circular interna y otra longitudinal externa de músculo liso.

Los dos CIEGOS se abren al tracto digestivo en la unión del intestino delgado con el grueso. Los ciegos poseen tres diferentes regiones ligeramente diferenciables por sus características histológicas. La porción proximal posee prominentes vellosidades. En las ves adultas, la lamina propia y la submucosa están infiltradas por grandes masas de tejido linfoide difuso y folicular, formando tonsilas cecales en el punto de la unión con el tracto digestivo. La porción media posee unas vellosidades más cortas y más anchas y se aprecian pliegues en la mucosa. La porción media posee unas vellosidades más cortas y más anchas y se aprecian pliegues en la mucosa. La porción distal del ciego está provista de vellosidades y el epitelio de la mucosa es de tipo cilíndrico simple con células caliciformes.

#### **RECTO**

Se asemeja al intestino delgado con la presencia de vellosidades, la lámina propia y la submucosa están salpicadas por tejido linfoide difuso y folicular.

#### **CLOACA.**

Está dividida por pliegues transversales en tres partes: coprudeum, urodeum y proctodeum, aunque las tres partes tienen una estructura similar. Las vellosidades están presentes y el epitelio de la mucosa es cilíndrico simple. La bolsa cloacal se abre en la cloaca. (56)

#### **HIGADO.**

Se encuentra cubierto por un mesotelio de tejido conectivo. Sus lóbulos están subdivididos en numerosos lobulillos, a diferencia de otras especies en donde los hepatocitos que irradian desde la vena central, la cual tiene una célula.

#### **VESICULA BILIAR.**

La mucosa está revestida por un epitelio cilíndrico simple y se encuentra muy plegada formando pseudovellosidades cuando el órgano se contrae.

#### **PANCREAS.**

La porción exocrina está constituida por unidades tubuloacinares. Los lobulillos no se reconocen debido a la falta de tejido conectivo interlobulillar. Los islotes de Langerhans son abundantes y dos tipos de células alfa y beta se reconocen con facilidad. Las células cilíndricas alfa caracterizan el islote alfa, producen glucagón, mientras que las células beta, poligonales de las células principales de los islotes beta producen insulina. (57)

### **ANATOMIA DEL APARATO DIGESTIVO**

#### **CAVIDAD ORAL**

Las aves no tienen labios, paladar blando, mejillas y dientes, pero tienen mandíbulas córneas superior e inferior que circundan la boca; la parte superior se encuentra unida al cráneo, mientras que la inferior es colgante. El paladar duro se encuentra dividido por una abertura central larga y estrecha que está conectada a los pasajes nasales u orofaringe. Esta abertura y la ausencia del paladar blando no permiten la aspiración para tomar el agua por el pico; por ello al beber, el ave debe recoger agua con el pico y luego elevar la cabeza para permitir que el agua penetre hacia el esófago. Por lo tanto no existe la acción de tragar.

Las dos mandíbulas reciben en conjunto el nombre de pico. La lengua, con forma de estilete, posee una superficie muy rugosa en la parte trasera, que introduce el alimento hacia el esófago. La saliva, es secretada por las glándulas bucales, contiene la enzima amilasa, es secretada por las glándulas bucales, pero su función principal es la de lubricar, de modo que facilite el paso de las partículas de alimento por la boca, donde el paso del alimento es tan rápido que hay poca posibilidad de digestión. (58)

Los loris tienen un pico grande y angosto, lengua muy larga y retráctil que estiran fuera del pico para introducirla en las flores y extraer néctar y polen, el extremo de esta lengua está recubierta de grandes papilas que dan el aspecto de pincel para favorecer la extracción de su alimento. Otros psitácidos como guacamayas y algunas cacaúas tienen un pico extremadamente fuerte, dotado de una potente musculatura, adaptada para triturar semillas y frutos de cáscara fuerte. (59)

El cuervo tiene un pico lo suficientemente fuerte para matar un pequeño mamífero o abrir una nuez, pero lo necesariamente fino en la punta para coger un insecto; los de las aves canoras son finos para poder capturar los insectos y las semillas.

El pájaro carpintero cuenta con un pico en forma de cincel para perforar la madera y una lengua fina y larga para extraer los insectos, mientras que los de las aves de presa requieren ser en forma de gancho y muy fuertes para desgarrar la carne.

Los colibríes y otros chupadores de néctar cuentan con picos largos y finos y lenguas tubulares con forma de cepillo en la punta.

Las aves que se alimentan durante el vuelo, como chotacabras, vencejos y golondrinas tienen picos muy cortos pero de amplia abertura para atrapar insectos.

Tanto los chichicuilotes como las agachadizas tienen picos finos y alargados para buscar gusanos y otros animales en el lodo. En los patos el pico es plano con flecos para filtrar el agua y retener sólo los alimentos.

Algunas aves sumergen sus picos y sus cabezas dentro del agua para alimentarse de peces y otras incluso bucean en su persecución.

El pico más distintivo en las aves es el de los flamencos, consiste en un largo comedero debajo de la mandíbula, la lengua carnosa le sirve para succionar hacia ambos lados. La sólida nariz debajo de la mandíbula contiene laminillas en oposición a las superficies suaves de la misma, este aparato filtrador determina la dieta de los flamings. (58,59)

#### LENGUA

Los diferentes tipos de lenguas se encuentran adaptados de acuerdo al tipo de alimentación de las diferentes familias

Los músculos de la lengua no se encuentran traslapados como sucede en otras especies pero se encuentra inmovilizada por el aparato hioideo, consistente en múltiples articulaciones y algunos músculos. En las psitacíformes es independiente del aparato hioideo y permite la manipulación de semillas. Existen algunas no protubiles pero que permiten la movilidad del bolo alimenticio a al esófago, ejemplo de ello son pelicanos, cormoranes, avestruces y casuaris. (58,59)

#### ESOFAGO

El esófago o gáznate es el tubo a través del cual la comida pasa en su camino desde la base de la boca (faringe), hasta el pro ventriculo. (58)

El esófago del avestruz generalmente se sitúa del lado derecho del cuello, aunque se mueve muy fácilmente, tiene un diámetro marcadamente expandible y cuando se contrae contiene numerosos dobleces longitudinales. Entra al proventriculo a través de la cavidad torácica. (58,60)

#### BUCHE

Un poco antes que el esófago en la cavidad torácica, hay un saculamiento localizado de forma lateral que se conoce como buche, mismo que funciona como almacén del alimento. Aquí hay muy poca o nula digestión, excepto al que corresponde a la secreción salival de la boca, proceso que continua su actividad en el buche. (58,59)

Los psitácidos tiene un buche muy desarrollado sobre todo los polluelos y en los adultos disminuye de tamaño considerablemente. (61)

El buche esta ausente en todas las *raites*. (62)

La aguililla cola roja posee un buche más desarrollado que en las gallináceas, en tanto que en los búhos es una simple elongación del esófago (63).

#### PROVENTRICULO

El ensanchamiento del esófago, justo poco antes de su unión con la molleja, es conocido como proventriculo, algunas veces llamado estómago glandular o estómago verdadero. Es aquí donde se produce el jugo gástrico. Las células glandulares secretan pepsina, un a enzima participa en la digestión de proteínas, y el ácido clorhídrico. El alimento pasa tan rápidamente por el ventriculo que hay poca digestión en él; pero las secreciones pasan a la molleja, donde la acción enzimática tiene lugar. (58)

El avestruz no tiene buche, en lugar de este tiene un estómago glandular relativamente pequeño llamado proventriculo que sirve principalmente para almacenar los alimentos y donde se secreta pepsina y ácido. Es una estructura muy larga, dilatada de pared muy delgada que predispone a impactaciones, la función secretora esta restringida a un área limitada de la gran curvatura. (62)

**MOLLEJA**

La molleja, algunas veces también llamada estómago muscular, se localiza entre el proventrículo y el límite superior del intestino delgado. Tiene dos pares de músculos muy poderosos, capaces de desarrollar gran fuerza, una mucosa muy gruesa cuya superficie sufre constante erosión y eliminación. La molleja permanece inactiva cuando se encuentra vacía, pero una vez que entra el alimento, comienzan las contracciones musculares de sus gruesas paredes. Entre más grandes sean las partículas de alimento, más rápidas son las contracciones. Por lo general, la molleja contiene algún material abrasivo, como arena, piedras, grava, etc., por lo que las partículas de alimento se reducen rápidamente de tamaño o se desintegran, para así poder pasar al tubo intestinal. Cuando entran a la molleja materiales de textura fina estos salen en cuestión de minutos, pero si el alimento es grueso, permanece durante varias horas. Por ello, el grado de la molienda no influye sobre su digestibilidad. (58)

La molleja de los lorís es blanda contraria a la de otros psitácidos; en las demás especies de psitácidos la molleja no es tan fuerte en comparación con otras aves, ya que su alimentación no la requiere. (61)

En el emu es ligeramente más largo que el proventrículo (62)

**INTESTINO DELGADO**

Por lo general el intestino delgado mide aproximadamente 1.5 cm en aves canoras como el colibrí. La primera parte está formada por un asa conocida como duodenal. Dentro del asa está el páncreas, que secreta jugo pancreático que contiene las enzimas amilasa, tripsina y lipasa. La pared del intestino delgado produce otras enzimas que ayudan a la digestión de proteínas y azúcares. (58)

En el avestruz es bastante largo y la cantidad de tiempo que es necesario para que el alimento pase es de aproximadamente 36 horas y es donde ocurre la mayor parte de la digestión. (Cuadro 1). Los emu han demostrado tener una buena digestión de la fibra neutro detergente (F.N.D.) en el alimento es de 35 a 45% FND y se ha encontrado en la porción distal una alta proporción del contenido intestinal, así como las concentraciones más elevadas de ácidos grasos volátiles (A.G.V.), esta sección del ileon es el sitio de fermentación de los emu. La tasa de paso del alimento en los adultos es de 5.5 horas. (62).

En las aves rapaces es muy corto, produce muy pocas sustancias residuales.

**SACOS CIEGOS.**

Entre el intestino delgado y el grueso se localizan dos sacos conocidos como ciegos. Cada saco ciego tiene alrededor de 15 cm. De largo en el ave adulta y contiene material alimenticio suave, que pasa hacia adentro y hacia fuera. No se conoce la función exacta de los sacos ciegos, pero es evidente que poco tienen que ver con la digestión. (58) En el caso de psitácidos no tienen. (61).

Están ausentes en el aguililla cola roja pero bien desarrollados en el búho

En las avestruces la longitud no es mayor al de otras aves y aquí ocurre la digestión de fibra y ácidos grasos volátiles en conjunto con el intestino grueso (63) (cuadro 2)

En el caso de las aves rapaces esta compuesto por musculatura lisa, cuyas fibras están alrededor de una aponeurosis central. (63)

**INTESTINO GRUESO**

Es relativamente un recto de corto tamaño, siendo de solo 10 cm., alcanza casi el doble de diámetro que el intestino delgado. Se extiende por la parte final del intestino delgado hasta la cloaca. Se produce la resorción del agua por lo que incrementa el contenido de agua en las células y mantiene el equilibrio hídrico del ave. (58). (cuadro 1) En las avestruces tiene una longitud tres veces mayor que el intestino delgado y es donde se lleva a cabo la mayor fermentación. (62)

**CUADRO 2. LONGITUD COMPARATIVA DE LOS PRINCIPALES ORGANOS DEL TRACTO DIGESTIVO DEL POLLO, AVESTRUZ, EMU Y RHEA.**

Organo	POLLO		AVESTRUZ		EMU		RHEA	
	Cm	%	Cm	%	Cm	%	Cm	%
Intestino delgado	61	90	512	36	315	89	132	63
Ciego	5	7	64	7	12	3	46	22
Intestino grueso	2	3	800	57	29	8	31	15

Fuente: Kawas, J.R.; Alimentación en cautiverio de avestruces y emus, Memorias del 3er ciclo internacional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1993 Marzo 14; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1997:22-31.

#### **CLOACA**

El área bulbosa que se encuentra al final del aparato digestivo se le conoce como cloaca y desembocan los conductos digestivos, urinario y reproductor. (58,60)

#### **ANO**

Es la abertura externa de la cloaca y su tamaño varía grandemente en la hembra de la mayoría de las aves. (59)

### **ORGANOS DIGESTIVOS COMPLEMENTARIOS.**

#### **PANCREAS**

Está dentro del asa duodenal del intestino delgado y secreta el jugo pancreático cuyas cinco enzimas ayudan a la digestión de almidones, grasas y proteínas. El jugo pancreático neutraliza la acidez del proventrículo. (58,60)

En el búho el páncreas solo ocupa la mitad del asa duodenal y es todavía menor en la aguililla cola roja (63)

#### **HIGADO.**

Está formado por dos grandes lóbulos, entre sus funciones está la de secretar la bilis, que es un líquido ligeramente pegajoso, amarillo-verdoso, y que contiene ácidos biliares, que entran en la última parte del duodeno, ayudan a la digestión, particularmente de las grasas. Su principal función es neutralizar la acidez del duodeno y digerir las grasas mediante la formación de emulsiones. (58,60)

#### **VESICULA BILIAR.**

En algunas aves se encuentra y en otras no. La bilis pasa por el hígado al intestino por los conductos biliares. El conducto derecho está ensanchado para formar la vesícula biliar, por lo que pasa y es almacenada temporalmente la mayor parte de la bilis. El conducto izquierdo no se ensancha, por lo que una pequeña cantidad de bilis pasa directamente al intestino. En el caso de psitácidos no se encuentra. (58,62)

#### **PLUMADA O EGAGROPILA.**

Es un proceso digestivo que presentan las aves rapaces y otras carnívoras, consiste en la formación de la plumada o egagrópila, que es un bolo de material indigestible formado en el estómago a partir de hueso y pelo o pluma de la presa ingerida.

Los búhos expulsan el bolo después de cada comida, en tanto que los halcones necesitan 2 a 3 comidas antes de regurgitar el bolo, además de que en los búhos los huesos reciben una ligera digestión en el estómago a diferencia de los gavilanes en los cuales la digestión es mayor. La motilidad de la regurgitación ocurre al amanecer en el aguililla roja. En los gavilanes el resultado final de ingerir el alimento y esto puede ser una expresión del ritmo circadiano.

Grandes cantidades de materiales indigestibles en el alimento, disminuyen el intervalo de formación de la plumada, mientras que grandes cantidades de nutrimentos aumentan dicho intervalo. Las rapaces de menor tamaño digieren el alimento y regurgitan los bolos más rápidamente que las de mayor tamaño. (58,63)

## 5.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES.

Las aves pueden dividirse de acuerdo con varias clasificaciones para facilitar la alimentación. La mayoría de las especies puede ser adecuadamente alimentadas usando cualquiera de las categorías. (Cuadros 1-12). (64,10)

**CUADRO 1. Rangos de nutrientes requeridos basados en recomendaciones del NRC para aves domésticas y en dietas prácticas y utilizadas en los zoológicos.**

CLASIFICACION	PROTEINA (%)	GRASA (%)	Ca (%)	P (%)	Vit. A (UI/kg)	Vit. D (UI/kg)	Vit. E (UI/kg)	Hierro (mg/Kg)
Granívoras (*)	12 - 28	1	0.5 - 3.14	0.25 - 0.60	1500 - 4000	200 - 900	5 - 25	-
Carnívoras (**)	24	-	0.8	0.6	3333	500	30	-
Mezclas (frutas - carnes) (***)	15 - 24	1	0.6 - 2.75	0.4 - 0.6	1500 - 4000	200 - 500	10 - 30	200
Mezclas (frutas - semillas) (****)	12 - 22	1	0.6 - 2.75	0.4 - 0.6	1500 - 4000	200 - 500	10 - 25	-
Especial (flamingo) (*****)	20 - 24	1	0.8	0.6	3333	500	30	-

Fuente: Dierenfeld, E. Manual de nutrición y dietas para animales en cautiverio, ED. Zoo Helping Zoos Save Wildlife. New Orleans U.S.A 1997 C. IV.

- \* Familias: Aratidae, Anhinidae, Columbidae, Cracidae, Phasianidae, Rallidae, Rhedidae, Dromiidae.
- \*\* Familias: Burhinidae, Ardeidae, Ciconidae, Accipitridae, Strigidae, Falconiforme, Pelicanidae, Tytonidae, Threskiornithidae.
- \*\*\* Familias: Rupicolidae, Rhamphastidae.
- \*\*\*\* Familias: Psittacidae, Thraupidae, Mimidae, Tyranidae.
- \*\*\*\*\* Familias: Phoenicopteridae.

Cuadro 2: Requerimientos nutricionales para faisanes y codornices

Recomendación	Iniciación (0-8 semanas)	Crecimiento (8 - 18 semanas)	Reproducción	Mantenimiento
Proteína total (%)	28 - 30	18 - 26	20 - 25	20
Vitamina A (UI)	1320-13000	2200-13000	4000	-
Vitamina B1 (tiamina) (mg)	1.8 - 2.0	-	0.8	-
Vitamina b2 (riboflavina) (mg)	3.5 - 4.0	1.8	3.8	-
Vitamina B6 (piridoxina)(mg)	3 - 4	-	4.5	-
Vitamina B12 (cianocobalamina) (mg)	0.009 - 0.1	-	0.003	-
Biotina (mg)	0.09 - 0.12	-	0.15	-
Colina	1200 - 1300	-	2090	2090
Acido folico (mg)	0.6	-	-	-
Niacina (mg)	27 - 60	11 - 60	10	-
Vitamina D (ICU)	480 - 1200	480 - 1200	500	-
Vitamina E (UI)	10 - 15	-	25	-
Vitamina K1 (mg)	0.53 - 0.8	-	-	-
Acido pantotenico (mg)	10 - 30	10 - 30	10	-
Calcio (%)	0.8 - 1.0	0.8 - 0.87	2.3 - 2.75	-
Cloro (%)	0.11 - 0.15	0.11	-	-
Cobre (mg)	3 - 4	-	-	-
Yodo (mg)	0.30 - 0.35	0.30 - 0.35	0.30	-
Hierro (mg)	25 - 80	-	-	-
Magnesio (mg)	500	-	-	150
Manganeso (mg)	50 - 55	-	33	-
Fósforo (%)	0.65 - 1.0	0.65 - 1.0	0.6 - 1.0	-
Potasio (%)	0.2 - 0.3	0.16	-	-
Selenio (mg)	0.1	-	-	-
Sodio (%)	0.085 - 0.25	0.085 - 0.15	0.15	-
Zinc (mg)	25 - 50	25	65	-
Acido linoleico (%)	2.0	-	1.0	-

Fuente: Carey, C. Avian energetics and nutritional ecology, Ed Chapman and Hall, U.S.A 1996 C.2 (65)



**Cuadro 3: aves alimentadas con mezclas (Frutas y semillas)**

Especies	MC (Kg)	EM (kcal/día)	Factor de conversión (*)	MSO (gr)	EAD (Kcal)
Ara spp	1.5	189	1.0	322	190
Amazona spp.	0.75	112	0.60	192	113
Pionus spp.	0.75	112	0.60	192	113
Forpus spp.	0.35	50	0.26	85	50

Fuente: Dierenfeld, E. Manual de nutrición y dietas para animales en cautiverio, ED. Zoo Helping Zoos Save Wildlife. New Orleans U.S.A 1997 C. IV.

MC = Masa Corporal, EM = Energía Metabolizable, MSO = Materia Seca Ofrecida, EAD = Energía Aportada por la dieta  
 Factor de conversión = Multiplicar la cantidad de la dieta de 100 gr por el peso corporal para obtener la cantidad total para animales de diferentes pesos corporales.

#### REQUERIMIENTO CALCULADO DE ENERGIA (RCE) Y ENERGIA APORTADA (EA) EN LA DIETA EN AVES EN CAUTIVARIO.

**Cuadro 4: Aves granívoras.**

Especies	MASA	R.C.E.	Factor de conversión	Alimento ofrecido (M.S.) (gr)	E.A. (M.S.) (Kcal)
	CORPORAL (Kg)	(kcal/día)			
Crax tomentosa	2.5	280	1.0	320	469
Rhea americana	50	2632	9.4	3008	4409

Fuente: Dierenfeld, E. Manual de nutrición y dietas para animales en cautiverio, ED. Zoo Helping Zoos Save Wildlife. New Orleans U.S.A 1997 C. IV.

**Cuadro 5: Aves carnívoras**

Especies	MASA	R.C.E.	Factor de conversión	Alimento ofrecido (M.S.) (gr)	E.A. (M.S.) (Kcal)
	CORPORAL (Kg)	(kcal/día)			
Gampsonyx swensonii	0.93	37	1.0	100	60
Cathartes aura	1.47	29	8.0	800	480
Falco femoralis	0.28	84	2.3	230	138

Fuente: Dierenfeld, E. Manual de nutrición y dietas para animales en cautiverio, ED. Zoo Helping Zoos Save Wildlife. New Orleans U.S.A 1997 C. IV.

**Cuadro 6: Aves alimentadas con mezclas (Frutas y carne)**

Especies	MASA	R.C.E.	Factor de conversión	Alimento ofrecido (M.S.) (gr)	E.A. (M.S.) (Kcal)
	CORPORAL (Kg)	(kcal/día)			
Ramphastos sp.	0.70	107	1.0	250	125
Pteroglossus sp.	0.45	77	0.7	200	95

Fuente: Dierenfeld, E. Manual de nutrición y dietas para animales en cautiverio, ED. Zoo Helping Zoos Save Wildlife. New Orleans U.S.A 1997 C. IV.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Cuadro 7: Aves alimentadas con mezclas (Frutas y semillas)**

Especies	MASA CORPORAL (Kg)	R.C.E. (kcal/día)	Factor de conversión	Alimento ofrecido (M.S.) (gr)	E.A (M.S.) (Kcal)
<i>Ara spp</i>	1.5	189	1.0	322	190
<i>Amazona spp.</i>	0.75	112	0.60	192	113
<i>Pionus spp.</i>	0.75	112	0.60	192	113
<i>Fornus spp.</i>	0.35	50	0.26	85	50

Fuente: Dierenfeld, E. Manual de nutrición y dietas para animales en cautiverio, ED. Zoo Helping Zoos Save Wildlife. New Orleans U.S.A 1997 C. IV.

**FLAMENCOS**

Requerimiento de energía.

En aves adultas con un peso aproximado de 3.5 kg. es de 358 kcal/día.

Requerimiento de caroteno

Es de 25 – 30 mg/kg (10)

**PSITÁCIDOS:**

Requerimientos diarios de vitamina A, están por el orden de 50 – 100 U.I. a psitácidos de pequeña talla, 200 U.I. para cacatúas, loro amazonas y 500 U.I. para guacamayas.

Solo de las ninfas (*Nymphicus hollandicus*) se conocen algunos requerimientos básicos, cómo son de proteínas y minerales. Obtienen su fuente de minerales a parte de frutas y semillas de saladeros de charcas, paredes de barrancas y orillas de ríos en las que se encuentran entre otros minerales sal, calcio y fósforo. (61)

Cuadro 8: Requerimientos nutricionales de las aves psitaciformes y paseriformes.

Nutrimiento	Requerimiento mínimo.	Recomendaciones para mantenimiento.
Proteína (%)	10.00	12.00
Energía (kcal/kg)	-	4.00
<b>VITAMINAS</b>		
Vitamina A (UI/kg)	2500.00	5000.00
Vitamina D3 (UI/kg)	500.00	1000.00
Vitamina E, (UI/kg)	15.00	20.00
Vitamina K, ppm	0.80	1.00
Tiamina, ppm	2.00	5.00
Rivoflavina, ppm	4.00	10.00
Niacina, ppm	40.00	75.00
Piridoxina, ppm	4.00	10.00
Acido pantoténico, ppm	12.00	15.00
Biotina, ppm	0.15	0.20
Acido fólico, ppm	1.00	2.00
Colina, ppm	750.00	1000.00
Vitamina B12 ppb	5.00	10.00
Vitamina C	Requerimientos no	Demostrados
<b>MINERALES</b>		
Calcio %	0.30	0.50
Fósforo viable %	0.15	0.25
Fósforo total %	0.30	0.40
Sodio %	0.10	0.15
Cloro %	0.10	0.15
Potasio %	0.30	0.40
Magnesio, ppm	500.00	600.00
Manganeso, ppm	60.00	75.00
Hierro, ppm	60.00	80.00
Zinc, ppm	40.00	50.00
Yodo, ppm	0.30	0.30
Cobre, ppm	6.00	8.00
Selenio, ppm	0.10	0.10
<b>AMINO ACIDOS</b>		
Lisina, %	0.45	0.60
Metionina, %	0.20	0.25
Triptofano, %	0.10	0.12
Arginina, %	0.50	0.60
Treonina	0.35	0.40

Fuente: Richie, B.W., Harrison, G.J., Avian medicine principles and application. Ed. Winsers publishing, Florida U.S.A., 1994. C. 3 (66)

**Cuadro 9: Requerimientos nutricionales para avestruces**

Nutriente	Iniciador (< 9 sem)	Crecimiento (9 a 42 sem)	Finalización (42 sem)	Mantenimiento (42 sem a madurez sexual)	Reproductora (4 a 5 sem antes de iniciar la postura)
Energía metabolizable, kcal/g	2465	2450	2300	1980-2090	2300
Proteína cruda %	22	19	16	16	20-21
Metionina + cistina %	0.70	0.68	0.60	0.60	0.70
Metionina %	0.37	0.37	0.35	0.35	0.38
Lisina %	0.90	0.85	0.75	0.75	1.00
Fibra cruda %	6 - 8	9 - 11	12 - 14	15 - 17	12 - 14
Fibra neutro detergente %	14 - 16	17 - 20	19 - 22	24 - 27	22 - 24
Calcio %	1.5	1.2	1.2	1.2	2.4 - 3.5
Fósforo no fitico %	0.75	0.60	0.60	0.60	0.70
Sodio %	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Vitamina A, UI/kg	11000	8800	8800	8800	11000
Vitamina D3, UI/kg	2640	2200	2200	2200	2200
Vitamina E, UI/kg	120	55	55	55	110
Vitamina B12, mcg/kg	40	20	20	20	40
Colina, mg/kg	2200	2200	1900	1900	1900
Cobre, mg/kg	33	33	33	33	44
Zinc, mg/kg	120	120	90	90	90
Manganeso, mg/kg	154	154	154	154	154
Iodo, mg/kg	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9

Fuente: Kawas, J.R.; Alimentación en cautiverio de avestruces y emus, Memorias del 3er ciclo internacional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1993 Marzo 14; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1997:22-31.

Cuadro 10: Requerimientos nutricionales para emus

Nutriente	Iniciador (< 9 sem)	Crecimiento (9 a 42 sem)	Finalización (42 sem)	Mantenimiento (42 sem a madurez sexual)	Reproductora (4 a 5 sem antes de iniciar la postura)
Energía metabolizable, kcal/g	2685	2640	2860	2530	2400
Proteína cruda %	22	20	17	16	20-22
Metionina + cistina %	0.86	0.78	0.65	0.60	0.75
Metionina %	0.48	0.44	0.38	0.36	0.40
Lisina %	1.10	0.94	0.78	0.75	1.00
Fibra cruda %	6 - 8	6 - 8	6 - 7	6 - 7	7 - 8
Fibra neutro detergente %	14 - 16	14 - 17	10 - 13	14 - 16	16 - 18
Calcio %	1.5	1.3	1.2	1.2	2.4 - 3.5
Fósforo no fitico %	0.75	0.65	0.60	0.60	0.60
Sodio %	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Vitamina A, UI/kg	15400	8800	8800	8800	8800
Vitamina D3, UI/kg	4400	3300	3300	3300	3300
Vitamina E, UI/kg	100	44	44	44	100
Vitamina B12, mcg/kg	44	22	22	22	44
Colna, mg/kg	2200	2200	2200	2200	2000
Cobre, mg/kg	33	33	33	33	33
Zinc, mg/kg	110	110	110	110	110
Manganeso, mg/kg	154	154	154	154	154
Iodo, mg/kg	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

Fuente: Kawas, J.R.; Alimentación en cautiverio de avestruces y emus, Memorias del 3er ciclo intenacional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1993 Marzo 14; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1997:22-31.

#### AVES RAPACES

Una estimación del consumo diario del alimento por las rapaces, expresado como porcentaje de su peso corporal, es de un 18 - 25% para aves de 100 a 200 gr-. De un 7 - 15% para aves que pesan de 200 a 1100 gr, y de 3 - 6 % para grandes rapaces de 1.2 a 10 kg. de peso corporal.

Consumo de Agua.- Se menciona que los halcones requieren muy poca o nada de agua, ya que todas las rapaces que pesan menos de 60gr. Pueden proveer sus necesidades a través del metabolismo oxidativo y a través del agua contenida en sus presas muertas.

En el caso del búho gran duque requiere pequeñas cantidades de agua, entre el 4.4 y 5.3% de su peso corporal. En el azor se ha observado una mayor tendencia a consumir agua justo antes de la postura. (63)

**Cuadro 11: Necesidades nutricionales para gansos.**

NUTRIENTE	RACION UNICIAL (0 - 6 SEMANAS)	CRECIMIENTO (7 - 18 SEMANAS)	REPRODUCCION
PROTEINA (%)	24	16	18
ENERGIA METABOLIZABLE (cal/kg)	2.860	2.950	2.750
CALCIO (%)	1.10	1.0	2.40
PROTEINAS TOTALES	0.80	0.70	0.80

Fuente: Norma e padrões de nutrição e alimentação animal. Ed. Nutrição-editora e publicitaria 7ª revisão. Paraná, Brasil, 1991. (67)

**Cuadro 12: Requerimiento de aminoácidos para aves en crecimiento**

ESENCIALES	REQUERIMIENTO (%)	NO ESENCIALES	REQUERIMIENTO (%)
Arginina	0.47	Alanina	*
Cistina	0.25	Acido aspartico	*
Fenilalanina	*	Acido glutamico	*
Histidina	0.12	Glicina	*
Isoleucina	0.31	Hidroxiprolina	*
Leucina	0.53	Prolina	*
Lisina	0.56	Serina	*
Metionina	0.53		
Treonina	0.32		
Triptofano	0.06		
Tirosina	*		
Valina	0.40		

\* Valores no determinados para aves en crecimiento

Fuentes: Snyder, R.L. Avian nutrition. Fowler, M. Editor. Zoo and wild animal medicine Edit. Sauder Company Denver Colorado U.S.A. 1991. C. 14 (63). Klasing C.K. Comparative avian nutrition, Ed. CAB INTERNATIONAL, Cambridge. U.K. 1998. C 2., Farmer S.D., Ziswiler, V. Digestion and the digestive system. Farmer D.S. Editor Avian biology Ed. Academic press, New york, U.S.A 1972 Vol. 11 C. 6., Church, D.C.; Pond ; Fundamento de nutrição y alimentación de animales, Ed. LIMUSA, México, 1994. C. 1, II y IV.

## 5.4. HABITOS EN VIDA LIBRE

Las dietas y preferencias de las aves dependen de la morfología de su tracto digestivo que están íntimamente ligadas con su evolución de acuerdo a esto en el cuadro 12 se clasifican de acuerdo a su consumo de alimentos en vida libre.

Cuadro 1: Clasificación de las aves con base en sus hábitos alimenticios en vida libre

Categoría	Especialidades	Ejemplos
Omnívoros		Codomices, faisanes, cuervos
Alimentación especial:		
Materia animal		Pingüinos, albatros, petreles.
Invertebrados:		Alguno patos
Artropodos	Insectívoros	Cuclillos, pajar carpintero, gorrión
	Crustáceos	Algunos herrerillos, algunos pingüinos
Moluscos		Kiwi
Zooplanton		Flamingos
Vertebrados	Pescados	Pelicanos, cormoranes
Vertebrados terrestres	Ratones, pequeñas aves, reptiles	Halcones, aguilas, condores.
Materia vegetal		
Folivoros	Hojas, granos	Avestruces y algunos patos
	Granívoros	Gansos, cisnes
	Folivoros	Pavoreal
Selectores	Granos y semillas	Gorriones, patos y papagayos
	Frugívoros	Tucanes, aves del paraíso y psitácidos
	Nectarívoros	Colibríes
	Fungívoros	Psitácidos pequeños
	Resinas, savia	Succiónadores de savia

Fuente: Klasing, K.C., Comparative avian nutrition Ed. CAB international, Cambridge U.K., 1998. C. 1.

## Psitácidos

Tienen hábitos variados, ya que anatómicamente y fisiológicamente están altamente especializados al tipo de alimento que consumen.

Los lorís de Nueva Guinea son de hábitos totalmente arbóreos, se alimentan de frutos blandos, néctar y polen. La kea (loro de Nueva Zelanda) también tienen la costumbre de comer carne de borregos y temeros matándolos ellos mismos, ya que al tener un pico afilado en forma de gancho le permite cortar los trozos de carne; así mismo se observó en la selva lacandona de Chiapas a guacamayas rojas comiendo pescado atrapados en una charca. (61)

## AVES RAPACES

La dieta en vida libre de las rapaces se encuentra compuesta por mamíferos, aves, reptiles e invertebrados en el caso de la Aguililla de Swaison o chapulinera,

En climas muy fríos las aves de presa comen más, en tanto que en climas cálidos disminuye entre un 7 a 8%. Un águila real cuando está inactiva consume 188g por día en tanto que cuando vuela regularmente consume cerca de 250 gr. Al día. Los hábitos de alimentación pueden llegar a ser muy peculiares. El cuervo arranca las patas del grillo antes de comerse el cuerpo; el halcón despluma el ave antes de comerla; muchas aves golpean a los insectos contra superficies duras para destruir el exoesqueleto antes de ingerirlas; otras lanzan sus presas desde grandes alturas para matarlas antes de comerlas. (63).

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

### 5.5. DIETAS SUGERIDAS.

#### PSITACIDOS

Se recomienda el suministro de elotes, semilla de girasol, nueces y cacahuates en una cantidad de 20 gramos totales diarios como fuente de energía en psitácidos adultos; también se recomiendan fruta fresca y legumbres de preferencia de la estación como fuente de vitaminas. En el caso de algunos loros se recomiendan larvas de tenebrios como fuente de proteína.

Para el caso de los loros de Australia de los géneros *Polytelis*, *Alisticercos* y *Neophema* entre otros se recomienda alimentar con una dieta consistente en una mezcla de semillas de alpiste, mijo, maíz y girasol adicionado con un concentrado de pollo iniciador.

#### AVES GRANIVORAS.

Se alimentan principalmente de granos y semillas y en ellas se incluyen aves de las familias Anatidae, Phasianidae, Rallidae, Rheidae, Cracidae, Columbidae, Dromiidae, Anhimidae,

Para ellas se sugiere una dieta balanceada en la siguiente proporción:

Frutas 25%

Vegetales 25%

Concentrado 50%

El concentrado de granos es suplementado con frutas y vegetales para mejorar los niveles de proteína y vitamina, así como para proveer variedad en la dieta.

Se recomienda utilizar concentrados de aves en mantenimiento, esto debido a que las formuladas para aves en crecimiento y ponedoras contienen altos niveles de calcio. El carbonato de calcio debe ser suplementado antes y durante el periodo de postura, y así mismo durante el crecimiento de los polluelos.

Se puede suplementar como fuente de proteína y grasa carne y hueso (aproximadamente 20% de la proporción de carne). El hígado fresco debe adicionarse a la mezcla de carne - calcio a un nivel no mayor de 10gr.

Las dietas basadas en pescado deben suplementarse con tiamina (Vitamina B1) y Vitamina E aproximadamente 25 mg de Vitamina B1 y 50 mg de Vitamina E / kg. De pescado fresco.

En el caso del aguacate, nueces y granos al contener una alta proporción de grasa y baja de calcio debe proveerse en cantidades muy pequeñas, ya que al ser altamente palatables deben permitir a otros ingredientes mejor balanceados sean incluidos en la dieta.

#### AVES CARNIVORAS.

Algunas de las especies que comen carne incluyen las siguientes familias:

Burhinidae, Strigidae, Falconidae, Ardeidae, Pelicanidae, Ciconidae, Tytonidae, Accipitridae, Threskiornithidae.

Son usualmente alimentadas con presas completas como pollitos de un día, ratones o mezclas de carne que son nutricionalmente completas.

#### AVES ALIMENTADAS CON MEZCLAS ( Frutas y carne)

La clasificación es muy variada y para cualquier tipo de aves omnívoras como ejemplo de las familias Ramphastus sp (tucanes) o Pteroglossus sp.

Porcentajes sugeridos:

Frutas 52.5%

Carne 10.0%

Vegetales 37.0%

Suplementos de calcio 0.5%

En el caso de tucanes y otras aves frugívoras se debe tener precaución al incluir carne debido a los altos contenidos de hierro ya que estas almacenan hierro en el hígado, lo cual se asocia con mortalidad en aves en cautiverio.



## AVES ALIMENTADAS CON MEZCLAS ( Frutas y semillas)

Algunos ejemplos de estas familias son: Ara sp, Amazona sp, Pionus sp., Forpus sp.

Porcentajes sugeridos:

Suplemento de calcio 0.6%

Frutas 21.4%

Semillas o granos 2%

Vegetales 45%

Concentrados o galleta 31%

Se recomienda suministrar granos duros para proporcionar ejercicio a las mandíbulas y pico y durante la etapa reproductiva es necesario suplementar con calcio, proteína y vitamina C, así mismo debe restringirse el consumo de semillas con alto contenido de grasa debido a que la energía puede estar muy concentrada y disminuir el contenido de calcio en la dieta.

## FLAMENCO (*Phoenicopterus ruber*)

Esta especie tiene un tipo de alimentación diferente debido a que estas pueden filtrar nutrientes del agua.

Alimentos sugeridos: Alimentos para perros, zanahoria, huevo cocido, harina de pescado

Para asegurar el color del plumaje es esencial suplementar con pigmentos carotenoides, así como con la adición de pigmentos sintéticos o con colorantes naturales como algas, paprika, polvo de zanahoria entre otros. (10, 61, 62)

## AVESTRUCE Y EMUS.

Existen raciones preparadas por plantas de alimentos comerciales para los avestruces, existiendo raciones iniciadoras, para engorde y para reproductores. Pueden estar en forma peletizada y en harina. Los fabricantes pueden recomendar la adición de otra fuente de fibras o nutrientes como lo son la alfalfa y el heno. El contenido de proteína varía del 16 al 22%. Las raciones iniciadoras con alto contenido proteico (28%) no son recomendables porque dietas muy altas en proteínas han sido asociadas con anomalías en las patas. La ración para reproductores contiene calcio adicional. El componente proteico es importante para proveer un crecimiento adecuado sin ocasionar lesiones en las patas, el contenido de fibra también es importante, se ha comprobado que con un alto contenido de fibra las heces son más consistentes y al mismo tiempo reducimos la posibilidad de una enteritis bacteriana. La conversión estimada es 1.8 % por lo que son muy buenos convertidores de alimento. (10)

La cantidad de fibra que se incluye en los alimentos ha variado de 6 a 18%. En pastoreo, debido al alto consumo de forraje, el consumo de fibra es aún mayor. De acuerdo a los datos reportados, el avestruz tiene la habilidad de digerir más del 50% de F.N.D., esto contribuye a los altos niveles de energía metabolizable (E.M.). En los adultos la E.M. contenida en el alimento es de más de 800 kcal/kg mayor que la E.M. calculada, esto significa que es 40% más eficiente que otras aves obteniendo energía de un alimento alto en fibra.

Los alimentos para desarrollo debe ofrecerse de las 9 a 42 semanas en avestruz y 6 a 36 semanas en el emu, se debe ofrecer a voluntad hasta los 6 o 7 meses y después restringirse para evitar obesidad.

Los polluelos menores de 10 semanas de edad no pueden utilizar la fibra con la misma eficiencia que los adultos, pero siempre debe estar disponible para promover un desarrollo saludable de la microflora en el intestino grueso. El alimento de iniciación debe ofrecerse hasta las 9 semanas de edad en el avestruz y en el emu hasta las 6 semanas.

**AVES RAPACES.**

Deben ser alimentadas con dietas similares a las que capturan en estado natural, para ello se propone una dieta basada en roedores de laboratorio, sanos, codorniz o pollitos de 4 a 5 semanas de edad.

En los gavilanes se tiene más éxito con ratones o gorriones que con tiras de carne magra.

Al principio es mejor que las aves se alimenten tres veces al día, más adelante basta con dos, es necesario darle la piel de los ratones y las plumas de las aves una sola vez por semana, a fin de que les sirva como base para los excrementos.

Se debe asegurar que las presas hayan muerto recientemente antes de ofrecerlos o bien recién descongelado, el congelado no debe ser mayor de 6 meses.

Para la alimentación de los polluelos se debe picar la carne en trozos pequeños de carne de res o pescuezos de pollo, conforme el crecimiento de las aves avanza se parten los trozos cada vez más grandes. Además de los ingredientes ya mencionados se pueden utilizar pollos recién nacidos, ratas o ratones blancos, y pájaros o pichones estos últimos previamente congelados durante uno o dos días para evitar enfermedades como la tricomoniasis. (63)

## 5.6. PRINCIPALES PROBLEMAS NUTRICIONALES.

Una adecuada nutrición es de extrema importancia en el mantenimiento y reproducción de las aves en cautiverio, por lo tanto las dietas formuladas deben adecuarse tanto a sus características anatómicas y fisiológicas y a sus hábitos en vida libre de cada una de las diferentes especies ya que además puede ser la causa de problemas específicos de inmunosupresión.

A continuación se mencionaran los principales problemas nutricionales y metabólicos que son más comunes en cautiverio. (68)

### CARBOHIDRATOS

En exceso pueden ocasionar obesidad en aves adultas y en aves jóvenes predispone una condición conocida como "alas de aeroplano" (rotación del carpo distal), característico en aves tropicales consistente en la calcificación pronta de las alas asociado a un inadecuado aporte de calcio y también a un exceso de proteínas y a un rápido crecimiento, en ratites jóvenes ocurre un síndrome similar al de las anteriores, presentándose una desviación de las piernas, en este caso se encuentra asociado al estrés, deficiencia de calcio o de vitamina E.

### HIPOGLICEMIA

Los Accipitridos y los pequeños falcónidos están predispuestos a convulsiones hipoglicémicas, pero se pueden presentar temores musculares o convulsiones generalizadas. Estas convulsiones ocurren durante o después de ejercicio vigoroso, pero pueden presentarse a cualquier hora durante el estado de inanición.

### PROTEÍNAS

En exceso se encuentran asociadas también a la desviación de piernas en ratites, en el caso de aves de presa asociado a un sobre crecimiento del pico y uñas que impiden que las aves adopten posturas inadecuadas en las perchas.

En algunas aves el exceso implica una excreción de nitrógeno en lugar de ácido urico en orina por lo tanto predispone a una polidipsia y poliuria, hiperuricemia y a un depósito excesivo de cristales de urato en hígado, otras vísceras y superficies articulares, llevando como consecuencia a la deshidratación de las aves y problemas renales primarios, entre las especies que normalmente presentan este problema se encuentran avestruces, casuarios, patos, tinamos, albatros, cormoranes y psitaciformes

### GRASAS

En exceso predisponen a la obesidad, diarrea, deficiencias de otros nutrientes especialmente, calcio e iones insolubles en grasa. La ingestión de grasa rancia incrementa la necesidad de adicionar vitaminas antioxidativas como vitaminas C y E y aparecen signos de deficiencia de vitamina E. La adición de excesiva de grasa especialmente de ácidos grasos saturados y colesterol predisponen a la presentación de aterosclerosis, la cual es similar a la presentada en mamíferos u otras especies, como depósitos de minerales en las arterias, y conduciendo a su vez a la presentación de arteriosclerosis, mineralización distrófica y metaplasia condroide es común en psitaciformes, avestruces, columbiformes, paseriformes, galliformes.

Es común alimentar a los psitácidos con semilla de girasol, produciendo una relación inadecuada de calcio:fósforo, ya que el problema que presenta es una relación entre ambos minerales de 1:7 a 1:37 derivando en un problema epileptiforme debido a la ausencia de calcio aprovechable o por exceso de fósforo. Las dietas altas en grasa disminuyen la disponibilidad del calcio, favoreciendo la formación de compuestos saponificados. También pueden producir problemas como la deficiencia de vitamina D3, la reabsorción de calcio intestinal que es dependiente de la presencia de esta vitamina, así como compuestos hormonales como dihidroxicoilecalcínol.

Otros factores que pueden desarrollar un problema epileptiforme en loro gris, son problemas hepático - renales, así como la falta de rayos ultravioletas que irradian su piel. Como consecuencia de la alimentación exclusivamente con semillas de girasol y otras semillas altas en grasa sufren convulsiones epileptiforme que pueden llevar a la muerte, además de que algunos psitácidos tienen una predisposición genética a presentar esta enfermedad.

### **SÍNDROME DEL HÍGADO GRASO.**

Es caracterizado por el depósito de grasa y exceso de proteína en la dieta, en hígado, riñón y algunos otros tejido provocando la muerte en aves por hipoglicemia al haber una falla en la gluconeogenesis, presentándose lesiones en miocardio y sistema nervioso (68, 69, 58).

### **DEFICIENCIA DE VITAMINA A**

Se han reportado casos de deficiencia en pingüinos, ratites y rapaces.

Produce lesiones en la superficie epitelial, membranas de las mucosas, hiperqueratosis o queratinización del epitelio, metaplasia escamosa del epitelio de las glándulas lagrimal y salivaria y de tractos respiratorio y urogenital. Al examen los abscesos en cavidad oral y buche se encuentra líquido caseoso. Se observa metaplasia escamosa en el epitelio uretral y renal.

A su vez también se observa despigmentación debido a la falta de producción de precursores carotenoides dependientes de la vitamina A. Otro signo de su deficiencia es la presentación de polidipsia y poliuria.

La avitaminosis A puede tardar tiempo en manifestarse hasta que las reservas hepáticas se deprimen. En loros como los del género amazonas, el loro gris y otros psitácidos, la avitaminosis A les origina problemas de estomatitis que se manifiesta por dificultades de deglutir el alimento, formación de pústulas en la boca o lengua, faringe y laringe, degeneración y metaplasia de las glándulas salivales, muy pocas veces, favorece la proliferación de infecciones secundarias de bacterias y hongos que pueden migrar al esófago, buche, laringe, causando mortalidad considerable sobre todo en animales jóvenes.

En rapaces puede manifestarse con una dieta basada solo en carne, ya que las rapaces requieren de vitamina A preformada, ya que son incapaces de convertir precursores de carotenoides. Se presenta una hiperqueratosis, palidez de la piel de las patas, algunas aves presentan metaplasia escamosa de tráquea o bronquios e hiperqueratosis del revestimiento de la siringe, por lo que se presenta disnea y cambios en el carácter de la voz. Ocasionalmente puede ocasionarse gota articular por falla renal. (67, 68, 57, 62).

### **TIAMINA (B1)**

Sé ha presentado en aves marinas como las gaviotas y también en pingüinos. Los signos clínicos incluyen convulsiones y ataxia. Episodios recurrentes de epistótomo y parálisis de patas se ha presentado en las rapaces diurnas. Las aves no tratadas pueden presentar degeneración neuronal, axonal y miélica. Sugestiva de deficiencia de tiamina. La tiaminasa en las dietas de los comedores de pescado es una causa común y en las rapaces con dieta consistente en pollitos de días de nacidos, carne o presas evisceradas pueden ser la causa. (68, 69, 58).

### **RIVOFILAVINA (B2)**

La deficiencia predispone a síndrome de la pata caída, incluye la parálisis. También la deficiencia se encuentra asociada con la presencia de hepatomegalia, deficiencia de la postura de huevo, muerte embrionaria y edema en asociación con los niveles de tiamina y biotina también pudiendo causar la dilatación de las criptas duodenales en galliformes, dermatitis de los ojos y retardo en el crecimiento.

Un síndrome clínico se ha reportado en el Águila dorada, presentando atrofia y parálisis de los músculos de las patas y encorvamiento de dedos presentes en aves domésticas con esta deficiencia. (68, 69, 58, 63).

### **ACIDO PANTOTENICO**

Su deficiencia se encuentra asociada con el retardo en el crecimiento, dermatitis exfoliativa, hemorragia subcutánea severa y edema en embriones, principalmente en galliformes.

### **NIACINA**

La deficiencia produce diarrea, estomatitis, desprendimiento del tendón del gastrocnemio. Retardo del crecimiento, anorexia, decoloración de la mucosa oral y dermatitis en aves jóvenes.

**PIRIDOXINA**

La deficiencia se caracteriza por la falta de apetito, pobre crecimiento, movimientos de sacudida en las piernas, convulsiones. La deficiencia de esta vitamina también se encuentra asociada a un exceso de proteína en la dieta. Esta deficiencia es común en rneas produciendo además polineuritis

**BIOTINA**

Sus efectos son similares a los presentados en la deficiencia de ácido pantoténico. Se presenta una dermatitis exfoliativa en la cara, perosis congénita, ataxia y deformidad de los miembros y condroitrofia en embriones.

**ACIDO FOLICO**

La deficiencia produce perosis, retardo en el crecimiento y deficiencia para producir nuevas células, así como el decremento para obtener huevos fértiles, hay presencia de anemia macrocítica, agranulocitosis y parálisis cervical. (68, 69, 58).

**COLINA**

Esta normalmente asociada con perosis, síndrome del ácido graso, principalmente en galliformes y loros. (61)

**VITAMINA B12**

Su deficiencia produce retardo en el crecimiento, midistrofia de las piernas alta mortalidad en jóvenes principalmente por hidroencefalocele.

**VITAMINA D**

Se encuentra relacionada con los efectos en la producción hormonal para la regulación de la excreción renal de calcio y fósforo. En aves carnívoras produce debilidad de los músculos. También se asocia con problemas respiratorios como es la presencia de disnea, especialmente en periquitos australianos, sinusitis, obstrucción respiratoria, metaplasia epitelial y a desmineralización de los huesos y deformidades espinales.

**VITAMINA E**

Es importante para la prevención de la rancidez de las grasas y su deficiencia produce encefalomalacia, enfermedad del músculo blanco y diátesis exudativa en galliformes y patos, miopatía degenerativa del corazón y proventrículo en pavo reales. En pelicanos la acumulación de grasa y pigmento café ha producido la mortalidad en cautiverio de estas aves.

Otra condición asociada es la miopatía degenerativa por deficiencia de vitamina e y/o selenio en aves acuáticas y encefalomalacia en rapaces adultas.

Otra condición asociada es la polifagia que causa impactaciones del proventrículo sobre todo en aves jóvenes. Solo se presenta en psitácidos cuando su alimentación solo es con base en semillas oleaginosas, suele asociarse a una deficiencia de selenio, presentándose diferentes trastornos como encefalomalacia, incoordinación muscular, torticolis, movimientos incontrolados de la cabeza, inflamación hemorrágica e infecciones del cerebelo. En casos más severos, se produce diátesis exudativa, subcutánea y abdominal, hay acumulación de un líquido viscoso en la piel, distrofia muscular, infertilidad y muerte embrionaria. Durante las primeras etapas de incubación, degeneración y decoloración del miocardio y pancreatitis. (68, 69, 58).

En el caso de las aves se manifiesta con una intoxicación por selenio y se manifiesta con mortalidad embrionaria y malformaciones. (62)

En aves rapaces se presentan degeneraciones musculares, esteatitis y/o necrosis grasa. (63)

**CALCIO Y FÓSFORO**

Los imbalances de calcio:fósforo producen enfermedades metabólicas de los huesos, así como la hiperplasia de glándulas tiroideas resultando en disnea y regurgitación, en passeriformes y columbiformes principalmente.

La deficiencia de calcio se presenta también como causa de polidipsia y poliuria.

En psitácidos la deficiencia de calcio afecta la reproducción, presentándose infertilidad, cascarones blandos que si se rompen en el útero pueden causar problemas más severos.

En aves rapaces dietas compuestas exclusivamente de corazón, carne, hígado y riñón son severamente deficientes en calcio, que pueden causar raquitismo en aves en crecimiento la cual se desarrolla de 5 a 15 días y osteomalacia en adultos la cual toma varios meses y como manera de autorregulación se presenta hiperparatiroidismo. (68, 69, 58, 63).

#### **DEFICIENCIA DE HIERRO Y COBRE**

La anemia se encuentra asociada con la deficiencia de hierro y cobre y con un retardo del crecimiento además de la hipopigmentación. Algunas aves silvestres deben recibir hierro en el alimento, ya que en el caso de algunas especies de loros producen lesiones hepáticas similares a las de otras aves que pueden llevar a la muerte. (61)

#### **ACUMULACIÓN DE HIERRO.**

Es una enfermedad metabólica presentada principalmente en psitácidos como el quetzal, ave que no puede vivir en cautiverio y en la cual la acumulación de hierro es una de las principales causas de muerte. Las aves del paraíso, tucanes y colingas son susceptibles a presentar este problema debido principalmente a dietas que están compuestas por frutas, semillas, legumbres y proteína animal que contienen hierro provocando fibrosis, cirrosis hepática y renal que provocan la muerte en estas aves al no tolerar niveles de 100 ppm de hierro a diferencia de otras aves que si toleran estos niveles. Este problema consiste en el depósito de cantidades anormalmente altas de pigmentos que contiene hemosiderina compuesto derivado del hierro que se acumula en el citoplasma de los hepatocitos células de Kupffer, retículo endotelial y riñón derivando en fibrosis y cirrosis.

#### **MANGANESO**

La deficiencia causa perosis y rotación del tendón del gastrocnemio y un aumento excesivo del crecimiento de algunas aves como psitaciformes y passeriformes.

#### **MAGNESIO**

Su deficiencia produce retardo en el crecimiento, retardo en la producción del huevo.

#### **ZINC**

Se han encontrado dermatitis asociadas con la poca producción de células T, ya que el zinc se encuentra involucrado con la formación de insulina y algunas enzimas de los anticuerpos.

#### **SELENIO**

Su deficiencia se encuentra asociada al retardo en el crecimiento, degeneración pancreática exocrina y fibrosis, vacuolización y presencia de cuerpos hialinos en el epitelio acinar del páncreas.

#### **PRIVACIÓN DE AGUA**

En el caso de canarios y especies similares la privación por un periodo superior a las 48 horas producen la disminución de la producción de lignina en el buche.

#### **SÍNDROME DE MALA ABSORCIÓN**

Asociada a la administración de dietas bajas en fibra y carbohidratos altamente digeribles y puede corregirse con la suplementación de vitaminas A y E y a su vez previniendo una impactación gastrointestinal.

#### **ANOREXIA Y ADIPSIA.**

Se ha reportado en algunas granjas que ha habido casos de repugnancia al consumo de alimento y bebida de agua o al sitio que los contiene, hasta el punto de ignorarlos completamente, se han presentado casos de muerte por deshidratación y hambre. También ocurre casos de contaminación del agua con excesivo cloro y alimento con sobre molienda donde el avestruz tampoco lo ingiere.

**INDISCRECIÓN DIETARIA.**

El avestruz ingiere cualquier material que este a su alcance que nos puede conducir a problemas de impactación, ingestión de material extraño y perforaciones del tracto gastrointestinal. Materiales de ingestión común son piedras, tierra, paja y material de la cama. Para prevenir este problema de indiscreción dietaria es recomendable escoger el material de la cama y recorrer los corrales con algún detector de metales. (68, 69, 58).

**PICA.**

La ingestión de material extraño fecal es un comportamiento normal en avestruces jóvenes. Si ocurre ingestión excesiva puede haber acumulación de material fecal dentro del pico, interfiriendo con la ingestión de alimento. Este material fecal nos puede predisponer a problemas respiratorios. Para prevenir la pica es recomendable recoger las heces frecuentemente. (62)

Un problema común con la nutrición de avestruces es el habito de comerse todo lo que ven. El resultado son frecuentes constipaciones o lesiones causadas por la ingestión de objetos extraños. Una recomendación es colocarlas sobre el substrato (tierra, hierba, etc.) sobre el que vayan a vivir a los 3 días de edad

**OBESIDAD.**

Es un problema en el campo, especialmente en avestruces adultas y esto es en parte a la subestimación de los valores de energía cuando se utilizan valores que corresponden a las aves domesticas. Otra consecuencia es la infertilidad en hembras con una condición corporal mayor del 24.5%. en el caso de los machos es común la infertilidad ya que inhibe la absorción de zinc, esencial para la producción de los espermatozoides. (62)

**ANORMALIDADES DEL PLUMAJE.**

Causado particularmente por deficiencias de vitamina a, tiamina, arginina, niacina, ácido pantotenico, biotina, ácido folico y sal, produciendo severas mutilaciones. A su vez también se encuentran relacionados algunos minerales deficientes en la dieta como son calcio, zinc, manganeso, magnesio y selenio, asociados con dermatitis. (68, 69, 58).

**ESPECIES DE PLANTAS VENENOSAS O TÓXICAS.**

Para las aves de nuestra colección un error al decorar con una de estas el alojamiento puede hacernos lamentar esta mala elección. Hay determinadas especies de aves que adoran picotear los brotes verdes, los frutos viscosos o simplemente se entretienen destrozando ramas y tallos como forma de pasar el rato. Una planta venenosa puede hacer de estos comportamientos naturales un problema verdaderamente serio.

De todas maneras, pese al listado de plantas potencialmente venenosas que a continuación presentamos, deberemos de cerciorarnos antes de nada ( esté o no la dicha planta en el listado) de si es nociva para la especie que vayamos a colocar con ella. Hay aves que al tener el mismo área de distribución de plantas potencialmente venenosas con el tiempo han desarrollado una cierta inmunidad. También ocurre lo contrario, plantas o frutos que no resultan venenosos por norma general, pero que a especies que no han estado en contacto con ellos sufren problemas al ingerirlos o manipularlos. Como ejemplo de lo que acabamos de mencionar está el caso de los guacamayos que habitan en ciertas zonas de la cuenca Amazónica que acuden a centenares a un talud de arcillas a ingerir pequeños trocitos de esta con el supuesto objeto de neutralizar determinadas substancias tóxicas o difícilmente digeribles de alguno de los frutos de los que se alimentan de manera habitual. (Cuadro 1)

Cuadro 1: Plantas venenosas para las aves.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Acacia falsa.	Robinia pseudoacacia
Acacia de tres espinas	Gleditsia triacathos
Acabo	Ilex aquifolium (para albergues en los que haya papagayos y mirlos)
Acónito	Aconitum napellus
	Arisaema triphyllum
Campanilla de invierno	Galantus nivalis
Campanilla trepadora	Ipomoea spp
Castaña de indias	Aesculus spp
Cicuta	Conium maculatum
Cicuta menor	Cicuta maculata
Ciruelo	Prunus spp
Clemátide	Clematis spp
Cólquico	Colchicum autumnale
Convalaria	Convallaria majalis
Daphne	Daphne spp
Digital rojo	Digitalis purpurea
Dulcamara	Solanum dulcamara
Espino cervical	Rhamnus spp
Espuela de caballero	Delphinium spp
Estramonio	Datura stramonium
	(familia Solanaceas)
Evónimo	Eonymus europaeus
Flor del tabaco	Nicotiana spp
Glicina	Wisteria sinensis
	(Las hojas y las cortezas son venenosas. Mucha precaución en el caso de las psitácidas que pueden intoxicarse al roer el tronco)
Guisante de olor	Lathyrus latifolius
Kalmia	Kalmia latifolia
Lirio nevado	Leucoium vernum
Lirio	Iris spp
Lluvia de oro	Laburnum anagyroides
Mirística	Miristica fragans
Muérdago (solo las bayas)	Santalales spp
Narciso	Narcissus pseudonarcissus
Peónia	Abrus precatorius
	Phytolacca americana
	Podophyllum spp
Ranúnculo	Ranunculus spp
Ruipónico	Rheum rhaponticum
Sanguinaria	Sanguinaria spp
	Taxus breviflora
Tejo	Taxus canadensis
Tejo ingles	Taxus baccata
Tagacanto	Astragalus mollissimus
Yezgo	Actaea spp

Fuente: Snyder, R.L. Avian nutrition. Fowler, M. Editor. Zoo and wild animal medicine Edit. Sauder Company Denver Colorado U.S.A. 1991. C. 14



## Capítulo 6: MAMIFEROS

### 6.1. INTRODUCCION

La mastozoología es la rama de la zoología que estudia a los mamíferos. A pesar del su evolución son un grupo menos diverso que los invertebrados, quizás esto se deba en parte, a su tamaño mucho mayor y a sus grandes necesidades de energía, lo que hace que los mamíferos no puedan utilizar innumerables nichos ecológicos restringidos. Actualmente se identifican aproximadamente 1,000 géneros y 4,060 especies, que son cifras pequeñas en comparación con otras especies. (70, 71, 72, 73) Cuadro 1

Cuadro 1: CLASIFICACION TAXONOMICA DE LOS MAMIFEROS

Subclase	Infraclasse	ORDEN	FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES	EJEMPLOS
Prototeria		Monotrema	2	3	4	Equidna
Theria	Metatheria	Marsupiala	11	270	242	Zarigüeya, Canguros, walabies.
	Eutheria	Insectívora	16	56	360	Topo, murcielago
		Macrocelididae	1	4	15	Musarañas elefante
		Scandentia	1	6	1	Musarañas arborícolas
		Dermoptera	1	1	2	Lémures voladores
		Chiroptera	18	187	950	Murcielagos
		Primates	15	50	500	Monos del nuevo y viejo mundo
		Carnívoros	13	110	270	Tigre, ocelote
		Hyracoidea	1	3	11	Hiráceos
		Proboscidea	1	2	1	Elefante
		Sirenia	2	1	4	Manatíes
		Perissodactyla	3	7	15	Rinoceronte, tapir
		Artiodactyla	9	77	160	Pecari, jabali
		Edentatia	3	8	20	Tamandua, armadillo
		Pholidota	1	1	8	Pangolines
		Turbulendata	1	1	1	Oso hormiguero
		Cetacea	11	38	90	Ballenas y marsopas
		Roedentia	36	400	1700	Castor, liron.
		Lagomorpha	2	11	500	Pika, liebre

Fuente: Vaughan T., Mamíferos, 3ª. Ed. Edit. Interamericana, México, 1988 C1 y 4.; Grzimek, S. Editor Encyclopedia of mammals. Ed Mac Graw - Hill, New Jersey, U.S.A. 1990 V 1-5.

### HABITAT NATURAL

**Orden:** Monotrema

**Localización geográfica:** Australia.

**Orden:** Marsupiala

**Localización geográfica:** Norteamérica, Sudamérica y Australia

**Orden:** Insectívora

**Localización geográfica:** Norteamérica, Europa, Africa

**Especies comunes:** Tenreces

**Orden:** Macroscelidea

**Localización geográfica:** Africa

**Orden:** Scandentia

**Localización geográfica:** Sudeste de Asia

**Orden: Dermoptera**

**Localización geográfica:** Africa

**Orden: Chiroptera**

**Localización geográfica:** Europa, Sudeste de Asia, Sudamérica, Norteamérica

**Orden: Primates**

**Localización geográfica:** Madagascar, Asia, África, Europa, Sudamérica

**Orden: Carnívoros**

**Localización geográfica:** Europa, Asia, América, Africa,

**Orden: Hyracoidea**

**Localización geográfica:** Africa

**Orden: Proboscidea**

**Localización geográfica:** Africa/Asia

**Orden: Sirenia**

**Localización geográfica:** América

**Orden: Perissodactyla**

**Localización geográfica:** Norteamérica, África, Asia, Europa

**Orden: Artiodactyla**

**Localización geográfica:** Europa, Asia, Norteamérica, Africa

**Orden: Edentata**

**Localización geográfica:** América

**Orden: Pholidota**

**Localización geográfica:** Europa

**Orden: Turbulentata**

**Localización geográfica:** Europa/Asia

**Orden: Cetacea**

**Localización geográfica:** Mundial

**Orden: Roedentia**

**Localización geográfica:** Norteamérica Europa, Asia, Africa, Sudamérica

**Orden: Lagomorpha**

**Localización geográfica:** América, Europa. (1,2,3,4)

## 6.2. ANATOMÍA, HISTOLOGÍA Y FISIOLÓGIA DE APARATO DIGESTIVO DE LOS MAMÍFEROS

### HISTOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO.

#### CAVIDAD ORAL

##### LABIOS.

La unión entre el tegumento externo y el sistema digestivo se produce en los labios. Estos se encuentran recubiertos externamente por la piel e interiormente por una mucosa. La cara interior de los labios está cubierta por un epitelio estratificado el cual está queratinizado en rumiantes, equinos, pero no queratinizado en carnívoros ni suidos.

##### CARRILLOS.

Las glándulas bucales son glándulas salivares menores situadas en la submucosa y entre los fascículos del músculo estriado del carrillo, penetrando algunas unidades secretoras en la dermis. Las glándulas son tubuloacinares compuestas, pudiendo ser: serosas, mucosas o seromucosas dependiendo de su localización y de las especies. En los rumiantes, la mucosa está salpicada por papilas microscópicas de forma cónica que facilitan la aprensión y la masticación del alimento.

##### PALADAR DURO.

Los huesos del paladar están revestidos por una mucosa de epitelio plano estratificado y queratinizado es particularmente grueso en rumiantes. Los dientes incisivos inferiores presionan la almohadilla actuando como una fuerte pinza para la aprensión de la hierba. Todos los animales mamíferos excepto los suidos, presentan glándulas ramificadas tubuloacinares de secreción mucosa y seromucosa, localizadas en la parte caudal del paladar duro.

La cara bucal del paladar blando también está cubierta de epitelio escamoso estratificado, extendido sobre una submucosa glandular. El lado faríngeo está cubierto de epitelio cilíndrico ciliado y pseudoestratificado.

##### PALADAR BLANDO.

Esta formado por un pliegue de la mucosa situado entre la cavidad oral y nasal, con una parte central constituida por fibras muscular estriadas. La mucosa de las cavidades, nasal y oral, presentan un tejido linfoide folicular y difuso. En el tejido conjuntivo, las fibras musculares estriadas están orientadas longitudinalmente manteniendo unidas las dos mucosas.

##### LENGUA.

Es un órgano muscular recubierto por una mucosa. El epitelio es plano estratificado con un grosor variable del estrato corneo. El epitelio es más grueso en la superficie dorsal, estando más fino en la superficie ventral donde puede no estar queratinizado. La superficie dorsal presenta numerosas papilas microscópicas. Estas papilas difieren algo en la forma, denominadas en acorde con sus características morfológicas, teniendo una función tanto gustativa mecánica. Las papilas filiformes cónicas y lenticulares facilitan el movimiento del alimento en la cavidad oral, las papilas fungiformes, circunvaladas y folículos poseen yemas gustativas, las cuales son responsables de la medición del sentido del gusto.

La *lyssa* es una estructura con forma de cordón incluida en una vaina de colágeno denso que se extiende longitudinalmente cerca de la superficie ventral al centro de la lengua presente en carnívoros, se compone de tejido adiposo, músculo estriado, vasos sanguíneos y nervios, pero en los felinos contiene solamente grasa. En los suidos posee una estructura similar. En los equinos posee un cordón fibroelástico dorsomedial con cartilago hialino, músculo estriado y grasa. En los rumiantes contiene una prominencia dorsal caracterizada por una mucosa engrosada.

## DIENTES

Son estructuras mineralizadas que sirven para aprehender, cortar y aplastar el alimento y como armas de defensas. Consta de una cavidad de la pulpa, la cual tiene una parte de tejido conjuntivo, vasos sanguíneos y nervios.

Existen dos tipos de dientes:

- a) Hipsodontes
- b) Braquiodontes.

Los **braquiodontes** son cortos y cesan de crecer cuando la erupción ha terminado. Todos los dientes de los carnívoros, los incisivos de los rumiantes y los dientes del suido excepto los colmillos de verraco son dientes braquiodontes.

Los **hipsodontes** son más largos que los braquiodontes y su crecimiento se prolonga en parte e incluso puede que durante toda la vida del animal, estos carecen de corona y cuello sin embargo, poseen un cuerpo alargado que forma la raíz y el cuello en algunas especies. Los molares de los rumiantes, los colmillos de los verracos y todos los dientes de los equidos son dientes hipsodontes.

## GLÁNDULAS SALIVARES.

Comprenden una serie de unidades secretoras que sé originaron en el ectodermo oral y se desarrollan en el largo mesodermo subyacente como grandes agregados de glándulas tubuloacinares compuestas. Las glándulas salivares mayores incluyen la parótida, mandibular y sublingual. Las glándulas salivares menores están denominadas en acorde a su localización por ejemplo: labial, lingual, bucal, palatina, molar (felinos) y cigomatica (carnívoros).

La saliva es la mezcla de productos de secreción serosa y mucosas de las glándulas salivares, esta es importante en el humedecimiento del alimento ingerido y en la lubricación de la superficie de los órganos digestivos anteriores, permitiendo de esta forma el paso del alimento al estomago. En la mayoría de los mamíferos juega un papel poco importante en la digestión de los alimentos antes de que lleguen al estomago. Pero en los rumiantes, sin embargo producen un gran volumen de saliva, siendo una fuente importante del líquido del rumen. La glándula salivar cigomatica esta presente únicamente en los carnívoros. La glándula salivar de los felinos es histológicamente similar a la glándula salivar cigomatica.

## FARINGE.

Une la cavidad oral con el esófago presenta aberturas con la cavidad nasal, laringe y conductos auditivos. La pared se encuentra compuesta por una mucosa, una capa de tejido muscular estriado y una adventicia. La faringe carece de una *muscularis mucosae*. La túnica muscular consta de una capa interna y otra externa de músculo esquelético. La adventicia es un tejido conjuntivo denso irregular que une la faringe al tejido que lo rodea.

## ESÓFAGO.

Une la faringe con él estomago y posee todas las capas de un órgano tubular típico del sistema digestivo. Un pliegue circular interno, más prominente en la pared ventral, marca la unión de la faringe y el esófago en los carnívoros.

La mucosa se comprende de tres capas; un epitelio estratificado, una lamina propia y una *muscularis mucosae* las diferencias entre especies se mencionan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Diferencias histológicas del esófago de diferentes especies.

Característica	EQUINOS	SUIDOS	RUMIANTES	CAPRINOS	OVINOS	CANINOS	FELINOS
Epitelio plano estratificado	Queratinizado	Queratinizado	Queratinizado	Queratinizado	Queratinizado	No queratinizado	No queratinizado
Lamina propia	+	+	+	+	+	-	-
Muscularis mucosae (músculo liso)	+	Ausente en la parte craneal. Muy desarrollado en la parte distal.	+	+	+	Ausente en la parte craneal. Discontinua en la parte media	+
Glándulas submucosas tubuloacinares compuestas	+	Más abundante en la mitad craneal que caudal.	+	+	+	Presentes en toda su longitud y penetrado en el estomago.	+
Túnica muscular.	Estriada en los 2/3 craneales. Lisa en el 1/3 distal.	Estriada cranealmente. Mixta en el medio. Lisa caudalmente.	Músculo estriado en toda su longitud y penetrado en el surco reticular.			Estriada en toda su longitud.	Estriada cranealmente. Lisa en 1/3 a 1/5 parte caudal.
Túnica adventicia.	Células y fibras de un tejido laxo, con vasos sanguíneos y linfáticos y nervios que rodean al esófago. Una serosa (pleura mediastínica) puede estar presente en la cavidad torácica o cerca del estomago. El peritoneo parietal puede envolver el esófago abdominal cuando este presente en la cavidad abdominal.						

Fuente: Dieter D.H.; Histología veterinaria Ed. Acribia, 2ª Ed. Zaragoza España, 1994 C. 10.

#### UNIÓN ESÓFAGO-CARDIOGÁSTRICA.

Varían considerablemente entre especies. La unión del epitelio plano estratificado al epitelio cilíndrico simple es brusca. En el felino esta unión esta a 3 o 5 mm cranealmente al cardias, mientras que en los caninos esta a 12 cm. En los suidos y equinos el epitelio plano estratificado se extiende por toda la región no glandular del estomago, mientras que en los rumiantes, recubre por completo los preestomagos. Las glándulas del esófago pueden recorrer una distancia por el interior de la submucosa del estomago en especies en las cuales esta presente a lo largo de todo el esófago. En especies en las cuales el músculo esquelético del esófago se prolonga hasta el estomago (carnívoros y rumiantes), existe un cambio gradual de músculo esquelético a músculo liso. Únicamente los suidos poseen en el esfínter un músculo interno bien desarrollado.

#### ESTÓMAGO.

Es una parte ensanchada o dilatada del tubo digestivo especializado en la actividad enzimática y en el desdoblamiento hidrolítico de los alimentos en nutrientes digestibles. El estómago esta tapizado exclusivamente por una mucosa glandular en los carnívoros mientras que en los herbívoros posee, una adhesión a la región glandular, una región no glandular, revestida por un epitelio plano estratificado. La pared del estomago tiene todas las capas de un órgano tubular típico. La mucosa esta formada por el epitelio, la lamina propia (con fibras colagenas, elásticas y reticulares) y la *muscularis mucosae*. La submucosa se compone de fibras de colágeno grueso, vasos sanguíneos y de los plexos nerviosos de la submucosa. La muscular consta de tres capas: la oblicua interna, la circular media, y la longitudinal externa. Los plexos mientéricos están situados entre las capas musculares media y externa. La serosa se comprende un mesotelio que recubre una capa de tejido conjuntivo.

#### REGIÓN GLANDULAR

Esta ausente en los carnívoros y es pequeña en los suidos. En los equinos, esta región abarca una considerable extensión y termina en el *margo plicatus*

### REGIÓN AGLANDULAR

En los carnívoros, la zona *cardial* es una área relativamente pequeña mientras que las regiones fundícas, pilóricas ocupan el resto del estómago. En los caninos se dividen en dos zonas: clara y oscura. La zona clara tiene la mucosa más fina con profundas criptas gástricas y glándulas tortuosas cortas que aparecen en grupos no alcanzan la muscularis mucosae. La zona oscura es adyacente a la región pilórica y posee una mucosa más gruesa, criptas gástricas superficiales y glándulas fundícas que se asemejan estrechamente a la de otras especies.

El estómago de los suidos tienen una zona *cardial* y las células parietales de la región fundíca tienden a agruparse. El estómago de los equidos poseen una región aglandular extensa que termina bruscamente formando el *margo plicatus*. La región *cardial* casi inexistente mientras que las zonas fundícas y pilórica siguen el modelo normal.

En los rumiantes se compone de cuatro compartimentos estructuralmente distintos, rumen, retículo, omaso y abomaso.

### RUMEN.

Se caracteriza por tener papilas en forma de lengüeta, cuyo tamaño y forma varían considerablemente de una a otra. El epitelio ruminal es de tipo plano estratificado y realiza tres funciones importantes: protección, metabolismo y absorción. La copa superficial queratinizada actúa a modo de escudo protector contra el alimento grosero, mientras que las capas más profundas metabolizan los ácidos grasos volátiles de cadena corta.

La serosa del rumen es un tejido conjuntivo laxo recubierto por un mesotelio, en el cual encontraremos tejido graso, vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios.

### RETÍCULO

Posee una mucosa con pliegues permanentemente anastomosados dando la imagen de un panal de miel. El epitelio es plano y queratinizado. La lamina propia está formada por una red de fibras de colágeno y elásticas.

Una banda de tejido muscular liso situado en la parte superior de los pliegues del retículo se continúa con la *muscularis mucosae* del esófago. La muscular consta de dos capas de fibras de músculo liso que siguen un curso oblicuo y se cruzan perpendicularmente.

El surco reticular o esofágico (gotera esofágica) comienza en el *cardias* y se continúa ventralmente sobre la pared medial del retículo hasta el extremo final del orificio retículo-omasal. La contramano de la pared muscular de este surco cierra una canal que conduce los líquidos ingeridos del esófago al abomaso, evitando su paso por el rumen y retículo y está revestido en su totalidad por un epitelio plano estratificado.

### OMASO

Esta organizado por unos 100 pliegues longitudinales que parten de la curvatura mayor y de las paredes de este compartimento. Los pliegues mayores, alrededor del 2 y los pliegues menores, de segundo, tercero, cuarto y quinto orden. El revestimiento está formado por un epitelio plano estratificado y queratinizado, la lamina propia o aglandular se caracteriza por una densa red capilar subepitelial.

### ABOMASO

La unión con el abomaso está formada por dos pliegues de la mucosa, la tela abomasica, donde el epitelio cambia bruscamente de plano estratificado a cilíndrico simple. En los grandes rumiantes, este cambio tiene lugar en el epitelio de los pliegues, mientras que en los pequeños rumiantes está en la cara omasal.

### INTESTINO DELGADO

Los dos tercios anteriores presentan pliegues en la mucosa dispuestos circularmente (*pliegue circulare*), y que ocupan aproximadamente dos tercios de la superficie circular de la luz del tubo digestivo. En rumiantes estos pliegues son permanentes, pero en el resto, desaparecen cuando el intestino es distendido. La superficie de la mucosa está constituida por proyecciones digitiformes (vellosidades intestinales), que varían en longitud, dependiendo de la región y las especies, siendo largas y delgadas en carnívoros y cortas y anchas en rumiantes.

Las microvellosidades están en la superficie libre de las células del epitelio cilíndrico simple de las vellosidades. Las encimas digestivas son suministradas por las células de las glándulas de la mucosa y de la submucosa, así como por el hígado y el páncreas. El moco esta producido por las glándulas submucosas del intestino delgado y por las células caliciformes que se encuentran entremezcladas con las células de la superficie absorbente a lo largo de todo el intestino. Las diferentes regiones del intestino delgado no están claramente definidas microscópicamente.

La unión ileocecal esta señalada por la presencia de folículos linfoides en los caninos, suidos y rumiantes. En los felinos y equinos, los folículos linfoides están próximos al apéndice cecal.

### **INTESTINO GRUESO**

Existen ciertas características comunes a todos los segmentos del intestino grueso, como son la ausencia de vellosidades, las glándulas intestinales son mas largas, mas rectas, mas compactas y con mas células caliciformes, la ausencia de células de Paneth y el incremento del numero de folículos linfoides y además existen pliegues longitudinales.

### **CIEGO.**

Posee un numero importante de folículos linfoides distribuido por toda su longitud. En caninos, suinos y rumiantes, los folículos linfoides se localizan entorno a la apertura ileocecal y en los equinos y en los felinos, estos se encuentran concentrados cerca del apéndice del ciego. La estructura es similar a la del intestino delgado, excepto de la ausencia de las vellosidades.

### **COLON.**

La mucosa es mas gruesa que la del intestino delgado debido a la longitud de las glándulas intestinales. La superficie es lisa debido a la ausencia de vellosidades y el número de células caliciformes esta incrementado. A menudo la submucosa llega a distenderse debido al tejido linfoide, la *muscularis mucosae* pierde su continuidad, y en estos casos, las glándulas intestinales pueden invadir la submucosa. En los suidos y en los equinos, la capa longitudinal externa de la muscular el ciego y el colon forman grandes bandas musculares planas que contienen numerosas fibras elásticas, la taenia coli y la taenia cecii del ciego y las del colon mayor ventral de los equinos tienen mas fibras elásticas que células elásticas lisas.

### **ANO.**

El epitelio cilíndrico simple del recto cambia bruscamente a un epitelio plano estratificado no queratinizado en la línea anorectal. En rumiantes, el corto canal carece de glándulas y se continúa en su parte proximal a las glándulas y se continúa en su parte proximal con las columnas rectales y termina en su porción distal en la línea anocutánea. En los equinos es aglandular y se une a la línea anocutánea de la piel. En suido y carnívoros, el ano posee tres zonas diferentes:

- 1) Zona columnar
- 2) Zona intermedia
- 3) Zona cutánea.

### **HÍGADO**

Se caracteriza por una multitud de funciones complejas: excreción, secreción, almacenamiento, síntesis, desintoxicación, conjugación, esterificación, metabolismo y hematopoyesis. Posee un doble aporte sanguíneo, la vena porta y la arteria hepática.

Cada lóbulo hepático esta revestido de células mesoteliales del peritoneo visceral que recubren una fina capa de tejido conjuntivo. El tejido conjuntivo de la cápsula penetra en los espacios interlobulillares dando sostén al sistema vascular y conductos biliares. Una red de fibras de reticulina rodea las células y los sinusoides. La cápsula y el tejido interlobulillar pueden llegar a poseer células musculares lisas. La sangre del espacio porta llega a la vena centrolobulillar a través de los sinusoides de finas paredes, por lo tanto la sangre procedente de las ramificaciones de la arteria hepática y vena porta se mezcla eventualmente en los sinusoides, contrariamente, la bilis fluye en sentido inverso a la sangre.

El tejido interlobulillar y las trabéculas son escasas y difíciles de ver excepto en los suido, que poseen septos de tejido conjuntivo interlobulillar.

Las microvellosidades están en la superficie libre de las células del epitelio cilíndrico simple de las vellosidades. Las encimas digestivas son suministradas por las células de las glándulas de la mucosa y de la submucosa, así como por el hígado y el páncreas. El moco está producido por las glándulas submucosas del intestino delgado y por las células caliciformes que se encuentran entremezcladas con las células de la superficie absorbente a lo largo de todo el intestino. Las diferentes regiones del intestino delgado no están claramente definidas microscópicamente.

La unión ileocecal está señalada por la presencia de folículos linfoides en los caninos, suidos y rumiantes. En los felinos y equinos, los folículos linfoides están próximos al apéndice cecal.

### INTESTINO GRUESO

Existen ciertas características comunes a todos los segmentos del intestino grueso, como son la ausencia de vellosidades, las glándulas intestinales son más largas, más rectas, más compactas y con más células caliciformes, la ausencia de células de Paneth y el incremento del número de folículos linfoides y además existen pliegues longitudinales.

### CIEGO.

Posee un número importante de folículos linfoides distribuido por toda su longitud. En caninos, suinos y rumiantes, los folículos linfoides se localizan entorno a la apertura ileocecal y en los equinos y en los felinos, estos se encuentran concentrados cerca del apéndice del ciego. La estructura es similar a la del intestino delgado, excepto de la ausencia de las vellosidades.

### COLON.

La mucosa es más gruesa que la del intestino delgado debido a la longitud de las glándulas intestinales. La superficie es lisa debido a la ausencia de vellosidades y el número de células caliciformes está incrementado.

A menudo la submucosa llega a distenderse debido al tejido linfóide, la *muscularis mucosae* pierde su continuidad, y en estos casos, las glándulas intestinales pueden invadir la submucosa.

En los suidos y en los equinos, la capa longitudinal externa de la muscular el ciego y el colon forman grandes bandas musculares planas que contienen numerosas fibras elásticas, la taenia coli y la taenia cecii del ciego y las del colon mayor ventral de los equinos tienen más fibras elásticas que células elásticas lisas.

### ANO.

El epitelio cilíndrico simple del recto cambia bruscamente a un epitelio plano estratificado no queratinizado en la línea anorrectal. En rumiantes, el corto canal carece de glándulas y se continúa en su parte proximal a las glándulas y se continúa en su parte proximal con las columnas rectales y termina en su porción distal en la línea anocutánea. En los equinos es aglandular y se une a la línea anocutánea de la piel. En suido y carnívoros, el ano posee tres zonas diferentes:

- 1) Zona columnar
- 2) Zona intermedia
- 3) Zona cutánea.

### HÍGADO

Se caracteriza por una multitud de funciones complejas: excreción, secreción, almacenamiento, síntesis, desintoxicación, conjugación, esterificación, metabolismo y hematopoyesis. Posee un doble aporte sanguíneo, la vena porta y la arteria hepática.

Cada lóbulo hepático está revestido de células mesoteliales del peritoneo visceral que recubren una fina capa de tejido conjuntivo. El tejido conjuntivo de la cápsula penetra en los espacios interlobulillares dando sostén al sistema vascular y conductos biliares. Una red de fibras de reticulina rodea las células y los sinusoides. La cápsula y el tejido interlobulillar pueden llegar a poseer células musculares lisas. La sangre del espacio porta llega a la vena centrolobulillar a través de los sinusoides de finas paredes, por lo tanto la sangre procedente de las ramificaciones de la arteria hepática y vena porta se mezcla eventualmente en los sinusoides, contrariamente, la bilis fluye en sentido inverso a la sangre.

El tejido interlobulillar y las trabéculas son escasas y difíciles de ver excepto en los suido, que poseen septos de tejido conjuntivo interlobulillar.



Las células hepáticas o hepatocitos tienen forma poliédrica con seis o más caras o superficies que son de tres tipos diferentes.

- a) Superficies con microvellosidades que forman la pared del espacio perisinusoidal.
- b) Superficies que delimitan los canaliculos biliares.
- c) Superficies de contacto entre los hepatocitos adyacentes donde las membranas celulares contrapuestas pueden tener uniones porosas y desmosomas.

Además se caracterizan, por tener un núcleo esférico situado céntricamente con uno o más nucléolos prominentes y acumulos dispersos de cromatina.

#### **VESÍCULA BILIAR.**

El epitelio consta de una capa de células cilíndricas que recubren la superficie así como las criptas de la mucosa, los cuales son pequeños divertículos que a menudo dan la impresión de ser glándulas.

Los conductos hepáticos y biliares son similares en estructura a los de la vesícula biliar. Las capas circular y longitudinalmente de la muscular se hallan presentes. El músculo más grueso es el de los bovinos y los más finos es de los carnívoros. En las otras especies la muscular es discontinua.

#### **PÁNCREAS**

Es una glándula tubuloacinar compuesta, encapsulada y lobulada que presenta unidades secretoras exocrinas y endocrinas. El estroma consta de una fina cápsula que da lugar a tabiques de tejido conjuntivo que separan el parenquima en diferentes lobulillos. Las unidades secretoras son tubuloacinares, siendo la porción tubular más prominente en los rumiantes. (56,57)

### **ANATOMIA Y FISILOGIA DEL APARATO DIGESTIVO**

#### **CAVIDAD ORAL.**

Los dientes y los labios se encuentran rodeados por labios, carrillos y diversos músculos masticatorios.

##### **Dientes:**

Proceden de una invaginación del epitelio conocida como lámina dental, la cual produce el órgano del esmalte. El tejido conectivo localizado alrededor del germen del diente se llama saco dental. Los dientes delanteros se llaman incisivos, en no rumiantes solo hay un par de incisivos intermedios. Los caninos también son llamados colmillos, premolares y molares.

En las especies carnívoras, los dientes caninos se encuentran adaptados para desgarrar y arrancar, mientras los molares, que son puntiagudos, están adaptados únicamente para la masticación parcial y para el aplastamiento de los huesos. Las especies herbívoras tienen los incisivos adaptados para mordisquear el material vegetal. Y los molares tienen superficies relativamente planas. Los roedores tienen dientes incisivos cuyo crecimiento continúa a lo largo de su vida. (Cuadro 2).

Cuadro 2: Formula dentaria permanente de los mamíferos.

Clasificación taxonómica	Formula dentaria
<b>Carnívora</b>	
Canidae	1 3/3, C 1/1, P 4/4, M 2 o 3/2 o 3 = 40-44
Ursidae	1 3/3, C 1/1, P 4/4, M 2/3 = 42
Procyonidae	1 3/3, C 1/1, P 3 o 4/3 o 4, M 2/2 o 3
Mustelidae	1 3/2 o 3, C 1/1, P 2-4/2-4, M 1/1 o 2
Otariidae	1 3/2, C 1/1, P 4/4, M 1 o 2/1 = 34 o 36
Odobenidae	1 1/1, C 1/1, P 5/5, M 5/5 = 32
Phocidae	1 2 o 3/1 o 2, C 1/1, P 4/4, M 1/1
Tubulidentata	
Orycteropodidae	1 0/0, C 0/0, P 2/2, M 3/3 = 20
Elephantidae	1 1/0, C 0/0, P 3/3, M 3/3 = 26
Procaviidae	1, C 0/0, P 4/4, M 3/3 = 34
Richechidae	1 2/2, C 0/0, P 0/0, M 11/11 = 52
Perissodactyla	
Equidae	1 3/3, C 1/1, P 3 o 4/3, M 3/3 = 40 o 42
Tapiridae	1 3/3, C 1/1, P 4/4, M 3/3 = 44 c
Rhinocerotidae	1 1/0 o 1, C 0/0 o 1, P 4/4, M 3/3 = 28, 32
Artiodactyla	
Suidae	
Tayassuidae	1 1-3/3, C 1/1, P 2-4/2, o 4, M 3/3
Hippopotamidae	1 2/3, C 1/1, P 3/3 M 3/3 = 38
Camelidae	1 2 o 3/1 o 3, C 1/1, P 4/4, M 3/3 = 38-44
Cervidae	1 1/3, C 1/1, P 2 o 3/2, M 3/3 = 32 o 34
Giraffidae	1 0/3, C 0 o 1/1, P 3/3, M 3/3 = 32 o 34
Antilocapridae	1 0/3, C 0/1, P 3/3, M 3/3 = 32
Bovidae	1 0/3, C 0/1, P 3/3, M 3/3 = 32
Marsupialia	1 0/3, C 0/1, P 3/3, M 3/3 = 32
Didelphidae	1 5/4, C 1/1, P 3/3, M 4/4 = 50
Vombatidae	1 1/1, c 0/0, P 1/1, M 4/4 = 24
Macropodidae	1 3/1, C 1/0, p 2/2, M 4/4 = 34
Erinaceidae	1 3/3, C 1/1, P 4/4, M 3/3 = 44
Lemuridae	1 2/2, C 1/1, P 3/3, M 3/3 = 36
Lorisidae	1 2/2, C 1/1, P 3/3, M 3/3 = 36
Cebidae	1 2/2, C 1/1, P 3/3, M 3/3 = 36
Callithricidae	1 2/2, C 1/1, P 3/3, M 2/2 = 32
Cercopitheciidae 1	1 2/3, C 1 1/1, P 2/2, M 3/3 = 34
Pongidae	1 2/2, C 1/1, P 2/2, M 3/3 = 32
Bradypodidae	1 0/0, C 0/0, P 5/4, M 5/4 = 36
Dasyppodidae	1 0/0, C 0/0, P y M 7-9/7-9 = 28-36
Leporidae	1 2/1, C 0/0, P 3/2, M 2 o 3/3 = 26 o 28
Sciuridae	1 1/1, C 0/0, P 1 o 2/1, M 3/3 = 20 o 22
Castoridae	1 1/1, C 0/0, P 1/1, M 3/3 = 20
Cricetidae	1 1/1, C 0/G, P 0/0, M 3/3 = 16
Muridae	1 1/1, C 0/0, P 0/0, M 2 o 3/2 o 3
Hystriidae	1 1/1, C 0/0, P 1/1, M 3/3 = 20
Erethizontidae	1 1/1, C 0/0, P 1/1, M 3/3 = 20
Caviidae	1 1/1, C 0/0, p 1/1, M 3/3 = 20
Hydrochoeridae	1 1/1, C 0/0, P 1/1, M 3/3 = 20
Chinchillidae	1 1/1, C 0/0, p 1/1, M 3/3 = 20
Capromyidae	1 1/1, C 0/0, p 1/1, M 3/3 = 20
Cetacea	
Delphinidae	Arriba de 260 dientes

Fuente: Hume, I.D. . Nutrition and feeding Fowler, M. Editor Zoo and wild animal medicine Edit. Sauder Company Denver Colorado U.S.A. 1991.

**LENGUA.**

Es un órgano muscular cubierto de mucosa. En el caso de los ruminantes se utiliza como un órgano prensil. Se encuentra cubierto por diferentes papilas como son las filiformes, fungiformes, foliadas, circunvaladas. (Cuadro 3)

**Cuadro 3 Características diferenciales de las papilas.**

Tipo de papila	Características
Filiforme	Cortas y blandas en equinos; tejido conectivo cubierto con una capa epitelial cornificada en las demás especies
Fungiforme Foliada	Terminaciones gustativas en todos los animales En caninos, ovinos y suinos, tienen receptores gustativos y glándulas serosas, en equinos contienen glándulas mucosas
Circunvalada	Contienen bulbos gustativos y glándulas mucosas; en equinos poseen glándulas mucosas. En bovinos tiene un surco transversal delante de una prominencia dorsal.

Fuente: Frandson, D.R. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. Ed Interamericana 5ª ed. México 1992.C. 18

**LABIOS CARRILLOS Y PALADAR.**

Son paredes musculares cubiertas de piel por fuera y tapizadas de mucosa por dentro. Ayudan a la lengua a llevar los alimentos dentro de los dientes, para la masticación. Las mandíbulas se cierran por acción de los músculos maceteros, temporales y pterigoideos.

Paladar duro.

Forma el techo de la boca, continuando en dirección caudal por el paladar blando el cual separa la cavidad bucal de la nasofaringe. Los pelos táctiles usados en la exploración sensorial, se hallan en los caninos y felinos.

Los carrillos están formados por las mismas capas que los labios, con piel por fuera, mucosa por dentro y, entre ambas, músculo, tejido conectivo y glándulas salivales.

**AMÍGDALAS.**

Son masas más o menos circunscritas de tejido linfóide, con nombres diversos según sea su asiento topográfico.

Las amígdalas palatinas en primates y caninos, son órganos pares de forma ovalada implantados en la bolsa lateral de la faringe. En equinos, bovinos y ovinos están situadas en la misma región pero hundidas en la submucosa, por completo cubiertas por la submucosa, excepto sobre algunas criptas.

Las amígdalas linguales son cúmulos de folículos linfáticos en la base de la lengua prominentes en bovinos, equinos y suidos.

La amígdala faríngea es un conglomerado de tejido linfóide en la submucosa de la pared dorsal de la faringe de todos los animales.

**GLÁNDULAS SALIVALES**

Son tres pares bien definidos, además de lóbulos diseminados menos definidos. Las glándulas son: parótida, mandibular y sublingual, y las menores comprenden labiales, bucales, linguales y palatinas y en los caninos además tiene la glándula salival cigomática cerca del ojo. (cuadro 4)

**Cuadro 4. Características de las glándulas salivales.**

Glándulas serosas	Glándulas mucosas	Glándulas mixtas
Parótida.- contiene terminaciones mucosas en carnívoros jóvenes.	Glándulas labiales en ovinos, caprinos y carnívoros.	Mandibular
Glándula bucal ventral en rumiantes.	Glándulas linguales, menos descritas en otras partes	Sublingual
Glándula de Ebner debajo de las papilas circunvaladas y foliadas	Glándulas bucales media y dorsal en rumiantes	Marginales en la lengua de equinos.
	Glándula bucal ventral de los carnívoros, y su porción dorsal en ovino y caprinos	Del frenillo en ovinos y caprinos. De la raíz de la lengua en equinos y rumiantes. Bucales en equinos y suidos.

Fuente: Frandson, D.R. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. Ed Interamericana 5ª ed. México 1992.C. 18

### FARINGE

Es un conducto para el paso común de alimentos y aire inspirado, tapizado de mucosa y rodeado de músculos.

El alimento entra impulsado de allí al esófago por contracción de los músculos faríngeos. Durante este periodo, la laringe se cierra por reflejo. La pared muscular de la faringe se continúa con los músculos del esófago. Los faríngeos se denominan según el órgano del cual se originan: pterigoideo, hiofaringeo, tirofaringeo, estilofaringeo y cricofaringeo. Todos estos músculos se insertan en un rafe fibroso de la línea media dorsal de la faringe.

Durante la deglución, estos músculos, por su disposición anular, al contraerse sucesivamente de adelante a atrás impulsan el bolo alimenticio para que avance hacia el esófago. La fosa de los equinos es un nicho mediano en un ángulo dorsocaudal de la faringe. En rumiantes se divide en dos partes por la amígdala faríngea. En los carnívoros no existe la fosa faríngea. Los suidos presentan un divertículo faríngeo que se abre hacia la pared dorsal de la faringe.

### ESÓFAGO.

Es un conducto muscular extendido desde está al orificio del cardias, inmediatamente detrás del diafragma. Después de la faringe, pasa por un plano dorsal de la tráquea, por lo general del lado izquierdo, siempre dorsal de la tráquea, penetra en el tórax y sigue en sentido caudal, se continúa en el hiato esofágico y se une al estómago, ya en la cavidad abdominal. La pared del esófago consta de dos capas que se cruzan de modo oblicuo, formando un espiral y por último una capa circular interna y otra externa.

### ESTÓMAGO.

Esta situado del lado izquierdo de la concavidad del diafragma, que separa las cavidades abdominal y torácica. Desde el exterior se divide en:

- Región esofágica.
- Región del cardias
- Región fundica
- Región pilórica

La superficie del estómago aumenta muchas veces por las invaginaciones del epitelio, las cuales se llaman fosas gástricas.

La región esofágica es homóloga a las cavidades pregástricas de los rumiantes, por el hecho de estar tapizada de epitelio escamoso estratificado no glandular. Esta región es muy grande en equino, pequeña en suidos y ausente en carnívoros. La región cardial glandular es grande en suidos y relativamente más pequeña en equinos.

### INTESTINO DELGADO.

Se divide en tres porciones: duodeno, yeyuno e ileón.

El duodeno es la primera parte, fijo a la pared abdominal por un corto mesenterio y en la primera porción desembocan los conductos glandulares del páncreas y el hígado. Los conductos del colédoco y pancreático vierten su contenido en el duodeno a corta distancia del pilóro.

El **yeyuno** continua sin límites precisos con el duodeno. Entre el yeyuno y el ileón tampoco hay una división bien definida. Está última porción penetra al intestino grueso por la unión ileocecólica. La porción terminal del ileón se une al ciego en equinos, al colon en caninos o a ciego y colon en suidos en la porción derecha caudal de la región abdominal.

### INTESTINO GRUESO.

En equinos y probocideos es más voluminoso y complejo, su ciego es un órgano curvado como una coma, que se extiende desde el lado derecho de la pelvis hasta el suelo de la cavidad abdominal, inmediatamente detrás del diafragma y cerca del cartilago xifoideo del esternón. La base suele situarse en la parte dorsal del flanco derecho y se proyecta en sentido craneal. El ileón penetra por el lado cóncavo, cerca de su base, donde funciona un esfínter llamado válvula ileocecal. El pequeño colon es la continuación directa del transversal, dispuesto en asas en el borde del mesocolon. El recto es la porción relativamente derecha que se encuentra sobre la cavidad pélvica. El ano, cerrado por un esfínter de musculatura lisa y estriada.

En suidos, comienza en el ciego, cuya porción cerrada se proyecta hacia delante y abajo cerca de la línea media. El colon descendente presenta una disposición de asas en espiral, con un conjunto de aspecto cóncavo. Cuando sale de esa espiral, va adelante y cruza a la izquierda como colon transversal, para seguir en sentido caudal y descendente hasta el recto como en los demás animales, el recto termina en el ano.

En caninos es más corto y sencillo, irregular a la derecha e izquierda, el descendente a la izquierda, el recto en la cavidad pélvica y el ano. (Cuadro 5)

**Cuadro 5 Capacidad comparativa en adulto del aparato digestivo de mamíferos.**

Especie	Estómago	Intestino delgado	Ciego	Colon y recto
Bovinos	71	18	3	8
Ovinos y caprinos	67	21	2	10
Equinos	9	30	16	45
Suinos	29	33	6	32
Caninos	63	23	1	13
Felinos	69	15		16
Primates	17	67		17

Fuente: Church, D.C., Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Uthea México, 1996.

### PÁNCREAS

Es una glándula compuesta tubuloalveolar, con porciones endocrina y exocrina. Aparece como un órgano lobulado irregularmente relacionado con la primera porción del duodeno, con frecuencia al estómago, la vena caudal y la porción caudal del hígado.

### HÍGADO.

Esta adyacente al diafragma, en el lado derecho, especialmente en rumiantes. Casi todos los animales tienen vesícula biliar excepto los equinos, la cual les sirve para almacenar la bilis. (73,9)

### HERBÍVOROS.

Se clasifican según el lugar del tracto digestivo donde fermenten el alimento:

- Herbívoros que fermentan en porciones anteriores del tracto digestivo:
  - Rumiantes (Ej. venados)
  - No rumiantes (Ej. canguro, monos)
- Herbívoros que fermentan en porciones posteriores en ciego y colon (elefante, cebra, rinoceronte)
- Fermentadores cecales (liebre, cuyo)

De acuerdo a sus hábitos alimenticios se clasifican en:

- Herbívoros selectores de concentrado (alce, venado cola blanca, jirafa, rinoceronte) formando el 35% del total de los rumiantes
- Herbívoros forrajeros (bisonte, yak, hipopótamo, llama, cebra de Grant, búfalo acuático) formando el 25% del total de los rumiantes. Incluyen aquellas especies con el aparato digestivo más evolucionado.

- c) **Herbívoros intermedios u oportunisticos.** (Gamo, berrendo, gacela de Thompson, Buey Almizclero, elefante asiático, dromedario) forman el 75% de los rumiantes. (Cuadro 6)

**Cuadro 6: Cuadro de Hoffman de diferencias morfológicas, conductuales y funcionales entre animales rumiantes.**

Comedores de hojas	Comedores de forraje
Cuello largo	Cuello corto
Patas largas y delgadas	Patas cortas y gruesas
Belfos grandes	Belfos de menor tamaño
Higado de mayor tamaño	Higado de menor tamaño
Rumen pequeño simple	Rumen grande subdividido
Abundante papilación en rumen	Papilación en el saco dorsal del rumen
Pilares ruminales fuertes	Pilares ruminales débiles
Omaso más pequeño	Omaso más grande
Reticulo grande con crestas bajas	Reticulo pequeño con crestas altas
Ciego desarrollado	Ciego poco desarrollado
Carecen de vesícula biliar	Tienen vesícula biliar
Se alimentan de hojas, frutas y semillas de dicotiledóneas	Se alimentan de tallos y hojas monocotiledóneas
Se alimentan con menor frecuencia. Mayor tiempo de rumiación.	Se alimentan con mayor frecuencia. Menor tiempo de rumiación
Mayor habilidad para abrir la boca	Menor habilidad para abrir la boca
Mayor velocidad de paso del alimento	Menor velocidad de paso del alimento
Mayor eficiencia en el agua	Menor eficiencia en la utilización del agua
Menor eficiencia en la utilización de urea	Mayor eficiencia en la utilización de urea

Fuente: Cervantes S.J.M.; Angeles, C.S. C.; Diferencias morfofisiológicas y conductuales entre los distintos tipos de rumiantes- Alimentación de bovinos. SUA. FMVZ, UNAM, México, 1998. (75)

## CAVIDAD ORAL

### Labios

Son móviles para poder seleccionar brotes, retoños y arbustos en herbívoros selectores de concentrado. En el caso de los herbívoros intermedios son menos rígidos. Los herbívoros forrajeros no poseen labios móviles y su boca se puede abrir poco

### Lengua

Posee abundantes papilas gustativas, glándulas salivales muy desarrolladas que les permite mantener el pH ruminal y mantener la flora en herbívoros selectores de concentrado. En el caso de los herbívoros forrajeros su lengua es corta y poseen 50% más de papilas gustativas y las glándulas salivales están menos desarrolladas que en los selectores de concentrado.

## ESÓFAGO

Poseen una canaladura esofágica por la cual se vierte el material contenido al abomaso y su vez esta saliva protege contra componentes fenólicos y taninos de las plantas en herbívoros selectores de concentrado. Los herbívoros intermedios requieren una mayor producción de saliva para romper las paredes de celulosa y separar la proteína de los taninos y fenoles

En invierno o sequía se presenta una atrofia de las células de las glándulas salivales.

## RETÍCULO.

Las crestas presentes son de menor tamaño en los herbívoros selectores de concentrado y poseen papilas cornificadas. Los herbívoros forrajeros poseen un orificio reticulo-omasal más pequeños lo que retarda el paso de la ingesta hacia el omaso, además de llevar a cabo la fermentación del alimento y el líquido se colecta temporalmente. El epitelio presenta crestas primarias con divisiones secundarias, terciarias y cuaternarias.

**RUMEN**

Es de menor tamaño en herbívoros selectores de concentrado, sin embargo se compensa ya que esta densamente papilado, lo que incrementa la superficie de absorción. En herbívoros selectores de concentrado. En los herbívoros intermedios presenta papilas en toda la superficie para absorción de nutrientes. Al aumentar los niveles de propionato y butirato se estimula el flujo de sangre hacia el rumen y aumentan las mitosis en el epitelio formándose nuevas papilas para aumentar la superficie de absorción. Los herbívoros forrajeros se alimentan hasta llenar el rumen y descansar por largo tiempo para rumiar. Este órgano está descubierto de papilas en la región dorsal y esto está ligado a las funciones de almacenaje, protección y fermentación además de absorción.

**OMASO**

Posee un menor número de laminas y es más pequeño, teniendo hojas musculares delgadas cubiertas por una densa mucosa y papilas. En herbívoros selectores de concentrado. Los herbívoros forrajeros poseen un omaso de mayor tamaño y presenta mayor número de laminas; en esta se lleva a cabo la absorción de los ácidos grasos volátiles (ácido propiónico y butírico) a través de la mucosa lo que no se presenta en los selectores de concentrado.

**ABOMASO**

Tiene una menor capacidad y las divisiones de los compartimentos son menores, permaneciendo más tiempo abiertas para facilitar el paso de la ingesta. La producción de ácido clorhídrico es mayor para poder activar pepsina y separar proteína de los taninos. En herbívoros selectores de concentrado. Es de gran capacidad en herbívoros forrajeros.

**INTESTINO DELGADO.**

Esta mejor desarrollado permitiendo la fermentación y el fraccionamiento del material vegetal. En herbívoros selectores de concentrado. Existe cierta fermentación en los herbívoros intermedios y rompimiento de materia vegetal para obtención de energía durante los meses en que la calidad de forraje es mala.

**COLON**

Más grande y en espiral en donde se fermenta el alimento ya que retarda el paso del alimento permitiendo mayor absorción del agua y nutrientes.

El ritmo circadiano incluye frecuentes periodos de alimentación alternados con cortos e intermitentes periodos de rumia. en herbívoros selectores de concentrado (73, 9, 74, 75)

**SISTEMA DIGESTIVO DE LOS CAMELIDOS (Tylopoda)**

El estómago se divide en tres compartimentos: Rumen, retículo, tubo gástrico; este último representa una región homologa a las regiones posteriores del abomaso en ruminantes. El rumen se encuentra subdividido en dos porciones: porción ventrocudal (saco ruminal craneal) y una porción dorsocudal (saco ruminal caudal). La mucosa glandular del retículo es similar al rumen. El tubo gástrico posee dos regiones; la región caudal es glandular. La fermentación ocurre en el rumen y el retículo. No se ha detectado la rumia en las especies pertenecientes a este grupo y no se ha aclarado la relación existente entre la morfología y la anatomía gástrica. Son capaces de aprovechar alimentos de baja calidad nutritiva y retener agua suficiente para sus funciones metabólicas. Se les considera herbívoros intermedios o forrajeros. (77, 78, 79) (Cuadro 7)

**Cuadro 7: Relación entre la capacidad de los compartimentos gástricos y el peso corporal en herbívoros silvestres.**

Nombre científico de la especie	Peso vivo (kg.)	Litros por 100 kg. de P.V			Porcentaje total del estomago	
		Total estomago (l/100 kg.)	Ruminoretículo (l/100 kg.)	Omaso (l/100 kg.)	Ruminoreticular (%)	Omaso (%)
<i>Bos primigenius</i>	700.00	32	23	5	72	15
<i>Capra aegagrus</i>	37.20	24	20	1	85	6
<i>Cervus elaphus</i>	105.75	25	23		92	
<i>Gazella granti</i>	55.00	26	23		91	
<i>Giraffa camelopardis</i>	750.00	16	14		88	
<i>Lama guanicoe</i>	125.0	9	8	1	89	
<i>Odocoileus virginianus</i>	65.17	13	11		85	
<i>Oryx gazella</i>	181.50	22	20		91	
<i>Ovis ammon</i>	57.20	28	23	2	85	5
<i>Tragalaphus imberbis</i>	90.50	17	15		88	

Fuente: Langer, P. The mammalian herbivore stomach. Comparative anatomy, function and evolution. Ed. Semper Bonis Artibus. Stuttgart Germany, 1988.



### 6.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

En el caso de los mamíferos silvestres la forma práctica de determinar sus requerimientos es obteniéndolos a partir de animales domésticos, fisiológicamente similares en su aparato digestivo y hábitos alimenticios; en el animales de experimentación como es el caso de roedores, o primates debido a su amplio estudio también se ha podido determinar sus requerimientos. Existen especies como por ejemplo los marsupiales, tamanduas, y miembros de la familia quiroptera de las cuales no han podido determinar sus requerimientos debido a la falta de estudios específicos en estos animales. (Cuadros 1 al 6). (10, 80, 81, 71)

**Cuadro 1. Requerimientos nutricionales mínimos para carnívoros:**

Especies	Proteína %	Grasa %	Ca %	P %	Vit. A UI/ Kg	Vit. D UI/kg.	Vit. E mg/kg.
Felinos	28.0	9.0	1.0	0.8	10000	1000	80
Caninos	22.0	1.0	0.59	0.44	3710	404	22
Zorro	19.7	-	0.6	0.6	2440	-	-
Visión	22.0	-	0.3	0.3	-	-	-

Fuente: Dierenfeld, E. Manual de nutrición y dietas para animales en cautiverio, ED. Zoo Helping Zoos Save Wildlife. New Orleans U.S.A 1997 C. IV.

**Cuadro 2. Requerimientos nutricionales mínimos para herbívoros:**

Especies	Proteína %	Grasa %	Ca %	P %	Vit. A UI/ Kg	Vit. D UI/kg.	Vit. E mg/kg.
Bovidae	6.9	-	0.2	0.2	2800	275	-
Equidae	8.5	-	0.3	0.2	1830	300	50
Ovidae	9.4	-	0.2	0.2	2740	555	15
Suidae	13.3	-	0.83	0.67	4440	222	10.1

Fuente: Nutrition Nutricut requirements of dairy cattle; National Research Council Ed National academy of sciences, 1978

**Cuadro 3. Requerimientos nutricionales mínimos para roedores y lagomorfos:**

Especies	Proteína %	Grasa %	Ca %	P %	Vit. A UI/ Kg	Vit. D UI/kg.	Vit. E mg/kg.
Ratón	12.9	5.0	0.57	0.44	4440	160	10
Rata	12.0	2.0	0.4	0.3	4000	1000	30
Lagomorfos	13.0	3.0	1.1	0.8	10000	900	50

Fuente: National Research Council (e.u.) Subcommittee On Laboratory Animal Nutrition nutrient requirements of laboratory animals national research council Ed. National academy of sciences, 1978

Cuadro 4. Requerimientos de energía calculados.

Especies	Masa corporal (Kg)	Requerimiento estimado de energía (Kcal/día)	Factor de conversión	Cantidad de alimento ofrecido (Materia fresca) (g)	Energía aportada por la dieta (EM Kcal/g)
Cebus sp.	2.5	278	4.5	450	459
Cebuella pygmaea	0.07	20	0.33	33	34
Saguinus sp	0.5	83	1.0	100	102
Aotus trivergatus	0.7	107	1.5	150	153
Saimiri	0.8	115	1.5	150	153
Pithecia sp	1.8	218	3.5	350	357
Ateles paniscus	10.0	788	1.0	878	1014
Erythrocebus patas	9.5	540	0.7	615	710
Lagothrix	10.0	788	1.0	878	1014
Ingotricha					
Macaca mulata	10.0	788	1.0	878	1014
Tapia hamadryas	25.0	1600	1.5	1317	1521
Alouata sensculus	6.3	560	1.0	1067	514
Felis wiedii	5	468	1.0	500	723
Felis yagouarundi	6	537	1.0	500	723
Felis pardalis	8	666	1.0	750	1085
Panthera tigris	180	6880	1.0	6000	8669
Felis concolor	60	3018	0.33	1980	2861
Panthera leo	150	6001	0.83	4980	7195
Panthera onca	50	2632	0.28	1680	2427
Tremarctos ornatus	100	5760	1.0	3600	7769
Ursus arctos	200	7446	1.0	14600	9349
Tamandua	5.5	503	1.0	600	629
tetradactyla					
Dasybus novemcintus	6.0	537	1.0	600	629
Agouti	10.0	787	1.0	668	774
Dynomis branikki	15.0	1067	1.4	920	1065
Dasyprocta sp	4.0	395	0.95	0.95	640
Cavia porcellus	0.6	96	0.12	83	96
Choloepus sp	5	235	1.0	500	237
Tayassu pecari	25	1565	1.0	1930	1565
Tayassu tajacu	19	1289	0.8	1570	1278
Mazama rufina	23	1470	0.5	1400	1484
Antilope cervicapra	37	2100	0.75	2000	2120
Llama glama	55	2827	1.0	2800	2976
Odocoileus virginianus	85	3919	1.4	3800	4027
Cervus elaphus	175	6736	2.3	6500	6888
Camelus dromedarius	570	16331	5.7	16000	16957
Ceratotherium simun	3000	56750	1.0	73000	60840
Tapirus terrestris	265	9195	0.18	13000	9204
Hydrochaeris hydrochaeris	50	2690	0.05	3800	3690

Fuente: Dierenfeld, E. Manual de nutrición y dietas para animales en cautiverio, ED. Zoo Helping Zoos Save Wildlife. New Orleans U.S.A 1997 C. IV.

Cuadro 5. Requerimientos nutricionales sugeridos para cobayos

Nutriente	Porcentaje de inclusión
Proteína (%)	18
Acidos grasos insaturados (%)	<1
Energía digestible (kcal/g)	3
Fibra (%)	10
Calcio (%)	0.8 a 1.0
Fósforo (%)	0.4 a 0.7
Magnesio (%)	0.1 a 0.3
Potasio (%)	0.5 a 1.4
Zinc (mg/kg.)	20
Manganeso (mg/kg.)	40
Cobre (mg/kg.)	6
Yodo (mg/kg.)	1
Selenio (mg/kg.)	0.1
Cloro (mg/kg.)	0.6
Vitamina A (mg/kg.)	7
Vitamina D (UI/kg.)	1000
Vitamina E (mg/kg.)	50
Vitamina K (mg/kg.)	5
Vitamina C (mg/kg.)	200
Tiamina (mg/kg.)	2
Riboflavina (mg/kg.)	3
Niacina (mg/kg.)	10
Piridoxina (mg/kg.)	3
Acido pantotenico (mg/kg.)	20
Colina (g/kg.)	1
Acido folico (mg/kg.)	4
Biotina (mg/kg.)	0.3
Vitamina B12 (µg/kg.)	10

Fuente: National Research Council (e.u.) Subcommittee On Laboratory Animal Nutrition nutrient requirements of laboratory animals national research council Ed. National academy of sciences, 1978

**Cuadro 6. Requerimientos nutricionales sugeridos para ungulados.**

Nutriente	Cerdo	Ox	Oveja	Cabra
Energía digestible (kcal)	4370	9260	2900	3010
Proteína cruda (gm)	225	402	107	96
Calcio (gm)	7.7	18	3.2	1
Fósforo (gm)	6.5	9	3	2.8
Potasio (gm)	2.5	8	5	
Cloruro de sodio (%)	0.25	0.25	0.5	0.5
Magnesio (ppm)	400	1600	400-800	
Cobalto (ppm)		0.1	0.1	
Hierro (ppm)	70	50	30-50	30-50
Cobre (ppm)	4.5	10	5	
Selenio (ppm)	0.15	0.1	0.1	
Zinc (ppm)	70	40	35-50	10
Manganeso (ppm)	2.5	40	20-40	90
Yodo (ppm)	0.14	0.25	0.1-0.8	
Vitamina A (UI)	1850	4200	1785	1800
Vitamina D (UI)	250	660	388	369
Vitamina E (UI)	14			
Tiamina (mg)	1.4			
Riboflavina (mg)	3.4			
Niacina (mg)	20			
Acido pantotenico (mg)	14			
Vitamina B6 (mg)	1.6			
Cloro (mg)	975			
Vitamina B12 (mg)	16			

Fuente: Nutrition requirements of dairy cattle; National Research Council Ed National academy of sciences, 1978

**Cuadro 7: Requerimientos nutricionales para primates no humanos en todos los estados fisiológicos.**

Nutriente	Primates no humanos
Energía ( kcal/día)	-
Materia seca (g / día)	-
Proteína (%)	16.3 -
Calcio (%)	0.54
Fosforo (%)	0.43
Magnesio (%)	0.16
Hierro (ppm)	196
Zinc (ppm)	11
Yodo (ppm)	2.2
Selenio (ppm)	-
Vitamina A (UI/kg)	10,900
Vitamina D (UI/kg)	2,170
Vitamina E (UI/kg)	50
Vitamina K (UI/ppb)	-
Vitamina C (ppm)	109
Tiamina (ppm)	-
Rivoflavina (ppm)	5.4
Niacina (ppm)	54
Vitamina B6 (ppm)	2.7
Acido folico (ppm)	217
Vitamina B 12 (ppb)	-

Fuente: Kleiman D.G.; Allen M.E. Wild mammals in captivity. Ed. The university of Chicago Press, Chicago U.S.A. 1996. C 13.

La mayor parte de la literatura menciona que los primates del nuevo mundo requieren hasta un 25% de proteína, pero según estudios científicos realizados por Kleiman, han de descubierto, que más bien se trata de un mito. (76).

## 6.4. HABITOS EN VIDA LIBRE

Los mamíferos tienen una gran variedad de hábitos alimenticios encontrando especies clasificadas como: carnívoras, herbívoras, folívoras, hematófagas, carroñera, filtradoras, nectarívoras, insectívoras, esta diversidad la encontramos debido a la adaptación de cada especie a su medio ambiente, aparato digestivo, disponibilidad de alimento y evolución de cada una de ellas. (Cuadro 7) (10, 71)

Cuadro 7. Hábitos alimenticios en vida libre.

Familia	Dieta Natural
Ornithorhynchidae	Crustáceos, moluscos
Tachyglossidae	Hormigas, termitas
Dasyuridae	Insectos, arácnidos, lagartijas, huevos, aves, pequeños mamíferos, reptiles.
Noctilionidae	Insectos, termitas
Peramelidae	Insectos, termitas, larvas.
Phalangeridae	Hojas, fruta
Burramyidae	Néctar, Insectos, Polen
Petauridae	Goma de acacia, insectos, hojas, fruta
Phascolaretidae	Hojas de eucalipto
Vombatidae	Forraje
Tarsipedidae	Néctar, polen
Macropodidae	Insectos, hojas, hongos, tubérculos
Oructeropodidae	Termitas, hormigas y otros insectos
Procaviidae	Hojas, forraje, fruta
Erinaceidae	Insectos, pequeños vertebrados, ranas e invertebrados
Talpidae	Insectos, pequeños vertebrados, ranas e invertebrados
Tenrecidae	Insectos, pequeños vertebrados, ranas e invertebrados
Soricidae	Insectos, pequeños vertebrados, ranas e invertebrados
Cynocephalidae	Hojas, flores
Manidae	Hormigas y termitas
Myrmecophagidae	Insectívoros
Bradypodidae	Hojas
Dasypodidae	Insectos, hojas, frutas, invertebrados
Desmodontidae	Hematófagos
Pteropodidae	Insectos, fruta, polen, néctar
Rhinolophidae	Insectos, fruta, polen, néctar
Emballonuridae	Insectos, fruta, polen, néctar
Craseonycteridae	Insectos, fruta, polen, néctar
Molossidae	Insectos, fruta, polen, néctar
Macrocelididae	Insectos, frutas, hojas
Tupalidae	Hojas, frutas
Lemuridae	Hojas, frutas
Daubentonidae	Hojas, frutas
Tarsiidae	Hojas, frutas
Cebidae	Hojas, frutas
Callithricidae	Hojas, frutas
Cercopithecidae	Hojas, frutas, pequeños mamíferos, insectos
Pongidae	Hojas, frutas, pequeños mamíferos
Ochotonidae	Granos, tubérculos
Leporidae	Granos, tubérculos
Castoridae	Granos, peces, frutas
Sciuridae	Granos, frutas
Geomyidae	Granos, frutas, insectos, invertebrados
Heteromyidae	Granos, frutas, insectos
Dipodidae	Granos, insectos
Pedctidae	Granos, frutas

---

Gliridae	Granos, frutas, insectos, invertebrados
Bathyergidae	Granos, insectos, invertebrados
Hystericidae	Granos, frutas, insectos, invertebrados
Chinchillidae	Granos, frutas, insectos, invertebrados
Caviidae	Granos, insectos, invertebrados
Hydrochoeridae	Granos, frutas, insectos, invertebrados, peces
Dasyproctidae	Granos, insectos, invertebrados
Agoutidae	Granos, frutas, invertebrados, hojas
Myocastoridae	Insectos, invertebrados, peces
Escherichtiidae	Plancton
Balaenopteridae	Peces, crustáceos
Physeteridae	Peces, crustáceos
Monodontidae	Peces, crustáceos
Delphinidae	Peces, crustáceos
Phocoenidae	Peces, crustáceos
Canidae	Mamíferos pequeños, rumiantes
Ursidae	Mamíferos pequeños, frutas, peces, crustáceos
Procyonidae	Mamíferos pequeños, frutas, forrajes, peces.
Mustelidae	Mamíferos pequeños, frutas, insectos, peces, crustáceos
Viverridae	Mamíferos pequeños, frutas, insectos, peces, crustáceos
Hyanidae	Mamíferos pequeños, rumiantes, carroña
Felidae	Mamíferos pequeños, rumiantes, peces, crustáceos
Otariidae	Peces, crustáceos.
Odobenidae	Peces, crustáceos
Phocidae	Peces, crustáceos
Elephantidae	Forraje, hojas.
Dugongidae	Peces, crustáceos
Trichechidae	Peces, crustáceos
Equidae	Forraje, hojas
Tapiridae	Forraje, vegetales
Rhinocerotidae	Forraje, granos
Suidae	Granos, lagartijas, insectos, huevos
Tayassuidae	Forraje, granos
Hippopotamidae	Forraje, granos
Camelidae	Forraje, granos
Tragulidae	Forraje, granos
Cervidae	Forraje, granos
Girafidae	Forraje, granos
Antilocapridae	Forraje, granos
Bovidae	Forraje, granos

---

Fuente: Fowler, M. Editor. Zoo and wild animal medicine Edit. Sauder Company Denver Colorado U.S.A.  
1991. Appendices

## 6.5. DIETAS SUGERIDAS

Existen especies que debido a la falta de información sobre sus requerimientos nutricionales específicos sus dietas en cautiverio se basan en sus hábitos y costumbres que tienen en vida libre.

La mayoría de los animales herbívoros mantenidos en cautiverio son alimentados con dietas similares o iguales a los animales domésticos, adaptándose a comer heno y pellets. En el caso de algunos animales como jirafas o elefantes se les permite ramonear, ya que además de servirles como terapia ocupacional les proporciona algunos nutrimentos, como es la fibra, pero se debe tener cuidado con el tipo de árboles existentes en el albergue, ya que pueden contener sustancias tóxicas, como pueden ser taninos, por lo que se sugiere controlar el ramoneo.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de dietas según las diferentes especies de mamíferos

### HERBÍVOROS

#### Llama.

Se sugiere alimentar con premezcla vitamínica/mineral, harina de hueso, alimento balanceado y pasto de guinea fresco.

#### Rinoceronte.

Se sugiere alimentar con heno, melaza, premezcla de vitaminas/minerales, suplemento calcio-fósforo, alimento balanceado.

#### Pacas.

Se sugiere alimentar con espinaca yuca, harina de hueso, alimento balanceado, zanahoria y papaya.

#### Pecarí hocico blanco.

Se sugiere alimentar con zanahoria, alimento balanceado, suplemento calcio-fósforo, plátano, lechuga, yuca y premezcla de vitaminas y minerales.

#### Elefantes

Se puede alimentar con pellets más fibra, heno y bloques de sal (iodizados)

#### Tamandúa

Se puede realizar una mezcla de corazón de caballo molido, pechuga de pollo molido, huevo duro, aceite de canola, carbonato de calcio, suplementos para carnívoros, vitamina E, quitina o celulosa. En algunos zoológicos se acostumbra adicionar insectos como grillos, larvas de tenebrios, lombrices de tierra, pero su uso se debe limitar para evitar excesos.

Se sugiere alimentar con vitamina K, huevo cocido, agua, alimento concentrado para perro.

#### Primates pequeños:

Los tipos de frutas y vegetales a emplearse van a depender de la disponibilidad que cada zoológico tenga. En general se sugiere que el contenido sea en las siguientes proporciones.

Frutas	45%
Vegetales verdes	25%
Carne	15%
Galletas para omnívoros	15%

#### Primates omnívoros:

Para los primates omnívoros de tamaño grande se sugiere incluir los siguientes porcentajes:

Frutas	20%
Vegetales verdes	30%
Concentrado para omnívoros	40%
Huevos cocidos	5%
Alimento concentrado para perros	5%



**Ejemplo de dieta para primates folívoros:**

**Concentrado para omnívoros, acelga suiza, espinaca, lechuga, frijol pinto, mango, piña y papaya**

En Tupayas, se sugiere dar concentrados, pequeña cantidad de frutas y verduras.

Aye-aye, se sugiere una dietas con base en concentrados, tenebrios, grillos, pequeña cantidad de frutas y verduras.

Loris y potos, se sugiere dar concentrados, ratones lactantes, tenebrios, grillos y lagartos anolis.

Los gálagos, se sugieren dar concentrados, granos, tenebrios, grillos, ratón lactante y fruta.

En los monos de noche se sugieren concentrados, frutas y verduras.

Monos araña se sugiere dar concentrados, alimento para perros, frutas, vegetales y grillos.

Los monos comedores de hojas como los colobos y langures son las especies más difíciles de mantener en cautivero, se llegan a alimentar con cierta cantidad de concentrado para primates, vegetales, alfalfa, concentrado para conejos, ramas y hojas de sauce y algunos otros árboles y arbustos.

Los chimpancés, se les sugiere dar concentrado para primates, alimento para perro, fruta, vegetales, semillas de girasol y concentrado para conejos.

**Carnívoros**

Se sugiere alimentar con carne de caballo, pero realizar una complementación de vitaminas y minerales.

Otra sugerencia puede ser la mezcla de carne de caballo, suplementos vitamínicos y minerales, fibra, carbonato de calcio, harina de hueso, vitamina E y taurina, así como huesos de vacuno, conejo o cerdo, esto último ocasionalmente.

Perezosos de dos dedos.

Se sugiere alimentar con espinaca, zanahoria, yuca, lechuga y frijol pinto.

Mamíferos marinos.

Se acostumbra alimentar con pescado fresco o congelado, adicionando Vitamina E y Tiamina, para retardar la oxidación

**Omnívoros**

Oso pardo.

Se sugiere alimentar con zanahoria, pollo, papaya, piña mango, lechuga, repollo, alimento concentrado para perro, sopa de maíz o atole.

Oso de anteojos.

Se sugiere alimentar con zanahoria, papaya, piña mango, pasto fresco pangola, galleta para omnívoros, alimento concentrado para perro. (10, 23, 78, 82)

## 6.6. PRINCIPALES PROBLEMAS NUTRICIONALES

La mayoría de las enfermedades nutricionales que se presentan en los mamíferos, se deben a un inadecuado balance de los nutrimentos en las dietas, que se ofrecen a los animales en cautiverio. Además de otros factores que influyen en este inbalance dietario como son: obstrucciones mecánicas y alteraciones dentarias. En condiciones naturales es poco probable la deficiencia de nutrimentos

Los principales trastornos nutricionales observados en mamíferos en cautiverio son:

### EXCESO DE CARBOHIDRATOS.

En carnívoros un exceso puede producir diarrea osmótica. Además encontramos algunas otros trastornos metabólicos, entre los que se encuentran la diabetes melitus y la cetosis.

**Cetosis.-** Incluye la acumulación excesiva de cuerpos cetónicos (acetona, acetoacetatos y betahidroxiacetato) en los tejidos corporales, debido a trastornos en el metabolismo. Las concentraciones elevadas en sangre se denominan cetonemia o acetonemia. Se presenta comúnmente en bovinos en el máximo de lactancia y ovinos al final del embarazo; se caracteriza por una hipoglucemia, escasez de glucógeno hepático, movilización elevada de los lípidos del tejido adiposo, aumento en la producción de cuerpos cetónicos. Se presenta pérdida de peso corporal, disminución en la producción de leche y aborto en animales preñados.

**Diabetes mellitus.-** Se debe a una insuficiencia de insulina pancreática que se ha descrito en primates, caninos y felinos. Se puede inducir con la sobrealimentación, obesidad por hiperactividad de la glándula pituitaria anterior o suprarrenales. Se presenta debido a una tolerancia defectuosa a la glucosa y se manifiesta con una hiperglucosuria y pérdida urinaria de glucosa (glucosuria).

### EXCESO DE GRASA.

En primates los niveles altos de grasa pueden provocar diarrea, y si la situación continua, se interfiere con el metabolismo de calcio, selenio, hierro y vitamina E. Para el caso de carnívoros pueden ocasionar ciertas deficiencias sobre todo de minerales como el fósforo.

### PROTEÍNA.

Las deficiencias de proteína en los primates provocan una pérdida de peso crónica y una disminución en la resistencia a las enfermedades. En los lobos de crin sudamericanos se ha recomendado disminuir la cantidad de proteína que se les proporciona ya que tienen cierta tendencia a la cistinuria y a los cálculos urinarios. En felinos la deficiencia de taurina produce una degeneración central de la retina, caracterizada por lesiones de la retina, reducción de la agudeza visual y pérdida de la visión.

### DEFICIENCIA DE VITAMINA A

En primates puede ocasionar crecimiento retardado, xeroftalmia, queratitis, dermatitis, infecciones bacterianas secundarias, capa de pelo seca e hirsuta, mortinatos o defecto de las crías al nacimiento, daño en retina, degeneración de cornea, pérdida de la visión nocturna y poca o nula ganancia de peso. En carnívoros en hembras gestantes provoca anomalías fatales a fetos o abortos, en las crías provoca mayor susceptibilidad a enfermedades y crecimiento retrasado. En herbívoros se observa la ceguera nocturna, xeroftalmia, metaplasia de las células epiteliales columnares, alteraciones en el crecimiento óseo de fetos, en suidos se presentan malformaciones fetales.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA D.**

El raquitismo es un problema comúnmente observado en los primates en cautiverio enjaulados. Los principales signos incluyen cojera, articulaciones aumentadas de tamaño, y con dolor, anorexia y crecimiento retardado. Al examen clínico, las radiografías muestran un aumento en las placas epifisiarias, que pueden llegar a medir entre tres y cinco veces el tamaño normal. Los niveles séricos de calcio y fósforo, son bajos y la fosfatasa alcalina se encuentra en niveles normales. El raquitismo puede presentarse en animales en crecimiento solamente 30 a 60 días. Las deformidades del sistema esquelético (incluyendo la pelvis), las fracturas patológicas y paraplejía se observan en el raquitismo crónico. La desmineralización completa, incluyendo desviación de huesos largos (especialmente a nivel de la muñeca y tobillos) y la xifosis se presenta generalmente con la deficiencia de vitamina D y de calcio en la cual los niveles de fosfatasa alcalina se encuentran elevados. En carnívoros ocurre el raquitismo y una hipervitaminosis provoca la calcificación de tejidos blandos, pobre crecimiento, pelo seco, anorexia, poliuria, diarrea sanguinolenta, polidipsia, fibrosis de arterias. Así mismo se encuentra presente en otras especies como rumiantes, probocídeos, equidos y suidos produciendo un raquitismo celiaco, pancreatitis aguda, alcalosis, tetania hipocalcémica.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA E (COMPLEJO VITAMINA E Y SELENIO)**

Las deficiencias provocan afecciones en músculo y en la serie eritroide. Los signos agudos consisten en anemia, mioglobinuria, debilidad muscular generalizada y atrofia de grupos musculares. La deficiencia de selenio se asocia, con una fibrosis pancreática, con atrofia de los epitelios de los acinis y ductos, también se presenta fibrosis y necrosis hepática. Las dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (aceite de maíz, aceite de semilla de girasol) pueden agravar el problema. Los niveles de creatinofosfoquinasa y de nitrógeno uréico sanguíneo se elevan considerablemente; aunque en casos crónicos se pueden observar normales y solamente elevarse en caso de ejercicio físico. En carnívoros provoca niveles elevados de creatinofosfoquinasa (CPK), debilidad muscular, edema subcutáneo, en hembras gestantes debilidad y distrofia muscular en cachorros; entre otros signos podemos encontrar miocarditis, endocarditis y acromotriquia.

En rumiantes, visón, cobayos y suidos se presenta necrosis de los músculos esquelético y cardíaco, necrosis hepática, esteatitis, anemia y diatesis exudativa.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA K.**

Provoca aumento en el tiempo de protrombina, prolongación en el tiempo de coagulación sanguínea, hemorragia generalizada y muerte en casos severos. Con frecuencia aparecen hemorragias subcutáneas las cuales dan a la piel un aspecto lleno de manchas moteadas azulosas. Las mico toxinas (que provienen de grano mohoso) pueden ser antagonistas de la vitamina K

**DEFICIENCIA DE VITAMINA C.**

Los primates no la pueden sintetizar, los signos de una deficiencia consisten en una pérdida de condición corporal, hemorragias de encías; piezas dentarias flojas, especialmente por una falla en la mineralización de huesos en crecimiento, hemorragias subperiosteales, subcutáneas y musculares, hinchazón de epifisis óseas especialmente en costillas en las zonas cercanas al esternón; Otros signos incluyen diarrea. En carnívoros, murciélagos y cuyes provoca una cicatrización lenta, fragilidad capilar, dermatitis y mortalidad neonatal.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA BI (TIAMINA)**

Los signos en primates incluyen una pérdida de apetito y peso, debilidad muscular progresiva y ataxia (por lo que se le conoce como "parálisis de jaula"), convulsiones, signos de insuficiencia cardíaca, dilatación de ventrículo derecho (beriberi). Se presenta generalmente en animales en los que la dieta consiste solamente de frutas y vegetales y especialmente en especies de capacidad gástrica limitada (marmosetas, galagos, capuchinos, etc.). Para el caso de carnívoros se ha descrito la parálisis de Chastek. (deficiencia de tiamina), sus signos incluyen anorexia, salivación, ataxia, incoordinación, midriasis, pérdida de peso y convulsiones, se ha observado daño en sistema nervioso central. En herbívoros jóvenes y pinípedos se presenta opistótonos, parálisis ascendente, torticolis y midriasis.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA B 2 (RIVOFILAVINA)**

La deficiencia provoca anemia, dermatitis zonal, alopecia, falta de crecimiento en animales jóvenes, incoordinación motora, caquexia, ataxia, glositis, ausencia de ciclo estrales y atrofia testicular. En caninos se presenta en hembras gestantes en el primer tercio provocando malformaciones teratogénicas en el feto; una deficiencia crónica provoca dermatitis, anemia, debilidad muscular, descarga purulenta ocular y colapso. En equinos se presenta vascularización de la cornea.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA B6 (PIRIDOXINA)**

Las deficiencias incluyen pérdida de peso, anemia hipocromica, enfermedad hepática (hígado graso, cirrosis), caries dental, arteriosclerosis, dermatitis, infertilidad, defectos al nacimiento y convulsiones. En carnívoros incluyen problemas cutáneos, retraso en el crecimiento, anemia microcítica hipocromica y hemosiderosis. En cerdos se presenta acantosis e hiperqueratosis cutánea, anemia y signos nerviosos.

**DEFICIENCIA DE VITAMINA B 12 (CIANOCOBALAMINA)**

La deficiencia produce desmielinización y degeneración neural, anemia perniciosa, pelo hirsuto y reseco, depresión y ataxia. En carnívoros, hidrocefalia en fetos.

**DEFICIENCIA DE BIOTINA**

La deficiencia produce dermatitis crónica, pelo hirsuto, alopecia, hcmasiación, hiperirritabilidad y muerte.

**DEFICIENCIA DE ÁCIDO FOLICO.**

La vitamina C es esencial para el metabolismo del ácido fólico, que interactúa con la vitamina B12. Las deficiencias provocan anemia macrocítica, megaloblastica y leucopenia. También mayor susceptibilidad padecer enfermedades. En carnívoros provoca anemia, leucopenia, trombositopenia, pérdida de peso y ulceraciones orales en ocasiones.

**DEFICIENCIA DE NIACINA.**

La deficiencia (pelagra) provoca hiperqueratosis, glositis, enteritis, depresión, pérdida de peso disminución de la hemoglobina en sangre y muerte. El exceso provoca eritema generalizado y disminución de la presión sanguínea. En carnívoros los signos incluyen incoordinación, alteración de los reflejos, anorexia, pérdida de peso, enrojecimiento de la mucosa oral y diarrea persistente.

**DEFICIENCIA DE ÁCIDO PANTOTENICO**

La deficiencia rara vez se presenta ya que se encuentra en los alimentos; los signos incluyen pérdida de peso, caquexia, pelo delgado, ataxia, dermatitis irritabilidad y convulsiones. En carnívoros la deficiencia provoca problemas de piel y pelo, gastroenteritis, colapso terminal y coma. En cerdos se presenta una debilidad muscular progresiva, colitis mucosa, diarrea.

**MINERALES.****DEFICIENCIA DE CALCIO**

Desbalance calcio-fósforo, la típica dieta de frutas, vegetales y pan es deficiente en ambos minerales, pero proporcionan menores niveles de calcio. Lo que provoca una deficiencia total de calcio y además un desbalance de calcio-fósforo, lo que provoca el hiperparatiroidismo nutricional secundario. Signos: Una deficiencia de calcio sin complicaciones provoca una desmineralización de huesos, placas epifisiarias, de tamaño normal, y fracturas patológicas, los caso crónicos se caracterizan por hiperparatiroidismo nutricional secundario con elevación de la fosfatasa alcalina serica, otros signos observados son: letargia, anorexia, dolor incapacidad para saltar (confundido con parálisis de jaula), daño vertebral, disfunción de la medula espinal, deformación de la cara y mandíbula suave (caucho) además de pérdida de piezas dentarias por osteodistrofia serosa. Al examen clínico las radiografías presentan fracturas patológicas por corteza delgadas, fracturas en proceso de cicatrización, arqueamiento de huesos largos.

En carnívoros una deficiencia de calcio produce irregularidades en el cartilago epifiseal, que puede llevar a un hiperparatiroidismo nutricional secundario; es importante en el caso de la gestación y lactación ya que puede provocar una hipocalcemia al momento del parto y la lactación.

El exceso de la inclusión de insectos puede ocasionar problemas como raquitismo, mineralización y desarrollo anormal del hueso, normalmente se presenta en mamíferos insectívoros.

**DEFICIENCIA DE HIERRO.**

La deficiencia provoca anemia hipocromica microcitica. Los signos incluyen depresión mucosas pálidas, anorexia. Muerte súbita en animales que se encuentran exhaustos. Se puede presentar tanto en animales criados artificialmente como aquellos criados por sus padres.

**DEFICIENCIA DE ZINC**

La deficiencia provoca paraqueratosis del dorso de la lengua, la alopecia dorsal puede estar presente o no. Dietas altas en calcio y vitamina D3 pueden agravar el problema al interferir con su absorción.

**DEFICIENCIA DE YODO.**

La deficiencia provoca crecimiento retardado, bocio, defectos congénito (cardiovasculares) infertilidad, cretinismo. La ingestión de bociógenos (nitratos, sulfonamidas) pueden precipitar o agravar el hipotiroidismo, provocado por una deficiencia de yodo.

La enfermedad tiroidea es un problema que se puede presentar en animales suplementados con col o en algunas zonas deficientes de yodo. Bocio. Depresión ventral de la laringe, aumento de masas laterales a la laringe.

**DEFICIENCIA DE MAGNESIO.**

En rumiantes jóvenes produce excitabilidad, tetania, opistótonos, congestión visceral. Las orejas se mueven con frecuencia o quedan fijas en posición caída, hay un rascado exagerado y los animales suelen patearse la región abdominal ante cualquier estímulo leve, y exoftalmia, luego de días o semanas aparecen contracciones tónico-clónicas terminales que suelen durar 1 o 2 horas o suelen ser mortales en poco tiempo.

**SÍNDROME DE CONSUMICIÓN DE LA MARMOSETA.**

El síndrome esta caracterizado por pérdida de peso debilidad y letargia en animales que frecuentemente se encuentran anémicos, hipoalbuminémicos y con alta incidencia de corpúsculos de Heinz, en eritrocitos.

**ALERGIA ALIMENTARIA.**

Angioedema alérgico relacionado con la ingestión de algunos alimentos. Signos: urticaria, angioedema de cara y orejas, prurito y gastroenteritis.

**ENVENENAMIENTO POR PLOMO.**

Anemia y convulsiones epiteliformes. La fuente más común de plomo es la pintura de las jaulas. Debilidad, parálisis, amaurosis (ceguera), convulsiones pericardicas, muerte provocada por lesiones corticales y esclerosis.

**ENFERMEDAD PERIDONTAL.**

En los primates se relaciona con factores autoinmunes al igual que con aquellos asociados a la dieta, bacterias y probablemente a aspectos genéticos. La dieta ofrecida a los primates es un factor predisponente para la presentación de la enfermedad.

El sarro es comúnmente encontrado en primates que se alimentan con dietas de consistencia suave, principalmente por frutas (gran cantidad de carbohidratos). La gingivitis generalmente se encuentra asociada. La placa dentobacteriana es considerada el factor etiológico primario responsable de este padecimiento.

**ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES**

Al igual que en humanos un exceso de lípidos dietarios originan la acumulación de placas ateromatosas en arterias de los primates, las familias más afectadas son Cercopithecoidea, Hylobatidae, y Pongidae. Familias menos afectadas son Callithrichidae, Cebidae y Colobinae.

Esta comprobado que el tipo de lípido dietarios, tiene una influencia directa sobre la aparición de ateromas arteriolares.

**MICOTOXICOSIS**

Se considera a un conjunto de trastornos que tiene como agente etiológico a los hongos patógenos, que crecen y se multiplican en los tejidos y que producen innumerables trastornos y aun la muerte debido a la ingestión de hongos o sus productos que se encuentran dentro o sobre los alimentos de los animales. (Cuadro 1) (83, 77, 78, 84, 23, 82)

**Cuadro 1 Micotoxicosis**

Enfermedad	Hongos	Toxina	Especies afectadas o susceptibles	Características patológicas importantes	Planta principal
Ergotismo gangrenoso	Claviceps purpurea	Ergotamina, otros alcaloides (derivados del ácido lisérgico	Bovinos, equinos, suinos, primates	Gangrena, agalactia	Granos, pastos
Ergotismo convulsivo o nervioso	Claviceps paspali, C. Purpurea	Ergotamina, otros alcaloides (derivados del ácido lisérgico	Todas las especies	Desconocidos	Pasto dallis
Aflatoxicosis	Aspergillus flavus	Aflatoxinas	Caninos, bovinos, felinos, primates, suinos, roedores	Hepatitis tóxica, cirrosis, adenomas y adenocarcinomas hepáticos	Harina de maíz, cereales
Eccema facial	Pithomyces chartarum	Esporodestmina	Ovinos, bovinos	Hepatitis tóxica, cirrosis, fotosensibilización	Plantas de pradera
Sialorrea	Hizocetonia leguminicola	Esiaframina	Bovino	Salivación	Trigo rojo
Lupinosis	Phomopsis leptostromiformis	Desconocido	Ovino, equino, bovino, suino, caprinos, lagomorfos, caninos, roedores	Hepatitis tóxica, cirrosis,	Lupinos
Vulvovaginitis porcina	Fusarium roseum	Zearalona	Suinos, cobayo, lagomorfos	Hiperplasia del útero, vagina, glándula mamaria	Maíz, cebada, trigo
Mal definida (diarrea, temblores, convulsiones)	Penicillium cyclopium	Acido ciclopiazónica	Ovinos, equinos, bovinos, roedores	Hepatitis tóxica	Diversos alimentos no específicos
Mal definida	Penicillium rubrum	Rubratoxinas	Suinos, bovinos, roedores, caninos, lagomorfos, felinos	Necrosis hepática	Maíz y otros alimentos no específicos
Estaquibotriotoxicosis	Stachybotrys alternans, S. Chartum	Estaquibotriotoxina (saratoxina)	Equinos, primates, bovinos, ovinos, roedores	Necrosis hemorrágica y ulceración bucal, estomacal e intestinal, leucopenia	Maíz y otros alimentos no específicos
Aleuquia tóxica alimentaria	Fusarium poae, F. Sporotricoides	Desconocido	Primates	estomatitis, leucopenia, necrosis linfoidea	Granos
Desconocida	Fusarium, Cephalosporium, Myrothecium, trichothecium, Trichoderma	Tricocenos	Roedores, bovinos, felinos, suinos	Dermatitis, gastroenteritis, hemorragias, efecto radiomimética	Maíz, cebada, arroz
Beriberi cardíaco	Penicillium citreoviride	Citreoviridina	Primates Caninos, felinos, equinos, roedores, ovinos	Trastornos cardíacos, signos neurológicos	Arroz
Necrosis hepática	Penicillium islandicum	Luteosquirina, cicloclorotina	Primates, roedores, lagomorfos	Temblores, convulsiones, parálisis	Arroz
				Hepatitis tóxica, cirrosis, hepatocarcinoma	

"Neumonía atípica intersticial" de los bovinos	<i>Fusarium solani</i> , F. Frimbriata	4- Ipomeanol  Otras toxinas	Bovinos  Ovinos, bovinos roedores	Edema pulmonar proliferación celular alveolar, membranas hialinas Hepatitis tóxica	Batata
Desconocido	<i>Aspergillus versicolor</i>	Esterigmatocistrina	Primates, roedores	Necrosis hepática y renal, cirrosis, hepatoma	Productos animales y vegetales en descomposición
Nefrosis micótica de los suínos; aborto bovino	<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Penicillium veridicatum</i>	Ocratoxinas, citrinina	Suínos Bovinos Roedores, caninos	Nefrosis tóxica Aborto Hepatitis tóxica, nefrosis tóxica y reabsorción fetal	Encefalomalacia
Intoxicación con maíz mohoso, encefalomalacia equina	Desconocida	Desconocido	Equinos	Encefalomalacia	Maíz
Neurotoxicosis	<i>Fusarium moniliforme</i> <i>Penicillium patulum</i>	Patulina	Bovinos	Desconocido	Cebada malteada, trigo
Envenenamiento por kikuyo	<i>Myrothecium verucaria</i> , M. roridum	Tricotecenos	Bovinos, ovinos	Ruminitis, reticulitis y omatitis ulcerativa	Pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> )

Fuente: Duncan, R. H. Carlyle, J.T. Patología veterinaria Ed Hemisferio sur, Buenos aires Argentina, V3

## Apéndice I: INSTALACIONES

El centro de preparación de alimentos juega un papel muy importante, ya que ahí se asegura que los animales reciban dietas seguras y saludables. La calidad se puede mantener siguiendo estrictas normas para la recepción, el proceso y almacenamiento de las dietas.

Las siguientes recomendaciones han sido y elaboradas de acuerdo a lo señalado por las normas oficiales mexicanas para el funcionamiento adecuado de un almacén de alimentos y a sí mismo por sugerencias de otros zoológicos. (10)

### CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES:

Todos los productos y materiales que ingresen al almacén de la cocina del zoológico debe contar con un certificado de control de calidad otorgado por el proveedor, que garantice cuando menos las especificaciones establecidas para tal efecto.

#### Definiciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana:

Area de preparación de dietas.- Su diseño debe permitir el mantener los insumos en un lugar independiente, fresco, y libre de contaminación o fauna nociva indeseable; su equipamiento debe permitir la preparación de dietas o raciones.

###Bitácoras o registros de control donde se indique la ración alimenticia con las cantidades proporcionadas a cada especie, que garantice que los animales reciben una alimentación adecuada con ingredientes inocuos, seguros y nutritivos.

Almacenamiento: Acción de guardar en un área específica tal como bodega o local, materias primas, materiales o productos terminados para su custodia temporal, suministro o venta.

Materia prima: Ingrediente de cualquier origen utilizado en la elaboración de productos terminados.

Producto a granel: Producto antes del envasado.

Producto alimenticio: Cualquier material o conjunto de ellos que contengan nutrimentos y/o aditivos útiles en la nutrición y alimentación de los animales.

Producto biológico: Producto elaborado a partir de organismos vivos, sus componentes o productos de su metabolismo, así como hemoderivados; que se emplean en el diagnóstico, prevención y/o tratamiento de las enfermedades de los animales.

Control de calidad: Es el conjunto de actividades necesarias para asegurar que los productos cumplan con las características requeridas para su uso. (85, 86)

#### El área de elaboración de dietas y almacén deberán de contar con:

Instalaciones y equipo adecuados.

Espacios para la recepción y muestreo de los productos, materiales y envases que se guarden.

Separaciones físicas de las áreas en las que se almacenen materias primas, producto terminado y materiales; tanto en cuarentena como aprobados.

Identificación de las áreas en las que se almacenen productos en proceso, cuarentena y aprobados.

Una área destinada para el pesaje.

Controles de entradas y salidas.

Los materiales, productos y envases, deben almacenarse de forma tal que se prevenga toda posibilidad de contaminación, confusión o deterioro.

Identificación de las áreas en las que se almacenen productos en proceso, cuarentena y aprobados.

#### Características de las instalaciones:

Las instalaciones deben reunir las características que permitan conservar en óptimas condiciones el almacenamiento de los productos alimenticios. El área de producción debe estar aislada físicamente del ambiente exterior y contar con paredes, techos y pisos completamente lisos; su diseño debe ser de tal forma que existan facilidades para su desinfección y limpieza.



**a) Control de calidad:**

Area de operaciones de control de calidad.

Para que los establecimientos obtengan la garantía de calidad y condición sanitaria de sus actividades y productos, deben contar con un laboratorio propio o contratar los servicios de un laboratorio de pruebas.

**b) Vías de acceso:**

Las áreas de carga y descarga que se encuentren dentro del establecimiento, deben presentar una superficie pavimentada de fácil tránsito, con coladeras y rejillas de desagüe y con una pendiente que evite el estancamiento de líquidos. Las entradas a la plataforma de carga y descarga deben estar techadas para proteger a las materias primas, productos terminados y otros materiales, de las inclemencias del tiempo, así mismo como los accesos al estacionamiento, áreas de carga y descarga y el área de lavado y desinfección de camiones.

Estas áreas serán de concreto o pavimentadas y con un drenaje apropiado.

Se contará con instalaciones cerradas totalmente para carga y descarga, de manera que estas operaciones se encuentren perfectamente protegidas del ambiente exterior.

Se proporcionará un área de 12 m de largo por 4 m de ancho, con paredes de 3 m de alto y pisos impermeables para el lavado de los camiones.

**c) Pisos.**

La superficie del piso debe ser de fácil limpieza y desinfección, con una pendiente que evite el estancamiento de líquidos. Los pisos deben tener una superficie antiderrapante, de fácil limpieza y desinfección, con una pendiente que evite el estancamiento de líquidos. Los pisos deben ser monolíticos antiderrapante y de superficie suave impermeables al agua y de resistencia satisfactoria, como para permitir durabilidad, facilidad de limpieza y desinfección con sustancias químicas o el uso de rocío de alta presión. Los encuentros de pared-piso deben contar con un zoclo sanitario que evite la anidación de insectos y basura.

Los productos terminados, materias primas, material de empaque o envase no deben colocarse directamente sobre el piso, por lo que al estibarlos se deben emplear tarimas. Las estibas deben separarse de la pared 30 cm como mínimo para prevenir cargas sobre las mismas y facilitar los recorridos de verificación; no deben obstruir el acceso a botiquines, equipo de seguridad y salidas.

**d) Paredes:**

Las paredes interiores deben ser lisas con una altura mínima de 2.50 m a partir del piso, cubiertas con pintura acrílica o revestidas con material impermeable de fácil lavado, resistentes a los ácidos grasos, de colores claros, contruidos con materiales impermeables como cemento endurecido y pulido u otros materiales no tóxicos ni absorbentes. Tendrán protecciones contra los daños ocasionados por los carros conducidos a mano además de poseer resistencia e impermeabilidad, sus acabados deben estar libres de juntas imperfectas y quedales. Deben emplearse, siempre que sea posible, muros de tabique cuya mayor densidad favorece una mejor definición ambiental.

**e) Techos:**

Los techos deben ser de material que evite las filtraciones de agua. Deben ser impermeables, de fácil limpieza, sin grietas y/o fisuras. Los techos deben ser de superficie lisa sin ductos o tuberías expuestas y carentes de grietas. Los remates de paredes y lámparas deben estar bien detallados sin presentar hendiduras o salientes, y su acabado final debe ser basándose en pinturas epóxicas de alta resistencia a los desinfectantes de uso común.

**f) Ángulos de encuentro:**

Los ángulos de encuentro de los pisos con paredes, paredes con paredes y paredes con techos de todas las naves, serán redondeados.

**g) Separación del equipo de muros y pisos.**

Para su fácil limpieza e inspección, todo el equipo se instalará a 30 cm de los muros y pisos o estará unido herméticamente a éstos.

**h) Ventanas.**

Las ventanas colocadas en pasillos de circulación podrán ser consideradas, debiendo ser colocadas a una altura de 1.82 m del piso como mínimo las soleras estarán a 2 m sobre el nivel del piso como mínimo, con una inclinación de 45° con respecto a la pared, para facilitar su limpieza.

**i) Pasillos:**

Los pasillos de comunicación y puertas serán lo suficientemente anchos para evitar el contacto entre el producto y los muros. Es necesario contar con pasajes de 1.50 m de ancho. No deben existir tuberías o controles expuestos y en su defecto éstos deben estar por arriba de los 2.13 m de altura, para permitir el paso holgado del equipo rodable. Los remates de esquinas deben poseer protección adecuada y los corredores que conduzcan a zonas de gran ruido deben contar con trampas de ruido que procuren la estabilidad ambiental.

**j) Puertas:**

Deberán ser resistentes y durables y sus características de construcción deben impedir la entrada de fauna nociva. Sus dimensiones incluyen 107 cm de ancho y 213 cm de altura, pudiendo contar con una mirilla de observación de 30 x 30 cm. No deben poseer revestimientos frágiles.

Las puertas por las que pasen rieles tendrán una anchura de 1.40 m, las que deberán ser lisas, de acero inoxidable u otro material autorizado por la Secretaría. Las puertas de doble acción tendrán un tablero o mirilla de vidrio reforzado o de plástico transparente a una altura de 1.60 m del piso.

**k) Escaleras.**

En áreas donde se manejen productos comestibles, las escaleras estarán revestidas de materiales impermeables con escalones sólidos, antideslizantes y contarán con bordes laterales de material similar.

**l) Mesas de trabajo:**

Deberán estar a una altura mínima de 85 cm sobre el piso. Las mesas más elevadas contarán con plataformas antideslizantes de plástico o metal, con el fin de que los empleados trabajen sobre ellas.

Las mesas que deban tener agua en su superficie, estarán provistas de bordes de 2.5 cm como mínimo.

Las planchas o cubiertas empleadas en las mesas de corte o deshuese, serán de una pieza de plástico, acero inoxidable o cualquier otro material, que sea impermeable e inalterable por los ácidos grasos y de dimensiones cortas, para facilitar su limpieza. Estarán apoyadas sobre pilares o pies metálicos cilíndricos protegidos contra el óxido.

**m) Estantes:**

Los establecimientos deben destinarse exclusivamente para conservar las materias primas, materiales y productos terminados, relacionados con su actividad y contar con anaqueles, gabinetes, mostradores y otros que permitan el almacenamiento y manejo de los productos.

El diseño de las áreas debe permitir que las materias primas y productos terminados se mantengan a la temperatura, humedad y otras condiciones necesarias, para conservar la calidad e integridad de los productos.

**n) Ventilación :**

En las áreas de trabajo y descanso, se proporcionará una ventilación mecánica que produzca una renovación del aire no inferior a tres veces por hora el volumen del local.

Los lugares que dependan completamente de medios artificiales de ventilación, tendrán capacidad para producir seis cambios completos de aire por hora como mínimo. Las entradas de aire estarán provistas de filtros, para evitar la entrada de insectos, polvo y otros contaminantes.

**o) Iluminación.**

Las instalaciones estarán iluminadas mediante luz artificial tipo luz de día usando lámparas fluorescentes. El control de los ciclos de luz se efectuará por medio del uso de relojes interruptores automáticos, ajustados de acuerdo con las necesidades de las especies animales en cuestión. La intensidad lumínica no debe exceder el rango de 807 a 1345 lúmenes para el desarrollo de tareas generales de limpieza, observación y registro dentro de los locales.

La intensidad de la iluminación artificial en las salas de trabajo, será de 50 candelas como mínimo y en los lugares de inspección, no menos de 100 candelas.

p) Cámaras de refrigeración y otras áreas frías.

Los productos biológicos deben almacenarse en refrigeradores equipados con termográficos o sistemas equivalentes que aseguren una temperatura regulada de 4 a 8°C, con una temperatura mínima será de 0°C y la máxima de 4°C, por lo que para seguridad del personal las cámaras frigoríficas deberán contar con termómetros de máxima y mínima en lugares visibles, así como con un sistema de alarma que se accione desde el interior.

La superficie exterior del material térmico aislante que se utilice en los refrigeradores. Cuando se utilicen estanterías, éstas serán de material inoxidable y de fácil lavado.

Para refrigerar carne de cerdos y ovinos, la distancia entre rieles tendrá como mínimo 50 cm, la distancia mínima hacia las paredes será de 60 cm y su altura deberá permitir que la canal suspendida se encuentre a no menos de 30 cm del suelo. Los rieles destinados para bovinos y equinos, estarán a una distancia mínima entre sí de 80 cm y se localizarán a no menos de 60 cm de las paredes, equipo de enfriamiento o cualquier otra estructura dentro de las cámaras y se colocarán a no menos de 30 cm del techo y las canales suspendidas a no menos de 30 cm del suelo. En áreas de deshuese, la temperatura máxima será de 10°C y se constatará mediante un termómetro o un termógrafo ubicado en esta área.

Altura de los rieles de refrigerador.

El borde superior de los rieles con respecto al piso, debe estar por lo menos a la siguiente altura:

Para las medias canales de bovino a 3.40 m

Para las canales de porcino con cabeza a 3.35 m

Para las canales de becerro y porcino sin cabeza a 2.90 m

Para los cuartos de canal de bovino a 2.30 m

Para las canales de ovino y de caprino a 2 m

Para las canales de equino a 3.80 m

Para los cuartos de canal de equino a 2.60 m

Para las canales de pollos a 85 a 90 cm

Para las canales de pavos a 85 a 90 cm

Cuando el sistema de enfriamiento o congelación sea con base la circulación de líquidos y sus dispositivos se encuentren ubicados en la parte superior de las paredes, próximos al techo, deberán protegerse para evitar el goteo del agua de condensación hacia el suelo o sobre los productos almacenados.

Los difusores de piso se colocarán dentro de áreas con bordes y estarán drenadas en forma separada, a menos que se sitúen junto a los drenes del piso.

No se permite el almacenaje de ningún producto sobre el piso, ni colocar simultáneamente en una misma cámara frigorífica carnes, subproductos o derivados provenientes de distintas especies animales. El tipo de refrigeración que se va a emplear debe indicarse en los planos.

q) Cuarto de lavado de equipo:

El establecimiento deberá contar con un área cerrada con sistema de extracción de vapor para el lavado de canastillas y equipo.

Se proporcionará un cuarto separado para el aseo de carros de mano, utensilios, canastillas, charolas y demás equipo, el cual contará con luz y ventilación adecuadas, piso impermeable bien drenado, muros y techos impermeables.

r) Abastecimiento de agua:

Debe disponerse de abastecimiento de agua potable así como de instalaciones para su almacenamiento y distribución, de manera que se asegure la calidad requerida para los productos.

El agua no potable que se utilice para generar vapor y otros propósitos no relacionados con la elaboración de los productos, deberá transportarse por tuberías completamente separadas, sin conexiones ni sifonado de retroceso con las tuberías que conducen el agua potable.

El agua de los sistemas públicos será aceptable para el abastecimiento de las plantas, requiriéndose dispositivos de clorinación automática con sistema de alarma u otro método para asegurar un suministro continuo de agua potable.

El establecimiento contará con líneas de agua caliente, fría y de vapor. El agua deberá distribuirse por toda la planta en cantidad suficiente, con una presión mínima de 3.6 kg/cm<sup>2</sup>.

Sólo se autoriza el uso de agua no potable para la protección contra incendios y el sistema de los condensadores de refrigeración; esta línea deberá estar separada de la línea de agua potable. Se evitarán las líneas de agua no potable dentro de las áreas de productos comestibles.

s) Equipo mínimo para el área de almacenamiento:

Almacenamiento de materias primas y materiales.

Las materias primas y materiales utilizados para la producción y distribución de los productos deben identificarse, inventariarse y almacenarse de acuerdo a su naturaleza, bajo condiciones adecuadas y en las áreas correspondientes.

Almacenamiento de producto en proceso, cuarentena.

Los productos deben almacenarse en áreas destinadas para cada uno de estos fines, separadas físicamente entre sí.

A excepción de las planchas para cortar la carne, el equipo será de material resistente a la corrosión, como el acero inoxidable. El metal galvanizado es indeseable porque no resiste la acción corrosiva de los productos alimenticios y los compuestos detergentes.

Si se utilizan plásticos y resinas, éstos deberán ser resistentes al calor y a los abrasivos, a prueba de estrellamientos, no tóxicos y sin componentes que puedan contaminar la carne.

- Tarimas.

- Básculas.

Montacargas o medios de transporte que se utilicen para el acarreo y distribución de materias primas y productos terminados.

Las materias primas envasadas en tambores, cuñetes, cajas o bolsas que permanezcan en el área de proceso, deben estar cerradas y/o selladas, para evitar una posible contaminación o deterioro. Las tolvas de carga y mezcladoras deben estar limpias antes del proceso.

El equipo y los utensilios que entran en contacto con el material en proceso, deben ser lisos, de fácil limpieza y de un material que no transmita sustancias tóxicas, olores y sabores.

Equipo indispensable para la elaboración de alimentos:

- Básculas de capacidad adecuada al proceso.

- Molino.

- Equipo de mezclado.

Para realizar el mantenimiento del equipo, se deben tomar las precauciones necesarias con el fin de evitar la contaminación de los productos, efectuándose esta actividad al término del proceso.

Esterilizadores.- Serán de acero inoxidable y de tamaño suficiente para la inmersión completa en agua a 82.5°C de cuchillos, sierras u otros implementos, y estarán localizados junto a los lavabos de las áreas de sacrificio y deshuese, así como en los sitios de inspección. El agua de los esterilizadores debe tener circulación continua.

Los escapes de los depósitos cubiertos de cocinado o sobre los tanques cocedores, se construirán de manera que impidan el retorno de los vapores a los depósitos y cumplan con las normas establecidas por las autoridades correspondientes.

t) Drenajes.

Las coladeras y drenajes podrán ser omitidos para ciertas áreas de roedores; sin embargo ello limita la flexibilidad de uso del cuarto (s). En el resto de las áreas, las líneas de desagüe deben contar con 10.5 hasta 15 cm, de diámetro y las coladeras deben poseer cubiertas debidamente aseguradas, el desecho indeseable de basura por este medio y malos olores y rejillas que eviten la entrada de plagas y fauna nociva provenientes del exterior. Deben disponer de un sistema eficaz de evacuación de afluentes y aguas residuales, el cual debe mantenerse en buen estado. Todos los conductos de evacuación, incluido el sistema de alcantarillado, deben soportar cargas máximas y se construirán separados 3 m como mínimo de las instalaciones de abastecimiento de agua potable.

Todos los pisos de las áreas en que se lleven al cabo operaciones con agua estarán bien drenados. Debe proporcionarse una entrada para el drenaje por cada 45 m<sup>2</sup>. La inclinación será de 2 cm por metro lineal hacia las entradas del drenaje. En los sitios en donde se emplee una cantidad limitada de agua, la inclinación puede ser de 1 cm por metro lineal. Los pisos deberán inclinarse uniformemente hacia los drenajes sin tener lugares más bajos donde se depositen líquidos.

Líneas de drenaje de los sanitarios.

Las líneas de drenaje de los excusados y de los mingitorios no deberán conectarse con otras líneas de drenaje dentro de las instalaciones, ni descargar en trampas de recuperación de grasas.

Dimensiones y construcción de las líneas de drenaje.

Los drenajes para contenido estomacal de ganado bovino serán por lo menos de 30 cm de diámetro con el fin de evitar taponamientos; los que se utilicen para el contenido de estómagos de becerros, ovinos y cerdos serán de 15 cm de diámetro por lo menos; dichos drenajes no se conectarán con líneas regulares de las instalaciones ni de excusados. Todas las demás líneas tendrán un diámetro de 10 cm como mínimo. Las líneas del drenaje estarán construidas de hierro colado, galvanizado u otro material.

Cada tren del piso, incluyendo los utilizados para la sangre, contarán con una trampa de obturador profundo en forma de P, de U o de S. Las líneas de drenaje estarán ventiladas apropiadamente, comunicadas con el exterior y equipadas con mamparas de tela de alambre efectivas contra los roedores.

Las líneas troncales en las que desemboquen varias líneas del drenaje deberán ser proporcionalmente más amplias para disponer eficientemente de las descargas que reciben.

u) Disposición de los desechos de la planta.

Todo establecimiento contará con planta de rendimiento u horno incinerador, para la disposición de productos decomisados o no comestibles. En caso de no contar con planta de rendimiento se requiere que el material decomisado sea desnaturalizado y depositado en recipientes de metal a prueba de agua, en un cuarto separado para productos no comestibles, mismo que deberá remitirse diariamente a una planta de rendimiento ubicada en otro establecimiento.

El equipo para controlar el agua de desecho, deberá instalarse de modo que ésta pueda llevarse a través de una conexión ininterrompida hasta la zona de tratamiento. Las válvulas en las líneas de drenaje serán fácilmente lavables.

v) Control de plagas y roedores:

Los plaguicidas y otras sustancias que por su naturaleza puedan causar riesgo de contaminación de otros, deben etiquetarse informando sobre su empleo y toxicidad, almacenándose en áreas especiales separadas y restringidas, para ser distribuidos o manipulados por personal competente.

Todas las ventanas, puertas y aberturas que comuniquen al exterior, estarán equipadas con mamparas de tela de alambre inoxidable o, en su defecto con cortinas de aire contra insectos. Se aplicarán métodos efectivos para eliminar insectos y roedores del establecimiento.

w) Personal:

El personal debe vestir con ropa limpia y apropiada, la cual debe ser esterilizada en los casos que así se requiera. Deberán proporcionarse bebederos en las grandes salas o naves de trabajo y en los vestidores.

Vestidores.

Para el personal de cada sexo, se requiere un local apropiado para vestidores con capacidad de 1 m<sup>2</sup> por persona, cuyas instalaciones deberán contar con los siguientes requisitos:

- Se ubicarán en lugares de fácil acceso, separados de las áreas de sacrificio y/o elaboración.

- Los accesos estarán pavimentados.

- Contarán con pisos impermeables con un declive del 2% hacia el drenaje.

- Las paredes tendrán 2.50 m de altura mínima a partir del piso y serán de colores claros. Las uniones entre paredes, piso y techo serán redondeadas.

- Las aberturas estarán protegidas con telas contra insectos.

- Se proporcionarán bancos suficientes de 30 cm de ancho para que se puedan sentar simultáneamente hasta el 20% de los empleados del establecimiento.

- Estarán separados de los cuartos de excusados.

Casilleros o guardarropa.

Cada empleado contará con un casillero metálico de 35 x 45 x 50 cm o, en su defecto, con canastillas de 30 x 50 x 40 cm, colocados en filas separadas por un pasillo de aproximadamente 2.10 m; para su fácil limpieza, deberán colocarse sobre patas o soportes a 40 cm del piso. Las puertas tendrán llaves individuales o dispositivos para candado. No deberá colocarse en el mismo casillero o canastilla ropa de trabajo con ropa de uso personal.

#### Regaderas.

Se proporcionará una regadera por cada 15 trabajadores, con agua caliente y fría. El área de regaderas se comunicará directamente con los vestidores, debiendo contar con los mismos requisitos de construcción que éstos. Los gabinetes con regaderas tendrán un borde de material impermeable de aproximadamente 20 cm de altura y el piso deberá presentar una inclinación del 2% hacia el drenaje.

#### Excusados.

No existirá paso directo de una sala o nave de trabajo al cuarto de excusados, los cuales estarán separados de los vestidores mediante muros o divisiones completas, con puertas sólidas y automáticas que cubran completamente las comunicaciones.

El número de excusados necesarios se determinará de la siguiente manera:

No. de personas del mismo sexo: Excusados requeridos:

1 a 15 1  
16 a 35 2  
36 a 55 3  
56 a 80 4

Por cada 30 personas adicionales se agregará un excusado.

Los mingitorios podrán substituir hasta la tercera parte del número determinado de excusados.

Deberán proporcionarse mingitorios en los cuartos de excusados para hombres; si son de tipo adosado a la pared, deben contar con canal de drenaje en el piso debajo de ellos.

#### Lavabos.

Los lavamanos del área de excusados serán de tipo individual, con un tamaño mínimo de 40 x 40 x 20 cm, debiendo instalar un lavabo por cada 30 personas, los cuales estarán provistos de agua fría y caliente con mezcladores. El accionamiento de las llaves deberá efectuarse con el pie o con la rodilla. Deberá proveerse de cepillos para las uñas, jabón líquido y toallas desechables o, en su defecto, equipos de aire caliente. En ningún caso, los drenajes de los lavabos estarán conectados con los de las áreas de producción de alimentos.

Cuando los excusados y vestidores carezcan de luz natural y ventilación, deberán proveerse de un ventilador extractor de aire y de un conducto que comunique al exterior.

A la salida de los servicios sanitarios, a la entrada de las áreas donde se manipulen y/o elaboren productos comestibles, así como en aquellos lugares por donde obligatoriamente pase el personal, deberán instalarse antecámaras de sanitización con los siguientes componentes:

Lavabotas; lavamanos con llaves mezcladoras accionadas mediante el pie o la rodilla; jaboneras; toallas desechables y un pediluvio con 3 cm mínimo de profundidad, que contenga una solución antiséptica con renovación permanente. (85, 86, 87, 88, 89)

## CONCLUSIONES

En el capítulo ANTECEDENTES, se revisa la historia de los zoológicos en México, desde la aparición del primer zoológico hasta la inauguración del zoológico de Chapultepec considerando los diferentes objetivos que han tenido hasta la fecha. Se describen los estudios que se han realizado en materia de nutrición en fauna silvestre, lo cual permite conocer los avances de los estudios que se han realizado hasta el momento.

Del capítulo correspondiente a GENERALIDADES, se concluye que al conocer la clasificación, estructura funciones, deficiencias de cada uno de los nutrimentos más importantes que integran la dieta en forma general, podemos entender la razón principal por la cual deben de ser incluidos y balanceados adecuadamente en la dieta de los animales, para que con la ayuda de los estudios realizados en las diferentes especies animales y podamos prevenir y contribuir al desarrollo de las diferentes especies animales y a su vez evitar posibles enfermedades de origen nutricional, ya que al conocer cual es la principal función de nutrimentos, tales como los glucidos, lípidos, agua, vitaminas, minerales, podremos suministrar una dieta adecuado.

En el capítulo correspondiente al CUESTIONARIO concluimos, que actualmente la situación que guarda actualmente la nutrición y alimentación de los zoológicos en cautiverio la mayoría de los encuestados utilizan diferentes métodos para alimentar a sus ejemplares que varían desde adaptar sus dietas con modelos usados en otros zoológicos, también adaptan sus dietas apartir de animales domesticos similares morfológicamente a los mantenidos en cautiverio y comunmente se basan en sus hábitos en vida libre; por lo que respecta al intercambio de información que mantiene con otras instituciones tanto gubernamentales como educativas y otros zoológicos nacionales. En las estrategias de alimentación que emplean al recibir un nuevo ejemplar a sus colecciones la mayoría cambian parcialmente sus dietas con la finalidad de obtener una mejor adaptación a su nuevo albergue y condiciones de manejo. Al referirse a los grupos de especies con las que mayor mente tienen problemas para implementar una nueva dieta, la mayoría de ellos coincide en que las especies con las cuáles existe menos afinidad morfofisiológica con especies domésticas y tambien de las especies que se tienen mucho menos estudios sobre sus necesidades nutricionales y hábitos en vida libre son con las que han tenido mayor problema, por lo que se sugiere mayores estudios en estas especies con la finalidad de proporcionar a estas, una mejor calidad de vida en cautiverio y tambien lograr su reproducción. Entre los factores que ellos mencionan que también mencionan que intervienen señalan que las instalaciones, el manejo y la falta de materia primas adecuadas intervienen en la posible implementación de una dieta adecuada para estas especies. Para la elaboración de sus dietas, se ve reflejado en muchos casos la situación geografica de ellos, ya que por costos o abundancia de ciertas materias primas emplean las existentes en la región del país y solo en algunos pocos casos provenientes del extranjero. En cuanto a la frecuencia que utilizan para actualizarsus dietas los criterios empleados por los medicos veterinarios y responsables del área, varían desde los 6, 12 meses y las condiciones de los nuevos y edades de las diferentes especies. Respecto al apoyo de programas computacionales especificos para el balanceo de las raciones, la mayoría de los encuestados afirman no emplear ninguno. En cuanto a la capacitación que recibe el personal encargado de la alimentación de los ejemplares las respuestas se dividen ya que aproximadamente la mitad de ellos si capacita a su personal y los restantes no lo hacen.

En cuanto a la frecuencia con la que realizan estudios relacionados con la alimentación y nutrición de las especies la mayoría realizan estos estudios en un lapso de 6 a 12 meses. En cuanto alas enfermedades que relacionan con la alimentación presentan, cada uno de ellos coincide en un problema común presente en sus animales mantenidos en cautiverio. En cuanto a las materia primas usadas comunmente varían deacuerdo a su disponibilidad que tienen para adquirirlas. Por último las especies que los zoológicos mantienen en cautiverio, difieren deacuerdo a la finalidad que cada uno de ellos tienen para tener las diferentes especies y a sus objetivos individuales.

En el capítulo correspondiente a REPTILES se analiza la taxonomía, hábitad natural, histología, anatomía y fisiología digestiva con sus diferencias respectivas, requerimientos nutricionales que en el caso de estas especies debido a los pocos estudios realizados para ellos, se han hecho adaptaciones de especies domésticas conocidas, pero con afinidades fisiológicas y energéticas, así mismo se mencionan los hábitos en vida libre de estas especies para poder adaptar sus dietas al cautiverio, en las dietas sugeridas se aportan algunas que han sido utilizadas tanto en México, como en el extranjero y que han demostrado tener resultados positivos. En las enfermedades de origen nutricional, mencionan las enfermedades, más importantes y comunes que reporta la literatura en los reptiles con las diferentes deficiencias y excesos de los diferentes nutrientes y patologías propias de las diferentes especies.

En el capítulo correspondiente a las AVES se analizan los mismos puntos que en reptiles, pero en este caso los requerimientos nutricionales, han sido adaptados de aves domésticas y de las empleadas en la reproducción de aves exóticas, ya sea con la finalidad de su explotación para obtener carne, otros derivados y de aves que han sido utilizadas como de ornato y en las cuales existen un mayor número de estudios realizados, no es así caso de aves rapaces y flamencos, de las cuales, existe muy poca información al respecto.

En el capítulo correspondiente a MAMÍFEROS, se retoman los puntos analizados para las especies anteriores, y al igual que en ellas los requerimientos son adaptados con respecto a sus similares con especies domésticas y de aquellas utilizadas como animales de laboratorio, como es el caso de los roedores, en el caso de los primates, existe poca información sobre sus requerimientos y en ocasiones se encuentra literatura que adapta las del ser humano a esta especie; para el caso de especies de hábitos insectívoros y hematófagos, así como de marsupiales y de mamíferos marinos, la información con respecto a sus requerimientos no existe información precisa para poderles mantener adecuadamente en cautiverio y la dificultad para poder adaptar sus dietas de vida libre al cautiverio.

En el apéndice correspondiente a INSTALACIONES resume las recomendaciones realizadas por las diferentes Normas Oficiales Mexicanas, con la finalidad de orientar y ayudar a mejorar, las instalaciones empleadas en la elaboración de alimentos y de esta forma prevenir algunas enfermedades que desde aquí se puedan originar por condiciones de iluminación, almacenaje, manejo, drenaje e higiene entre las más importantes.

Con esto se concluye que la tesis pueda cumplir con su principal objetivo que es el de contribuir al mejor conocimiento de estas especies y con ello a mejorar su nivel de vida en cautiverio.



## BIBLIOGRAFIA.

- 1) F.A.O.; *Loses of biodiversity and their causes. Global biodiversity strategy.* Ed. F.A.O. 1992 Malaysia.
- 2) Perez-Gil S.P.; Jaramillo N.F. *Importancia económica de los vertebrados silvestres* Ed. CONABIO, México 1996.
- 3) INE. Instituto Nacional de Ecología. México Septiembre 2000 [www.ine.gob.mx/dgra/ucci/coop\\_inter/cites.htm](http://www.ine.gob.mx/dgra/ucci/coop_inter/cites.htm)
- 4) Turk, A.; *Tratado de ecología* Ed. Interamericana, México 1981. C. 5
- 5) INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México Septiembre 2000 [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).
- 6) INE. Instituto Nacional de Ecología. México Septiembre 2000 [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx).
- 7) Mejía, G.P.; *Los zoológicos en México. Historia y responsabilidad en la conservación de la fauna silvestre (estudio recapitulativo).* (Tesis). México (D.F.) Fac. de Med. Vet. Y Zoot. Univ. Nal. Autónoma de México. 1989
- 8) Cid de Ocampo, A. *La cría rentable de fauna silvestre.* Edit Barba, P. R. *La guía ambiental.* Ed. Unión de grupos ambientalistas, México 1998. P. 307-311.
- 9) Church, D.C.; *Pond. : Fundamento de nutrición y alimentación de animales,* Ed. LIMUSA, México, 1994. C. I, II y IV.
- 10) Kolb, E. *Fisiología veterinaria.* Vol. I Ed. Acribia, Zaragoza España, 1987. C. VI., V
- 11) Fowler, M.; *Zoo and wild life medicine, Current therapy* Edit. W. Sanders Company, Denver Colorado U.S.A., 1993 C. 10,11,12.
- 12) Robbins, C.T.; *Wild life feeding and nutrition 2a.ed.* San Diego, Ed.Academic Press, 1993. P. 1-5
- 13) Paras A. G.; Camacho C. F. *Diseño de dietas para especies no convencionales. Memorias del 3º Ciclo de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre; 1997 marzo 14;* México. México (D.F.): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal A. C. 1997: 13-20.
- 14) NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised Edition.* National Academy Press. Washington DC., 2001.
- 15) Ofedal, O.T. Allen, M.E.; *Nutrition an dietary evaluation in zoos. Wild animals in captivity* edit Kleiman D.G., Ed. The University of Chicago Press, Chicago U.S.A. 1996. C. 10.
- 16) Dierenfeld, E.S.; Graffam, W. *Manual de nutrición y alimentación para animales en cautiverio.* New Orleans, U.S.A. 1996 Capítulo I. P. 1-8
- 17) Duane E.U.; Allen M.E.; *Identification of nutritional problems in captive wild animals ,* Edit. Fowler, M., *Zoo and wild life medicine. Current therapy 3* Ed. W. Sanders Company Denver Colorado U.S.A. 1993 Capítulo 9. P. 38-40
- 18) Tizard, I. ; *Inmunología veterinaria, 3ª ed.* Ed. Interamericana. México. 1989. C. 26.
- 19) Mendoza, G.M., Riquelme, E.V., Clemente, F.S. y Tarango, L.A. *Alimentación de fauna en vida silvestre. Memorias del 4º Ciclo de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre; 1999 mayo3-4;* México. México (D.F.): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal A. C. 1999: 9-28.
- 20) Maynard, L.A.; Looshi J.M. *Nutrición animal.* Ed UTHEA, México 1980. C. I
- 21) Martínez R. F. *El zoológico de Guadalajara.* Fd. Ayuntamiento de Guadalajara, México 1988 C. 1.
- 22) Guevara G. J. I. *Semblanza de la alimentación de fauna silvestre en cautiverio de la República Mexicana. Memorias del 1er ciclo internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre en cautiverio; 1993 Marzo 23;* México, México (D.F.): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal A.C. 1993. 1-11
- 23) Gual, F.S. ; *Alimentación y nutrición en carnívoros silvestres. Memorias del 2º Ciclo de conferencias sobre alimentación en fauna silvestre en cautiverio; 1995 Marzo 31;* México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A. C. 1995: 62-82.
- 24) Luna A. B. *Las agrupaciones ecologistas, como alternativa educacional en las escuelas y facultades de medicina veterinaria para la conservación de la fauna silvestre. Memorias del VI Simposio sobre fauna silvestre; 1989 febrero;* México, México (D.F.): Universidad Nacional Autónoma de México. Asociación de Zoológicos y Acuaros de la República Mexicana A. C. P. 417 - 420.
- 25) Flores, M.J.A.; *Bromatología animal, 3 a ed.* México, Edit. Limusa. 1989. C I.
- 26) Mac Donald., *Nutrición animal 3ª ed* Ed. Acribia 1988 C.2-3.
- 27) Kirkwood, J.K. *Energy requirements for mantance and growth of wild mammals, birds and reptiles in captivity.* Amer. Inst. of Nutrition 1991.

- 28) Braña, D.V.; Fisiología nutricional de las iguanas herbívoras, Memorias del 3er ciclo intencional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1997 Marzo 14; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1997: 41-50.
- 29) Coborn, J.; Guía completa de los reptiles Ed. Hispano europea, Barcelona España, 1994.
- 30) Evans H.E. Introduction and anatomy Fowler, M. Editor Zoo and wild animal medicine Edit. Sauder Company Denver Colorado U.S.A. 1991
- 31) Uetz, P. How many reptile species? Herp. Review, 31(1) 13-15, 2000.
- 32) Adler, K. Halliday T. Enclopedia del mundo animal. Anfibios y reptiles Ed. Orbis. México 1991. T. 10
- 33) Frye, F.L., Biomedical and surgical aspects to captive reptile husbandry 2a ed. Ed. Krieger Publishing company. Malabar Florida U.S.A. 1991 C. 14.
- 34) [www5.ulpgc.es/servidores/reptilia](http://www5.ulpgc.es/servidores/reptilia)
- 35) Cooper J. E.; Sainsbury A.W. Oral diseases of reptiles Herpetological Journal V. 4 P. 117-125 (1994)
- 36) Pough, H.F. Andrews, R.M. Herpetology Ed. Prentice Hall, New Jersey U.S.A. 1998 C. 9.
- 37) Line, S.R.; Method to study the development of the dentition in pleurodont reptiles. Herpetological Review 30(2), 1999. P. 83.
- 38) Fraser C.M. Editor The Merck Veterinary Manual 6<sup>th</sup> ed. Ed. Merck & CO. Inc. Rahway, N.J. U.S.A., 1986.
- 39) Montanucci, R. R. Preferential coprophagy in neonate Chuckwallas. Herp Review 30 (4) 1999. P. 221-222.
- 40) Rowe, J. W.; Parsons, W.; Diet of the Midlan Painted Turtle (*Chrysemys picta marginata*) on Beaver Island, Michigan. Herp Review 31(1) 2000 P. 16-17.
- 41) Hódar, J.A., Pleguezuelos J.M.; Diet of the Moorish Geko (*Tarentola mauritanica*) in. An arid zone of south-eastern Spain Herp. Journal V. 9 1999. P. 29-32.
- 42) Rugiero, L. Capula, M. Filipi, E. Luiselli, L. Food habits of mediterranean populations of the smooth snake (*Coronella austriaca*). Herp Journal V. 5 1995. P. 316-318.
- 43) Capula, M. Luiselli, L. Notes on the food habitats of *Coluber Hippocrepis negrescens* from pantelleria Island: A snake that feeds on both carrion and living prey. Herp Jour. V. 7 67-70. 1997.
- 44) Aguilar, R., Alimentación y salud en fauna silvestre, Memorias del 4o ciclo intencional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1999 Mayo 3- 4; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1999:67-88.
- 45) Santos, A. S., Stoll, M.N., Silva M.P., Campos, Z., Magnuson W.E., Mourao, M., Diets of caiman crocodilus yacare from different habitats in the brazilian pantanal. Herp. Journal. V. 6 1996. P. 111-117
- 46) Valdez, E. Programias de alimentación y proyectos de investigación en nutrición animal en el zoológico de Toronto, Memorias del 4o ciclo intencional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1999 Mayo 3- 4; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1999:89-104.
- 47) Pleguezuelos, J.M. Honrubia, S., Castillo, S. Diet of the false smooth snake (*Macropodan cucullatus*) (Serpentes, colubridae) in the western mediterranean area. Herp. Juornal. V. 4. 1994. P. 98-105.
- 48) <http://www.worldzoo.org/zoologia/disc2/000006ca.htm>
- 49) Cobos, M.P., Arcos, G.J.L., Velez H.L., Fisiología digestiva de la iguana negra, Memorias del 4o ciclo intencional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1999 Mayo 3- 4; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1999:121-145.
- 50) Farst, D.D., Management of reptiles in captivity. Memorias del curso "Fisiopatología de animales de zoológico y administración de zoológicos. 1983 México. México (D.F.). Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia U. N. A. M 1983: 37-47.
- 51) Griner, L.A.; Pathology of zoo animals Ed Zoological Society of San Diego Zoo. San Diego, California U.S.A. 1983. C 1.
- 52) Wallach, J. D., Hoff, G.L. Metabolic and nutritional diseases of reptiles. Hoff, G.L., Davis J.W. Editors Non infectius disease of wild life Ed. The Iowa State university press. Ames Iowa U.S.A. 1982. C. 15.
- 53) [www4.ulpgc.es/servidores/reptilia](http://www4.ulpgc.es/servidores/reptilia)
- 54) Russell M.L.; Vitamins in animal nutrition, Ed Academic press, San Diego, California U.S.A 1989. C6 P-161.
- 55) Frank, B.G.; Ornithology. 2<sup>a</sup> ed. Edit. W.H. Freeman and company U.S.A 1999. C. 1
- 56) Dieter D.H.; Histología veterinaria Ed. Acribia, 2<sup>a</sup> Ed. Zaragoza España, 1994 C. 10.
- 57) Bacha, W.J. Atlas en color de histología veterinaria Ed. Intermedica, Buenos Aires, Argentina, 1991 C. 13

- 58) Klasing C.K. Comparative avian nutrition, Ed. CAB INTERNATIONAL, Cambridge, U.K. 1998. C 2.
- 59) Farmer S.D., Ziswiler, V. Digestion and the digestive system. Farmer D.S. Editor Avian biology Ed. Academic press, New York, U.S.A 1972 Vol. 11 C. 6.
- 60) Sturkie, P. D.; Fisiología aviar. Ed. Acribia, España 1996. C. 10
- 61) Estudillo, J.L.; Alimentación de psitaciformes, Memorias del 1er ciclo intenacional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1993 Marzo 26; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1993:22-36.
- 62) Kawas, J.R.; Alimentación en cautiverio de avestruces y emus, Memorias del 3er ciclo intenacional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1993 Marzo 14; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1997:22-31.
- 63) Aguila, R. L.A.; Nutrición de aves de cetrería, Memorias del 3er ciclo intenacional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1993 Marzo 14; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1997:32-40
- 64) Snyder, R.L. Avian nutrition. Fowler, M. Editor. Zoo and wild animal medicine Edit. Sauder Company Denver Colorado U.S.A. 1991. C. 14
- 65) Carey, C. Avian energetics and nutritional ecology. Ed Chapman and Hall, U.S.A 1996 C.2
- 66) Richie, B.W., Harrison, G.J., Avian medicine principles and aplication. Ed. Wingers publishing, Florida U.S.A., 1994. C. 3
- 67) Norma e padrões de nutrição e alimentação animal. Ed. Nutrição-editora e publitaria 7ª revisão. Paraná , Brasil, 1991
- 68) Ridell c. avian pathology Ed. American asosociation of avian pathology, Sasckatewan Canadá, 1996 C. 36
- 69) Wallach J. Nutritional diseasea of wild birds Fowler, M. Editor Zoo and wild animal medicine Edit. Sauder Company Denver Colorado U.S.A. 1991.
- 70) Vaughan T., Mamíferos, 3ª. Ed. Edit. Interamericana, México, 1988 C1 y 4.
- 71) Fowler, M. Editor. Zoo and wild animal medicine Edit. Sauder Company Denver Colorado U.S.A. 1991. Appendices
- 72) Grzimeks, S. Editor Encyclopedia of mammals. Ed Mac Graw - Hill, New Jersey, U.S.A. 1990 V 1-5.
- 73) Moncio A.M.; Ciencias de la naturales, Ed Planeta, Barcelona, España, V. 8.
- 74) Frandson, D.R. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. Ed Interamericana 5ª ed. México 1992. C. 18
- 75) Cervantes S.J.M.; Angeles, S.C.C.; Diferencias morfofisiologicas y conductuales entre los distintos tipos de rumiantes- Alimentación de bovinos. SUA. FMVZ, UNAM, México, 1998.
- 76) Kleiman D.G.; Allen M.E. Wild mammals in captivity. Ed. The university of Chicago Press, chicago U.S.A. 1996. C 13.
- 77) Hume, I.D. . Nutrition and feeding Fowler, M. Editor Zoo and wild animal medicine Edit. Sauder Company Denver Colorado U.S.A. 1991.
- 78) Gual, S.F.; Fisiología digestiva de los herbívoros silvestres con base en sus hábitos alimenticios, Memorias del 4º ciclo intenacional sobre alimentación de Fauna Silvestre en cautiverio. 1999 Mayo 3; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A.C. 1999:105-113.
- 79) Langer, P. The mammalian herbivore stomachs. Comparative anatomy, function and evolution. Ed. Semper Bonis Artibus. Stuttgart Germany, 1988.
- 80) Nutrition Nutricut requirements of dairy cattle; national research council Ed National academy of sciences, 1978
- 81) National Research Council (e.u.) Subcommittee On Laboratory Animal Nutrition nutrient requirements of laboratory animals ; national research council Ed. National academy of sciences, 1978
- 82) Pacheco, D. ; Alimentación y nutrición de primates no humanos. Memorias del 2º Ciclo de conferencias sobre alimentación en fauna silvestre en cautiverio: 1995 Marzo 31; México. México (D.F.). Asociación Mexicana de especialistas en Nutrición Animal A. C. 1995: 23.
- 83) Duncan, R. H. Carlyle, J. F. Patología veterinaria Ed Hemisferio sur, Buenos aires Argentina, V3 C.23.
- 84) Trenton T.; Infectious disease in food animal practice New Jersey : Veterinary Learning Systems, c1993 P. 276
- 85) Norma Oficial Mexicana NOM-008-ZOO-1994, Especificaciones zoonosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y dedicados a la industrialización de productos cárnicos. P. 16-11-94.

- 86) Norma Oficial Mexicana NOM-012-ZOO-1993, Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo de éstos. P. 17-01-95.
- 87) Norma Oficial Mexicana NOM-022-ZOO-1995, Características y especificaciones zoonosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de establecimientos que comercializan productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo de éstos. P. 31-01-96.
- 88) Norma Oficial Mexicana NOM-025-ZOO-1995, Características y especificaciones zoonosanitarias para las instalaciones equipo y operación de establecimientos que fabriquen productos alimenticios para uso en animales o consumo de éstos. P. 16-10-95.
- 89) PROY-NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN