



**TRABAJO DE GRADO**  
**Opción Seminario-Diplomado.**

**Enfermedad metabólica ósea en animales de compañía no  
convencionales: Revisión bibliográfica**

Corporación Universitaria  
Remington.

Facultad de Medicina Veterinaria  
Medicina Veterinaria

Manuela Grisales Sarrazola  
C.C.: 1.039.469.332  
Martha Cecilia Ocampo  
Opción de Trabajo de grado  
Seminario-Diplomado.  
2023

## **Dedicatoria**

2

A todos los animales que han cruzado mi camino, todos los pacientes que tuve la oportunidad de conocer durante mis prácticas profesionales, este trabajo de grado está dedicado con todo mi corazón. Su presencia inquebrantable y sus historias de resiliencia han sido mi inspiración constante a lo largo de este viaje en la medicina veterinaria.

A mis queridos perros, Luna, Sara y Salome que ya están en el cielo y Bonnie, Pumba y Martina que aún me acompañan, que han compartido innumerables momentos de alegría y consuelo a lo largo de los años. Su lealtad y amor incondicional me han impulsado a esforzarme y a superar obstáculos en mi búsqueda de conocimiento.

A todos los animales que día a día sufren las consecuencias de no tener una dieta adecuada, que son víctimas del tráfico ilegal de fauna silvestre, que son víctimas del desconocimiento del ser humano y sufren múltiples enfermedades, a ellos les dedico este trabajo para que cada uno se trabaje más por ellos y su bienestar.

## Agradecimientos

3

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a cada persona y ser que ha contribuido de manera significativa a mi camino en la medicina veterinaria y a la culminación de este trabajo de grado. A mi querida familia, por su constante apoyo, paciencia y amor incondicional que me han permitido perseguir mis sueños con determinación.

A mis hijos caninos, quienes han sido mi fuente inagotable de inspiración y alegría, recordándome siempre la importancia de nuestra labor y la conexión que compartimos con los animales. A mis pacientes durante mis prácticas profesionales y sus propietarios, por confiar en mí y enseñarme valiosas lecciones a lo largo de cada tratamiento.

A mis respetados maestros, cuyo conocimiento, guía y dedicación han sido fundamentales para mi formación y crecimiento como profesional en el campo de la medicina veterinaria.

A los médicos y todo el personal de la Clínica Veterinaria Spikes, los cuales me acogieron durante mis prácticas veterinarias, me brindaron su apoyo, me enseñaron cada día con paciencia y amor, he hecho que me enamorara cada día más de esta hermosa profesión, ellos fueron una gran inspiración para este trabajo.

Finalmente, a mi universidad, la Corporación Universitaria Uniremington, por brindarme la plataforma para adquirir conocimiento y vivir experiencias enriquecedoras.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro no solo es mío, sino de cada persona y ser que ha sido parte de mi viaje.

## Tabla de Contenidos

4

Resumen .....	5
Palabras clave .....	5
Pregunta orientadora de la búsqueda.....	6
Justificación: .....	6
Objetivo principal .....	6
Metodología de búsqueda de la información .....	7
Sustentación teórica de la pregunta.....	13
Etiología.....	14
Fisiopatología.....	16
Hiperparatiroidismo nutricional secundario:.....	17
Hiperparatiroidismo renal secundario:.....	18
Signos clínicos .....	18
Raquitismo: .....	18
Osteomalacia: .....	19
Osteoporosis: .....	19
Osteodistrofia fibrosa:.....	20
Diagnóstico .....	21
Manejo del paciente .....	21
Conclusiones. ....	24
Bibliografía .....	26

## **Resumen**

La enfermedad metabólica ósea es un síndrome que, gracias a un manejo inadecuado del paciente, en este caso hablamos de animales de compañía no convencionales como aves, reptiles y mamíferos, que puede desarrollar diferentes patologías, dependiendo de la edad del animal y de la gravedad de la deficiencia. Con este síndrome los pacientes tienen la posibilidad de desarrollar raquitismo, osteomalacia, osteoporosis y osteodistrofia fibrosa, ya sea porque afecta el desarrollo de los huesos en animales jóvenes como sucede en el raquitismo o porque causa una desmineralización de los huesos por los bajos niveles de calcio y vitamina D3 que se da por lo general en animales adultos causando osteomalacia, osteoporosis o la osteodistrofia fibrosa, haciendo que la hormona PTH aumente sus niveles, causando que se redirija el calcio que se encuentra en los huesos hacia la circulación.

Cuando los huesos pierden calcio se debilitan, causando fracturas o malformaciones en los pacientes, las cuales en muchos casos son graves y llevan a la muerte del animal. Por eso, si esta enfermedad es diagnosticada a tiempo, y se realiza una correcta alimentación de los animales de compañía no convencionales y se realiza una suplementación del calcio y la vitamina D3 (con medicamentos), dicho síndrome puede corregirse.

## **Palabras clave**

Dieta, vitamina D, desequilibrios nutricionales, Calcio, fósforo, hormona paratiroidea.

## **Pregunta orientadora de la búsqueda**

¿Un mal manejo nutricional influye en el desarrollo de la enfermedad metabólica ósea en animales de compañía no convencionales?

### **Justificación:**

Los animales de compañía no convencionales como diferentes especies de aves, reptiles y mamíferos que son permitidos dentro de cada territorio nacional según su legislación, se han vuelto cada vez más populares, pero es notorio que los encargados de dichos animales y los médicos veterinarios desconocen el manejo integral de este tipo de animales de compañía, y estos presentan enfermedades de tipo metabólicas relacionadas con un mal manejo integral del paciente. Por eso realizamos esta revisión bibliográfica sobre la enfermedad metabólica ósea, para dar a conocer las causas por las cuales se puede presentar y evitar que se siga presentando en dichos animales.

### **Objetivo principal**

Llevar a cabo una revisión bibliográfica sobre la enfermedad metabólica ósea para esclarecer las causas, síntomas y tratamiento en animales de compañía no convencionales y realizar una explicación clara y concisa sobre todo lo que un médico veterinario debe saber de dicha enfermedad.

## **Metodología de búsqueda de la información**

Tipo de estudio: Revisión bibliográfica.

Fuentes de información: Se utilizaron diferentes plataformas de búsqueda especializadas en artículos científicos como Google académico, Pubmed, SciELO y bases de datos de universidades como la Corporación Universitaria Lasallista. Además de libros físicos y virtuales (los cuales fueron prestados por profesores de la facultad, por la clínica veterinaria Spikes y propios)

Estrategia de búsqueda: para la búsqueda de artículos científicos se utilizaron las palabras como enfermedad metabólica ósea en animales, dieta en animales exóticos, metabolismo y síntesis de vitamina D, metabolismo de calcio y fósforo, desequilibrios nutricionales en animales exóticos, radiografías en animales, osteoporosis, raquitismo, osteomalacia, y osteodistrofia fibrosa., además de libros de fisiología, medicina interna y farmacología donde se encontraron temas relacionados con la enfermedad metabólica ósea.

Criterios de exclusión: artículos científicos o libros publicados antes del año 2003

Criterios de inclusión: por la poca información encontrada en medicina veterinaria y sobre todo en animales de compañía no convencionales, se tuvieron que tener en cuenta artículos de medicina humana y también de otras especies. Fueron utilizados artículos y libros publicados desde el 2003 al 2023, publicados en diferentes idiomas como portugués he inglés.

Selección de artículos: Al realizar la búsqueda de enfermedad metabólica ósea en la base de búsqueda SciELO se encontraron 23 artículos que cumplían con los criterios de inclusión, pero todos fueron basados en estudios en humanos, y ninguno en animales. En Pubmed, se evidencia que no hay referencias en animales, solo en humanos, en este se encontraron 16 artículos. Por lo contrario, en Google académico fueron encontrados artículos de EMO en animales, que cumplían con las características buscadas, se puede considerar que esta plataforma permite encontrar una mayor cantidad de archivos debido

a que utiliza diferentes páginas, revistas científicas y plataformas de búsqueda científicas.

Además, se utilizaron libros de medicina veterinaria, de forma física y virtual. Para elegirlos fueron leídos los artículos y elegidos principalmente los basados en medicina veterinaria, pero también fueron utilizados como apoyo los artículos que hablaban de estudios hechos en humanos, debido a que la información en veterinaria es muy poca actualmente.

Gestión de artículos: Los artículos y libros utilizados para esta revisión bibliográfica fueron leídos y separados por tema a tratar para facilitar la búsqueda de información.

*Tabla 1. Referencias utilizadas para la revisión bibliográfica.*

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tema tratado</b>
Osteodistrofia fibrosa en equinos: Revisao de literatura	Agra, A; Bianguli, A; Rodríguez, R; Gonçalves, P; M, Vinícius; Borghesi, J.	2019	Artículo científico	Revisión de literatura sobre la osteodistrofia fibrosa en equinos.
Atlas de medicina terapéutica y patología de animales exóticos.	Aguilar, R., Hernández, S., & Hernández, S.	2005	libro	Libro de las patologías más comunes en animales exóticos.
Alimentación de fauna silvestre.	Blasio, A.	2017	Artículo científico	Artículo sobre principios básicos en la alimentación de fauna silvestre y enfermedades comunes causadas por una dieta

				deficiente. 9
Metabolismo de calcio y fosforo.	Cifuentes, M.	2011	Artículo científico	Metabolismo he interacción del calcio y del fosforo en el organismo y como se regula.
Enfermedades metabólicas óseas: osteomalacia	Contreras, V., Cevillac, A., Garcia, M., & Muñoz, M	2022	Artículo científico	Este artículo, aunque borda las enfermedades metabólicas óseas, se basa en la osteomalacia en humanos.
Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery	Divers, S. J	2019	libro	Libro de medicina interna en reptiles y anfibios.
Enfermedad ósea de Paget. Etiología y manejo de una enfermedad en transición epidemiológica	Godiño, L	2023	Artículo científico	Enfermedad ósea que no permite el reemplazo del tejido óseo viejo por nuevo en humanos
Classification of osteoporosis. Risk factors. Clinical manifestations and differential diagnosis.	Hermoso de Mendoza, M.	2003	Artículo científico	Osteoporosis en humanos
Hiperparatiroidismo nutricional de origen secundario.	Jaramillo, C., Zapata, J., Agudelo, P., Sanchez, L., Garcia, L., & Aguilar, L.	2015	Artículo científico	Causas, fisiopatología, signos clínicos, tratamiento de hiperparatiroidismo nutricional de origen secundario.

<i>Manueal clínico de animales exóticos</i>	Jiménez, J., Domingo, R., Crosta, L., & Martinez, A.	2009	Libro	Medicina en general de animales exóticos.
Enfermedades metabólicas, de depósito, nutricionales, de manejo, neoplásicas y del desarrollo de anfibios en cautividad: estudio retrospectivo de 131 pacientes	Juan-Sallés, C., Almagro, V., Carbonell, L., Valls, X., Montesinos, A., & Fernández-Bellon., H.	2021	Artículo científico	Es un estudio clínico en anfibios para diagnosticar y tratar enfermedades metabólicas y nutricionales en anfibios.
Cunningham Fisiología veterinaria	Klein, B	2014	Libro	Libro de fisiología veterinaria.
Reptile medicine and surgery	Mader, D.	2006	Libro	Libro de medicina en reptiles.
Manual de animales exóticos	Meredith, A., & Redrobe, S.	2012	Libro	Manual de medicina y manejo en animales exóticos.
Manual of Exotic Pet Practice	Mitchell, M. A	2018	Libro	Manual de medicina, manejo y tratamiento en animales exóticos.
Guía de terapéutica en animales exóticos.	Montesinos, A., & Ardiaca, M.	2022	Libro	Tratamiento de enfermedades más comunes en animales exóticos.
Hiperparatiroidismo secundario insuficiencia renal	Moreta, H., Duberli, S., Delgado, M., & Merchán, D.	2022	Artículo científico.	Epidemiología, fisiopatología, diagnóstico y tratamiento de hipertiroidismo renal

				secundario a una <sup>1</sup> insuficiencia renal en humanos
Hiperparatiroidismo en pequeños animales	Obregón, V	2017	Artículo científico.	Epidemiología, fisiopatología, diagnóstico y tratamiento de hipertiroidismo
<i>Atlas de patología en reptiles</i>	Orós, J	2008	Libro	Manual de manejo, enfermedades y cuidados en reptiles.
Caracterización de la formación ósea por imagenología e histopatología en anfibios de la especie Agalychnis spurrelli, dentro del centro de conservación Balsa de sapos	Ortega, E.	2016	Artículo científico.	Bases a tener en cuenta en la imagenología de anfibios.
Enfermedad Metabólica Ósea (EMO) en un ejemplar juvenil de zarigüeya (Didelphis marsupialis) del hogar de paso CARDER- APAP del municipio de Pereira, reporte de caso	Osorio, M.	2022	Artículo científico	Reporte de caso de una zarigüeya con EMO, causas y manejo
Raquitismo en cerdos en crecimiento	Pallarés, J., Gómez, S., Sánchez, P.,	2012	Artículo científico	Epidemiología, fisiopatología, signos clínicos, diagnóstico y

& López, M.

tratamiento de 12  
raquitismo en cerdos.

---

Osteomalacia	Quesada, A., Sanchez, M., Hidalgo, C., Montilla, C., & Del pino, J	2016	Artículo científico	Osteomalacia en humanos.
<i>Vademecum farmacológico para animales exóticos</i>	Ramsey, I.	2015	libro	Información de medicamentos, su clasificación y su uso en animales exóticos.
Investigación de factores de enfermedades óseas metabólicas en babuinos ( <i>Papio spp.</i> ) utilizando colecciones de museos	Sadhir, S., Eller, A., Canington, S., & Sholts, S.	2022	Artículo científico.	Estudio científico sobre EMO en babuinos.
La patología de la deficiencia de vitamina D en animales domésticos: una visión evolutiva y comparativa	Uhl, E.	2018		Metabolismo, deficiencia y patologías relacionadas con la vitamina D en animales domésticos
<i>Hiperparatiroidismo nutricional secundario o "coquera": ¿es el biomarcador CTX el futuro para su diagnóstico?</i>	Villa, M., & Rico, J.	2019		El biomarcador CTX es una molécula presente en la sangre en pacientes con etapas tempranas de hiperparatiroidismo nutricional, por eso se estudia si este es una

---

				herramienta para <sup>3</sup> diagnosticarlo.
Metabolismo, fuentes endógenas y exógenas de vitamina D	Zanuya, V., & Carranzab, H.	2007	Artículo científico	Metabolismo de la vitamina D

Nota: Autoría propia.

Evaluación de calidad y aspectos éticos: se considera artículos de calidad para la revisión bibliográfica si se basa en animales principalmente, si tiene una buena cantidad de bibliografías, que fuera publicado recientemente o si el artículo está basado en estudios en humanos, que dicha información se pueda extrapolar a los estudios en animales.

Limitaciones: la mayor limitación en esta revisión bibliográfica fue que en medicina veterinaria la bibliografía científica no es tan abundante como en la medicina humana, también muchos de los artículos encontrados eran publicados antes del año 2003 y por eso no fueron incluidos. Otra gran limitación es que la enfermedad metabólica ósea se da en cualquier especie animal y encontrar información específicamente en animales de compañía no convencionales fue muy difícil.

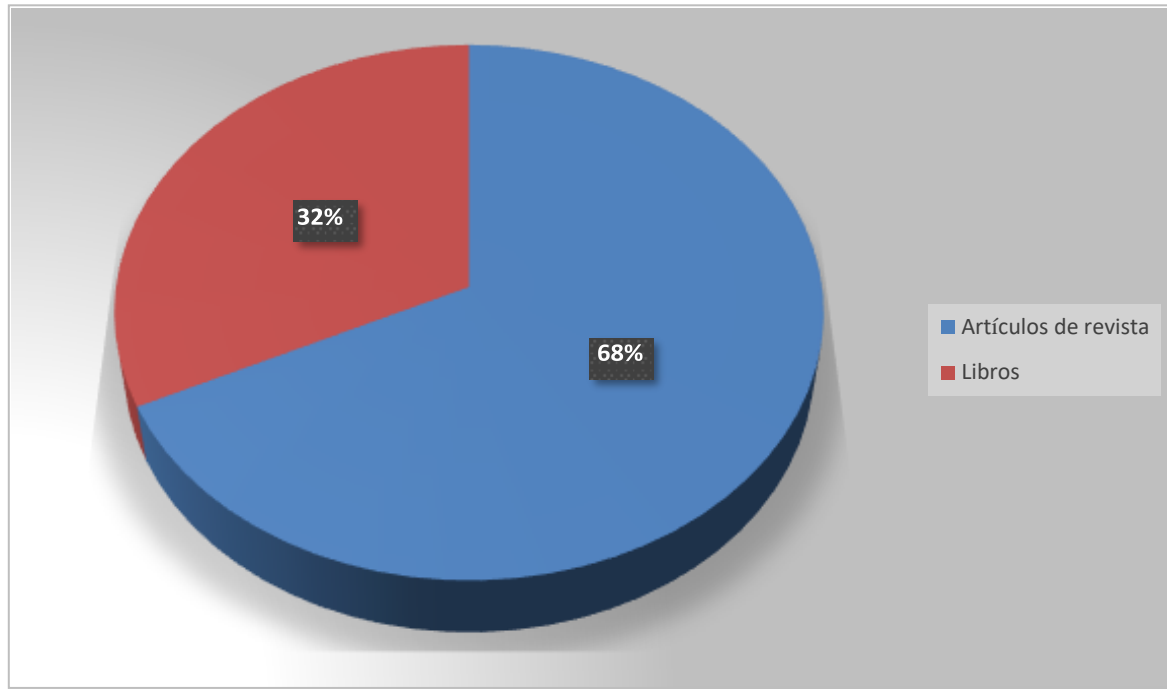
### **Sustentación teórica de la pregunta**

#### **Discusión:**

La bibliografía científica veterinaria, aunque con los años ha tenido un gran avance, es notable al realizar esta revisión bibliográfica, que hay temas, sobre todo en medicina de animales de compañía no convencionales, que aún tiene gran carencia de información.

Aun así, se pudo encontrar información suficiente para definir la etiología, fisiopatología, signos Clínicos, métodos de diagnóstico y tratamiento de la enfermedad metabólica

ósea. Para las 28 bibliografías utilizadas en esta revisión científica, se utilizaron 9 libros y 19 artículos de revistas científicas. Evidenciando un porcentaje de 32.1% sobre 67.8% respectivamente



### **Etiología**

La enfermedad metabólica ósea, también conocida como EMO, o hiperparatiroidismo nutricional secundario o MBD (por sus iniciales en inglés), es una afección en los huesos, músculo y tendones, debido al desequilibrio en el metabolismo de minerales como el calcio, el fósforo y la vitamina D3 y también por la acción de la hormona paratiroidea. Algunas de las afecciones que se presentan pueden ser raquitismo, osteomalacia, osteoporosis y osteodistrofia fibrosa; por esto se considera un síndrome, debido a que se pueden presentar varias patologías relacionadas entre sí. (Sadhir, et al., 2022)

La EMO se encuentra en aves como cacatúas y loros , anfibios como ranas y sapos, reptiles como iguanas, camaleones, dragones barbados y tortugas terrestres y mamíferos como cobayos y conejos, pero puede darse en cualquier animal, por lo general se da por una dieta inadecuada, poca

exposición a los rayos ultra violeta, entornos estresantes como un hábitat inadecuado donde el animal no pueda desarrollar sus comportamientos naturales y que cumpla sus necesidades fisiológicas según la especie, enfermedad renal, factores genéticos como especies que son más predispuestas a sufrirlo, aunque no se ha encontrado un gen responsable de esto, además debe estar expuesto a una dieta inadecuada o poca exposición a los rayos ultravioleta y desordenes hormonales como deficiencia en la parathormona. (Sadhir et al., 2022) (Juan-Sallés et al., 2021). Otro factor que influye en el desarrollo de EMO es la temperatura inadecuada del hábitat del recinto de reptiles y anfibios, al ser inferior o por encima del rango acorde a la necesidad de cada especie, esto puede generar una malabsorción de los nutrientes como el calcio, el sodio y la vitamina D3. (Orós, 2008)

La vitamina D se encuentra de 2 tipos en la naturaleza, la vitamina D2 o ergocalciferol se encuentra en los vegetales, y la vitamina D3 o colecalciferol se encuentra en animales y vegetales. Los depósitos adecuados de vitamina D3 mantienen el metabolismo calcio-fósforo. Esta vitamina se puede obtener de dos maneras en el organismo. La primera es mediante la transformación cutánea del 7-dehidrocolesterol en colecalciferol en presencia de la luz solar. Los fotones son absorbidos por el 7-dehidrocolesterol de la membrana de las células de la epidermis y la dermis, y esto permite que se forme el precolecalciferol, es inestable y rápidamente se convierte en colecalciferol (Vitamina D3), liberándose al torrente sanguíneo y viaja al hígado donde es almacenada, para luego ser absorbida en el intestino delgado. Está, junto a la hormona paratiroidea regula el tránsito de calcio hacia los huesos, por lo cual es indispensable para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de los huesos a lo largo de la vida de los animales, también para la contracción muscular, comunicación nerviosa y estimula a los macrófagos y a las células dendríticas para que realicen una respuesta rápida frente a un agente, también estimula el sistema inmune adaptativo, aumentando el número de linfocitos Th2 generando un efecto antiinflamatorio. Y la segunda manera de adquirir la vitamina D3 sería al consumirse en la dieta, la cual se encuentra en gran

proporción en la proteína de pescado, hígado de cerdo o de res, huevos y lácteos (Zanuya y Carranzab, 2007) (Uhl, 2018) Los reptiles necesitan tener la temperatura adecuada en su entorno, debido a que son animales ectotérmicos, y no pueden regular su temperatura interna, necesitan del calor del ambiente para activar su metabolismo, y así poder absorber la vitamina D3. La vitamina D3 es indispensable para el metabolismo del calcio, que a su vez interactúa con el metabolismo del fósforo.

El calcio es un mineral encargado de la formación y mantenimiento de los huesos, también participa en la contracción muscular del músculo liso, cardíaco y esquelético. Este es regulado por la absorción en el intestino delgado, la filtración glomerular y su entrada y salida del hueso por la hormona paratiroidea (Cifuentes, 2011) también es regulada a nivel sanguíneo por la calcitonina, la cual es una hormona producida por la glándula tiroides.

El fósforo es un nutriente necesario para el funcionamiento celular, producción de energía, y procesos metabólicos. Es eliminado por los riñones a través de la orina, la insulina, la hormona paratiroidea y los factores de crecimiento. (Cifuentes, 2011) (Klein, 2014)

Cuando los niveles de calcio disminuyen en el organismo la glándula paratiroidea libera PTH, también conocida como hormona paratiroidea, esta lo que hace es liberar el calcio que está en los huesos al torrente sanguíneo para compensar los niveles bajos del calcio. Pero cuando pasa todo lo contrario, y los niveles de calcio son altos, las células parafoliculares de la glándula tiroides libera calcitonina, la cual hace que el calcio en exceso que hay en el organismo sea absorbido por los huesos para almacenarlo. (Jaramillo et al., 2015) (Ortega, 2016)

### **Fisiopatología**

Este síndrome puede presentarse por varios mecanismos en el cuerpo o por varias deficiencias las cuales son:

Deficiencia de calcio y vitamina D3 en la dieta: La EMO suele comenzar con

una ingesta insuficiente de calcio y vitamina D3 en la dieta. El calcio es un mineral esencial para la formación y fortalecimiento de los huesos, mientras que la vitamina D3 es necesaria para absorber y utilizar adecuadamente el calcio.

**Desequilibrio de calcio y fósforo:** Una hiperfosfatemia por un aumento de fósforo en la dieta o una proporción inadecuada entre calcio y fósforo, la cual debe ser 2:1, que también se ve afectada por una hipocalcemia debido a la poca ingesta de este mineral en la dieta o por la eliminación del calcio a nivel renal y acumulación del fósforo que no se elimina a nivel renal y se acumula o por deficiencia en la vitamina D3 afecta negativamente la mineralización ósea, causando la EMO. (Mitchell, 2018)

**Falta de exposición a Luz ultravioleta:** La vitamina D3 se sintetiza en la piel en respuesta a la exposición a la luz ultravioleta (UVB), por esto cuando no hay un manejo adecuado integral del paciente y no tiene acceso a la luz solar natural o a iluminación artificial adecuada por medio de lámparas de luz ultravioleta, puede resultar en una deficiencia de vitamina D3. Esto a su vez afecta la absorción de calcio en el intestino y la regulación del calcio en la sangre. La EMO por esta causa se da principalmente en reptiles, estos en general necesitan unos rayos UVB de 280-320, estos pueden ser emitidos por una lámpara o recibidos directamente por los rayos del sol (Divers, 2019)

Aparte de un desbalance nutricional, la enfermedad metabólica ósea puede darse por afecciones secundaria como:

***Hiperparatiroidismo nutricional secundario:***

Es una deficiencia o alteración en la relación calcio/fósforo. Se da por una liberación excesiva o prolongada de la hormona paratiroidea (PTH) por parte de la glándula paratiroidea, la cual hace que se dé una extracción del calcio que se encuentra almacenado en los huesos y es liberado al torrente sanguíneo para compensar una hipocalcemia o una hiperfosfatemia, causando una desmineralización del hueso, reemplazándolo con tejido conectivo. La producción de la hormona paratiroidea se da cuando el cuerpo detecta un bajo nivel de calcio en el torrente sanguíneo y busca extraer el almacenamiento de

este mineral que se encuentra en los huesos.

18

Cuando el hiperparatiroidismo es crónico no solo se ven afectados los huesos del paciente, esto afecta el sistema cardiaco, haciendo que se den latidos irregulares con taquicardia, debilidad muscular, temblores, fatiga y problemas neurológicos. (Villa y Rico,2019) (Jaramillo et al., 2015) (Ortega, 2016)

### ***Hiperparatiroidismo renal secundario:***

Esta enfermedad se da por una falla en la filtración glomerular, haciendo que no se elimine correctamente el fósforo causando una hiperfosfatemia, alterando la relación calcio/fósforo que debe ser 2:1 respectivamente (Mader, 2006). Esta enfermedad se presenta cuando hay insuficiencia renal crónica avanzada, cuando disminuye la síntesis de vitamina D3, se da una hipocalcemia y se da un aumento de la PTH de forma crónica, generando una EMO. (Moreta et al., 2022)

En resumen, la fisiopatología de la enfermedad metabólica ósea en animales y humanos. Esta involucra una interacción compleja entre la ingesta de calcio, fósforo y vitamina D, la exposición a los rayos ultravioleta (Obregon, 2017)

## **Signos clínicos**

Los signos clínicos varían según el grado de la enfermedad, la edad del paciente y el tipo de deficiencia, al iniciar la enfermedad se puede evidenciar claudicaciones leves y cuando va progresando hasta volverse crónica se evidencian fracturas espontaneas y recurrentes he incapacidad para incorporarse las deficiencias que puede causar son:

### ***Raquitismo:***

Es una baja mineralización de la matriz o medula ósea en animales que están en crecimiento o desarrollo. Generan una osificación endocondral deficiente en las placas de crecimiento epifisarias, las cuales pueden verse

engrosadas por una acumulación de osteoide. Se pueden evidenciar huesos arqueados y en las radiografías se evidencian zonas radiolúcidas en la epífisis. Está más relacionado con deficiencias de vitamina D y/o fósforo, también por hipocalcemia. (Blasio, 2017). En ayudas diagnósticas Podemos encontrar los niveles de vitamina D y fósforo disminuidos, además la fosfatasa alcalina la encontraremos aumentada debido a un aumento en la actividad osteoclástica y también estará aumentada la creatín quinasa ya que hay una alteración muscular porque el animal se encuentra postrado o presenta hipocalcemia. (Pallarés et al., 2012) Aparte de evidenciarse los huesos arqueados en las diferentes especies, también es común encontrar debilidad, incapacidad para ponerse de pie, claudicaciones, dolor, debilidad muscular, en las aves propiamente se ve deformidad en el pico y en los reptiles se evidencian alteraciones en las escamas.

### ***Osteomalacia:***

Se da un reblandecimiento del hueso debido a la desmineralización. Su diferencia con el raquitismo es que se da en animales adultos. La relación entre el mineral óseo y la matriz ósea es baja. (Contreras et al., 2022) Se da principalmente por bajos niveles de vitamina D. generalmente al principio de la enfermedad no se evidencian signos clínicos, pero cuando va avanzando se evidencian dolores en los huesos afectados y debilidad muscular, también se presentan espasmos musculares cuando hay hipocalcemia severa. También se evidencian claudicaciones, emaciación, rigidez y huesos curvos Para el diagnóstico se evidencian niveles bajos de vitamina D, fósforo y calcio, y se ven aumentados los niveles de la hormona paratiroidea y la fosfatasa alcalina. En los rayos X se evidencian huesos con pérdida de densidad. Para tratarla se debe saber cuál es la causa, y suplementar vitamina D, calcio o fósforo. (Quesada et al., 2016)

### ***Osteoporosis:***

Es una enfermedad del sistema esquelético donde el hueso pierde

densidad ósea y hay un deterioro en su microarquitectura, puede causar una 20  
deficiencia en la osificación del cartílago en animales jóvenes. Esta causa una  
debilidad ósea y predispone a que se den fracturas. La relación entre el mineral  
óseo y la matriz ósea es normal. (Osorio, 2022).

Cuando el animal alcanza una edad adulta, la síntesis y reabsorción de la masa  
ósea es equivalente, pero cuando tienen una edad avanzada la masa ósea  
disminuye, aun no se tiene claro por qué hay una pérdida en la densidad ósea  
con la edad, pero factores como la disminución de niveles de vitamina D3 y  
calcio, hacen que los niveles de la hormona PTH aumenten y esta hace que el  
calcio salga del hueso, haciendo que disminuya la densidad ósea y así  
causando la osteoporosis. (Hermoso de Mendoza, 2003) En las aves es más  
común, debido a la constante producción de huevos que requiere grandes  
cantidades de calcio. En tortugas es común ver osteoporosis en la columna  
vertebral evitando que puedan nadar, de resto los signos son similares en  
diferentes especies.

### ***Osteodistrofia fibrosa:***

Es una patología que se da por una deficiencia de calcio en el organismo  
o un alto consumo de fósforo en la dieta (osteodistrofia fibrosa primaria) o  
deficiencia en vitamina D3 (osteodistrofia secundaria), esto causa una  
reabsorción osteoclástica del osteoide y reemplaza la matriz ósea por tejido  
celular conectivo denso. Por lo general se da por la elevación de la PTH, y  
afecta principalmente los huesos de la cara y la mandíbula. (Aguilar et al.,  
2005). Esta causa debilidad en los huesos, pero a su vez un engrosamiento,  
principalmente en huesos de cráneo, haciendo que sea difícil la deglución, pero  
también puede afectar los huesos del miembros torácicos o pélvicos. (Agra et  
al., 2019)

Los signos clínicos tempranos en general en todas las especies son letargia,  
intolerancia al ejercicio, anorexia, impactación del contenido fecal, temores en  
músculos y hidroceloma asociada a una insuficiencia cardíaca (Aguilar et al.,  
2005)

Los signos clínicos en general de estas 4 patologías son claudicaciones, 21  
fracturas espontaneas, deformidades Oseas, dolor en huesos, incapacidad para  
masticar y comer, anorexia. (Blasio, 2017) (Osorio, 2022)

### Diagnóstico

Cuando se sospecha de EMO, se puede diagnosticar mediante estudios radiológicos, donde se evidencia una disminución de la densidad ósea del paciente, esto hace que los huesos en la radiografía se vean más radiolúcidos. Se debe tener en cuenta que la alta frecuencia cardiaca en la mayoría de animales de compañía no convencionales puede dificultar la toma de una buena radiografía, por eso se debe considerar la sedación del paciente. (Jiménez et al., 2009) También al indagar sobre su dieta y examen físico y como ayudas

diagnósticas, medir los niveles de calcio sérico, fósforo y los niveles de fosfatasa alcalina, los cuales si están altos puede inferir que el paciente tiene EMO. (Godiño, 2023)

También es importante medir los niveles de vitamina D y hormona paratiroidea, los cuales varían según la especie (Osorio, 2022).



*Ilustración 1. Pérdida de la densidad ósea en iguana. (Jiménez et al., 2009)*

### Manejo del paciente

Dependiendo del grado de la enfermedad y la edad del paciente. Si es un animal joven y la enfermedad no está muy avanzada se sugiere un cambio en la dieta y mantener reposo para evitar fracturas o lesiones.

Si ya la enfermedad se encuentra avanzada, se sugiere suplementar el calcio con carbonato de calcio para lograr un balance ideal de calcio-fósforo, el cual debe estar 2:1. También se puede suministrar gluconato de calcio al 10% en los casos más graves, si este se va a suministrar por vía intravenosa se debe tener cuidado ya que puede causar taquicardia también se puede hacer manejo del dolor con AINES. Además, se debe suplementar la vitamina D, pero no por vía parenteral porque puede ser tóxico, y es de gran importancia recibir rayos ultravioletas (Osorio, 2022).

*Tabla 2. Medicamentos a utilizar en caso de EMO con dosis en diferentes especies*

	<b>Mamíferos (Hurones, conejos, cobayos)</b>	<b>Aves</b>	<b>Reptiles</b>
<b>Carbonato de calcio</b>	25-50 mg/kg/día/PO/IM	1.5 g/ave/SID/ PO/IM	<b>500 mg/kg/IM/PO</b>
<b>Calcio EDTA</b>	30 mg/kg/ BID/ PO/IM	50-100 mg/kg/BID/ PO/IM	<b>10-40 mg/kg/ BID/ PO/IM</b>
<b>Gluconato de calcio</b>	5-15 mg/kg/h/ PO/IM	100 mg/kg/SID/ PO/IM	<b>100 mg/kg/SID/IM/PO</b>

<b>Vitamina D</b>	110 UI/kg/SID/ PO/IM	3300-6600UI/kg/ PO/IM	<b>400 UI/kg// PO/IM</b> 23
<b>Carprofeno</b>	2 mg/kg/BID	1-5 mg/kg/BID	<b>1-2mg/kg SID</b>
<b>Meloxicam</b>	0.2-0.3 mg/kg/SID/PO/SC/IV	1 mg/kg/SID/ PO/SC/IV	<b>0.1-0.5 mg/kg/SID/IV/PO/ SC</b>
<b>Ketoprofeno</b>	<b>1-3 mg/kg/SID/SC/IM/IV</b>	<b>1-5 mg/kg/SID/ SC/IM/IV</b>	<b>2 mg/kg/SID/ SC/IM/IV</b>

(Montesinos y Ardiaca, 2022) (Ramsey, 2015)

Las fracturas en huesos largos pueden sanar bien, si se contienen a los animales para reducir el movimiento, pero cuando se compromete las vértebras o la médula espinal el pronóstico del paciente es malo. (Meredith y Redrobe, 2012)

### **Conclusiones.**

1. La enfermedad metabólica ósea es una de las enfermedades de mayor importancia en los animales de fauna silvestre que están bajo el cuidado humano, debido a que sus cuidadores no les brindan las condiciones necesarias para cubrir sus necesidades. Los animales que están en libertad no presentan dicha enfermedad ya que los animales regulan su dieta y cubren sus necesidades.
2. La dieta inadecuada es una de las principales causas de la enfermedad metabólica ósea, debido al desbalance nutricional y hormonal que puede causar.
3. Se puede presentar en todas las especies, pero es más común verla en reptiles.
4. A lo largo de la experiencia adquirida en las prácticas profesionales y durante la investigación para esta revisión bibliográfica, se evidenció que el desconocimiento de las personas que tienen bajo su responsabilidad a animales de compañía no convencionales, es una de las principales causas de enfermedades como la EMO, por eso es muy importante concientizar a los propietarios, médicos veterinarios y criadores, sobre el manejo adecuado de las diferentes especies y como satisfacer sus necesidades fisiológicas, como una dieta balanceada y una correcta exposición a los rayos ultravioleta.
5. Es muy importante la clínica del paciente para llegar a un diagnóstico acertado, pero las ayudas diagnósticas como pruebas químicas e imágenes diagnósticas son esenciales.
6. Lastimosamente en animales de compañía no convencionales y en la medicina veterinaria en general no se encuentra tanta bibliografía científica en comparación de la medicina humana.
7. Cuando el animal presenta signos de cualquier enfermedad debe ser

llevado rápidamente al médico veterinario, ya que enfermedades digestivas por ejemplo pueden afectar la absorción de calcio a nivel intestinal, o la ingesta de alimentos y puede causar EMO.

1. Agra, A., Bianguli, A., Rodriguez, R., Gonçalves, P., M, V., & Borghesi, J.(2019). Osteodistrofia fibrosa em equinos: revisão deliteratura. *Revista saúde - ung-ser*.
2. Aguilar, R., Hernandez, S., & Hernandez, S. (2005). *Atlas de medicina terapéutica y patológica de animales exóticos*. Buenos Aires, Argentina: Inter-medica.
3. Blasio, A. (2017). Alimentación de fauna silvestre. *Universidad autónoma de estado de México*.
4. Cifuentes, M. (2011). Metabolismo del calcio y fosforo. *INTA*, 48-50.
5. Contreras, V., Cevillac, A., Garcia, M., y Muñoz, M. (2022). Enfermedades metabólicas óseas: osteomalacia. *Science Direct*, 3527-3536.
6. Divers, S. J. (2019). *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. Elsevier.
7. Godiño, L. (2023). Enfermedad ósea de Paget: 1877–2023. Etiología y manejo de una enfermedad en transición epidemiológica. *Science Direct*.
8. Hermoso de Mendoza, M. (2003). Classification of osteoporosis. Risk factors. Clinical manifestations and differential diagnosis. *Scielo*.
9. Jaramillo, C., Zapata, J., Agudelo, P., Sanchez, L., Garcia, L., & Aguilar, L. (2015). Hiperparatiroidismo nutricional de origen

10. Jiménez, J., Domingo, R., Crosta, L., & Martínez, A. (2009). *Manual clínico de animales exóticos*. Barcelona, España: Multimédica ediciones veterinarias.
11. Juan-Sallés, C., Almagro, V., Carbonell, L., Valls, X., Montesinos, A., & Fernández-Bellón, H. (2021). Enfermedades metabólicas, de depósito, nutricionales, de manejo, neoplásicas y del desarrollo de anfibios en cautividad: estudio retrospectivo de 131 pacientes. *Clin Vet Peq Anim*, 163-174.
12. Klein, B. (2014). *Cunningham Fisiología veterinaria*. Barcelona: Elsevier.
13. Mader, D. (2006). *Reptile medicine and surgery*. Long Beach, California.
14. Meredith, A., & Redrobe, S. (2012). *Manual de animales exóticos*. España: Lexus.
15. Mitchell, M. A. (2018). *Manual of Exotic Pet Practice*. Elsevier.
16. Montesinos, A., & Ardiaca, M. (2022). *Guía de terapéutica en animales exóticos*. Barcelona, España: Multimédica ediciones veterinarias.
17. Moreta, H., Duberli, S., Delgado, M., & Merchán, D. (2022). Hiperparatiroidismo secundario insuficiencia renal. *Recimundo*.
18. Obregón, V. (2017). Hiperparatiroidismo en pequeños animales. *Corporación Universitaria Lasallista*.
19. Orós, J. (2008). *Atlas de patología en reptiles*. Buenos Aires, Argentina: Inter-medica.

20. Ortega, E. (2016). Caracterización de la formación ósea por imagenología e histopatología en anfibios de la especie *Agalychnis spurrelli*, dentro del centro de conservación Balsa de sapos. *Facultad de ciencias de la salud UDLA*.
21. Osorio, M. (2022). Enfermedad Metabólica Ósea (EMO) en un ejemplar juvenil de zarigüeya (*Didelphis marsupialis*) del hogar de paso CARDER-APAP del municipio de Pereira, reporte de caso: *Corporación universitaria Lasallista*.
22. Pallarés, J., Gomez, S., Sanchez, P., y Lopez, M. (2012). Raquitismo en cerdos en crecimiento. *AN.VET*, 111-116.
23. Quesada, A., Sanchez, M., Hidalgo, C., Montilla, C., y Del pino, J. (2016). Osteomalacia. *Elsevier*, 909-914.
24. Ramsey, I. (2015). *Vademecum farmacológico para animales exóticos*. Lexus.
25. Sadhir, S., Eller, A., Canington, S., & Sholts, S. (2022). Investigación de factores de enfermedades óseas metabólicas en babuinos (*Papio spp.*) utilizando colecciones de museos. *National Library of Medicine*.
26. Uhl, E. (2018). La patología de la deficiencia de vitamina D en animales domésticos: una visión evolutiva y comparativa. *Science Direct*.
27. Villa, M., & Rico, J. (2019). Hiperparatiroidismo nutricional Secundario o "coquera": ¿es el biomarcador ctx el futuro para su diagnóstico?

28. Zanuya, V., & Carranzab, H. (2007). Metabolismo, fuentes endógenas y<sup>29</sup> exógenas de vitamina D. *Elsevier*, 63-70.