



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM AMECAMECA

LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“SERPIENTES: ATENCIÓN Y CUIDADOS EN CAUTIVERIO”

TESINA QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

AARÓN HERNÁNDEZ CORDERO

ASESOR

DR. PEDRO ABEL HERNÁNDEZ GARCÍA

COASESOR

DR. ENRIQUE ESPINOSA AYALA

Amecameca, Estado de México, Septiembre del 2019

## ÍNDICE

Índice de figuras.....	VI
Índice de cuadros .....	IX
Dedicatoria.....	X
Agradecimientos .....	XI
Resumen .....	XII
1. Introducción.....	1
2. Objetivos generales .....	2
2.1. Objetivos Particulares .....	2
3. Planteamiento del problema.....	3
4. Metodología.....	4
5. Desarrollo del tema.....	6
5.1. Características de los reptiles .....	6
Tortugas ( <i>Testudines</i> o <i>Chelonia</i> ).....	6
Lagartijas ( <i>Lacertilia</i> ).....	7
Cocodrilos ( <i>Crocodylia</i> ) .....	7
Serpientes ( <i>Serpentes</i> ) u Ofidios ( <i>Ophidia</i> ) .....	8
5.2. Historia de las serpientes .....	9
5.3. Características generales de las serpientes.....	15
5.3.1. <i>Boidae</i> y <i>Pythonidae</i> .....	15
5.3.2. <i>Colubridae</i> .....	16
5.3.3. <i>Viperidae</i> .....	17
5.4. Clasificación de serpientes como mascotas no convencionales.....	18

<b>5.5. Anatomía y fisiología de la serpiente</b> .....	25
<b>5.5.1. Anatomía general externa</b> .....	25
<b>5.5.2. Sistema tegumentario (piel)</b> .....	26
<b>5.5.3. Anatomía general interna</b> .....	27
<b>5.5.4. Sistema esquelético</b> .....	28
<b>5.5.5. Sistema cardiovascular</b> .....	29
<b>5.5.5.1. Fisiología cardíaca</b> .....	31
<b>5.5.5.2. Hematología</b> .....	32
<b>5.5.6. Sistema respiratorio</b> .....	34
<b>5.5.6.1. Fisiología pulmonar</b> .....	35
<b>5.5.6.2. Metabolismo anaerobio</b> .....	37
<b>5.5.7. Termorregulación</b> .....	38
<b>5.5.7.1. Mecanismos de termorregulación</b> .....	39
<b>5.5.7.2. Fiebre conductual</b> .....	40
<b>5.5.8. Anatomía digestiva</b> .....	41
<b>5.5.8.1. Dentición</b> .....	41
<b>5.5.8.2. Aparato digestivo</b> .....	44
<b>5.5.9. Fisiología digestiva</b> .....	46
<b>5.5.9.1. Veneno</b> .....	47
<b>5.5.9.2. Absorción y metabolismo de nutrientes</b> .....	48
<b>5.5.10. Anatomía renal</b> .....	50
<b>5.5.10.1. Sistema porta-renal</b> .....	51
<b>5.5.11. Fisiología renal</b> .....	51
<b>5.5.12. Anatomía reproductiva</b> .....	52

<b>5.5.12.1. Anatomía del macho</b> .....	52
<b>5.5.12.2. Anatomía de la hembra</b> .....	53
<b>5.5.12.1.1. Serpientes ovíparas</b> .....	53
<b>5.5.12.1.2. Serpientes ovovivíparas</b> .....	54
<b>5.5.12.1.3. Serpientes vivíparas</b> .....	54
<b>5.5.13. Determinación sexual</b> .....	55
<b>5.5.13.1. Método de sexado por sondeo</b> .....	55
<b>5.5.13.2. "Popping" (explotar)</b> .....	56
<b>5.5.13.3. Dimorfismo sexual</b> .....	57
<b>5.5.14. Fisiología reproductiva</b> .....	57
<b>5.5.14.1. El macho. Almacenamiento de esperma</b> .....	57
<b>5.5.14.2. La hembra. El ciclo de maduración ovárica</b> .....	57
<b>5.6. Alimentación en cautiverio</b> .....	58
<b>5.6.1. Factores que afectan la composición nutricional de la presa</b> .....	62
<b>5.6.2. Riesgos en la alimentación de los ejemplares</b> .....	64
<b>5.7 Legislación de la Vida Silvestre en México</b> .....	65
<b>5.7.1. CITES</b> .....	65
<b>5.7.1.1 Lista de especies</b> .....	66
<b>5.7.1.2. Apéndice I</b> .....	66
<b>5.7.1.3. Apéndice II</b> .....	66
<b>5.7.1.4 Apéndice III</b> .....	67
<b>5.8. CITES en México</b> .....	67
<b>5.9. Cuidado de las serpientes en cautiverio (Terrarios)</b> .....	68
<b>5.9.1. Sustrato</b> .....	68

<b>5.9.2. Temperatura</b> .....	69
<b>5.9.3. Humedad</b> .....	69
<b>5.9.4. Ventilación</b> .....	70
<b>5.9.5. Iluminación y exposición solar</b> .....	70
<b>5.9.6. Agua</b> .....	71
<b>5.9.7. Limpieza</b> .....	71
<b>5.9.8. Alojamiento con diferentes especímenes</b> .....	71
<b>5.10. Manejo</b> .....	72
<b>5.10.1. Captura y contención</b> .....	72
<b>5.10.1.1. Método físico</b> .....	72
<b>5.10.1.2. Método químico</b> .....	75
<b>5.10.2. Manejo de serpientes venenosas</b> .....	75
<b>5.11. Medicina preventiva</b> .....	78
<b>5.11.1. Examen físico general</b> .....	79
<b>5.12. Zoonosis</b> .....	80
<b>6. Conclusión</b> .....	82
<b>7. Bibliografía:</b> .....	83

## Índice de figuras

Figura 1. Fósil de serpiente extintas <i>Eupodophis descouens</i> . ....	9
Figura 2. Representación de Titanoboa ( <i>Titanoboa cerrejonensis</i> ).....	10
Figura 3. Representación de la serpiente como algo negativo y positivo. ....	11
Figura 4. Representación de la serpiente en diversas culturas desde la antigüedad. ....	12
Figura 5. Escultura de Kukulcán proveniente de Chichén-Itzá. ....	13
Figura 6. El Códice Mendoza, primera página del código, donde se muestra la alegoría Fundacional de México-Tenochtitlan.....	15
Figura 7. Familia <i>Boidae</i> y <i>Pythonidae</i> .....	16
Figura 8. Familia <i>Colubridae</i> y <i>Elapidae</i> .....	17
Figura 9. Características de la Familia <i>Viperidae</i> . ....	18
Figura 10. Pitón Real.....	19
Figura 11. Serpiente de Maíz. ....	20
Figura 12. Serpiente Rey California. ....	21
Figura 13. Mazacuata. ....	22
Figura 14. Pitón Birmana. ....	23
Figura 15. Víbora de Wagner. ....	24
Figura 16. Escamas adaptadas para la movilidad. ....	25
Figura 17. Variaciones de color y forma de escamas. ....	26
Figura 18. Regiones anatómicas de las serpientes.....	27
Figura 19. Esqueleto de la serpiente. ....	28
Figura 20. Tercio craneal, donde se eliminaron las estructuras que rodean al corazón.....	29
Figura 21. Anatomía general del corazón.....	30
Figura 22. Ciclo cardiaco de las serpientes y tortugas.....	31

Figura 23. Extracción de sangre y morfología de las células sanguíneas. ....	32
Figura 24. Diagnostico y atención en medicina de mascotas no convencionales. ....	33
Figura 25. Adaptación para la ingestión de presas. ....	34
Figura 26. Adaptaciones del sistema respiratorio. ....	35
Figura 27. Procesos patológicos que comprometen el sistema respiratorio. ....	36
Figura 28. Adaptaciones de un metabolismo anaerobio. ....	37
Figura 29. Importancia de la termorregulación para su supervivencia. ....	38
Figura 30. Mecanismos de termorregulación. ....	39
Figura 31. Modificación del comportamiento causado por procesos patológicos. ....	40
Figura 32. Cavidad oral de Mazacuata ( <i>Boa constrictor imperator</i> ) dentición Aglifa. ....	41
Figura 33. Colmillos de una serpiente opistoglifa. ....	42
Figura 34. Colmillos de serpiente con dentadura proteroglifa, Mamba verde ( <i>Dendroaspis angusticeps</i> ). ....	43
Figura 35. Colmillos de Serpiente con Dentadura Solenoglifa. Serpiente de Cascabel ( <i>Crotalus sp.</i> ). ....	43
Figura 36. Estructuras del tracto digestivo craneal. ....	44
Figura 37. Características del aparato digestivo de las serpientes. ....	45
Figura 38. Estructuras importantes en la conservación de agua. ....	45
Figura 39. Inicia proceso de digestión y proceso de digestión finalizado. ....	46
Figura 40. Extracción de veneno de serpiente perteneciente a la familia Viperidae. ....	48
Figura 41. Anatomía general del sistema renal. ....	51
Figura 42. Hemipenes prolapsados. ....	53

<b>Figura 43. Huevos de serpiente de maíz (<i>Pantherophis guttatus</i>).....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 44. Crías de mazacuata (<i>Boa constrictor</i>) envueltas en una placenta.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 45. Diferencia entre macho y hembra.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 46. Evaginación de estructuras reproductoras en serpiente. ....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 47. Diferencias estructurales en la porción caudal de las serpientes.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 48. Adaptaciones a un tipo de presa en específico.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 49. Procesos utilizados para la cria y reproducción de alimento para mascotas no convencionales y consumo de presa.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 50. Presas vivas.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 51. Deficiencias nutricionales de las presas.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 52. Método de sacrificio. técnica de dislocación cervical. ....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 53. Instrumentos Utilizados para el Manejo de Serpientes.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 54. Anestesia general y mantenimiento de un ejemplar de <i>Micrurus spp.</i>.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 55. Esquema de manejo de una mordedura de serpiente.....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 56. Cambio de paradigma en la tenencia de una mascota. ....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 57. Deficiencias en el alojamiento de las serpientes.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 58. Interacción de los reptiles con poblaciones vulnerables (niños). ....</b>	<b>81</b>

## **Índice de cuadros**

<b>Cuadro 1. Características de las presas usadas para la alimentación de serpientes. ....</b>	<b>62</b>
<b>Cuadro 2. Composición nutrimental proximal de algunas presas.....</b>	<b>63</b>
<b>Cuadro 3. Especies incluidas en los apéndices de CITES en México para el 2016. ....</b>	<b>68</b>
<b>Cuadro 4. Preferencias ambientales en diferentes especie de reptiles .....</b>	<b>70</b>

## **Dedicatoria**

### **- A mis padres José Luis y Ma. Antonia**

Quien, con su amor, motivación, comprensión e infinita paciencia, me apoyaron en todo momento. Gracias a ustedes, eh llegado a ser una persona de bien.

### **- A mi hermana Sofia**

A veces nuestras formas de pensar pueden chocar y ocasionar algún conflicto, sin embargo, sé que en el fondo (muy en el fondo), siempre me has apoyado a tu manera, por esto y por otras cosas, gracias.

### **- A mis tíos Demetrio, Ma. Edith y Luis Ricardo asi como a mi abuelita Guadalupe.**

Por todas las palabras de aliento que me han brindado a lo largo de mi formación académica, así como el apoyo en situaciones extraescolares.

### **- A mis Asesores**

Dr. en C. Pedro Abel Hernández García y Dr. Enrique Espinosa Ayala, por su amistad, paciencia y haber compartido sus conocimientos en la coordinación de este trabajo, gracias.

### **- A la Universidad Autónoma del Estado de México**

Por haberme abierto las puertas de esta institución y brindarme la oportunidad de estudiar Medicina Veterinaria y Zootecnia, además de formarme como un profesionista y darme grandes satisfacciones durante mi estancia en ella.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Autónoma del Estado de México, por permitirme formar parte de la comunidad universitaria y ser la institución que me ofreció mi formación como profesionista, gracias.

A todos y cada uno de los profesores que participaron en mi formación académica y por compartir conmigo sus experiencias, sabiduría y consejos, gracias.

A todos mis amigos y compañeros de clase, por ser las personas con las cuales conviví durante la estancia en el C.U. UAEM Amecameca.

## **Resumen**

La salud y bienestar en especies no convencionales, es una rama de la medicina veterinaria que ha evolucionado de gran manera en los últimos años. El conocimiento de las especies consideradas como mascotas no convencionales requiere un amplio abanico de información que indique las características fisiológicas, ambientales y etológicas de aquellos individuos que pueden aparecer en la consulta veterinaria, obligando a los profesionales de la salud animal a capacitarse de forma constante en la adquisición de conocimiento y habilidades que les permitan enfrentarse a un nuevo cambio en la tenencia de mascotas. Las serpientes al ser animales con características particulares, requieren mayor atención en su mantenimiento en cautiverio, desde la alimentación básica para su supervivencia (tipo de presa, condición corporal que esta debe poseer para cumplir con un requerimiento nutricional, así como los intervalos de alimentación idóneos al tipo de comportamiento que presentan las diferentes especies de serpientes), los manejos que requieren estos animales para evitar algún tipo de percance que ponga en peligro tanto al ejemplar, como al propietario y las condiciones ambientales que debe poseer, tratando de imitar las condiciones ambientales que presenta su hábitat en la naturaleza (temperatura, humedad, N° de horas luz, etc.); la elaboración de este trabajo cuenta con información recopilada de diferentes fuentes bibliográficas, para simplificar la búsqueda de dicho material y se pueda obtener una visión más detallada de su cuidado y mantenimiento en cautiverio de ejemplares que son considerados, como mascotas no convencionales.

## 1. Introducción

La medicina en las especies silvestres es relativamente nueva y el interés de esta práctica ha ido creciendo a través del tiempo. Hoy en día el aumento de animales silvestres como mascotas es evidente, así como el número de casos de estos animales en las clínicas veterinarias y el número de centros dedicados a su conservación y rehabilitación (Barragán & Karol, 2002). Por esta razón se hace necesario ahondar en el conocimiento en estas especies, para contribuir con su bienestar, ampliando los conocimientos en los procesos patológicos, aspectos básicos de su fisiología y anatomía que las separan del resto de los animales y poder realizar manejos adecuados para la conservación de la salud de estos ejemplares, que son reconocidos en la actualidad como mascotas no convencionales (Müller et al., 2012).

Tal es el caso de los reptiles, ya que México tiene una gran riqueza en estas especies. Se conocen 864 especies distribuidas por todo el territorio y es considerado como el segundo lugar a nivel mundial en diversidad de estas especies, después de Australia (CONABIO, 2017). Los reptiles son uno de los grupos taxonómicos más antiguos de los que se tiene conocimiento, y en los últimos 10 años, se han desarrollado diversos avances en su mantenimiento en cautiverio, lo que da como resultado un incremento en el tiempo de vida de animal.

Por otra parte, la oferta y tenencia de animales silvestres como mascotas no convencionales varía entre países, en los Estado Unidos de América, existe un censo realizado por la American Veterinary Medical Association (AVMA), el cual reporta que los principales animales de compañía que se encuentran en esta categoría son: peces, hurones, serpientes y tortugas, motivo por el cual los profesionales de la salud animal se capacitan para atender este tipo de especies y evitar las posibles implicaciones que estas pueden tener en la salud pública (Climént, 2014). Por esta razón, es de importancia que las facultades y escuelas de medicina veterinaria del país, tomen en consideración la preparación de sus egresados en este campo, respondiendo a las necesidades de la sociedad.

## **2. Objetivos generales**

Elabora un manual técnico para incrementar la atención y cuidado de las serpientes empleadas como mascotas no convencionales.

### **2.1. Objetivos Particulares**

Conocer los principales cuidados de las serpientes en cautiverio que son usada como mascotas no convencionales.

Documentar las principales causas que originan los problemas de salud en las serpientes empleadas como mascotas no convencionales, así como la prevención y aparición de estas.

### **3. Planteamiento del problema**

La popularidad de los reptiles como animales de compañía ha ido creciendo en los últimos años, debido al amplio abanico de especies con que se pueden encontrar en las tiendas de mascotas en las grandes ciudades, situación que obedece a la necesidad de que los profesionales de la salud animal (Médicos Veterinarios), se capaciten en el área de mascotas no convencionales, que van desde las tradicionales tortugas terrestres y semiacuáticas a serpientes y lagartos tan diferentes como iguanas, camaleones, pogonas, geckos entre otros.

Tomando en cuenta los aspectos prioritarios de una sociedad cambiante, en donde colocan la visión en proporcionarle un trato digno a los animales domésticos convencionales y no convencionales, se puede plantear la importancia de ofrecer un buen trato en su tenencia en cautiverio, donde se incluyen los recintos adecuados para que puedan desarrollar un comportamiento natural y estos puedan a su vez, evitar situaciones de riesgo en donde estén involucrados tanto el ejemplar como el dueño.

#### **4. Metodología**

Se realizará una investigación documental, la cual consistirá en la revisión bibliográfica de artículos de carácter técnico y científico, como son los documentos publicados en Journals científicos y algunas revistas de divulgación con reconocimiento por su calidad; se emplearán principalmente bases de datos, libros, capítulos de libro, tesis y memorias entre otros. Dando como resultado, obtener información pertinente, adecuada, precisa y amplia para la elaboración de este manual.

Como parte de la búsqueda de las revistas o journals de carácter científico que se emplearán en la escritura de este documento, se pueden incluir:

- Asian Herpetological Research
- Journal of Exotic Pet Medicine
- Journal of Experimental Biology
- Journal of Herpetological Medicine and Surgery
- Journal of Molecular Phylogenetics and Evolution
- Journals - The Reptile Database
- Mesoamerican Herpetology
- Zoological Journal of the Linnean Society
- Veterinaria México OA

Una vez obtenida la información de los artículos, se elaborará una base de datos, en donde se ordenará y sistematizará la información recabada para posteriormente estructurar el documento que dará como resultado a este manual, donde se pretende resaltar el manejo, cuidado, instalaciones, salud, ambientación y alimentación de las serpientes empleados como mascotas no convencionales.

El manual se conformará con el siguiente capitulado:

Introducción

Antecedentes

- Historia de las serpientes
- Variedades de las serpientes usadas como mascotas

Anatomía y fisiología

Alimentación

Leyes de tenencia

Manejo

- Elaboración y cuidados del terrario
- Manejo de serpientes venenosas en cautiverio

Medicina preventiva

Zoonosis.

Todos los documentos consultados para la elaboración de este manual serán reportados en la parte de literatura citada.

El diseño y escritura de este manual tendrá la única finalidad de proporcionar al lector, la información documental necesaria para el mantenimiento en cautiverio de este tipo de mascotas no convencionales.

## **5. Desarrollo del tema**

### **5.1. Características de los reptiles**

Los reptiles se han reconocido como grupo taxonómico desde 1768, sin embargo, en las últimas dos décadas se tiene conocimiento de que no forman un grupo natural homogéneo, ya que poseen diferentes características anatómicas y fisiológicas que los pueden diferenciar entre individuos de su propia clase (Henkel & Schmidt, 2010). Por citar un ejemplo, en el caso de los cocodrilos, comparten varias características con las aves que no presentan otros reptiles (Meneghel, 2006).

Dentro de las características que estos poseen en común se encuentran; una piel recubierta con escamas que los protegen de las condiciones climáticas e incapacidad para regular su temperatura corporal de forma autónoma. Presentan fecundación interna y su desarrollo no requiere la presencia de una forma larvaria, gracias a la formación de un huevo con una cascara compuesta principalmente de depósitos de calcio, que los protegen de la deshidratación, cuando se encuentran en desarrollo y que puede ser depositados en tierra (Estrella & Piedra, 2018).

Algunos presentan cuatro extremidades que son utilizadas para la locomoción en tierra, sin embargo, ciertos grupos taxonómicos presentan una reducción parcial o pérdida de las mismas; un ejemplo de estas características, lo podemos encontrar representado en las serpientes y algunas lagartijas, como lo son todas las especies de la familia *Anguidae* también conocidos como lagartos de cristal (Maerker *et al.*, 2016).

Los reptiles comúnmente empleados como mascotas no convencionales son: las tortugas, cocodrilos, lagartos y serpientes, los cuales poseen las siguientes características:

#### **Tortugas (*Testudines* o *Chelonia*)**

El cuerpo de las tortugas, se encuentra cubierto de una estructura denominada caparazón, donde se encuentran fusionadas las vértebras, las costillas, la cintura pélvica y pectoral; la parte ventral se le denomina plastrón (Parham *et al.*, 2015); algunas especies semiacuáticas poseen membranas interdigitales para facilitar su

desplazamiento en el agua. Los ejemplares terrestres, presentan una reducción en el número de dedos, otorgándoles mayor estabilidad. La boca está modificada y forma una especie de pico, no poseen dientes sino un borde cortante (O'Malley, 2005).

Todas las tortugas son ovíparas y en general, existe una correlación entre el tamaño del individuo y número de huevos depositados (Vitt & Caldwell, 2013). Algunas especies, pueden medir desde unos cuantos centímetros de longitud como la tortuga manchada (*Homopus signatus*) y hasta más de 2 metros de largo como (*Dermochelys coriácea*); conocida como tortuga Laud (Adler & Halliday, 2002).

### **Lagartijas (*Lacertilia*)**

Se caracterizan por poseer cuatro extremidades; la mayoría poseen párpados, con excepción de algunos miembros del infraorden *Gekkota* que incluyen todas las especies de geckos (Böhm *et al.*, 2013); habitan en diversos continentes con excepción de los lugares que presentan climas fríos. Existen individuos que sólo depositan un huevo por época reproductiva (Anolis), otros que depositan varios huevos (ovíparas) y algunos que pueden parir crías vivas (vivíparas). En este grupo existen diversas especies partenogenéticas, individuos que no requieren la presencia de un macho para la reproducción (Hernandez-Gallegos *et al.*, 2015).

Las lagartijas ocupan varios hábitats: terrestres, arborícolas, semiacuáticos y trogloditas (cavernas). Su alimentación puede variar, desde especies que son insectívoras, o carnívoras como los varanos (*Varanidae*), además de especies herbívoras, especializadas para el consumo de plantas o frutos como las iguanas (*Iguana sp.*), su tamaño va desde unos milímetros de longitud, record que estableció el camaleón enano de madagascar (*Brookesia micra*) a 1.5 metros de largo (*Varanus komodoensis*) como el dragón de Komodo (Adler & Halliday, 2002).

### **Cocodrilos (*Crocodylia*)**

Se conocen alrededor de 25 especies (Uetz, 2010) y una de sus características más importante es la presencia de osteodermos (placa ósea independiente del esqueleto) en la parte dorsal de su cuerpo, los dedos de las patas tienen

membranas interdigitales amplias, pues todas las especies son semiacuáticas (Richardson *et al.*, 2002).

Su reproducción es ovípara, las hembras construyen nidos en donde depositan los huevos y los cuidan hasta eclosionar. Los machos son muy territoriales y de mayor tamaño que las hembras (Prado *et al.*, 2012); algunas especies como el cocodrilo enano (*Osteolaemus tetraspis*) y el Caima de Cuvier (*Paleosuchus palpebrosus*) alcanzan longitudes de 1.5 m de largo, mientras que el Gaviano de Ganges (*Gavialis gangeticus*) y el cocodrilo de Nilo (*Crocodylus niloticus*) pueden llegar a medir hasta 6.5 m de largo. Los adultos se alimentan de todo tipo de vertebrados de gran tamaño, las crías y juveniles consumen insectos y pequeños vertebrados (Weigl, 2014).

### **Serpientes (*Serpentes*) u Ofidios (*Ophidia*)**

Se reconocen aproximadamente unas 3,442 especies (Uetz, 2010). Poseen un cuerpo alargado y carente de extremidades, el ojo está cubierto por una escama transparente, las escamas ventrales son alargadas y las vértebras son muy numerosas (Cai *et al* 2017).

Estas se encuentran adaptadas para proliferar en climas tropicales, sin embargo, existen especies adaptadas para vivir en climas templados, donde la temperatura puede cambiar conforme a la estación del año (Fernández-Badillo *et al.*, 2016). Las serpientes, poseen varias adaptaciones para la alimentación, ya que pueden tragar a sus presas completas, el cráneo se puede mover y las mandíbulas están unidas al frente por un cartílago que les permite expandirse, para ingerir a sus presas (Lee & Scanlon, 2002). Todas son depredadoras y su alimentación consiste en insectos, hasta vertebrados de gran tamaño e incluso otros reptiles (Cruz-Sáenz *et al.*, 2017); su reproducción es variada, existiendo ejemplares ovíparas o vivíparas, cuya adaptación les proporciona una placenta primitiva, para nutrir a su prole (Adler & Halliday, 2002), pueden medir desde unos cuantos centímetros de largo como aquellas conocidas como Anguilillas (*Leptotyphlopidae*) hasta los 10 m de longitud (*Boidae* y *Pythonidae*) boas y pitones (Vidal & Hedges, 2009).

## 5.2. Historia de las serpientes

Con aproximadamente 3,442 especies distribuidas en todos los continentes (excepto Antártida), las serpientes son consideradas como el segundo grupo de reptiles más exitoso evolutivamente (Uetz, 2010). Todas las serpientes (incluso las extintas) poseen las mismas estructuras morfológicas, como es el caso de la *Eupodophis descouensi*, el cual se encontró su fósil en Líbano y se estima que tiene una edad aproximada de 95 millones de años, esta se encuentra expuesta en el Museo Nacional de Historia Natural en París (Figura 1a), las evidencias de este fósil, según Alexandra Houssaye, sugiere que las serpientes perdieron sus extremidades como parte del proceso evolutivo (Figura 1b).



Figura 1. Fósil de serpiente extintas *Eupodophis descouens*.

Tomada: [www.vistaalmar.es](http://www.vistaalmar.es)

Durante el periodo Pleistoceno tardío y el Holoceno, la aparición megafauna (término que se utiliza para describir a animales extintos de gran tamaño, parientes de un tipo de animal más común o sobreviviente) fue común en todo el mundo, existiendo evidencias fósiles donde una serpiente de grandes dimensiones que fue nombrada por los paleontólogos como Titanoboa (*Titanoboa cerrejonensis*) presentaba una longitud de aproximadamente de 14 metros (Head *et al.*, 2009). La representación de Titanoboa se encuentra expuesta en el del Instituto Smithsonian en los Estados Unidos (Figura 2 a y b).



a



b

Figura 2. Representación de Titanoboa (*Titanoboa cerrejonensis*).

Tomado: [www.wildfact.com](http://www.wildfact.com); [www.prehistorico.wikia.com](http://www.prehistorico.wikia.com)

Se cree que la reducción del tamaño de esta especie, fue provocada por la falta de alimentos en su hábitat natural, aunado a los cambios bruscos de temperatura que ocurrieron en la antigüedad (Head *et al.*, 2009; Szentesi & Company, 2017).

Las serpientes han sido apreciadas en diversas culturas, pero repudiadas en otras. Tal es el caso de las creencias cristianas y del islam, donde ha sido relacionada con Satanás, de acuerdo a la Biblia, fue este demonio, disfrazado de una serpiente quien les otorgó a Adán y Eva el fruto prohibido (Figura 3a); Londoño, (2018) relata como Dios, castiga a la serpiente para que se arrastrará sobre su pecho, también se cuenta que existe una enemistad entre esta y la mujer, siendo el versículo traducido: “La serpiente le morderá su talón y la mujer le quebrará la cabeza” (Castillo, 1982). Este relato bíblico ha inspirado a los artistas a colocarlas en sus obras maestras, representándola como un símbolo de la lucha entre el bien y el mal (Distel, 2016). Por otra parte, existen otras teorías en donde a la serpiente se le considera como de aspecto milagroso, como la historia de Moisés y los egipcios, donde la vara o bastón de Moisés (Figura 3b), se transforma en una serpiente (Freud, 2014).



a



b

Figura 3. Representación de la serpiente como algo negativo y positivo.

Tomada de [www.josemariaarmesto.blogspot.com](http://www.josemariaarmesto.blogspot.com) y [www.gecoas.com](http://www.gecoas.com)

Por otra parte, en las religiones del antiguo Egipto, la Diosa Uadyet, (Figura 4a) representada por una cobra, es considerada como la «Señora del Cielo», representaba la fertilidad del suelo y de las aguas, su deber era proteger tanto el bajo Egipto como al Faraón (Grande & Brieva, 2017); en el lejano Oriente la serpiente es considerado un animal sagrado y protector contra las energías negativas, representando fuerza y sabiduría. Dentro de la mitología hindú, posee un papel iconográfico, ya que el Dios Shiva (Figura 4b), es representado como una cobra atada al cuello, símbolo de su dominio sobre la muerte (García, 2016).

En la China milenaria, este animal ha inspirado los diferentes métodos de defensa personal, creadas y rescatadas por artistas marciales (Figura 4c). Al sur de Asia, en el continente australiano es mencionada en la mitología aborigen australiana como la serpiente arcoíris (Figura 4d) quien pertenece al Tiempo del Sueño, una era anterior a la humanidad en donde los espíritus de los antepasados que dieron forma al mundo físico y establecieron sus normas (D'Amico & Mendoza, 2004).

De igual forma, en el continente americano han sido veneradas por gran parte de las culturas como en Mesoamérica, el ejemplo más famoso es el del dios Quetzalcóatl (Figura 4e), la Serpiente Emplumada (Torres, 2001). En las culturas de Sudamérica existe la figura mítica del Amaru (Figura 4f) o serpiente alada,

deidad de gran trascendencia en la cosmovisión de los pueblos quechua y aimara en Colombia (Delgado, 2013).



a



b



c



d



e



f

Figura 4. Representación de la serpiente en diversas culturas desde la antigüedad.  
a) egipcia b) hindú c) japonesa d) australiana e) azteca f) quechua

Tomadas de. [www.artesmarcialesgt.wordpress.com](http://www.artesmarcialesgt.wordpress.com), [www.cazamitos.com](http://www.cazamitos.com),  
[www.mitologia.wikia.com](http://www.mitologia.wikia.com), [www.historiasperdidaseneltiempo.com](http://www.historiasperdidaseneltiempo.com)

En el caso de las culturas ancestrales en México. Este reptil se considera como uno de los animales de gran relevancia desde épocas muy remotas, durante el auge de Teotihuacan su representación en los códices y pinturas, la colocaban como un símbolo del poder político (Chan, 2015). Citando algunos ejemplos; las serpientes de cascabel (*Crotalus spp*) aparece como parte de los atuendos de muchos dioses, entre los que destaca la falda que porta Coatlicue, madre de Huitzilopochtli (Taube, 2011). Para los mayas, se consideraba de gran importancia, vista como un signo de buena fortuna, agregando esculturas de estas en la decoración de templos, como se observa en la arquitectura de Chichén-Itzá (Figura 5) donde ellos adoraban a una deidad que representaban como una serpiente que se encontraba cubierta de plumas, teniendo tanto un rol de divinidad, siendo el mediador entre los antiguos monarcas de la cultura maya y como un ente maligno siendo una serpiente monstruosa que era la mascota de Kinich Ahau, deidad a la cual se le atribuía la creación del sol (Sandoval & Hellmuth, 2009).



Figura 5. Escultura de Kukulcán proveniente de Chichén-Itzá.

Tomada de: [www.quemarropa.com](http://www.quemarropa.com)

Otra cosmovisión de las serpientes en la cultura mexicana se relaciona con la fundación de Tenochtitlan, ya que según la mitología mexicana Huitzilopochtli, les ordenó que sólo construyeran su reino donde estuviera "un águila posada sobre un nopal devorando una serpiente"; la serpiente simboliza a los enemigos de México; mientras el águila simboliza que el pueblo mexicano prevalecerá sobre sus enemigos (Chávez & Ramón, 2004). Tal como se puede observar en el códice Mendoza (Figura 6) "salieron de allá, del lugar llamado Aztlán, el cual se halla en *mitad del agua*; de allá partieron para acá los que componían los siete "calpulli". Según los códices, era preciso que el dios se comunicara con los teomamaque (cargadores de dios) con el fin de anunciarles que reconocerían el sitio prometido al advertir su presencia en forma de águila posada sobre un nopal. Finalmente, encontraron el sitio señalado por Huitzilopochtli en un islote del lago de Texcoco (Smith, 1984; 2005).



Figura 6. El Códice Mendoza, primera página del códice, donde se muestra la alegoría Fundacional de México-Tenochtitlan.

Tomada de: [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

### **5.3. Características generales de las serpientes**

La mayoría de las serpientes se encuentran en climas tropicales, donde se presenta una mayor abundancia de alimento, aunado a la elevada humedad y temperatura que les proporcionan un hábitat idóneo, de igual manera se debe considerar también a las especies adaptadas a climas templados, pues tienden a hibernar en épocas donde la temperatura baja considerablemente (Achille, 2015); es indispensable conocer las características del hábitat, a la hora de elegir un animal de compañía, ya que entre las especie considerada como mascotas no convencionales, se encuentran gran parte de la familia *Boidae*, *Pythonidae* y *Colubridae*. De igual manera la familia *Viperidae* puede entrar bajo este contexto, pese a que se consideran como unas de las serpientes más venenosas del planeta (Santi *et al.*, 2016).

#### **5.3.1. *Boidae* y *Pythonidae***

Algunas especies de estas familias, son consideradas las serpientes más largas registradas en la actualidad, carecen de glándulas de veneno, por lo que atrapan a su presa enroscándose en ella (Figura 7a), además poseen unos receptores especializados en las escamas labiales superiores que utilizan para detectar la radiación infrarroja (Figura 7b) pudiendo de esta forma cazar durante la noche (Natusch & Lyons, 2012).



a



b

Figura 7. Familia a) *Boidae* y b) *Pythonidae*.

Tomadas de: [www.hagen.es](http://www.hagen.es), [www.bioenciclopedia.com](http://www.bioenciclopedia.com)

### 5.3.2. *Colubridae*

Comprende el 70% de las especies de serpientes en el planeta, y se distribuyen ampliamente en todo el planeta; la mayoría son consideradas inofensivas y generalmente son de hábitos diurnos, con ojos desarrollados y pupila generalmente circular, siendo estas características similares a las presentadas por la familia *Elapidae* (Figura 8; Sanders *et al.*, 2013). Un ejemplo de esta similitud morfológica es representada en la Figura 8: Donde a) *Lampropeltis triangulum* (Falsa Coralillo) y b) y *Micrurus distans* (Serpiente Coralillo del Occidente Mexicano); comparten características morfológicas (color, forma de ojos y pupila, además de forma de escamas), sin embargo, *Lampropeltis triangulum*, se considera constrictora (concepto utilizado para definir un método de estrangulación que utilizan las serpientes no venenosas para someter a su presa), mientras que *Micrurus distans*, posee neurotoxinas que utiliza para cazar (Rodríguez-Acosta *et al.*, 2016). Debido a esta confusión, algunos accidentes ofídicos (mordedura) pueden ocurrir, teniendo consecuencias fatales, pues las serpientes de la familia *Elapidae* son clasificadas como algunas de las más venenosas del planeta, siendo representadas por especies como la Mamba negra (*Dendroaspis polylepis*), serpiente Taipán (*Oxyuranus microlepidotus*), Coralillo (*Micrurus distans*) y Cobra real (*Ophiophagus hannah*; Meier & Stocker, 2017).



a



b

Figura 8. Familia *Colubridae* y *Elapidae*; a) *Lampropeltis triangulum* (Falsa Coralillo) y b) *Micrurus distans* (Serpiente Coralillo del Occidente Mexicano).

Tomada: todosobreserpientes.wordpress.com

### 5.3.3. *Viperidae*

Entre las características más representativas de esta familia, se encuentra una cabeza en forma triangular o de corazón la cual se encuentra bien delimitada del resto del cuerpo, la pupila es vertical, indicando hábitos nocturnos. Poseen fosetas termo receptoras que les ayudan a detectar a su presa en la oscuridad (Figura 9a; Villegas, 2018). Sus escamas corporales, poseen una estructura aquillada (cresta central) que le dan una apariencia de textura áspera (Zavala *et al.*, 2002), su forma de reproducción es ovovivípara (las crías nacen de huevos que son incubados en el interior de la hembra). Cabe mencionar que desde el momento que nacen, han desarrollado su sistema de inoculación de veneno (figura 9b; Frayre *et al.*, 2006).



a



b



c

Figura 9. Características de la Familia *Viperidae* a) foseta termorreceptora b) nacimiento de una cría c) escamas aquilladas.

Tomadas: [www.infoserpientes.com](http://www.infoserpientes.com)

#### **5.4. Clasificación de serpientes como mascotas no convencionales.**

Existen especies que son consideradas como mascotas no convencionales, las cuales son: Pitón real (*Python regius*); Serpiente de maíz (*Pantherophis guttatus*); Serpiente rey california. (*Lampropeltis getula californiae*); Mazacuata (*Boa constrictor imperator*); Pitón birmana (*Python bivittatus*); Víbora de Wagner (*Vipera wagneri*), para lo cual se ha considerado pertinente mencionar las características más relevantes que presentan.

Pitón real (*Python regius*)

**Especie no Amenazada**



Figura 10. Pitón Real.

Tomada: marta2023.blogspot.com

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Clase:** *Sauropsida*  
**Orden:** *Squamata*  
**Familia:** *Pythonidae*  
**Género:** *Python*  
**Especie:** *P. regius*

**Nombre común:** Pitón bola.

**Descripción:** Tiene un cuerpo alargado sin extremidades, recubierto de escamas de distintos colores (criadas en cautiverio), puede alcanzar una longitud de 90 cm a 1.5 metros de largo y un peso de 1.5 kg.

**Distribución natural:** África (zona tropical)

**Alimentación:** Pequeños roedores.

**Longevidad:** 20-30 años (cautiverio).

**Comportamiento social:** Animales solitarios.

**Actividad en cautiverio:** Carácter dócil, no requieren manipulación excesiva; principalmente de hábitos nocturnos.

Adaptado: Aubret, (2003)

Serpiente de maíz (*Pantherophis guttatus*)

#### **Especie no Amenazada**

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Clase:** *Sauropsida*  
**Orden:** *Squamata*  
**Familia:** *Colubridae*  
**Género:** *Pantherophis*  
**Especie:** *P. guttatus*

**Nombre común:** Serpiente de maizal



Figura 11. Serpiente de Maíz.

Tomada por: Alejandro Villanueva.

**Descripción:** Posee el cuerpo cubierto de escamas de color amarillo, con triángulos naranja y bordes negros. Alcanzan una longitud de 1.2 metros de largo y un peso de un kilogramo.

**Distribución natural:** Este de los Estados Unidos, y norte de México.

**Alimentación: crías:** Grillos y gusanos

**Adultos:** Pequeños roedores.

**Longevidad:** 15-20 años (cautiverio)

**Comportamiento social:** Animales solitarios.

**Actividad y manejo en cautiverio:** De carácter dócil, no requieren manipulación excesiva. De hábitos nocturnos.

Adaptado. Pyron, (2013)

Serpiente rey californiana. (*Lampropeltis getula californiae*)

**Subespecie no Amenazada**



Figura 12. Serpiente Rey California.

Tomada por: Aaron Hernández.

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Clase:** *Sauropsida*  
**Orden:** *Squamata*  
**Familia:** *Colubridae*  
**Género:** *Lampropeltis*  
**Especie:** *L. getula californiae*

**Nombre común:** Serpiente rey, serpiente real del este.

**Descripción:** Presentan un color base amarronado o negro, con bandas blancas o amarillentas. Alcanza un tamaño de 1.2 metros de largo y un peso de un kilogramo

**Distribución natural:** Sur de los Estados Unidos y norte de México.

**Alimentación:** Pequeños roedores.

**Longevidad:** 15-20 años (cautiverio).

**Comportamiento social:** Animales solitarios.

**Actividad y manejo en cautiverio:** De carácter dócil, no requieren manipulación excesiva. De hábitos nocturnos.

Adaptado. Mata Cruz, (2012)

Mazacuata (*Boa constrictor*)

**Especie Amenazada**



Figura 13. Mazacuata.  
Tomada por: Aarón Hernández.

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Clase:** *Sauropsida*  
**Orden:** *Squamata*  
**Familia:** *Boidae*  
**Género:** *Boa*  
**Especie:** *B. constrictor*  
**Subespecie:** *B. c. imperator*

**Nombre común:** Mazacuata y limacoa

**Descripción:** La parte superior de la cabeza posee con una nítida línea longitudinal a la altura de los ojos, de esta zona se desprenden proyecciones laterales de color negro; alcanzan longitudes de 2.5 a 4 metros de largo, con un peso de 15 kg.

**Distribución natural:** Endémica de América Central, encontrándose en Brasil, Venezuela, Colombia y el sur de México.

**Alimentación:** Pequeños mamíferos, como ratas, ratones y conejos.

**Longevidad:** 30 años (cautiverio).

**Comportamiento social:** Animales solitarios.

**Actividad y manejo en cautiverio:** De hábitos nocturnos, carácter agresivo y requiere mínima manipulación.

Adaptado. Reynolds & Henderson (2018)

Pitón birmana (*Python molurus bivittatus*)

**Especie vulnerable**



Figura 14. Pitón Birmana.

Tomada por: Aarón Hernández.

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Clase:** *Sauropsida*  
**Orden:** *Squamata*  
**Familia:** *Pythonidae*  
**Género:** *Python*  
**Especie:** *P. bivittatus*

**Nombre común:** Pitón birmana.

**Descripción:** Tienen un color negro y castaño (criadas en cautiverio presentan diversas coloraciones) miden un promedio de 3 metros de largo, pero pueden llegar a ser mucho más largas, alcanzando longitudes de hasta 5 metros con un peso aproximado de 80 kg.

**Distribución natural:** Sudeste de Asia, el este de la India, Camboya y China.

**Alimentación:** Jóvenes: Roedores e insectos; Adultas: Aves, conejos.

**Longevidad:** 30 años (cautiverio).

**Comportamiento social:** animales solitarios.

**Actividad y manejo en cautiverio:** Hábitos nocturnos y semiacuáticos, de carácter agresivo, requiere poca manipulación.

**Adaptado.** Willson (2011)

Víbora de Wagner (*Vipera wagneri*)

**Especie en Peligro Critico**



Figura 15. Víbora de Wagner.

Tomada de: [www.istockphoto.com](http://www.istockphoto.com)

**Reino:** *Animalia*  
**Filo:** *Chordata*  
**Clase:** *Sauropsida*  
**Orden:** *Squamata*  
**Familia:** *Viperidae*  
**Género:** *Vipera*  
**Especie:** *V. wagneri*

**Nombre común:** Víbora de montaña ocelada.

**Descripción:** La cabeza es relativamente grande, alargada y puede diferenciarse del cuello. La parte superior de la cabeza tiene dos manchas negras alargadas que forman una gran marca oscura en forma de V abierta. Pueden llegar a medir de 70 a 95 cm.

**Distribución natural:** Se encuentra en las montañas del este de Turquía y el noroeste de Irán.

**Alimentación:** Pequeñas aves y roedores.

**Longevidad:** 20 años(cautiverio).

**Comportamiento social:** Animales solitarios.

**Actividad y manejo en cautiverio:** Hábitos diurnos manipulación mínima, de carácter agresivo (**SERPIENTE VENENOSA**).

**Adaptado.** Stümpel, (2016)

Nota: las últimas especies mencionadas, no son recomendadas para personas que no poseen un conocimiento sobre el manejo de estas especies, debido a su comportamiento agresivo y riesgo de accidentes ofídicos (mordeduras).

## 5.5. Anatomía y fisiología de la serpiente

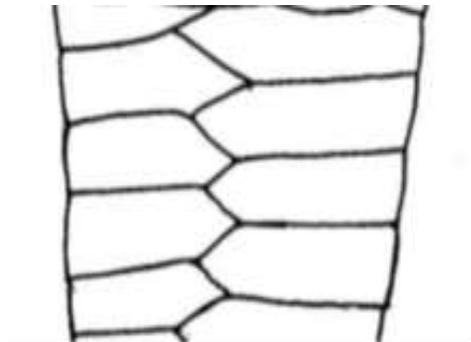
### 5.5.1. Anatomía general externa

La serpiente ha evolucionado para reptar (desplazarse sin necesidad de miembros), por lo que poseen características externas similares entre especies (Núñez, 2006). Algunas diferencias es la implementación de patrones de colores como camuflaje o para mostrar señales de aviso de peligrosidad, como el caso de la Mamba negra (*Dendroaspis polylepis*) que abre su boca para dar a notar la coloración negra que la recubre (Blaylock, 2005); otros ejemplos de esta adaptación, son las serpientes que viven entre la copa de los árboles y generalmente son verdes (camuflaje), mientras que las especies del desierto son normalmente amarillas o rojas, imitando la coloración árida del suelo (Ceballos *et al.*, 2009).

El vientre de las serpientes es siempre ligeramente aplanado y posee escamas adaptadas para desplazarse, usando una serie de diversos movimientos corporales; estas escamas son denominadas "gastropegios" (Figura 16a) y las escamas de la porción caudal a la cloaca son simplemente llamadas "escamas subcaudales" y solo son utilizadas para la identificación de algunas especies (Figura 16b; Ahumada-Carrillo *et al.*, 2016).



a



b

Figura 16. Escamas adaptadas para la movilidad; a) Gastropegios (Escamas Ventrales), b) Escamas Subcaudales.

Tomadas: [www.montesdevalsain.es](http://www.montesdevalsain.es)

### 5.5.2. Sistema tegumentario (piel)

La piel de las serpientes posee estructuras queratinizadas conocidas como escamas, las cuales presentan gran variedad de tamaños y formas (Figura 17; Berg *et al.*, 2017). Estas actúan como una barrera contra la pérdida de agua corporal y los protege contra las abrasiones físicas (Calderón *et al.*, 2008). Se distribuyen en hileras en un número más o menos estable según la especie, una característica que facilita la identificación de la serpiente (Piñera *et al.*, 2009).



Figura 17. Variaciones de color y forma de escamas.

Tomadas de: [animals.desktopnexus.com](http://animals.desktopnexus.com), [www.profesorenlinea.cl](http://www.profesorenlinea.cl)

#### 5.5.2.1. Ecdisis (muda de piel)

Para mantener el buen estado funcional y compensar el desgaste causado por la exposición a su medio ambiente, su estrato córneo (piel) se renueva periódicamente. Este proceso, que se denomina Ecdisis (o muda) y tiene como característica principal, dejar el estrato corneo antiguo en una sola pieza; la cantidad de veces en que una serpiente muda de piel, depende del estado metabólico del animal y de la edad, de forma que los animales más jóvenes, presentan este proceso, con mayor frecuencia que los adultos (Aguilar, 2017).

### 5.5.3. Anatomía general interna

Debido a la forma en como evolucionaron las serpientes, tuvieron como resultado una asimetría visceral, siendo los órganos del lado derecho más craneales y de mayor tamaño que los del lado izquierdo. Para su estudio el cuerpo de las serpientes se ha dividido en tres regiones (O'Malley, 2005): región craneal, media y caudal.

En la región craneal de la serpiente, se encuentran los órganos como el esófago, tráquea, las glándulas paratiroides: timo, tiroides y corazón. En el tercio medio se localizan: el pulmón, la continuación del esófago, el hígado, estómago, bazo, páncreas, vesícula biliar, intestino delgado proximal y un pseudo-saco de aire. La presencia de esta estructura, les permite respirar aun con el pulmón comprimido, después de la ingestión de alguna presa.

El tercio caudal es el sitio donde se localiza el intestino delgado caudal, las gónadas y glándulas adrenales, los riñones, el ciego, colon (presente como un remanente en algunas serpientes de la familia *Pythonidae*) y cloaca (Da Silva *et al.*, 2018). Al dividir de esta forma, estas tres porciones estructurales, facilita su estudio (Figura 18; Banzato *et al.*, 2012).

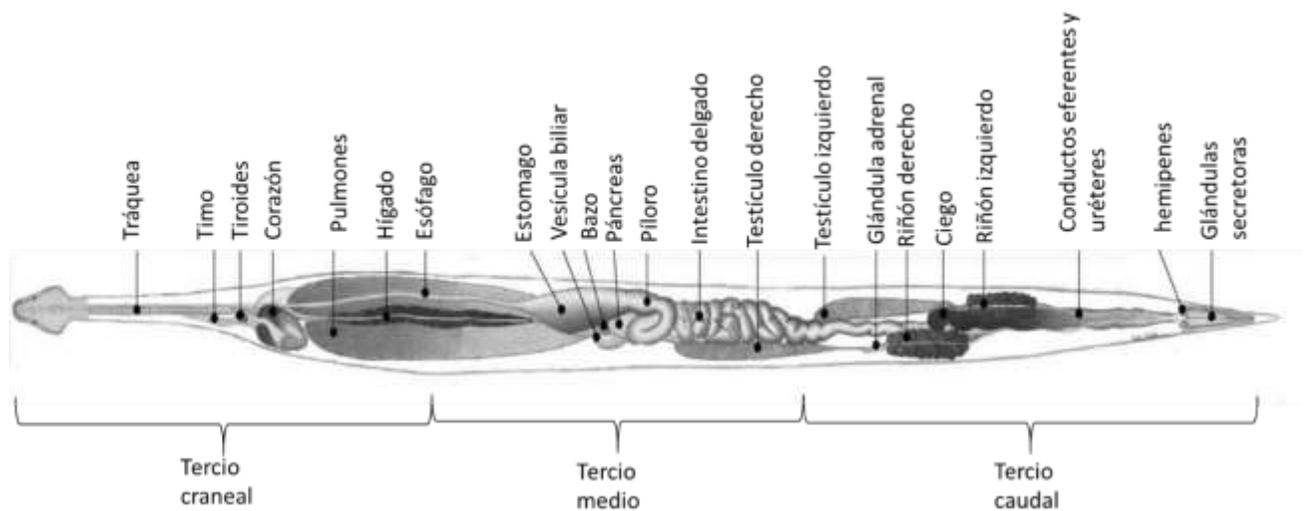


Figura 18. Regiones anatómicas de las serpientes.

Tomada Banzato *et al.*, 2012.

Hay investigación donde se han identificado la existencia de variaciones anatómicas entre distintas especies de serpientes arbóreas, terrestres y acuáticas (Aveiro *et al.*, 2006), que reflejan diferentes estrategias evolutivas para adaptarse a diversos hábitats (Banzato *et al.*, 2012). Citando algunos ejemplos, como la posición, forma o el volumen de órganos internos (Meneghel, 2006).

#### 5.5.4. Sistema esquelético

La anatomía de las serpientes resulta sumamente particular, ya que históricamente pertenecían a el grupo de tetrápodos (cuatro extremidades), que ha perdido totalmente sus extremidades (Nicodemo, 2012). El cráneo de las serpientes se encuentra conformando una serie de elementos óseos articulados, con barras maxilares (mandíbulas superiores), donde se localizan los dientes, los cuales poseen un notable grado de movimiento, al igual que la mandíbula inferior, ambas conectadas sólo por un ligamento (Figura19); por otro lado, se encuentra el neurocráneo, que conforman una unidad completamente cerrada para albergar al encéfalo y oído interno (Figura19; Crotty & Jayne, 2015).

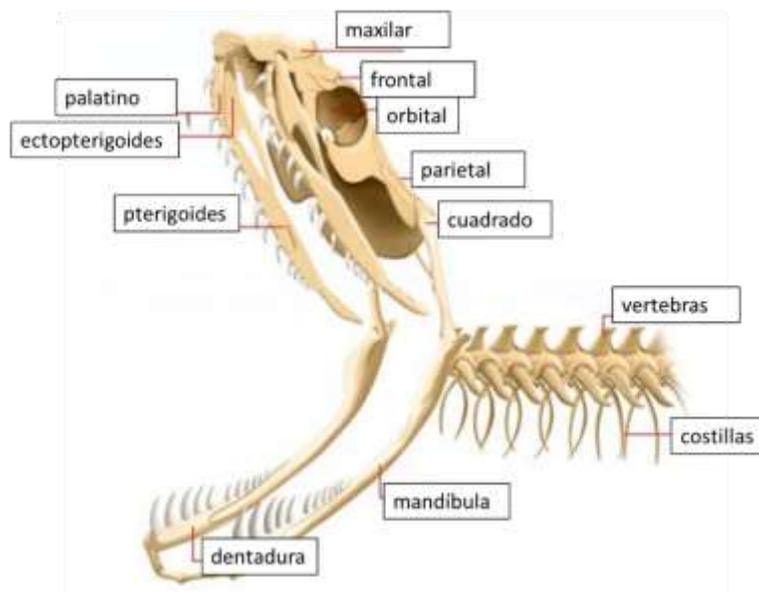


Figura 19. Esqueleto de la serpiente.

Tomada de: [www.ikonet.com](http://www.ikonet.com)

El resto del cuerpo de las serpientes posee como característica principal, la ausencia total de miembros, existiendo en algunos casos remanentes de la cintura pélvica, como en las especies de la familia *Boidae* (Rieppel, 1979; Reynolds & Henderson, 2018). Durante el proceso de adaptación para el desplazamiento sin miembros, las vértebras tienen un papel importante (Tingle *et al.*, 2017); ya que estas poseen numerosos procesos para la inserción de la musculatura axial, permitiéndoles desplazarse en cualquier ambiente, sin la presencia de miembros (Byrnes & Jayne, 2014).

#### 5.5.5. Sistema cardiovascular

Existen diversos reportes se menciona que el sistema cardiovascular de los reptiles es primitivo, cuando es comparado con el de las aves y mamíferos (Kik & Mitchell, 2005; Stephens & Rosenwax, 2017), ya que no presentan una estructura completamente definida (Figura 20), encontrándose dos patrones básicos; el primero, se encuentra en el orden *Squamata* (escamas), representados por las serpientes, lagartijas y tortugas, el cual consiste en una estructura compuesta por dos aurículas y un único ventrículo y el segundo por el orden *Crocodylia*, siendo las especies más representativas los Cocodrilos, Aligátors, Caimanes y Gaviales, el cual posee una estructura similar al corazón de los mamíferos (Gregorovicova *et al.*, 2018).



Figura 20. Tercio craneal, donde se eliminaron las estructuras que rodean al Corazón.

Tomada por: Uriel Martínez.

La aurícula derecha recibe la sangre que vuelve de la circulación sistémica (Figura 21; Wyneken, 2009); en el atrio izquierdo se recibe la sangre oxigenada de los pulmones, a través de las venas pulmonares izquierda y derecha (Jensen *et al.*, 2014), el único ventrículo está dividido en tres cámaras separadas por una pared muscular (Schroff *et al.*, 2010). Las válvulas cardiacas se encuentran en la parte superior y actúan como un mecanismo que previene, el retorno sanguíneo desde el ventrículo hacia las aurículas (Overgaard *et al.*, 1999). La serie de contracciones musculares y las variaciones de presión subsecuentes dentro del corazón pueden crear un sistema circulatorio de función dual, pudiendo sobrevivir durante periodos donde la producción de ácido láctico aumenta considerablemente, causado por tiempos prolongados de inactividad (metabolismo anaerobio) (Divers & Mader, 2005).

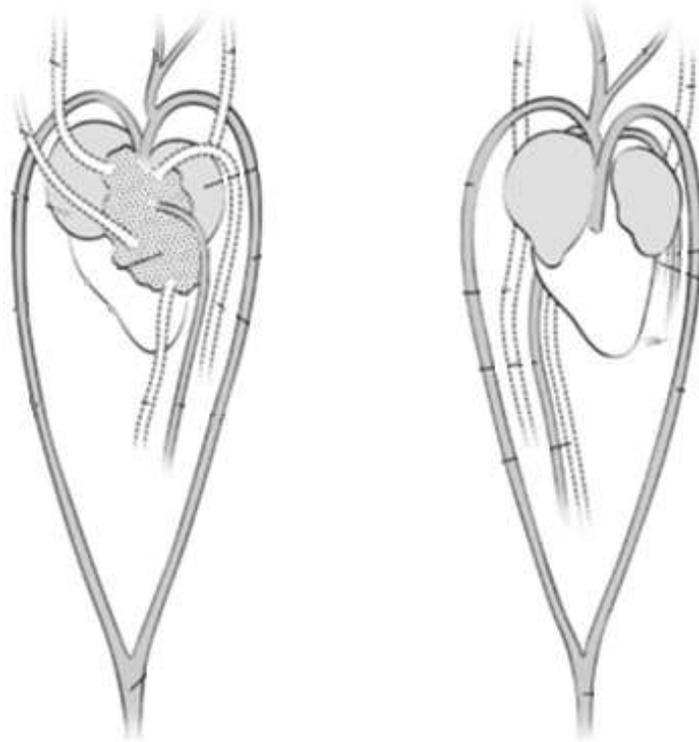


Figura 21. Anatomía general del corazón.

Tomada de Divers & Mader, 2005.

### 5.5.5.1. Fisiología cardíaca

El músculo cardíaco posee mayor eficacia dentro de la zona de temperatura óptima preferida de cada especie (Hicks *et al.*, 2000); un fenómeno que ocurre en todos los reptiles, es el aumento de la frecuencia cardíaca durante los períodos de asoleo, maximizando la tasa de ganancia de calor (Figura 22). Aunado a esto se observa una vasodilatación cutánea que tiende a bajar la presión sanguínea central (Filogonio *et al.*, 2018).

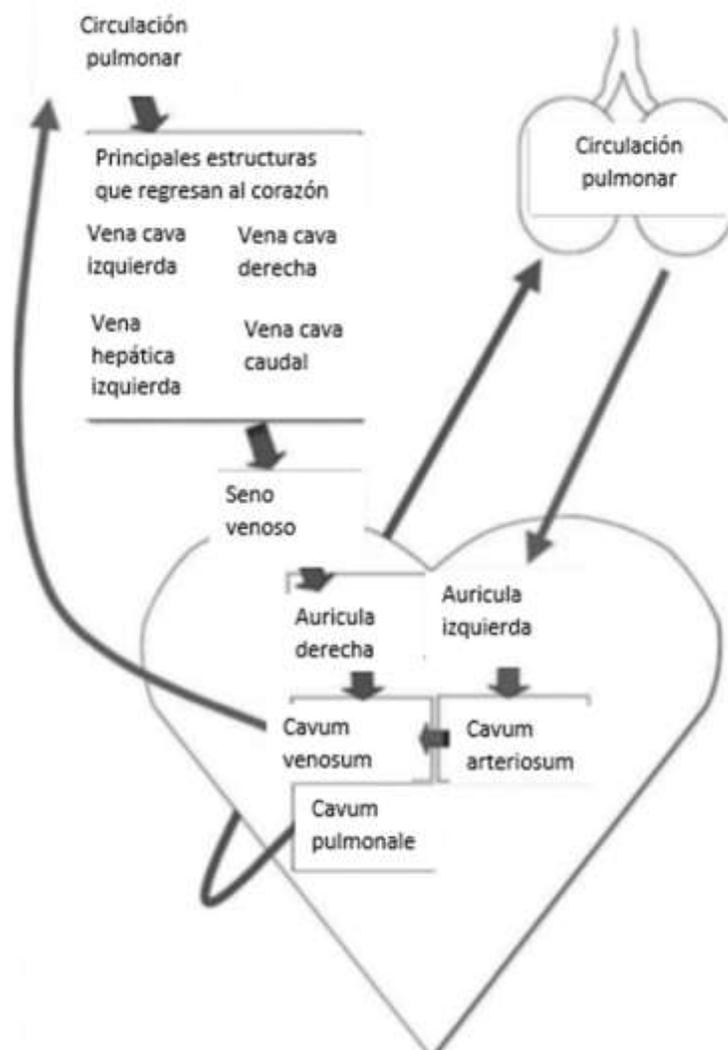


Figura 22. Ciclo cardíaco de las serpientes y tortugas.

Tomada de Divers & Mader, 2005.

### 5.5.5.2. Hematología

El estudio de los indicadores fisiológicos de los animales que se encuentran en cautiverio es de importancia, ya que permite contar con una rápida herramienta diagnóstica, que ofrece información valiosa referida al estado de salud de los ejemplares (Stacy *et al.*, 2011). Uno de los primeros sistemas que deben ser examinados es el sistema circulatorio (Figura 23a), que cumple importantes funciones como el transporte de gases, nutrientes y eliminación de los desechos metabólicos que resultan de diversos procesos de catabolismo (Troiano, 2015).

Las células sanguíneas de la serpiente se agrupan en tres categorías: eritrocitos, leucocitos y trombocitos; células que cumplen la misma función que las plaquetas presentes en los mamíferos (Cortez, 2015). Los eritrocitos de los reptiles poseen una forma elíptica, con un núcleo redondo u ovalado, colocado en posición central (Figura 23b). Para el grupo de ofidios se han reportado los siguientes tipos de leucocitos: Linfocitos, Monocitos, Azurófilos, Heterófilos, Eosinófilos y Basófilos, siendo los linfocitos las células que se encuentran en mayor número (Mendoza *et al.*, 2011).



Figura 23. Extracción de sangre y morfología de las células sanguíneas.

Tomada de Gómez, 2015

Los cambios de morfología de las células sanguíneas, pueden indicar procesos de enfermedades específicos, ayudan a establecer una lista de diagnósticos diferenciales (Figura 24a). Además de supervisar el estado de salud de un paciente durante el curso de la enfermedad y las respuestas que este presenta durante el tratamiento (Louie & Masuda, 2018). Los chequeos de salud siendo complementados con el análisis de la sangre, pueden ayudar a establecer valores, que pueden ser valiosos para descubrir anomalías hematológicas que se desarrollan con la aparición de alguna enfermedad (Figura 24b), siendo los más comunes, problemas parasitarios, sepsis, neoplasias etc. (Divers. & Mader. 2005).

La extracción de las muestras, debe llevarse a cabo por un técnico especializado, que cuente con el conocimiento sobre la anatomía del ejemplar, su comportamiento y el manejo que se requiere para evitar algún tipo de percance (Czaplewski, 2005).



a



b

Figura 24. a y b) Diagnostico y atención en medicina de mascotas no convencionales.

Tomada de [www.bashny.net](http://www.bashny.net)

### 5.5.6. Sistema respiratorio

El tracto respiratorio en las serpientes es diferente al de los mamíferos, existiendo variaciones, incluso entre miembros de la misma especie (Gillett *et al.*, 2017). La glotis de la serpiente está situada en posición rostral en la cavidad bucal, esta posee una prolongación que le permite respirar durante el consumo de alguna presa (Figura 25a). Esta adaptación permite la visualización directa de esta estructura, facilitando la posibilidad de una intubación endotraqueal (Figura 25b), incluso cuando el ejemplar se encuentra consciente (Kardong, 1972).

Algunas especies poseen un "pulmón traqueal" que permite el intercambio gaseoso cuando han ingerido una presa, esto debido a la ausencia de alguna estructura que separe la cavidad abdominal de la cavidad torácica como ocurre en mamíferos y en los miembros de la familia *Crocodylidae* (Divers. & Mader. 2005). Debido a estas características, la ingestión de una presa ocasiona el desplazamiento de los órganos hacia craneal, restringiendo así la capacidad del pulmón funcional para expandirse y realizar el intercambio gaseoso de forma eficiente (Bartlett *et al.*, 1986).



a



b

Figura 25. Adaptación para la ingestión de presas a) prolongación de la glotis b) intubación traqueal.

Tomada de Armando *et al.*, 2008

Para su estudio, los pulmones se dividen en dos porciones; el primero es un pulmón completamente funcional, que se localiza iniciando en el 20% de la región craneal (Figura 26a), y el resto de este órgano se encuentra en la región media (Duncker, 2004). Una característica que estas estructuras poseen, es la gran similitud que poseen con los sacos aéreos (Figura 26b) que poseen las aves para respirar con concentraciones bajas de oxígeno (Rosenberg, 1973). La relajación de los músculos respiratorios resulta en el primer componente de la inspiración, un proceso pasivo, que disminuye la presión intrapulmonar. La porción final del ciclo respiratorio, ocurre como resultado de la relajación de los músculos inspiratorios y del retroceso del pulmón (Andrade *et al*, 2004).

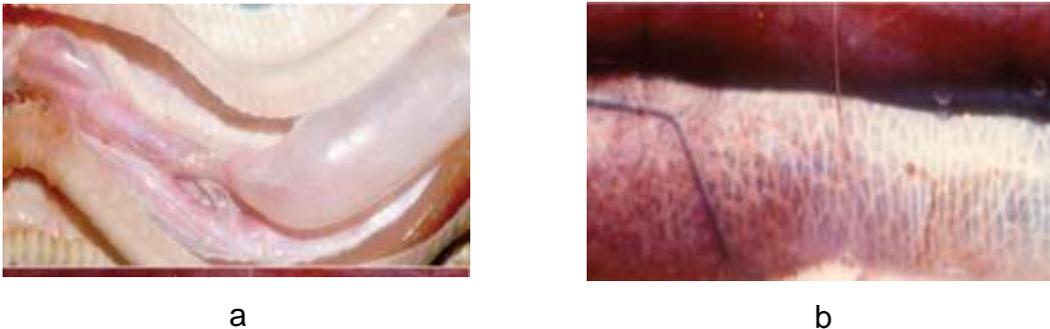


Figura 26. Adaptaciones del sistema respiratorio a) disección de pulmón b) estructura del pulmón “traqueal”.

Tomada de Divers. & Mader. 2005.

#### 5.5.6.1. Fisiología pulmonar

La respiración tiende a ser controlado por la presión parcial de oxígeno ( $PO_2$ ), la acumulación de  $CO_2$  en sangre y la temperatura que aumenta la demanda de oxígeno en el organismo (Filogonio *et al.*, 2018). Además, la hipercapnia (aumento de  $CO_2$  en sangre) también provoca este proceso fisiológico, mientras que la hipoxia, ocasiona un aumento en la frecuencia respiratoria, estimulado por una baja concentración de oxígeno en sangre (Hernandez & Shearer, 2002).

Durante la respiración, la sangre llega a la arteria pulmonar; el aumento de la resistencia vascular pulmonar, causa que la sangre sea llevada de los pulmones a

la circulación sistémica (Andrade *et al.*, 2004); sin embargo, este mecanismo tiene límites, y frente a una patología pulmonar significativa, la capacidad para aumentar su volumen funcional se ve comprometida (Figura 27 a y b) por la presencia de detritos celulares, infiltrados y pérdida de la elasticidad del tejido (Stinner, 1982). Las enfermedades respiratorias significativas, pueden imitar los cambios que se producen durante la apnea o buceo pasando completamente desapercibidos (Schumacher, 1997). Esto también provoca que los padecimientos respiratorios severos no sean relevantes, hasta que la enfermedad ha avanzado a un nivel más allá de las habilidades compensatorias (Figura 27c) disminuyendo la difusión de oxígeno a los tejidos periféricos (Hoon-Hanks *et al.*, 2018).



a



b



c

Figura 27. Procesos patológicos que comprometen el sistema respiratorio. a) producción excesiva de moco. b) revisión de cavidad oral c) proceso de compensación visto en enfermedades respiratorias (jadeo).

Tomada de Hoon-Hanks, 2018

### 5.5.6.2 Metabolismo anaerobio

Todas las serpientes poseen un metabolismo aerobio limitado, permitiéndoles adaptarse para entrar en una fase metabólica anaerobia (Figura 28), usada principalmente cuando se lleva a cabo una actividad que requiere de un gran esfuerzo como lo es sumergirse en el agua por largos periodos, nadar o cazar (Bennett, 1991).

Esta función representa un gasto de energía considerable degradando el glucógeno almacenado en los músculos en lactato y este a su vez es eliminado muy lentamente, lo cual favorece que se fatiguen rápidamente limitando así la actividad física (Southwood *et al.*, 2003). El pH sanguíneo disminuye abruptamente limitando la afinidad del oxígeno con la hemoglobina, causando un estado de hipoxia, estimulando de manera simultánea el metabolismo anaerobio (Schumacher, 1997).



Figura 28. Adaptaciones de un metabolismo anaerobio.

Tomada de Reptile Hunter, 2017

### 5.5.7. Termorregulación

Los organismos ectotermos son dependientes de la temperatura ambiental para llevar a cabo funciones como la digestión (Figura 29a) crecimiento, reproducción (Figura 29b), funciones cardiovasculares, balance hídrico (Figura 29c), funciones inmunológicas, locomoción (Lara-Resendiz *et al.*, 2013). De igual manera, los procesos enzimáticos son dependientes de la temperatura ambiental, al igual que todas las actividades metabólicas, el transporte de energía celular, la creación de proteínas y hormonas (Figura 29d), la división celular por mencionar sólo algunas (Ardiaca *et al.*, 2010).



a



b



c



d

Figura 29. Importancia de la termorregulación para su supervivencia. a) alimentación b) copulación c) desplazamiento d) reproducción.

Tomada de: [www. quecome.org](http://www.quecome.org), [www. tododeserpientes.wordpress.com](http://www. tododeserpientes.wordpress.com),  
[www.youtube.com](http://www.youtube.com), [www.cienciatoday.com](http://www.cienciatoday.com).

Dentro de las ventajas de los organismos ectotermos se encuentra el ahorro de energía para mantener su temperatura corporal, una conversión alimenticia mayor que los mamíferos y un requerimiento alimenticio menor (Guillette *et al.*, 1995), sin embargo, se puede mencionar como desventaja la limitación de actividades al poseer una capacidad aeróbica baja, aumentando la producción de ácido láctico y produciendo fatiga con mayor rapidez (Labra & Vidal, 2003). La importancia de la temperatura en las serpientes y cualquier reptil debe contemplar la Zona de Temperatura Óptima Preferida (POTZ) por sus siglas en inglés (García *et al.*, 2009) se trata de la temperatura central, en la cual los procesos metabólicos son óptimos y varía según la especie, edad, sexo, estación del año y hora del día (Martinez & Hernandez, 2007).

#### 5.5.7.1. Mecanismos de termorregulación

Los reptiles pueden ser catalogados como heliotermos (Figura 30a) que pueden obtener calor a través de la radiación solar y como tigmotermos (Figura 30b) pudiendo adquirir energía térmica a través de la conducción de superficies calientes; facilitada por la presencia de escamas que disminuyen la capacidad de aislamiento (Gallego, 2016). La duración del asoleo es controlada hormonalmente por la glándula pineal a través de un mecanismo termorregulador primitivo (Villegas, 2018).



a



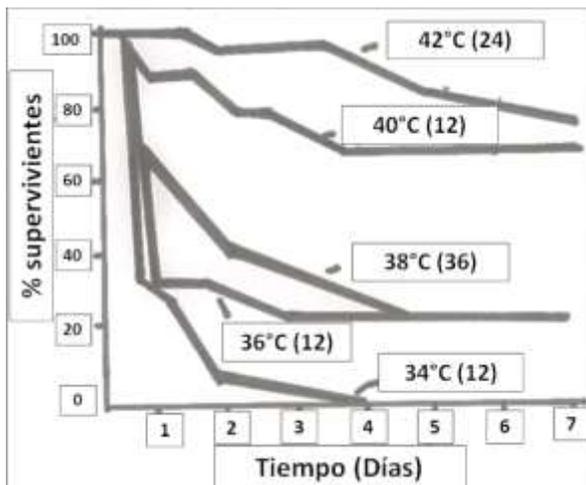
b

Figura 30. Mecanismos de termorregulación. a) Heliotermos, b) Tigmotermos.

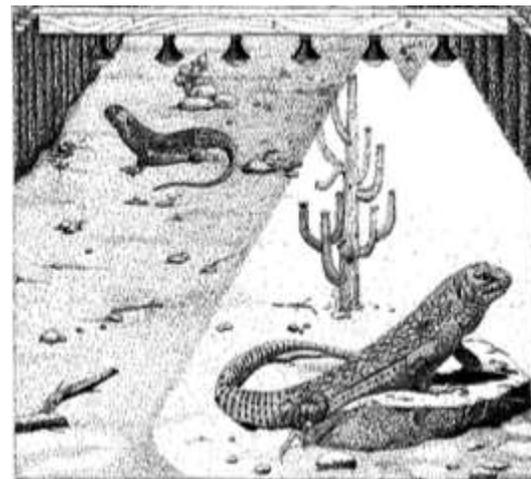
Tomada de [www.alamy.es](http://www.alamy.es)

### 5.5.7.2. Fiebre conductual

A diferencia de los mamíferos, cuando presentan una enfermedad, elevan su temperatura como respuesta inmunológica al estímulo de endotoxinas bacterianas, las serpientes y los reptiles, son incapaces de producir este incremento de temperatura, en respuesta a los procesos infecciosos procuran mantenerse por más tiempo expuestos a fuentes de calor naturales o artificiales (Girling, 2008). Como lo demuestra la gráfica del experimento realizado por Kluger en 1979. El estudio uso 96 iguanas del desierto (*Dipsosaurus dorsalis*), a las que les fue inoculada una infección con la bacteria *Aeromonas hydrophila*. Como las iguanas son animales ectotermos sólo tienen un mecanismo conductual de termorregulación, el resultado de este estudio se observa en la gráfica (Figura 31a) donde aquellas iguanas afectadas, elevaron su temperatura moviéndose a una zona cálida (Figura 31b) sobrevivieron la infección; en cambio, a las que se les impidió moverse se debilitaron con rapidez y murieron.



a



b

Figura 31. Modificación del comportamiento causado por procesos patológicos a) Nº de especímenes usados en el experimento b) ilustración del comportamiento hallado.

Modificada de Kluger, 1979.

## 5.5.8. Anatomía digestiva

### 5.5.8.1. Dentición

A diferencia de los mamíferos que solo reemplazan sus piezas dentales una vez en toda su vida, las serpientes suelen reemplazarlas constantemente, los cuales poseen una forma cónica (Figura 32), variando de forma y tamaño según la región mandibular (Chinchilla *et al.*, 2014). Su función principal es la de empujar el alimento hacia la garganta, debido a la capacidad que poseen para engullir a la presa entera (Köhler, 2006).

#### 5.5.8.1.1. Dentición aglifa

Ésta es la condición más primitiva, en la que los dientes son sólidos, sin estructuras especializadas para la inoculación de veneno. Las estructuras que conforman este tipo de dentición, suelen tener la misma forma y generalmente el mismo tamaño, siendo su única función sostener a la presa y evitar su escape.



Figura 32. Cavidad oral de Mazacuata (*Boa constrictor imperator*) dentición aglifa.

Tomada por: Aarón Hernández Cordero

#### **5.5.8.1.2. Dentición especializada.**

La dentición de las serpientes venenosas es una modificación estructural que le permite a ciertas especies, la inoculación de sustancias tóxicas en sus presas, facilitando su captura y como método de defensa contra depredadores (La Torre-Loranca *et al.*, 2006).

La presencia o ausencia de estas estructuras en la cavidad oral, es utilizada para determinar si la serpiente es o no venenosa, de igual forma, la posición que ocupan en el maxilar superior es utilizada para clasificarlas en tres grupos que han evolucionado de distinta forma, siendo estos: Opistoglifas, Proteroglifas y Solenoglifas (Ruiz, 2014).

#### **5.5.8.1.3. Opistoglifas (surcos posteriores)**

Los colmillos opistoglifos, tienen un canal abierto por donde corre el veneno proveniente de las glándulas especializadas. Las serpientes opistoglifas son consideradas semi-venenosas, debido a que su veneno es de baja potencia, y la posición, estructura y mecanismo de inyección de los colmillos reduce la efectividad de la inoculación (Cubillos *et al.*, 2017).

Se trata de una estructura formada por dos dientes de mayor tamaño que los restantes, los cuales son alargados, fijos y surcados, se encuentran ubicados en la parte posterior del maxilar superior de la cavidad bucal (Figura 33).

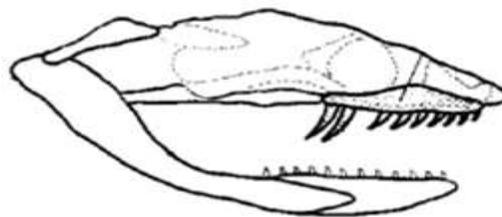


Figura 33. Colmillos de una serpiente opistoglifa.

Tomada de: [www.mailxmail.com](http://www.mailxmail.com)

#### 5.5.8.1.4. Proteroglifas (surcos anteriores)

En estas especies los colmillos venenosos se encuentran en la parte anterior de la boca y suelen ser bastante cortos (Figura 34). Esta dentición es característica de la familia Elapidae, poseedoras de neurotoxinas (toxinas que afectan el sistema nervioso) y consideradas las más letales en todo el reino animal (Naydenov *et al.*, 2016).



Figura 34. Colmillos de serpiente con dentadura proteroglifa, Mamba verde (*Dendroaspis angusticeps*).

Tomada de: [www.ecured.cu](http://www.ecured.cu)

#### 5.5.8.1.5. Solenoglifas (conductos cerrados en forma de tubo)

Estos colmillos se encuentran normalmente plegados contra el techo de la cavidad bucal, aunque se pueden articular respecto al resto del cráneo cuando abren la boca hasta 180 grados para morder (Figura 35), provocando que claven los colmillos profundamente y que inyecten grandes cantidades de veneno que puede ser mortal (Kattie *et al.*, 1989).



Figura 35. Colmillos de Serpiente con Dentadura Solenoglifa. Serpiente de Cascabel (*Crotalus sp.*).

Tomada de [fundacionamarpr.blogspot.com](http://fundacionamarpr.blogspot.com)

### 5.5.8.2. Aparato digestivo

El tracto digestivo es un conjunto de órganos en forma tubular que comienzan desde la boca y terminan hasta la cloaca. La boca posee un conjunto de glándulas secretoras de moco, cuya función es lubricar a las presas facilitando su ingestión (Figura 36a; Barboza *et al.*, 2010). La lengua se ubica en una envoltura debajo de la glotis, cuya función es principalmente olfativa; las serpientes que pierden la lengua a través de un trauma o una infección, no pueden alimentarse correctamente, ya que esta es esencial en el reconocimiento de una presa potencial (Figura 36b; Cundall *et al.*, 2000).



a



b

Figura 36. Estructuras del tracto digestivo craneal: a y b) boca y sus anexos.

Tomada de [www.bioenciclopedia.com](http://www.bioenciclopedia.com)

El esófago se caracteriza por presentar una pared con escaso o nulo componente muscular, por lo que la presa avanza mediante movimientos de la musculatura axial, es decir la serpiente genera movimientos en forma de “s” para desplazar a la presa hacia el estómago (Figura 37<sup>a</sup>) el cual es alargado y está formando por un saco con gran capacidad de distensión (Terrell & Stacy, 2007).

El hígado es alargado, con forma de huso. Caudalmente a este, se sitúa la vesícula biliar que se localiza junto al páncreas y el bazo (Braun, 2005). Los intestinos presentan un desarrollo menor comparado con los intestinos de aves y

mamíferos (Figura 37 b) El intestino delgado se vacía en el colon, que almacena las heces durante cierto tiempo (Chiodini *et al.*, 1982).



Figura 37. Características del aparato digestivo de las serpientes a) capacidad de expansión b) intestino de *Python molurus*.

Tomada de Secor, 2008

La cloaca recibe los productos de los sistemas urinario y digestivo (Figura 38a), los cuales son eliminados en las excretas, esta estructura junto con los intestinos (Figura 38b) presenta un papel importante en la conservación de agua (Aldridge *et al.*, 2016).

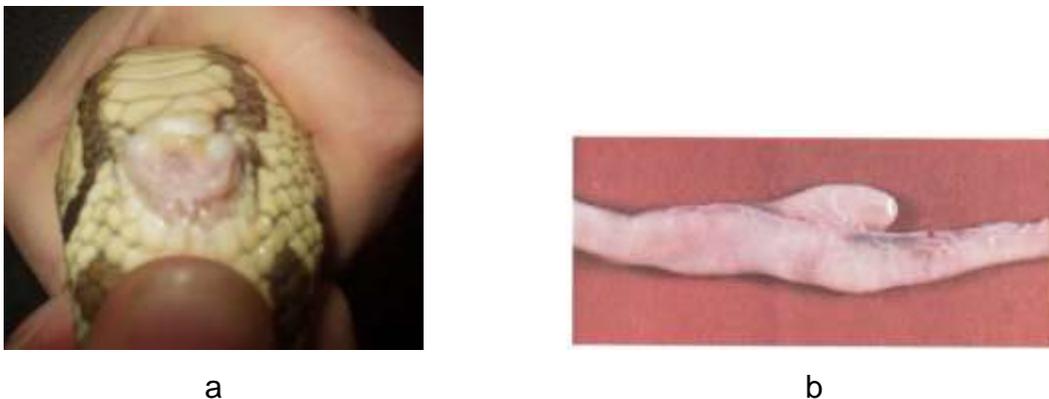


Figura 38. Estructuras importantes en la conservación de agua: a) cloaca b) ciego primitivo.

Tomada de Melidone, 2010

### 5.5.9. Fisiología digestiva

Las serpientes suelen alimentarse con poca frecuencia debido a las características anatómicas y metabólicas, tales como ectotermia y su capacidad de sobrevivir en condiciones de un metabolismo anaerobio (Cundall *et al.*, 2000); Existen especies que suelen consumir presas cada una o dos semanas, sin embargo, se han documentado casos en donde serpientes “gigantes” como algunas especies de la familia *Boidae* y *Pythonidae* pueden pasar hasta cuatro meses sin alimentarse después de una cacería (Scartozzoni & Molina, 2004) Por otra parte, su digestión es lenta, provocado por la acidez que sus estómagos pueden generar, siendo un proceso que se ve alterado con la inoculación de veneno que algunas especies producen, para obtener a una presa (Nørgaard *et al.*, 2016), las serpientes generan en su sistema digestivo un pH ácido (1.5 a 1.0), con lo que pueden disolver a su presa en su totalidad (Figura 39 a y b) en el caso de las serpientes venenosas utilizan las toxinas almacenadas en glándulas salivales modificadas, para inmovilizar y romper los tejidos facilitando la absorción de nutrientes (Teibler *et al.*, 2017).

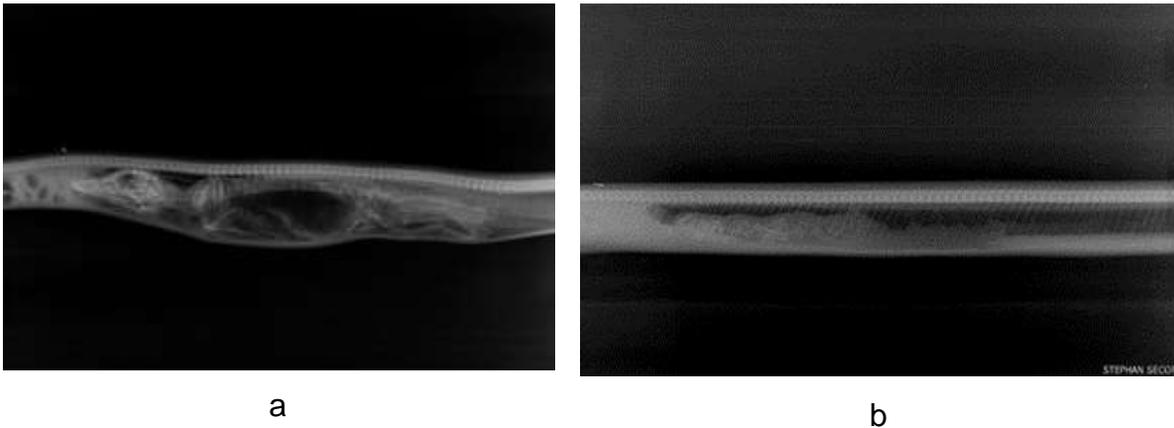


Figura 39. a) inicia proceso de digestión b) proceso de digestión finalizado.

Tomada de Secor, 2008

La tasa de digestión de las serpientes puede depender de un número de factores, incluyendo la temperatura corporal, su estado de hidratación y el tamaño de la presa (Enok *et al.*, 2016), uno de los componentes esenciales en estos mecanismos de digestión es el pepsinógeno, usado para la digestión de las proteínas, y su producción es estimulada por factores como la temperatura interna y el pH gástrico, su actividad se incrementa cuando la serpiente se mantiene en una temperatura ambiental óptima (Cox & Secor, 2008).

El intestino continúa el proceso de digerir los productos alimenticios siendo el sitio donde se realiza la absorción de nutrientes (Hansen *et al.*, 2012). Los pliegues intestinales aumentan la superficie de absorción y permite la distensión para almacenar el bolo alimenticio, una gama de enzimas (pepsinas, lipasas, proteasas) y sales biliares, es producida por el páncreas y el hígado alcalinizándolo (Andrade *et al.*, 2004). Pese a estas adaptaciones, la motilidad gastrointestinal puede verse afectada por una serie de diferentes factores extrínsecos (ambiente) e intrínsecos (temperatura corporal, pH, etc.). El movimiento se caracteriza por dos fases, contracciones de corta duración y una contracción más larga de mayor duración, lo cual favorece los procesos de absorción de los nutrientes de la presa ingerida y digerida (Secor *et al.*, 2012), estos efectos pueden ser disminuidos cuando la temperatura corporal baja.

#### **5.5.9.1 Veneno**

El veneno es una secreción amarilla o incolora producida por glándulas salivales modificadas cuya función es la inmovilización y captura de presas, además de comenzar con el proceso de digestión (pre digestión) extra-corporalmente (Borja *et al.*, 2018). Se compone de una mezcla compleja de proteínas y enzimas que, en conjunto, tienen efectos muy particulares sobre diversas funciones biológicas, incluyendo la coagulación sanguínea, regulación de la presión sanguínea, transmisión del impulso nervioso o muscular, provocando diversas patologías que inmovilizan y someten a la presa sin necesidad de algún contacto físico, disminuyendo así las probabilidades de que la presa pueda herirlas gravemente (Fry, 2005).

Esta sustancia es usada para someter a una presa (Figura 40), mediante un sistema altamente especializado que incluye glándulas a nivel post-ocular donde es sintetizado y una estructura, diseñada para conducir el veneno hasta el sitio de la mordedura (Pineda & Rodríguez, 2018). Se ha propuesto que todos los reptiles escamosos que son capaces de generar toxinas, poseen un ancestro en común, desde entonces, solo las serpientes han continuado su proceso evolutivo desarrollando venenos de elevada toxicidad y sofisticados aparatos de inyección, permitiéndoles a ciertas familias, la transición de métodos de caza mecánicos (constricción) a métodos químicos (venenos), más eficientes en la captura y digestión de sus presas (Stuginiski *et al.*, 2018).



Figura 40. Extracción de veneno de serpiente perteneciente a la familia *Viperidae*.

Tomada de: [www.periodicolapista.com.mx](http://www.periodicolapista.com.mx)

#### **5.5.9.2. Absorción y metabolismo de nutrientes**

Los organismos pluricelulares deben consumir alimentos, transformándolo en energía a través de procesos mecánicos y químicos para ser transportado a través desde la pared intestinal y distribuirse a través del sistema circulatorio (Divers & Mader, 2005). Una vez absorbidos, estos componentes entran a diversas vías metabólicas, encargadas de la producción de energía para el funcionamiento de las células o es almacenado para su requerimiento posterior (Stuginiski *et al.*, 2018).

Las serpientes poseen la particularidad de disminuir todos los procesos enzimáticos y fisiológicos que ocurren en el tracto gastrointestinal mientras se encuentran a la espera de otra presa, es decir; el estómago no produce ácido, las secreciones de la vesícula biliar y el páncreas disminuyen, el transporte de nutrientes disminuye considerablemente, mientras que el epitelio intestinal se encuentra atrofiado; debido a la falta de nutrientes, toda la actividad metabólica también se ve reducida (Cundall, 1983; 2000).

Todos los miembros del suborden *Serpentes* poseen la capacidad de tragar a su presa sin la necesidad de un proceso de masticación, gracias a las estructuras articuladas que poseen en la cabeza y las contracciones de los músculos axiales que conducen el alimento a través del esófago y estómago, mismos que poseen la capacidad de expandirse (Moon, 2000), sin embargo, este proceso posee una desventaja, pues al carecer de este mecanismo, comienza un proceso prematuro de descomposición en la presa causado por las bacterias que posee de forma natural, generando gases que pueden expandir más la circunferencia de la serpiente (Hansen *et al.*, 2009), provocando la compresión en los pulmones por el aumento de volumen en el estómago, dificultando los procesos respiratorios (Filogonio *et al.*, 2018). Por lo tanto, los procesos enzimáticos para la degradación del alimento deben iniciar rápidamente, para que el alimento este en el estómago el menor tiempo posible (Barboza *et al.*, 2010).

Un conjunto de células especializadas comienza la producción de ácido clorhídrico (HCl) para reducir el pH estomacal, junto con un grupo de enzimas (pepsinógeno) se inician la digestión de los tejidos blandos (Nørgaard *et al.*, 2016).

Tres días después del inicio de este proceso, sólo el 25% del alimento ingerido permanece dentro del estómago, siendo partes que toma bastante tiempo digerir (huesos y pelo); después de seis días, todo lo que se encuentra en el estómago es una bola de pelo (Slip & Shine, 1988). Una vez que los procesos de digestión mecánica y química han finalizado, la comida es reducida a una masa homogénea (quimo) que puede pasar en intervalos regulares desde el estómago al intestino, provocando la estimulación del páncreas y la producción de un fluido que contiene

alta concentración de bicarbonato capaz de neutraliza el bolo alimenticio, que podrían dañar el epitelio intestinal debido al pH tan bajo que este posee (Secor *et al.*, 2012).

En las primeras horas post-ingestión, las vellosidades que recubren toda la pared intestinal comienzan a experimentar un proceso de hipertrofia, incrementando así la superficie de absorción de nutrientes (Starck & Beese, 2001); como consecuencia, el intestino delgado ha aumentado su síntesis de oleiletanolamida (OEA), un mediador que produce saciedad (Astarita *et al.*, 2006). Una vez que este proceso ha finalizado todo el material que no pudo ser aprovechado (en gran parte pelo) comienza a acumularse en el intestino grueso, así como depósitos de ácido úrico, formados por una sustancia de color blanquecino excretado a través de los uréteres (Dantzler, 2016). Al finalizar estos procesos, el tracto gastrointestinal comienza reducir su actividad, el pH estomacal aumenta considerablemente, disminuye la producción de enzimas, el intestino sufre un proceso en el cual, reduce el tamaño de las micro vellosidades y el epitelio, de igual manera existe una reducción de la tasa de absorción de nutrientes (Enok *et al.*, 2016).

#### **5.5.10. Anatomía renal**

Los riñones se encuentran ubicados en la porción caudal del cuerpo de las serpientes (Figura 41), poseen una estructura lobulada y alargada, siendo el riñón derecho que se sitúa en posición más craneal debido a los límites anatómicos que comparte con otros órganos (Divers *et al.*, 1999). Las serpientes no poseen la capacidad de almacenar la orina siendo notable la ausencia de una vejiga o alguna estructura que cumpla con esta función (Bolton & Beuchat, 1991); los machos poseen un segmento sexual y en época reproductiva, contribuye a la producción del fluido seminal (Manrriquez *et al.*, 2015).

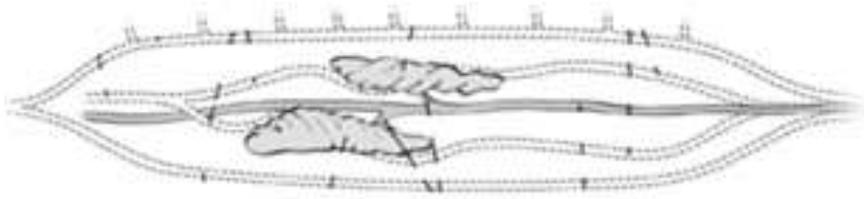


Figura 41. Anatomía general del sistema renal.

Tomada de Divers & Mader, 2005.

#### **5.5.10.1. Sistema porta-renal**

El sistema portal renal es un componente del sistema venoso de los reptiles, está constituido por venas que se presentan en la confluencia de las venas ilíacas externas y epigástricas (Holz, 2007). Su principal función es dirigir la sangre procedente de la cola y zona pélvica hacia el riñón, antes de que esta llegue a la circulación general. Por esta razón deben tomarse precauciones en el caso de la administración de fármacos en el tercio caudal (Beyenbach, 1984). Esto debe considerarse con medicamentos de naturaleza nefrotóxica como los aminoglucósidos y antiinflamatorios no esteroideos o AINE's (Benson & Forrest, 1999).

#### **5.5.11. Fisiología renal**

El metabolismo de proteínas y aminoácidos resulta en la producción de nitrógeno que debe ser excretado (Minnich, 1972). Al igual que sus homólogos mamíferos, las células tubulares de los reptiles son irrigadas por las arteriolas que salen de los glomérulos (O'Malley, 2005). Sin embargo, a diferencia de los mamíferos, los reptiles no poseen un asa de Henle y por lo tanto no realizan la concentración de orina en una vejiga (Chiodini *et al.*, 1982); los mamíferos desechan nitrógeno en forma de urea soluble en agua (orina), debido a estas características, la producción de orina está limitada a especies como las tortugas que poseen un sistema para su almacenamiento y posterior excreción. Por el contrario, las

serpientes deben excretar el nitrógeno en forma de ácido úrico (Dantzler, 2016); en lugar de disolverse en una solución como la urea, el ácido úrico forma complejos con proteínas y minerales que se precipitan en forma de uratos de color blanco, excretados junto con las heces fecales (Esbaugh *et al.*, 2015). Los riñones de las serpientes segregan sustancias mucoides que contienen glicoproteínas o mucopolisacáridos para evitar la obstrucción de estos ductos (Miller, 1998).

#### **5.5.12. Anatomía reproductiva**

Existen varios aspectos extrínsecos (ambiente) que determinan los ciclos reproductivos, la madurez sexual, la fecundidad y el dimorfismo sexual de diferentes especies (Rodríguez *et al.*, 2002), en este aspecto, las serpientes diversas formas de reproducción adaptadas para su supervivencia.

Entre estas se encuentra la frecuencia reproductiva (cuantas veces se pueden aparear en un periodo de tiempo determinado) y la estacionalidad (épocas del año donde la abundancia de alimento, permitirá una mayor tasa de supervivencia por parte de los individuos jóvenes). Estos métodos son utilizados por especies cuyos ambientes presentan variaciones climáticas extremas que no son adecuados para la supervivencia (Bonnet *et al.*, 1998).

##### **5.5.12.1. Anatomía del macho**

Los testículos son una masa ovoide envueltos en un tejido conectivo con forma de vaina y se encuentran ubicados dentro de la cavidad celómica (Banzato *et al.*, 2012) El testículo derecho se localiza más craneal que el testículo izquierdo, compartiendo límites anatómicos con los riñones y el intestino delgado (Neto *et al.*, 2009) El órgano copulador son un par de hemipenes (Figura 42), encontrándolos en posición ventral en la base de la cola, los cuales se mantiene en su posición por un músculo retractor (Branch, 1986).



Figura 42. Hemipenes prolapsados.

Tomada de [www.naukas.com](http://www.naukas.com)

### **5.5.12.2. Anatomía de la hembra**

Los ovarios se encuentran en la misma posición que los testículos y consisten en células germinales dentro de una túnica elástica (Aldridge *et al.*, 2016). Su aspecto puede ser variable dependiendo de la etapa de la ovogénesis, que van desde pequeños gránulos en un ovario inactivo a un gran saco lobulado lleno de folículos esféricos en un ovario activo (Lock, 2000). El oviducto es donde los depósitos de calcio son llevados para la formación del huevo, pudiendo ser esta misma estructura donde son expulsados, los cuales pasan por la cloaca a través de unas estructuras especializadas conocidas como papilas genitales (Loebens *et al.*, 2018).

#### **5.5.12.1.1. Serpientes ovíparas**

Las especies que utilizan este método de reproducción, deposita cierta cantidad de huevos en el medio ambiente, donde se completa su desarrollo embrionario antes de la eclosión (Loebens *et al.*, 2018). Los huevos son de color blancos y tienen la cáscara blanda pero resistente (Figura 43); en su interior almacenan grandes cantidades de vitelo (yema), la única fuente de nutrientes del embrión en desarrollo y es rico en grasas, proteínas y calcio (Aldridge *et al.*, 2016).



Figura 43. Huevos de serpiente de maíz (*Pantherophis guttatus*).

Tomada de [www.scamareptiles.es](http://www.scamareptiles.es)

#### **5.5.12.1.2. Serpientes ovovivíparas**

En este tipo de desarrollo embrionario las serpientes, reptiles, y peces. En lugar de depositar los huevos en el ambiente, estos permanecen dentro del cuerpo de la hembra hasta que el embrión está completamente desarrollado. Debido a las condiciones climáticas y el aumento de las probabilidades de supervivencia en ambientes hostiles, este método reproductivo es característico de los miembros de la familia Viperidae (Hafez & Hafez, 2007).

#### **5.5.12.1.3. Serpientes vivíparas**

Es un método reproductivo muy común en mamíferos. Hay estudios que determinan que las serpientes pudieron adaptarse para emplearlo como un mecanismo de supervivencia (Figura 44), que permitiera a su descendencia sobrevivir en climas templados o fríos (Bonnet *et al.*, 1998). Este se caracteriza por la ausencia de una estructura que proteja a la cría (cascara) existiendo una comunicación entre madre y feto a través de una placenta primitiva, la cual proporciona los nutrientes que el feto requiere a través de la circulación sanguínea de la madre (Naguib, 2018).



Figura 44. Crías de mazacuata (*Boa constrictor*) envueltas en una placenta.

Tomada de [www.boayanacondawebsite.info](http://www.boayanacondawebsite.info)

### **5.5.13. Determinación sexual**

En los vertebrados la diferenciación de los órganos reproductores depende de dos procesos: primero, la determinación del sexo, que se establece en etapas tempranas del desarrollo embrionario, en el cual una serie de eventos genéticos y hormonales lleva a las gónadas indiferenciada a desarrollarse como un ovario o como un testículo y segundo se debe a una condición llamada dimorfismo sexual, el cual es definido como las variaciones en la fisonomía externa, (forma, coloración o tamaño) que presentan los machos y las hembras de una misma especie (Hafez & Hafez, 2007). En el caso de algunas especies como ciertos peces, anfibios y reptiles, estos dependen de factores ambientales, como la temperatura, para la determinación sexual (Lemos-Espinal *et al.*, 2001).

Para la identificación del macho y la hembra en serpientes, existen algunas técnicas no invasivas las cuales se mencionarán en el siguiente apartado:

#### **5.5.13.1. Método de sexado por sondeo**

Se utiliza una varilla metálica de punta redondeada y lubricada con agua que se introduce por la cloaca para ver a cuanta profundidad puede llegar a alcanzar la sonda (Rheubert *et al.*, 2015). Dependiendo de esta, sabremos si se trata de un

macho o de una hembra cuantificando la longitud de escamas subcaudales que pueda cubrir (Figura 45), los machos presentan una longitud de 9-12 escamas, mientras que las hembras, solo llega a unas cuatro escamas (Rojas *et al.*, 2017).

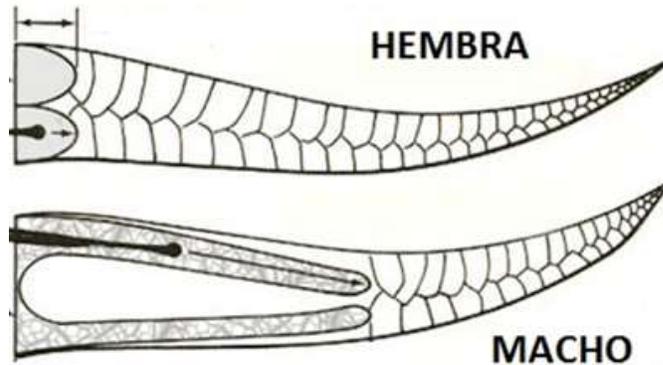


Figura 45. Diferencia entre macho y hembra.

Tomada de [www.pitonbola.com](http://www.pitonbola.com)

#### 5.5.13.2. "Popping" (explotar)

Consiste en aplicar un poco de presión con el pulgar en la zona debajo de la cloaca, al mismo tiempo que se presiona encima de esta (Figura 46), con la finalidad de que los órganos reproductivos salgan de las estructuras que los almacenan (Manrriquez *et al.*, 2015).



a



b

Figura 46. Evaginación de estructuras reproductoras en serpiente. a) Hemipenes macho y b) urodenum hembra.

### 5.5.13.3. Dimorfismo sexual

En el caso de las serpientes, muchas especies presentan características monomórficas (tanto el macho como la hembra presentan muchas similitudes) aunque en algunos ejemplares, la cola del macho es un poco más larga que en las hembras (Figura 47), debido a la presencia de los dos hemipenes los cuales se encuentran retraídos y almacenados en dos estructuras que se encuentran en este sitio (Lock, 2000).



Figura 47. Diferencias estructurales en la porción caudal de las serpientes.

Tomada de [www.imagenesmy.com](http://www.imagenesmy.com)

### 5.5.14. Fisiología reproductiva

#### 5.5.14.1. El macho. Almacenamiento de esperma

El ciclo reproductivo de algunas especies es estacional, por lo que los machos comienzan la producción de esperma en los meses cálidos, el cual se almacena durante todo el invierno hasta el periodo de cortejo en la siguiente primavera (Rodríguez-Romero *et al.*, 2002).

#### 5.5.14.2. La hembra. El ciclo de maduración ovárica

Se inicia con el estrógeno estimula el hígado para iniciar el proceso de vitelogenesis, durante este tiempo, el hígado aumenta de tamaño y adquiere un color amarillento (Neto *et al.*, 2009). El producto final de la síntesis de los depósitos grasos, es transportado por el torrente sanguíneo para comenzar con la formación de la yema que nutrirá a la cría durante su periodo de incubación, en

este proceso, el ovulo maduro aumenta considerablemente de tamaño (Stahlschmidt *et al.*, 2011).

La formación de la cascara comienza cuando la yema está formada en su totalidad, esto provoca que los niveles de calcio en sangre se incrementen considerablemente (Rojas *et al.*, 2017). El ovulo se convierte en huevo cuando la cáscara se agrega en el oviducto, siendo esta una estructura que cumple con la función de proteger a la cría, teniendo una textura suave en el caso de las serpientes (Loebens *et al.*, 2018).

### **5.6. Alimentación en cautiverio**

La alimentación es uno de los puntos más importantes cuando se tienen serpientes en cautiverio, ya que los estados de ayuno prolongados pueden ser causados por diferentes razones, incluyendo deficiencias ambientales o procesos fisiológicos propios de la especie (Urdaneta *et al.*, 2004). Las serpientes se encuentran adaptadas para el consumo de una presa en específico (Figura 48) como son: insectos (generalmente las crías), huevos de aves, anfibios, pescado, incluso otras serpientes (Cundall *et al.*, 2000).



Figura 48. Adaptaciones a un tipo de presa.

Tomada de: [www.trabajarenelzoo.com](http://www.trabajarenelzoo.com), [www.planetacurioso.com](http://www.planetacurioso.com).

La mayoría de las especies clasificadas como mascotas, son alimentadas con roedores (Figura 49a), siendo muy raros los casos de problemas nutricionales en estas, puesto que los roedores son alimentados con una dieta adecuada para su desarrollo (Figura 49b) y este a su vez pueda servir para proporcionar los nutrientes requeridos para el desarrollo de las serpientes (Boback *et al.*, 2015).



a



b

Figura 49. a) Procesos utilizados para la cria y reproducción de alimento para mascotas no convencionales. b) consumo de presa.

Tomada de: [www.muyinteresante.com.mx](http://www.muyinteresante.com.mx), [www.comunicacionsocial.uam.mx](http://www.comunicacionsocial.uam.mx)

La frecuencia en la que se debe administrar el alimento puede variar incluso en individuos de la misma especie, donde aquellos especímenes más jóvenes tienden a alimentarse más de una vez al día, debido a su acelerada tasa de crecimiento (Urdaneta *et al.*, 2004), otro ejemplo de son aquellas especies que en la naturaleza son cazadoras activas, que buscan constantemente presas para mantener el gasto de energía que requieren (Scartozzoni & Molina, 2004).

Por el contrario, especies gigantes como los miembros de la familia *Boidae* y *Pythonidae* requieren alimentarse en intervalos de espacios más largos, esto ocasionado por el tipo de presa que se les proporcione, pues en la naturaleza, suele cazar y devorar presas que las duplican en tamaño, pudiendo pasar periodos de hasta 8 meses sin consumir alimento (Reynolds & Henderson, 2018). En cautiverio, este periodo de tiempo se reduce considerablemente al proporcionarles

animales cuyo tamaño es menor al comparado con sus presas naturales (Marques *et al.*, 2017).

### 5.6.1. Presas

Los animales que se utilizan en mayor medida para la alimentación de las serpientes son ratones y ratas de distintas edades y tamaños (Figura 50). Algunos animales se emplean en menor medida, sin embargo, son indicados para el bienestar de especies que son depredadoras activas en la naturaleza. Las especies que son utilizadas comúnmente para su alimentación son: peces, ranas, sapos y pinzones; en el caso de especies de mayor tamaño pueden emplearse animales de mayor tamaño como conejos, aves de corral etc. (Marques *et al.*, 2017).



a



b



c

Figura 50. Presas vivas: a) Ratón (*Mus musculus*) b) Rata Negra (*Rattus norvegicus*) c) Conejo Común (*Oryctolagus cuniculus*).

Tomada de [www.ucla.edu](http://www.ucla.edu).

Sin importar que tipo de alimentación que le es proporcionada, la frecuencia con la cual se les administra alimento y la especie, todas las presas deben proporcionar los aminoácidos esenciales y proteínas de alta calidad, los cuales son extraídos de

los músculos y órganos una vez que el proceso de digestión comienza, los lípidos son obtenidos a partir de la digestión del hígado y depósitos grasos que estos animales poseen, las vitaminas y minerales son obtenidos del esqueleto. Debido a estas características, la alimentación de las presas es un punto crucial para una nutrición correcta del ejemplar (Cuadro 1; Lillywhite *et al.*, 2015).

**Cuadro 1. Características de las presas usadas para la alimentación de serpientes.**

<b>Alimento</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Longitud (cm)</b>
<b>Ratón (<i>Mus musculus</i>)</b>		
Pinkie	1.7	3.0
Fuzzy	3.8	3.7
Pequeño	7.4	5.2
Mediano	15	7.0
Adulto	36	8.2
<b>Rata (<i>Rattus norvegicus</i>)</b>		
Pinkie	10	5.2
Pequeño	54	13
Mediano	117	14
Adulto	257	20

Adaptada de Divers & Mader, 2005.

### **5.6.1. Factores que afectan la composición nutricional de la presa**

Tanto los factores ambientales a los cuales este tipo de animales están expuestos, así como la edad a la hora de comenzar a consumir alimento sólido y su posterior sacrificio, la alimentación que les fue proporcionada tomando en cuenta desde el tamaño de la partícula la formulación requerida en su etapa fisiológica y la cantidad de estrés que la especie puede tolerar de manera natural, así como su manipulación antemortem y postmortem, pueden afectar la composición nutricional que estos poseen (Cuadro 2; Wainwright, 2001).

**Cuadro 2. Composición nutrimental proximal de algunas presas**

Especie	Humedad (%)	Energía (kcal)		Proteínas (% kcal)	Grasas (%kcal)	Carbohidratos (% kcal)
		AF	DM			
<b>Ratón (cría)</b>	81	0.8	4.2	57	40	3
<b>Ratón (adulto)</b>	65	1.7	4.8	48	47	5
<b>Rata (cría)</b>	71	1.7	5.9	29	69	2
<b>Rata (adulto)</b>	66	1.6	4.7	55	43	2
<b>Polluelo</b>	73	1.3	4.8	52	44	4
<b>Gallina</b>	66	1.6	4.7	47	49	4
<b>Arenque del atlántico</b>	69	1.8	5.7	39	58	3

**La energía se presenta como kilocalorías (kcal) de energía metabolizable por gramo, en base a la alimentación (AF) y materia seca (DM)**

Adaptada de Divers & Mader, 2005.

El contenido de nutrientes en animales obesos, disminuye en relación con las calorías, dando origen a múltiples deficiencias nutricionales (Figura 51a). Por el contrario, las presas subalimentadas (Figura 51b) carecen de grasas y proteínas, proporcionan exceso de minerales en relación con la ingesta de calorías (Andrew *et al.*, 2015).



Figura 51. Deficiencias nutricionales de las presas. a) obesidad b) anorexia.

Tomada de: [www.nutricionpersonalizada.wordpress.com](http://www.nutricionpersonalizada.wordpress.com)

### 5.6.2. Riesgos en la alimentación de los ejemplares

Una de las características del alimento administrado en las serpientes, es que son vectores que pueden transmitir varios padecimientos, principalmente de origen bacteriano y parasítico, una forma para controlar este tipo de factores es congelar y descongelar el alimento para su posterior administración (Araoz et al. 2018). Las presas vivas, especialmente los roedores, pueden lastimar a los ejemplares, por este motivo es recomendable alimentarlos con animales que hayan sido sacrificados (Figura 52) evitando posibles complicaciones que no permita la observación de algún cambio de comportamiento importantes (Limon *et al.*, 2016).



Figura 52. Método de sacrificio, utilizando la técnica de dislocación cervical.

Tomada de [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

Los animales que son sacrificados y ofrecidos como alimento en el instante, poseen características similares a las presas vivas, su congelación y descongelación realizada en cortos periodos de tiempo, no afecta su valor nutricional, sin embargo, si esta dura un periodo mayor a seis meses, puede presentarse deterioro de todas las características nutricionales (Henaó & Nunez, 2016). Las presas que aún no presentan *Rigor mortis* (así como aquellas descongeladas) no pueden defenderse de sus depredadores, lo cual representa un menor riesgo de que el animal presente traumatismos, causados por los intentos de este para escapar o defenderse (Dierenfeld *et al.*, 2015).

## 5.7 Legislación de la Vida Silvestre en México

Dentro del contexto de las mascotas no convencionales, debe considerarse el marco regulatorio de la protección de los recursos naturales, los cuales han quedado establecidos en múltiples leyes que son aplicadas tanto a nivel nacional como internacional. De las cuales se desprenden dos leyes que rigen el control y uso responsable de los recursos naturales en México que son:

- **Ley General de Vida Silvestre:** su objetivo es establecer todo lo relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción.
- **Ley General de Responsabilidad Ambiental:** regula la responsabilidad ambiental que se origina de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible. Reconoce también que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales (de La Federación, Diario Oficial., 1988).

En el caso de las leyes internacionales existen los CITES

### 5.7.1. CITES

CITES por sus abreviaturas en inglés (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), en español Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Es un acuerdo que tiene como objetivo regular el comercio internacional de especies silvestres y que este, no constituyan una amenaza para su supervivencia (CONABIO, 2017).

Este acuerdo fue aprobado en Washington D.C. en marzo de 1973 y entro en vigor en 1975 debido a la extracción irregular de algunos animales y plantas que disminuían considerablemente sus poblaciones silvestres, a tal punto que algunas especies se encontraban al borde de la extinción. Por otra parte, muchas de las especies objeto de comercio son consideradas de preocupación menor en

términos de conservación, sin embargo, deben de existir un acuerdo encaminado a garantizar la sustentabilidad del comercio, para preservar esos recursos y sean aprovechados de manera sustentable por las generaciones venideras.

#### **5.7.1.1 Lista de especies**

Todas las especies que pueden ser utilizadas para su aprovechamiento sustentable e investigación, se encuentran registradas en una lista, donde están clasificados por nombre científico, los nombres comunes en inglés, francés y español (cuando se dispone de ellos) y el Apéndice de la CITES en el que están incluidas. Una especie puede ser incluida si se sospecha o existe una posible demanda internacional comprobada, que puede ser perjudicial para su supervivencia en el medio silvestre. Actualmente las especies que se incluyen, son ubicadas en un apéndice correspondiente, dependiendo del grado de protección que requieran.

#### **5.7.1.2. Apéndice I**

El Apéndice I incluye todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. El comercio de estas especies deberá estar sujeto a una reglamentación particularmente estricta a fin de no poner en mayor peligro su supervivencia y se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales. Una especie se considera en peligro de extinción si cumple, o es probable que cumpla, al menos uno de los siguientes criterios.

- Disminución comprobada, deducida o prevista del número de individuos o de la superficie y la calidad del hábitat.
- Alta vulnerabilidad, a los factores intrínsecos o extrínsecos
- Disminución comprobada, deducida o prevista en su área de distribución, la calidad del mismo, así como el número de subpoblaciones.

#### **5.7.1.3. Apéndice II**

Incluye a todas las especies que en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, sin embargo, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar un aprovechamiento incompatible con su

supervivencia. La exportación, importación, reexportación e introducción de especímenes requerirá la previa concesión y presentación de un permiso, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:

- Manifiesto de una Autoridad Científica del Estado, en donde mencione que dicha exportación no perjudicará la supervivencia de esa especie.
- Verificación por parte de una Autoridad Administrativa del Estado de que el espécimen no fue obtenido en contravención de la legislación vigente en dicho Estado sobre la protección de su fauna y flora.
- Verificación por parte de la autoridad Administrativa del Estado, donde todos los especímenes vivos serán acondicionados y transportados de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato.

#### **5.7.1.4 Apéndice III**

El Apéndice III constituye un mecanismo que permite a un país obtener asistencia de otros miembros que estén afiliados al convenio, para controlar el comercio de ciertas especies dentro de su jurisdicción. Para exportar especímenes del Apéndice III no es preciso que la Autoridad Científica formule dictámenes sobre extracciones no perjudiciales del medio silvestre antes de que la Autoridad Administrativa autorice la exportación.

#### **5.8. CITES en México**

La CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) funge como Autoridad Científica de México ante CITES desde el año 2001 y ha participado en las reuniones de esta entidad desde 1994, su objetivo es procurar que el comercio internacional de las especies protegidas por CITES se regule con la mejor evidencia científica, técnica y comercial disponible para asegurar su conservación y aprovechamiento sustentable.

En México, más de 2500 especies de plantas y animales se encuentran incluidas en los diferentes apéndices, entre ellas, varias especies de cactus, orquídeas, bromelias, helechos, magueyes, mamíferos, reptiles, anfibios, aves y peces (Cuadro 3; Domínguez et al., 2018)

**Cuadro 3. Especies incluidas en los apéndices de CITES en México para el 2016.**

	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Especies protegidas
Plantas	107	2209	3	2319
Animales	95	507	80	682
Total	202	2716	83	3001

Adaptada de Inskipp, 2017.

### **5.9. Cuidado de las serpientes en cautiverio (Terrarios)**

Los encierros para las serpientes, denominados terrarios, deben equiparse con algunos sistemas para controlar algunas variables importantes para su supervivencia, como son la temperatura y la humedad. Debido a la gran diversidad entre especies, lo primero a considerar serán los requerimientos que se deben de mantener, mismos que marcará la pauta para la elección de las dimensiones, la disposición de espacio, la orientación de los objetos dentro del terrario y el gradiente térmico y húmedo. El terrario debe ser lo suficientemente grande para permitir la movilidad y debe ser construido con materiales que faciliten su limpieza (Marcuso, 1995).

#### **5.9.1. Sustrato**

Se debe de tomar en cuenta que cualquier material utilizado no cause lesiones, los requerimientos de un buen sustrato debe cumplir son: que el mismo no sea tóxico ni irritante, que sea fácil de limpiar, fácil de obtener y preferentemente barato. El uso de periódico, papel de estraza, sustratos comerciales como musgos o incluso pasto artificial suele ser una buena opción (Arzola-González, 2007). Algunas especies necesitan un sustrato donde puedan cavar, como algunas serpientes que pertenecen a los géneros *Pituophis spp.* (Cincoates o Bullsnake) y *Eryx spp.* (Boas de arena o Sandboas); la mayoría de las serpientes son de carácter tímido y pueden beneficiarse de la presencia de escondrijos, como las cavidades que quedan debajo una corteza de árbol o bajo una piedra plana (Noboa, 2017).

### **5.9.2. Temperatura**

Todos los reptiles y particularmente las serpientes requieren mucha atención en este aspecto, ya que se describe un rango óptimo de temperatura preferido por la especie, donde pueden llevar a cabo sus actividades sin ningún tipo de problema (Packard *et al.*, 1987). Por lo tanto, proveer el terrario con diversos gradientes de temperatura, provoca una conducta habitual conocida como termorregulación por comportamiento; si el animal se encuentra con una temperatura corporal mayor de la que esta acostumbrada, buscara un espacio donde pueda refugiarse y disminuir su temperatura corporal o viceversa. También es importante variar un poco la temperatura por las noches, tratando de imitar las condiciones que presenta su ambiente natural (Arzola-González, 2007). Para tener un registro sobre la temperatura dentro del terrario es necesario contar con un termómetro que determine cuáles son los rangos que estamos manejando y anotarlos en una bitácora donde mostrando las variaciones de temperatura en diversas zonas del albergue (Daza & Perez, 2011)

### **5.9.3. Humedad**

Esta se puede manejar mediante la aspersion periódica de agua sobre el terrario, aumentando el espacio donde se contiene el agua o colocándolo estratégicamente sobre una placa térmica, también se pueden usar sustratos que conserven la humedad para que esta se mantenga en el ambiente. Se debe controlar la humedad en invierno, ya que el efecto de la calefacción artificial puede secar el ambiente y provocar la aparición de algunas patologías, siendo las más comunes aquellas relacionadas con el sistema respiratorio y la piel (Czaplewski, 2005). Todos los reptiles tienen perdidas insensibles de agua, sobre todo a través de la respiración. Para regular esta condición de manera óptima, el terrario debe contar con diversas humedades relativas, lo cual sera determinante a la hora de diseñar este tipo de microambientes (Cuadro 4; Secor *et al.*, 2000).

**Cuadro 4. Preferencias ambientales en diferentes especies de reptiles**

<b>Especie</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Humedad (%)</b>
<b>Boa constrictor (<i>Boa constrictor</i>)</b>	28 - 34°C	50 - 70
<b>Pitón bola (<i>Python regius</i>)</b>	25 - 30°C	70 - 80
<b>Tortuga del desierto (<i>Gopherus agassizii</i>)</b>	25 - 30°C	---
<b>Iguana verde (<i>Iguana iguana</i>)</b>	29.5 - 39.5°C	60 - 80
<b>Camaleón de Jackson (<i>Chamaleo jacksonii</i>)</b>	21 - 27°C	50 - 70

Adaptada de Divers & Mader, 2005.

#### **5.9.4. Ventilación**

El microambiente dentro del terrario requiere un sistema que pueda permitir un flujo de aire, para diseminar las partículas suspendidas y microorganismos, impidiendo la concentración y su crecimiento dentro del albergue (Van Heygen, 2009). Es recomendable tomar en consideración que, al aumentar la ventilación, el control de la temperatura y la humedad es más difícil de conseguir, por lo que esta debe de monitorear constantemente (Gutiérrez, 2018)

#### **5.9.5. Iluminación y exposición solar**

El primer efecto de la luz en el cuerpo de las serpientes se da al llegar a los fotorreceptores en la piel y el sistema nervioso central (retina, ojo pineal) con lo que se liberan reacciones fotoquímicas, influyendo en el metabolismo de algunos minerales, el comportamiento y los ciclos reproductivos (Manriquez *et al.*, 2015). Con esta premisas, los periodos de luz son recomendables para mantener a un individuo sano y estos pueden variar dependiendo la latitud en la que se encuentre el ejemplar en vida libre, siendo las especies más ecuatoriales las que requieren un aproximado de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad al día; los animales que se localicen más al norte o al sur, tienden a variar sus horas luz, necesitando un total de 9 a 14 horas por día, dependiendo de la época del año en la que se encuentren (Packard *et al.*, 1987).

### **5.9.6. Agua**

Se recomienda saber la forma en que el espécimen se hidrata ya que solo algunos, son capaces de tomar agua de una fuente como lo serian un rio o lago cuando se encuentran en estado silvestre. Esta característica sera determinante para escoger el sistema utilizado para proporcionarle agua, como lo puede ser una simple bandeja, un sistema de goteo o rociar agua con algún mecanismo de aspersión (Aguilar, 2017). En los albergues donde la presencia del agua es un factor constante, es importante el monitorear la calidad de la misma. Se puede lograr una buena calidad al realizar recambios de agua periódicos o al implementar filtros comerciales (Arzola-González, 2007).

### **5.9.7. Limpieza**

Es indispensable limpiar diario las zonas que contiene los desechos de la serpiente, disminuyendo asi, la probabilidad de algún padecimiento causado por alguna enfermedad zoonótica (Carriquiriborde, 2018).

### **5.9.8. Alojamientos con diferentes especímenes**

Es de importancia el saber la estructura social de las especies, ya que en algunas la presencia de otro individuo puede generar estrés. Otro factor importante es no mezclar individuos de diferentes especies, debido a que muchas veces, estos pueden transmitir enfermedades y la resistencia a las mismas tiende a variar (Czaplewski, 2005). Al introducir un espécimen nuevo es indispensable mantenerlo en cuarentena con la finalidad de evitar la propagación de enfermedades (Noboa, 2017).

## **5.10. Manejo**

De las 3,442 especies de serpientes distribuidas en todo el planeta, solo el 15% son consideradas como peligrosas, existiendo especies inofensivas y tímidas, hasta algunas extremadamente agresivas y territoriales, pudiendo ser no venenosas y venenosas, estas últimas son las de mayor cuidado en su manejo (Polo, 2006).

El manejo requiere de algunos elementos de importancia:

- Tener los conocimientos y entrenamiento necesarios para la manipulación.
- Seguridad y tranquilidad para los animales.
- Seguridad y comodidad para el personal que las manipule.
- No correr riesgos innecesarios y cumplir con las medidas de protección.
- Emplear los medios de captura y contención adecuadamente.
- Prever diferentes acciones que pudieran suceder en el manejo.
- Contar con los faboterapicos necesarios y números de emergencia en caso de alguna ofidio toxicosis, asi como personal especializado para llevar a cabo dicho procedimiento de emergencia.

### **5.10.1. Captura y contención**

Estos procedimientos deben realizarse con objetivos justificados, ya que estos requieren una manipulación del ejemplar, lo cual puede ocasionar alguna inquietud del mismo y presente comportamientos agresivos y defensivos, dando con posibles resultados que pueden poner en peligro tanto al ejemplar, como a los técnicos que se encuentren manipulando al espécimen (Seigel, 1987).

Para este tipo de procedimientos se emplean dos métodos creados a partir del tipo de manejo que se va a realizar, siendo el primero el método físico, dejando a los métodos químicos para ciertos procedimientos específicos.

#### **5.10.1.1. Método físico**

Es un método invasivo en la mayoría de los casos, consiste en la manipulación de un ejemplar a través de diferentes instrumentos creados para su contención, sim embargo, el uso de este tipo de técnicas debe ser realizado por alguien que tenga

experiencia en este campo, pues existe un mayor grado de riesgo de accidentes que pueden producirse por la manipulación del ejemplar. Para el uso de este método, se recomienda en especies pequeñas y dóciles, siendo una excepción cuando debe ser empleado en captura de algún ejemplar en estado salvaje y en exámenes de corta duración (Figura 53) para su ejecución deben emplearse diferentes instrumentos auxiliares (Manrriquez *et al.*, 2015).

Dentro de los instrumentos utilizados para el manejo de serpientes se encuentran:

- Ganchos de manejo: Son varas de aluminio generalmente de poco peso y fácil manipulación, largos y delgados empleados para la manipulación de serpientes a una distancia que pueda proteger la integridad de la persona que se encuentra manipulando el ejemplar. La punta del gancho o extremo debe ser rígida y ligera, de tal forma que no se doble y puede tener forma de L, U, Y T (Figura 53a).
- Pinzas articuladas o pinzas Whitco: Constan de un extremo móvil y otro fijo, formando una tenaza. Estas tenazas son distales y están sujetas a un tubo ligero y resistente, que se presenta en varias longitudes y en su parte proximal se encuentra una empuñadura con la que se controla la acción de la pinza por medio de un gatillo, articulado a un mecanismo de soporte, dando la capacidad de sostener al ejemplar sin necesidad de acercarse al mismo (Figura 53b).
- Tubos de contención: Son de plástico o acrílicos transparentes, de forma cilíndrica y hueca, ligeros y resistentes, presentan diferentes longitudes y son utilizados para procedimientos donde se requiera la manipulación constante del animal, como lo serían los chequeos médicos (Figura 53c).
- Fundas: Esta se confeccionan de tela y depende del peso y tamaño del animal, deben ser de materiales ligeros pero resistentes, tienen en la abertura un cordón y en algunos casos cierres sirven para contener ejemplares sin que exista riesgo de que estos escapen (Figura 53d).
- Recipientes de plástico con tapa no herméticos: Proporcionan el suficiente espacio para que el animal se encuentre tranquilo y pueda moverse durante

los momentos de oscuridad, poseen orificios o agujeros para que pueda ingresar el oxígeno (Figura 53e), el cierre debe ser seguro evitando que algunos ejemplares arborícolas puedan salir de este (Ballard & Cheek, 2016).



a



b



c



d



e

Figura 53. Instrumentos utilizados para el manejo de serpientes

Tomada de: [www.serpientes--venenosas.blogspot](http://www.serpientes--venenosas.blogspot).

### 5.10.1.2. Método químico

La contención química es empleada para trabajos de larga duración (intervenciones quirúrgicas) se trata de un método que utiliza farmacos que afectan el sistema nervioso (Figura 51), pudiendo encontrarse en forma líquida y gaseosa (Ballard & Cheek, 2016).



Figura 54. Anestesia general y mantenimiento de un ejemplar de *Micrurus spp.*

Tomada de: [www.soheva.org](http://www.soheva.org)

### 5.10.2. Manejo de serpientes venenosas

Una característica que distingue a las serpientes venenosas es la presencia de un par de colmillos inoculadores de veneno, que son reemplazados constantemente (Quesada-Aguilera, 2012). Las serpientes engullen su alimento entero; esto implica que la presa puede defenderse mientras está siendo consumida. Para evitar cualquier lesión que le pueda ser producida, el veneno y las estructuras utilizadas para su inoculación, actúan como un mecanismo que le permite a la serpiente atacar, dominar y engullir presas relativamente grandes sin correr riesgo alguno, limitándose a morder, seguir el rastro de la presa herida y luego consumir un animal incapaz de defenderse (Cox, 2008). Cuando las serpientes no tienen intención de comer ni matar, usan este mecanismo como método de defensa.

Luego de la primera mordida, la serpiente no escapa, se queda enroscado en el mismo sitio en espera de que sea el animal el que se aleje si esto no ocurre, es probable una segunda inoculación, con una mayor concentración de veneno (Zavala *et al.*, 2002).

La mayoría de los accidentes ocurren por ignorancia e imprudencia, incluso existen evidencias donde se han presentado accidentes con ejemplares muertos, donde el manejador tiene contacto con el veneno que aún continúa activo (Urdaneta *et al.*, 2004). La práctica desempeña un papel esencial para el manejo adecuado de estos animales, sin embargo, el conocimiento sobre su comportamiento también es de gran ayuda (Fontanillas *et al.* 2000). Se debe tener presente que muchos ofidios venenosos son capaces de matar al personal si estas no reciben el antídoto correspondiente (Troiano, 2005). Las personas que manejen estos animales deben tener acceso a protocolos o guías en donde señale la utilización de un protocolo que debe seguirse en el caso de que este tipo de situaciones puedan presentarse (Figura 55). El personal técnico debe recibir entrenamiento especial para actuar con rapidez y eficacia, en caso de que este tipo de situaciones se presenten.

Para la manipulación de estos ejemplares, hay que considerar varias cuestiones que pueden reducir en gran medida el riesgo de accidentes ofídicos, uno de ellos es trabajar en un área libre de cualquier objeto que pueda ser utilizado por las serpientes como un escondrijo, este lugar debe ser amplio para ofrecer cierto grado de tranquilidad y evitar estresar al animal, debe de contarse con las herramientas necesarias para realizar este procedimiento, se recomienda no realizar estos procedimientos solo, debe de haber otra persona que pueda asistir el procedimiento de manera que no interfiera y que pueda actuar rápidamente el caso de que pueda ocurrir un accidente ofídico (Souza, 2018). Al trabajar con serpientes venenosas, se debe prestar toda la atención al procedimiento y es altamente recomendable no trabajar bajo los efectos de algún medicamento o enfermedad (Santi *et al.*, 2016).

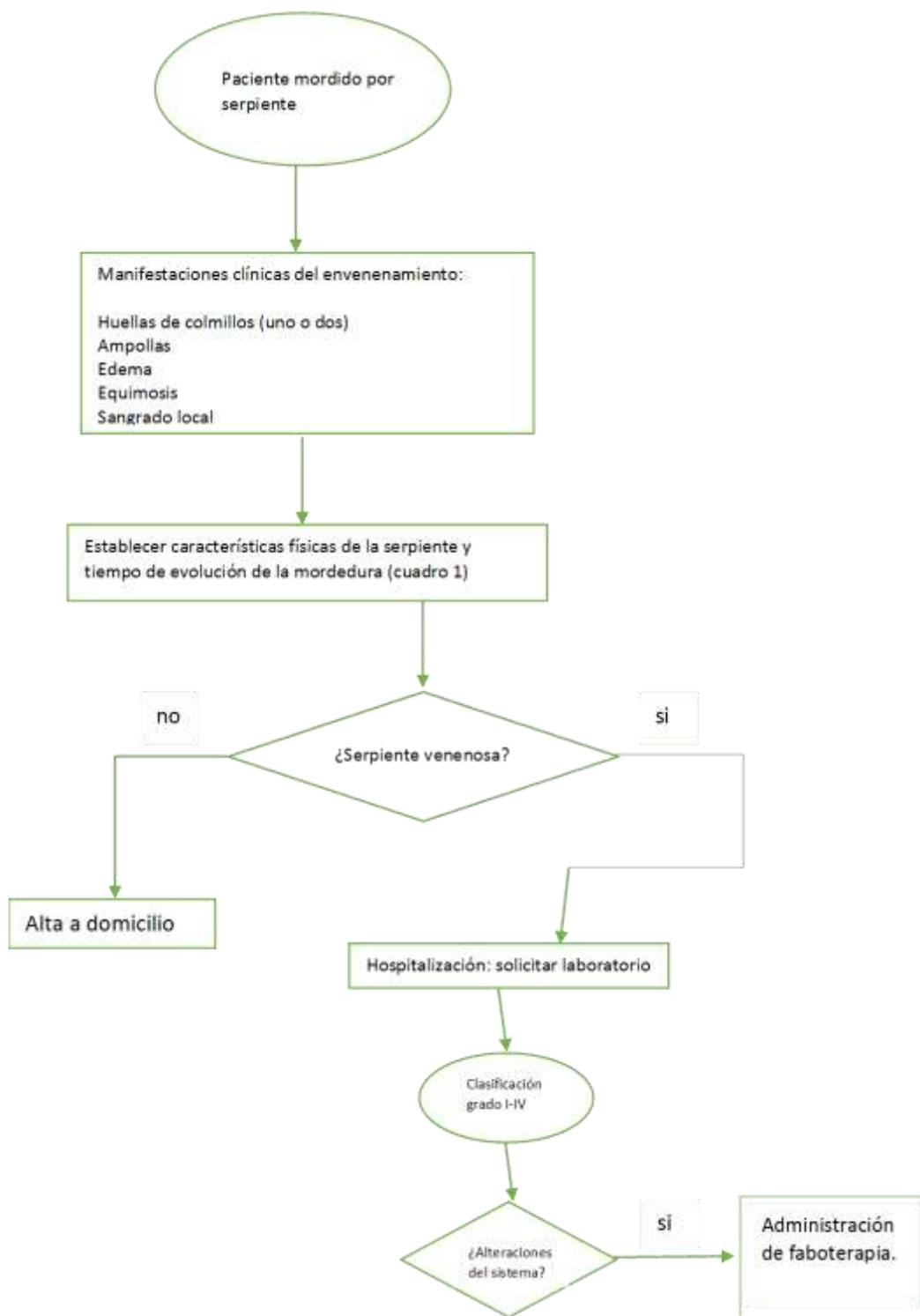


Figura 55. Esquema de manejo de una mordedura de serpiente.

Modificada de Secretaria de Salud, 2017.

### 5.11. Medicina preventiva

En los países desarrollados, la expansión en el conocimiento general del cuidado de los reptiles (medicina, y cirugía) ha tenido como resultado la provisión de un nivel en el cuidado de este tipo de mascotas no convencionales, comparable al de los médicos veterinarios que deciden especializarse en la atención de mascotas convencionales (perros y gatos) (Aguilar, 2017). Debido al aumento de popularidad de los reptiles como animales de compañía, en la actualidad, existe más información e investigaciones disponibles acerca de enfermedades asociadas con estos animales, además de nuevas opciones de tratamientos, ya que los reptiles son tratados como miembros de la familia (Figura 56) y los propietarios de estos, demandan el mismo nivel de cuidados que se esperan para ellos mismos (Ardiaca *et al.*, 2010).



Figura 56. Cambio de paradigma en la tenencia de una mascota.

Tomadas de: [www.elpais.com](http://www.elpais.com), [www.serpientes-venenosas.blogspot.com](http://www.serpientes-venenosas.blogspot.com)

Es imperativo que el propietario de una serpiente, mantenida en cautiverio o que sea empleada como mascota, conozca el comportamiento y sus alteraciones que pueden dar hincapié a la aparición de alguna enfermedad, siendo provocadas incluso por factores ambientales que no poseen una regulación, como es la temperatura. Con las serpientes venenosas se tienen más precauciones, ya que estas requieren un protocolo de manejo específico debido al peligro que implican su mantenimiento en cautiverio, además es indispensable tener un equipo de manejo especial para este tipo de animales, donde se incluya algún fáboterapico que pueda ser utilizada fácilmente y que sea específico para esa especie (Aguirre-Leon, 2011).

### 5.11.1. Examen físico general

El examen físico en las serpientes se divide en dos fases, la primera es no invasiva, en la que se relacionan datos como actitud, temperamento, estado general, la actividad motriz y la respiración, esta última cuando sea posible. Posteriormente sigue una fase invasiva en la que se procede a tomar más datos del animal, pero en este caso ejecutando algún tipo de restricción física o química (Schumacher, 1997). La fase invasiva se utiliza para recolectar datos necesarios para su valoración fisiológica, tales como la temperatura, pulsaciones por minuto, respiración por minuto, color de las membranas mucosas y el peso del animal; complementando los datos tomados en la fase no invasiva (Jekl & Knotek, 2006).

Posteriormente se puede realizar el examen clínico, el cual debe ser dirigido a cualquier alteración de algún sistema, que indique algún problema que afecte el comportamiento natural del animal o que ponga en riesgo su salud (Kik & Mitchell, 2005).

La mayoría de las enfermedades son causadas por deficiencias ambientales (Figura 57). Esto debe dar hincapié la recopilación de una historia clínica detallada, dando una lista sobre los posibles diagnósticos diferenciales examinando las diferentes variantes que pueden dar origen a la aparición de enfermedades, tales como son la temperatura, humedad, condiciones del encierro, consumo de agua y alimento, heces, orina, uratos, y comportamiento en general (Guillette *et al.*, 1995).



Figura 57. Deficiencias en el alojamiento de las serpientes.

Tomada de: [www.tonyvivanco.wordpress](http://www.tonyvivanco.wordpress)

Posteriormente al examen físico se consignan los datos o hallazgos anormales que han sido identificados en la serpiente, dando una descripción concisa de esta alteración, la cual nos guiara para explorar diferentes métodos de diagnóstico más específicos (Divers & Mader, 2005).

Luego se llega a una tabla en la que se deben de enlistar los siguientes puntos:

- -Problemas: Se debe de anotar de manera priorizada los problemas (anormalidades) que son importantes para la calidad de vida del animal.
- -Diagnósticos diferenciales: Las posibles patologías, enfermedades o causas de los problemas enlistados.
- -Planes diagnósticos: Son los planes que se ejecutarán para tratar de llegar a un diagnóstico final o el más probable.
- -Planes terapéuticos: Son los planes o acciones a ejecutar en el animal y su entorno para mejorar su calidad de vida, solucionar los problemas descritos y mejorar las probabilidades de supervivencia (Divers & Mader, 2005).

### **5.12. Zoonosis**

Con el aumento de popularidad de la herpetocultura, existe más información disponible acerca de enfermedades que pueden ser transmitidas por estos ejemplares, incluso si estos han sido criados en cautiverio, siendo la más común *Salmonella spp.*, convirtiéndolos en reservorios potenciales de esta infección (Torres *et al.*, 2005).

Existe la hipótesis de que los reptiles y anfibios han sido responsables de numerosos brotes de salmonelosis en humanos (Zavala *et al.*, 2002). La flora microbiana que poseen es muy diferente a la que se encuentran en animales homeotermos, es así que microorganismos como *Salmonella spp.*, son considerados como microbiota natural del tracto gastrointestinal en muchas de estas especies; los huevos de las serpientes en ocasiones suelen contaminarse por su paso a través de la cloaca (Chinchilla *et al.*, 2014). Los agentes infecciosos involucrados pueden ser transmitidos a través de distintos mecanismos (Figura 58) contacto directo, ingestión, inhalación, por vectores intermediarios, arañazos o mordeduras (Aguirre-León, 2011).



Figura 58. Interacción de los reptiles con poblaciones vulnerables (niños).

Tomada de [www.webconsultas.com/mascotas](http://www.webconsultas.com/mascotas)

Las serpientes y otras especies de reptiles pueden ser utilizadas como fuente de alimento en algunos países, y por esta razón existe la necesidad de determinar los efectos xenobióticos entrando la cadena alimenticia a través de la ingestión de estos animales. Esto tiene una importancia particular con especies de reptiles que han sido incrementadas su función como fuente alimenticia como la carne de caimán, ancas de rana y carne de serpientes etc. (Tercero, 2011).

## **6. Conclusión**

Con la elaboración de este manual, se abordaron temas de importancia donde se incrementará la atención y cuidado de las serpientes empleadas como mascotas no convencionales, usando documentos de carácter científico para la atención y mantenimiento de estas especies en cautiverio, así como la prevención de los posibles factores que puedan afectar su salud y por ende intervenir con el bienestar animal.

## 7. Bibliografía:

- Achille, G. (2015). Biology and Origin of Snakes. In Snakes of Italy (pp. 14-28). Springer, Cham.
- Aguilar Orozco, M. G. (2017). Medicina de animales exóticos y silvestres en el Departamento de Animales Exóticos y Silvestres del Veterinary Teaching Hospital de la Universidad de Illinois en Urbana Champaign y en el Servicio Veterinario de Brookfield Zoo Veterinary de Brookfield, Illinois.
- Aguirre-León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna, 1, 48-65.
- Ahumada-Carrillo, I. T., Weatherman, G. N., & Vázquez-Huizar, O. (2016). Registros adicionales de la serpiente caracolera occidental *Tropidodipsas annulifera* (Serpentes: Dipsadidae) en el estado de Jalisco, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(1), 261-263.
- Aldridge, R. D., Chabarría, R. E., Miralles, A., & Siegel, D. S. (2016). Female Reproductive Anatomy: Cloaca, Oviduct, and Sperm Storage. In *Reproductive Biology and Phylogeny of Snakes* (pp. 353-415). CRC Press.
- Andrade, D. V., De Toledo, L. F., Abe, A. S., & Wang, T. (2004). Ventilatory compensation of the alkaline tide during digestion in the snake *Boa constrictor*. *Journal of Experimental Biology*, 207(8), 1379-1385.
- Andrew, A. L., Card, D. C., Ruggiero, R. P., Schield, D. R., Adams, R. H., Pollock, D. D., ... & Castoe, T. A. (2015). Rapid changes in gene expression direct rapid shifts in intestinal form and function in the Burmese python after feeding. *Physiological genomics*, 47(5), 147-157.
- Araoz, A. C. C., Garcia, V. C., Pinto, C. M., & Almeida-Santos, S. M. (2018). Parasitological Diagnosis of Island Snakes Kept in Captivity at the Butantan Institute. *Archives of Veterinary Science*, 23(3).
- Ardiaca, M., Brotons, N. J., & Montesinos, A. (2010). Aproximación a las urgencias y cuidados intensivos en conejos, psitácidas y reptiles. *Clínica veterinaria de pequeños animales: revista oficial de AVEPA, Asociación Veterinaria Española de Especialistas en Pequeños Animales*, 30(1), 0005-14.

- Arzola-González, J. F. (2007). Humedad y temperatura en nidos naturales y artificiales de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(3), 377-383.
- Astarita, G., Rourke, B. C., Andersen, J. B., Fu, J., Kim, J. H., Bennett, A. F., ... & Piomelli, D. (2006). Postprandial increase of oleoylethanolamide mobilization in small intestine of the Burmese python (*Python molurus*). *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 290(5), R1407-R1412.
- Aveiro-Lins, G., Rocha-Barbosa, O., Salomão, M. D. G., Puerto, G., & Loguercio, M. F. C. (2006). Topographical anatomy of the blunthead treesnake, *Imantodes cenchoa* (Linnaeus, 1758) (*Colubridae: Xenodontinae*). *International Journal of Morphology*, 24(1), 43-48.
- Ballard, B., & Cheek, R. (Eds.). (2016). *Exotic animal medicine for the veterinary technician*. John Wiley & Sons.
- Banzato, T., Russo, E., Finotti, L., Milan, M. C., Giancesella, M., & Zotti, A. (2012). Ultrasonographic anatomy of the coelomic organs of boid snakes (*Boa constrictor imperator*, *Python regius*, *Python molurus*, and *Python curtus*). *American journal of veterinary research*, 73(5), 634-645.
- Barboza, P. S., Bennett, A., Lignot, J. H., Mackie, R. I., McWhorter, T. J., Secor, S. M., ... & Wang, T. (2010). Digestive challenges for vertebrate animals: microbial diversity, cardiorespiratory coupling, and dietary specialization. *Physiological and Biochemical Zoology*, 83(5), 764-774.
- Barragán, K., & Karol, B. (2002). Enfermedades de reptiles y anfibios. *Boletín GEAS*, 3(1-6), 18-27.
- Bartlett Jr, D., Mortola, J. P., & Doll, E. J. (1986). Respiratory mechanics and control of the ventilatory cycle in the gartner snake. *Respiration physiology*, 64(1), 13-27.
- Bennett, R. A. (1991). A review of anesthesia and chemical restraint in reptiles. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 282-303.
- Benson, K. G., & Forrest, L. (1999). Characterization of the renal portal system of the common green iguana (*Iguana iguana*) by digital subtraction imaging.

- Journal of zoo and wildlife medicine: official publication of the American Association of Zoo Veterinarians, 30(2), 235-241.
- Berg, W., Theisinger, O., & Dausmann, K. H. (2017). Acclimatization patterns in tropical reptiles: uncoupling temperature and energetics. *The Science of Nature*, 104(11-12), 91.
- Beyenbach, K. W. (1984). Water-permeable and-impermeable barriers of snake distal tubules. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 246(3), F290-F299.
- Blaylock, R. S. (2005). The identification and syndromic management of snakebite in South Africa. *South African Family Practice*, 47(9), 48-53.
- Boback, S. M., McCann, K. J., Wood, K. A., McNeal, P. M., Blankenship, E. L., & Zwemer, C. F. (2015). Snake constriction rapidly induces circulatory arrest in rats. *Journal of Experimental Biology*, 218(14), 2279-2288.
- Bogan Jr, J. E. (2017). Measuring Cardiac Troponin I in Snake Cardiac Muscle: A Pilot Study. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*, 27(3), 127-129.
- Böhm, M., Collen, B., Baillie, J. E., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., ... & Rhodin, A. G. (2013). The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*, 157, 372-385.
- Bolton, P. M., & Beuchat, C. A. (1991). Cilia in the urinary bladder of reptiles and amphibians: a correlate of urate production. *Copeia*, 711-717.
- Bonnet, X., Shine, R., Naulleau, G., & Vacher-Vallas, M. (1998). Sexual dimorphism in snakes: different reproductive roles favour different body plans. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1392), 179-183.
- Borja, M., Neri-Castro, E., Castañeda-Gaytán, G., Strickland, J. L., Parkinson, C. L., Castañeda-Gaytán, J., ... & Pérez-Morales, R. (2018). Biological and Proteolytic Variation in the Venom of *Crotalus scutulatus* from México. *Toxins*, 10(1), 35.
- Branch, W. R. (1986). Hemipenial morphology of African snakes: a taxonomic review. Part 1. Scolecophidia and Boidae. *Journal of Herpetology*, 285-299.

- Braun, C. E. (Ed.). (2005). Techniques for wildlife investigations and management (p. 974). Bethesda, Maryland: Wildlife Society.
- Bunke, L. G., Sladky, K. K., & Johnson, S. M. (2018). Antinociceptive efficacy and respiratory effects of dexmedetomidine in ball pythons (*Python regius*). American Journal of Veterinary Research, 79(7), 718-726.
- Byrnes, G., & Jayne, B. C. (2014). Gripping during climbing of arboreal snakes may be safe but not economical. Biology letters, 10(8), 20140434.
- Cai, Y., Ming, C., & Qin, Y. (2017). Skeleton extraction based on the topology and Snakes model. Results in Physics, 7, 373-378.
- Calderón-Mandujano, R. R., Galindo-Leal, C., & Cedeno-Vazquez, J. R. (2008). Utilización de hábitat por reptiles en estados sucesionales de selvas tropicales de Campeche, México. Acta zoológica mexicana, 24(1), 95-114.
- Carriquiriborde, M. (2018). Temas de Zoonosis IV, capítulo 48-Enfermedades Zoonóticas Asociadas a Reptiles. Veterinaria, 35(362), 1852-317X.
- Ceballos, G., List, R., Garduño, G., López, R., Muñozcano, M. J., Collado, E., & San Román, J. (2009). La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Colección Mayor, Estado de México.
- Chan, R. P. (2015). Historia, arqueología y arte prehispánico. Fondo de cultura económica.
- Chávez, G., & Ramón, J. (2004). Simbolismo de la bandera nacional de México. Derecho y Cultura, (13), 129-143.
- Chinchilla Magaña, A. M., Henríquez Garciaguirre, M. X., & Martínez Menjivar, N. J. (2014). Determinación de flora bacteriana en cavidad oral de serpientes de la familia Boidae y Colubridae en el Parque Zoológico Nacional de El Salvador (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Chiodini, R. J., Sundberg, J. P., & Czikowsky, J. A. (1982). Gross anatomy of snakes. Veterinary Medicine/Small Animal Clinician, 77(3), 413.
- Climént Bonilla, J. B. (2014). Un Acercamiento a las Competencias de la Educación Veterinaria en México Y España. Revista Mexicana de Agronegocios, 18(34).

- CONABIO (2017) CITES: un convenio para proteger plantas y animales amenazados por el comercio ilegal. *Biodiversitas*, 49, 7-11
- Cortez Martínez, M. A. (2015). Perfil hemático y presencia de hemoparásitos en reptiles del Parque Zoológico Nacional, El Salvador (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Cowan, M. L. (2017). Diseases of the Respiratory System. *Reptile Medicine and Surgery in Clinical Practice*, 299-306.
- Cox, C. L., & Secor, S. M. (2008). Matched regulation of gastrointestinal performance in the Burmese python, *Python molurus*. *Journal of Experimental Biology*, 211(7), 1131-1140.
- Crotty, T. L., & Jayne, B. C. (2015). Trade-offs between eating and moving: ¿what happens to the locomotion of slender arboreal snakes when they eat big prey? *Biological journal of the Linnean Society*, 114(2), 446-458.
- Cubillos, D. L. G., Polania, J. F. H., Mosquera, J. A., Cedeño, E. F. A., & López, E. C. G. (2017). enseñanza-aprendizaje de la ofidio fauna en la región sur de Colombia: un problema de investigación y una revisión de antecedentes. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 10(19), 865-873.
- Cundall, D. (1983). Activity of head muscles during feeding by snakes: a comparative study. *American Zoologist*, 23(2), 383-396.
- Cundall, D. A. V. I. D., & Greene, H. W. (2000). Feeding in snakes. *Feeding: form, function, and evolution in tetrapod vertebrates*, 293-333.
- Czaplewski C. R.W. (2005) Diplomado a Distancia en Fauna Silvestre. Módulo V. CEAMVET. México.
- D'Amico, R. L., & Mendoza, S. (2004). algunas características de la religión aborígen australiana. *revista de investigaciones*, 25.
- Da Silva, F. O., Fabre, A. C., Savriama, Y., Ollonen, J., Mahlow, K., Herrel, A., ... & Di-Poï, N. (2018). The ecological origins of snakes as revealed by skull evolution. *Nature communications*, 9(1), 376.
- Dantzler, W. H. (2016). Renal Morphology. In *Comparative Physiology of the Vertebrate Kidney* (pp. 7-36). Springer, New York, NY.

- David Perpiñán En “Seminario Práctico Medicina Veterinaria de Reptiles”. Recuperado de <http://www.soheva.org/2012/05/31/ponencias-de-david-perpinan-i-seminario-practico-medicihana-veterinaria-de-reptiles/> (consultado el 27 de noviembre del 2018)
- Daza-Pérez, E. P., & Pérez-Miranda, R. (2011). Termorregulación de lagartos en la formación de profesores de ciencias naturales y educación ambiental. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(3).
- de La Federación, D. O. (1988). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. México, Distrito Federal, 28.
- Dierenfeld, E. S., Norton, T. M., Hyslop, N. L., & Stevenson, D. J. (2015). Nutrient composition of prey items consumed by free-ranging *Drymarchon couperi* (Eastern Indigo Snakes). *Southeastern naturalist*, 14(3), 551-560.
- Distel, A. A. F. (2016). “El Señor de la Serpiente”, Simbología de los Petroglifos del Cerro de la Escuelita Vieja de Potrero de Payogasta. Mariano Cornejo, Fundación Grupo El Abra, Mundo Gráfico, Salta, 170 páginas. Andes, 27.
- Divers, S. J., & Mader, D. R. (Eds.). (2005). *Reptile Medicine and Surgery-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Divers, S. J., Lawton, M. P., & Wyneken, J. (1999). Surgical anatomy of the Serpentine (*Colubridae* and *Boidae*) kidney with particular regard to surgical nephrectomy. In *Proceedings* (pp. 175-178).
- Domínguez, J. L. C., Orozco, C. M. V., Esquivel, M. M., & Sotelo, K. V. (2018). Las redes sociales como factor criminógeno de la venta ilegal de especies en Tamaulipas (México): el caso de Facebook. *Ciencia UAT*, 13(1), 19-34.
- Duncker, H. R. (2004). Vertebrate lungs: structure, topography and mechanics: A comparative perspective of the progressive integration of respiratory system, locomotor apparatus and ontogenetic development. *Respiratory physiology & neurobiology*, 144(2-3), 111-124.
- Enok, S., Simonsen, L. S., Funch, P., Kruse, A., Dahlerup, J. F., & Wang, T. (2016). Digestive physiology in reptiles with special reference to pythons. In *Amphibian and Reptile Adaptations to the Environment* (pp. 93-126). CRC Press

- Esbaugh, A. J., Secor, S. M., & Grosell, M. (2015). Renal plasticity in response to feeding in the Burmese python (*Python molurus bivittatus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 188, 120-126.
- Fernández-Badillo, L., Morales-Capellán, N., Contreras-Patiño, D. R., & Carreño-Cervantes, A. (2016). Confirmación de la presencia de la serpiente de cascabel *Crotalus scutulatus* para el Estado de México, México. *Acta zoológica mexicana*, 32(2), 202-205.
- Filogonio, R., Wang, T., & Danielsen, C. C. (2018). Analysis of vascular mechanical properties of the yellow anaconda reveals increased elasticity and distensibility of the pulmonary artery during digestion. *Journal of Experimental Biology*, 221(16), jeb177766.
- Fontanillas, J., C. García y I. de Gaspar. (2000). Los reptiles. Biología, comportamiento y patología. Mundi-Prensa, Madrid. 160 pp
- Frayre-Torres, M. J., Sevilla-Godínez, E., Orozco-Valerio, M. D. J., Armas, J., & Celis, A. (2006). Mortalidad por contacto traumático con serpiente y lagarto venenosos. México, 1979-2003. *Gaceta médica de México*, 142(3), 209-213.
- Freud, S. (2014). El hombre Moisés y la religión monoteísta: tres ensayos (Vol. 297). Ediciones Akal.
- Fry B. G. (2005). From genome to "venome": molecular origin and evolution of the snake venom proteome inferred from phylogenetic analysis of toxin sequences and related body proteins. *Genome research*, 15(3), 403–420. doi:10.1101/gr.3228405
- Gallego Carmona, C. A. (2016). Ecología Térmica y patrón de actividad de *Anolis antonii* en dos hábitats con diferente grado de perturbación en el departamento del Tolima.
- García, H., Hernan, H., & Soto Castro, A. N. (2009). Plan de manejo zootécnico y adecuación de la exhibición de tortugas morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*)-SPIX 1824 en la fundación zoológico Santacruz.

- García, R. C. (2016). Tezcatlipoca y Shiva, breve relación entre un dios azteca y uno hindú. *Estudios Mesoamericanos*, 1(10), 95-103.
- Gillett, A. K., Ploeg, R., Flint, M., & Mills, P. C. (2017). Postmortem examination of Australian sea snakes (*Hydrophiinae*): Anatomy and common pathologic conditions. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 29(5), 593-611.
- Girling, S. J. (2008). *Veterinary nursing of exotic pets*. John Wiley & Sons.
- Gómez A. (2015). *Hematología y Bioquímica Plasmática de la Serpiente Crotalus simus (Serpentes: Viperidae)*, en *Condiciones de Cautiverio* (Doctoral dissertation, Universidad de Costa Rica).
- Grande, M. J. L., & Brieva, F. V. (2017). Iconografía de los amuletos-placa egipcios de diseño calado/Openwork Egyptian Amulets: Some Notes On Their Iconographic Motifs. *Anejos a Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, (1).
- Greene HW & D Cundall. (2000). Limbless tetrapods and snakes with legs. *Science* 287: 1939-1941.
- Greene HW. (1997). *Snakes: Evolution of mystery in nature*. University of California Press, 366 pp.
- Greene, H. W. (1983). Dietary correlates of the origin and radiation of snakes. *American Zoologist*, 23(2), 431-441.
- Gregorovicova, M., Sedmera, D., & Jensen, B. (2018). Relative position of the atrioventricular canal determines the electrical activation of developing reptile ventricles. *Journal of Experimental Biology*, 221(11), jeb178400.
- Guillette, L. J., Cree, A., & Rooney, A. A. (1995). Biology of stress: interactions with reproduction, immunology and intermediary metabolism. In *Health and welfare of captive reptiles* (pp. 32-81). Springer, Dordrecht.
- Hafez, E. S. E., & Hafez, B. (2007). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. McGraw-hill.
- Hansen, K., Pedersen, P. B. M., Pedersen, M., & Wang, T. (2012). Magnetic resonance imaging volumetry for noninvasive measures of phenotypic flexibility during digestion in Burmese pythons. *Physiological and Biochemical Zoology*, 86(1), 149-158.

- Head, J. J., Bloch, J. I., Hastings, A. K., Bourque, J. R., Cadena, E. A., Herrera, F. A., ... & Jaramillo, C. A. (2009). Giant boid snake from the Palaeocene neotropics reveals hotter past equatorial temperatures. *Nature*, 457(7230), 715.
- Henao Duque, A. M., & Nunez Rangel, V. (2016). Maintenance of Red-Tail Coral Snake (*Micrurus mipartitus*). *Acta Biológica Colombiana*, 21(3), 593-600.
- Henkel, F. W., & Schmidt, W. (2010). Pequeño atlas de reptiles. Editorial Hispano Europea.
- Hernandez-Divers, S. J., & Shearer, D. (2002). Pulmonary mycobacteriosis caused by *Mycobacterium haemophilum* and *M. marinum* in a royal python. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 220(11), 1661-1663.
- Hernández-gallegos, O., López-Moreno, A. E., Méndez-Sánchez, J. F., Rheubert, J. L., & Méndez-de la Cruz, F. R. (2015). Ámbito hogareño de *Aspidoscelis cozumela* (*Squamata: Teiidae*): una lagartija partenogenética micro endémica de Isla Cozumel, México. *Revista de Biología Tropical*, 63(3), 771-781.
- Hicks, J. W., Wang, T. O. B. I. A. S., & Bennett, A. F. (2000). Patterns of cardiovascular and ventilatory response to elevated metabolic states in the lizard *Varanus exanthematicus*. *Journal of Experimental Biology*, 203(16), 2437-2445.
- Holz, P. H. 2007. Snake anatomy and physiology with reference to surgery and anesthesia. In: Proceedings of the NAVC Congress. Orlando, Florida.
- Idalid de León en "Dislocación cervical Bioquímica experimental FQ". Recuperado de [www.youtube.com/watch?v=ct5XkuVa-ag](http://www.youtube.com/watch?v=ct5XkuVa-ag) (consultado el 27 de noviembre del 2018)
- Jekl, V., & Knotek, Z. (2006). Endoscopic examination of snakes by access through an air sac. *The Veterinary Record*, 158(12), 407.
- Jensen, B., Moorman, A. F., & Wang, T. (2014). Structure and function of the hearts of lizards and snakes. *Biological Reviews*, 89(2), 302-336.

- Kardong, K. V. (1972). Morphology of the respiratory system and its musculature in different snake genera. II. *Charina bottae*. Gegenbaurs morphologisches Jahrbuch, 117(3), 364-376.
- Kattie, A. L., Cottrel, M., Le, M. C., & Kerebel, L. M. (1989). The structure, ultrastructure and physicochemical analysis of the hard-dental tissues of the *Viperidae*. Bulletin du Groupement international pour la recherche scientifique en stomatologie & odontologie, 32(4), 217-225.
- Kik, M. J., & Mitchell, M. A. (2005). Reptile cardiology: a review of anatomy and physiology, diagnostic approaches, and clinical disease. In Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine (Vol. 14, No. 1, pp. 52-60). WB Saunders.
- Kluger, M. J. (1979). Fever in ectotherms: evolutionary implications. American Zoologist, 19(1), 295-304.
- Köhler, G. (2006). Diseases of amphibians and reptiles. Malabar^ Florida Florida: Krieger Publishing Company.
- La Torre-Loranca, D., Miguel, A., Aguirre-León, G., & López-Luna, M. A. (2006). Coralillos verdaderos (Serpentes: Elapidae) y coralillos falsos (Serpentes: Colubridae) de Veracruz, México. Acta zoológica mexicana, 22(3), 11-22.
- Labra, A., & Vidal, M. A. (2003). Termorregulación en reptiles. Un veloz pasado y un futuro lento. Fisiología Ecológica y Evolutiva. Teoría y Casos de Estudio en Animales. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile, 531p, 207-224.
- Lara-Resendiz, R. A., Arenas-Moreno, D. M., & Méndez-de la Cruz, F. R. (2013). Termorregulación diurna y nocturna de la lagartija *Phyllodactylus bordai* (*Gekkota: Phyllodactylidae*) en una región semiárida del centro de México. Revista chilena de historia natural, 86(2), 127-135.
- Lee, M. S., & Scanlon, J. D. (2002). Snake phylogeny based on osteology, soft anatomy and ecology. Biological Reviews, 77(3), 333-401.
- Lemos-Espinal, J. A., Smith, G. R., & Ballinger, R. E. (2001). Sexual dimorphism and body temperatures of *Sceloporus siniferus* from Guerrero, México. Western North American Naturalist, 61(4), 498-500.

- Lillywhite, H. B., Pfaller, J. B., & Sheehy, C. M. (2015). Feeding preferences and responses to prey in insular neonatal Florida cottonmouth snakes. *Journal of Zoology*, 297(2), 156-163.
- Limon, G., Gonzales-Gustavson, E. A., & Gibson, T. J. (2016). Investigation Into the Humaneness of Slaughter Methods for Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) in the Andean Region. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 19(3), 280-293.
- Lock, B. A. (2000). Reproductive surgery in reptiles. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 3(3), 733-752.
- Loebens, L., Rojas, C. A., Almeida-Santos, S. M., & Cechin, S. Z. (2018). Reproductive biology of *Philodryas patagoniensis* (Snakes: *Dipsadidae*) in south Brazil: Female reproductive cycle. *Acta Zoológica*, 99(2), 105-114.
- Londoño, J. E. (2018). Génesis 3: sabiduría y mito. *Perseitas*, 6(1), 168-182.
- Louie, J., & Masuda, G. (2018). Species, Season, and Sex-Effects on Hematological Characteristics in a Snake Community.
- Maerker, M., Reinhard, S., Pogoda, P., & Kupfer, A. (2016). Sexual size dimorphism in the viviparous caecilian amphibian *Geotrypetes seraphini* (*Gymnophiona: Dermophiidae*) including an updated overview of sexual dimorphism in caecilian amphibians. *Amphibia-Reptilia*, 37(3), 291-299.
- Mancuso, R. (1995). U.S. Patent No. 5,404,839. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Manriquez, M. A. M., Rodríguez, A. Á., Mascorro, G. F., Santos, J. A. G., & Barragán, J. A. H. (2015). Caracterización seminal de *Boa imperator* (*Sauropsida: Squamata: Boidae*). *Ciencia y Mar*, 19 (57), 13-18
- Mark Kostich (2013) En istockphoto. Recuperado de <https://www.istockphoto.com/es/foto/serpiente-de-wagner-gm160297981-17133928> (consultado el 22 de septiembre del 2018)
- Marqués, O. A., Coeti, R. Z., Braga, P. A., & Sazima, I. (2017). A rotten choice: feeding attempt by a coral snake (*Micrurus frontalis*) on a dead pitviper (*Bothrops jararaca*) that had swallowed a bulky rodent. *Herpetology Notes*, 10, 137-139.

- Martinez-Jimenez, D., & Hernandez-Divers, S. J. (2007). Emergency care of reptiles. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 10(2), 557-585.
- Mata Cruz, A. (2012). Manual de procedimientos para el manejo de serpientes en cautiverio en el herpetario Patrulla animal.
- McAloose, D., Colegrove, K. M., & Newton, A. L. (2018). Wildlife Necropsy. In *Pathology of Wildlife and Zoo Animals* (pp. 1-20). Academic Press.
- Melidone, R., & Gibson, C. J. (2010). Necropsy techniques in reptiles Part 2: Snakes. *UK Vet Companion Animal*, 15(6), 71-74.
- Mendoza, F. Á., Cantú, E. T., Lazcano, D., Setser, K. W., & Deloya, E. M. (2011). Morfología de las células sanguíneas y perfil leucocitario de *Crotalus polystictus* (Cope 1865). *CIENCIA-UANL*, 14(1), 53-59.
- Meneghel M. G. (2006) Curso: Biología animal (*Reptilia*) Disponible en: <http://zvert.fcien.edu.uy/reptiles.pdf>
- Miller, H. A. (1998). Urinary diseases of reptiles: pathophysiology and diagnosis. In *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* (Vol. 7, No. 2, pp. 93-103). WB Saunders.
- Minnich, J. E. (1972). Excretion of urate salts by reptiles. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 41(3), 535-549.
- Moon, B. R. (2000). The mechanics of swallowing and the muscular control of diverse behaviours in gopher snakes. *Journal of Experimental Biology*, 203(17), 2589-2601.
- Müller, K., Brunnberg, L., & Klopffleisch, R. (2012). Non-metastatic squamous cell carcinoma in two Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*). *Veterinary Science Development*, 2(1), 5.
- Naguib, M. (2018). Surgical management of pre-and post-ovulatory stasis in reptiles. *Companion Animal*, 23(9), 527-537.
- Natusch, D. J., & Lyons, J. A. (2012). Relationships between ontogenetic changes in prey selection, head shape, sexual maturity, and colour in an Australasian python (*Morelia viridis*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 107(2), 269-276.

- Naydenov, Y., Karachorova, T., & Ilieva, D. (2016). Elapidae Snake Bites—Biophysical Aspects of the Neuroparalytic Envenomation. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 4, 715-720.
- Neto, P., Francisco, C., Guerra, P. C., Costa, F. B., Araújo, A. V., Miglino, M. A. & Alves, F. R. (2009). Ultrasonography of the liver, renal and reproductive apparatus of Boa constrictor snake. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 29(4), 317-321.
- Nicodemo Jr, P. (2012). Longitudinal variation in the axial muscles of snakes (Doctoral dissertation, University of Cincinnati).
- Noboa, K. (2017). Gestión e inventario de la colección faunística de los Centros de Tenencia y Manejo de Fauna Silvestre de la provincia de Pastaza. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 34(1-2), 187-204.
- Nørgaard, S., Andreassen, K., Malte, C. L., Enok, S., & Wang, T. (2016). Low cost of gastric acid secretion during digestion in ball pythons. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 194, 62-66.
- Núñez, E. S. (2006). Conocimiento tradicional mazahua de la herpetofauna: un estudio etnozoológico en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, México. *Estudios Sociales: Revista de investigación científica*, 14(28), 43-66.
- O'Malley, B. (2005). Snakes anatomy and physiology. *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species*. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders, 113-116.
- Overgaard, J., Busk, M., Hicks, J. W., Jensen, F. B., & Wang, T. (1999). Respiratory consequences of feeding in the snake *Python molorus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 124(3), 359-365.
- Packard, G. C., Packard, M. J., Miller, K., & Boardman, T. J. (1987). Influence of moisture, temperature, and substrate on snapping turtle eggs and embryos. *Ecology*, 68(4), 983-993.
- Parham, J. F., Papenfuss, T. J., Buskirk, J. R., Parra-Olea, G., Chen, J. Y., & Simison, W. B. (2015). *Trachemys ornata* or not ornata: reassessment of a

- taxonomic revision for Mexican *Trachemys*. Proceedings of the California Academy of Science, 62, 359-367.
- Pineda, M. E., & Rodríguez-Acosta, A. (2018). El impresionante universo de los venenos, su variabilidad bioquímica, hemostática y tóxica en las serpientes (Serpentes: *Viperidae*) Porthidium y Bothrops. SABER, 30, 265-283.
- Piñera, N., Jorge, E., Acosta, L., von Osten, R., & Nishizaki, S. (2009). Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio/Sarukhán, J. (Coord. gen.) p. 247-276.
- Plenz, B., Schmidt, V., Grosse-Herrenthey, A., Krüger, M., & Pees, M. (2015). Characterisation of the aerobic bacterial flora of boid snakes: application of MALDI-TOF mass spectrometry. Veterinary Record, 176(11), 285-285.
- Prado, W. S., Piña, C. I., & Waller, T. (2012). Categorización del estado de conservación de los caimanes (yacaré) de la República Argentina. Cuadernos de herpetología, 26, 403-410.
- Ramírez, N. R., & Berruecos, J. M. (1995). La educación de la medicina veterinaria y zootecnia en México. Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, Comité de Ciencias Agropecuarias, Mexico City.
- Rheubert, J. L., Sever, D. M., Siegel, D. S., & Trauth, S. E. (2015). Male reproductive anatomy: the gonadoducts, sexual segment of the kidney, and cloaca. Reproductive Biology and Phylogeny of Lizards and Tuatara, 253-301.
- Richardson, K. C., Webb, G. J., & Manolis, S. C. (2002). Crocodiles: Inside out: a guide To the crocodylians and their functional morph. Surrey Beatty & Sons.
- Rodríguez-Acosta, A., SALAZAR, A., Salazar, E., Sanchez, E. E., Giron, M. E., Aguilar & Guerrero, B. (2016). Sistema Fibrinolítico: Métodos de estudio y hallazgos en venenos de serpientes de los generos *Bothrops*, *Crotalus* y *Micrurus* en Venezuela. Saber, 28(4), 666-705.
- Rodríguez-Romero, F., Méndez-de la Cruz, F., García-Collazo, R. y Villagrán-Santa Cruz, M. (2002). Comparación del esfuerzo reproductor en dos

- especies hermanas del género *Sceloporus* (Sauria: *Phrynosomatidae*) con diferente modo reproductor. *Acta Zoológica Mexicana*, 85, 181-188.
- Rojas, C. A., Barros, V. A., & Almeida-Santos, S. M. (2017). A histological and ultrastructural investigation of the female reproductive system of the water snake (*Erythrolamprus miliaris*): Oviductal cycle and sperm storage. *Acta Zoologica*.
- Rosenberg, H. I. (1973). Functional anatomy of pulmonary ventilation in the garter snake, *Thamnophis elegans*. *Journal of morphology*, 140(2), 171-184.
- S.A., (S.F.) en “¿QUÉ COMEN LAS SERPIENTES?”. Recuperado de <https://quecome.org/serpientes/> (consultado el 30 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Alcohol o drogas + serpientes venenosas = DESASTRE TOTAL.”. Recuperado de <http://serpientes--venenosas.blogspot.com/2011/06/alcohol-o-drogas-serpientes-venenosas.html> (consultado el 27 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Anestesia para serpientes”. Recuperado de <https://bashny.net/t/es/328531> (consultado el 22 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Arte marcial: Kung Fu de la serpiente”. Recuperado de <https://artesmarcialesgt.wordpress.com/2013/02/23/kung-fu-de-la-serpiente/> (consultado el 15 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Bioterio: Animales producidos”. Recuperado de <http://www.ucla.edu/ve/dveterin/bioterio/animales.htm> (consultado el 22 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Boa constrictora”. Recuperado de <https://www.bioenciclopedia.com/boa-constrictora/> (consultado el 18 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Científicos estudian veneno de serpiente como método curativo”. Recuperado de <http://periodicolapista.com.mx/cientificos-estudian-veneno-de-serpiente-como-metodo-curativo/> (consultado el 8 de octubre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Cobra real”. Recuperado de [http://es.reinoanimalia.wikia.com/wiki/Cobra\\_Real](http://es.reinoanimalia.wikia.com/wiki/Cobra_Real) (consultado el 14 de noviembre del 2018)

- S.A., (S.F.) en “Código Mendoza”. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3dice\\_Mendoza](https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3dice_Mendoza) (consultado el 15 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Corn Snake Gender”. Recuperado de <https://www.imagenesmy.com/imagenes/corn-snake-gender-f0.html> (consultado el 12 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Culebra de escalera”. Recuperado de [http://www.montesdevalsain.es/reptiles\\_rhisca.html](http://www.montesdevalsain.es/reptiles_rhisca.html) (consultado el 22 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Desplazamiento lateral de crótalo cornudo”. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=GmvE97te6xQ> (consultado el 30 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Diccionario visual”. Recuperado de <http://www.ikonet.com/es/diccionariovisual/reino-animal/reptiles/serpiente/esqueleto-de-una-serpiente-venenosa.php> (consultado el 22 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “escamas de serpientes”. Recuperado de <http://animals.desktopnexus.com/wallpaper/710052/> (consultado el 22 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Extraños penes animales”. Recuperado de <https://naukas.com/2014/11/04/extranos-penes-animales/> (consultado el 12 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Ficha de cuidados: Serpiente de maíz”. Recuperado de <https://scamareptiles.es.tl/Elaphe-Guttata.htm> (consultado el 12 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Fundación A.M.A.R. Serpiente de cascabel”. Recuperado de <http://fundacionamarpr.blogspot.com/2011/05/serpiente-cascabel.html> (consultado el 8 de octubre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Gallimard suspende la publicación del panfleto antisemita de Céline tras la polémica”. Recuperado de

- [https://elpais.com/cultura/2018/01/11/actualidad/1515678853\\_899591.html](https://elpais.com/cultura/2018/01/11/actualidad/1515678853_899591.html)  
(consultado el 27 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Inaugura UAM bioterio de vanguardia para realizar investigación con ejemplares de calidad genética y microbiológica”. Recuperado de <http://www.comunicacionsocial.uam.mx/boletines/anteriores05/abril6-05-2.html> (consultado el 14 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “La serpiente más bella del mundo.”. Recuperado de <http://serpientes--venenosas.blogspot.com/2011/09/la-serpiente-mas-bella-del-mundo.html> consultado el 27 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Las serpientes no siempre nacen de un huevo”. Recuperado de <https://cienciatoday.com/no-todas-serpientes-nacen-huevo/> (consultado el 30 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “lo que buscas para tu serpiente: pitón bola”. Recuperado de <https://tonyvivanco.wordpress.com/2011/09/> (consultado el 27 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Los ‘abrazos’ de las serpientes no asfixian a su presa”. Recuperada de <https://www.muyinteresante.com.mx/medio-ambiente/presa-serpiente-muerte/> (consultado el 14 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Los 10 consejos para que tu serpiente empiece a comer”. Recuperado de <http://www.trabajarenelzoo.com/2017/09/los-10-consejos-para-que-tu-serpiente.html> (consultado el 14 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Los Amarus de Junin o Amaru Aranway”. Recuperado de <http://www.historiasperdidaseneltiempo.com/2014/06/amarus-de-junin-o-amaru-aranway.html> (consultado el 15 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Mamba verde”. Recuperado de [https://www.ecured.cu/Mamba\\_negra](https://www.ecured.cu/Mamba_negra) (consultado el 8 de octubre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Mayas, revelación de un tiempo sin fin”. Recuperado de <https://quemarropa.com/mayas-revelacion-de-un-tiempo-sin-fin/> (consultado el 15 de septiembre del 2018)

- S.A., (S.F.) en “mitos de la creación del mundo: La serpiente arcoíris”. Recuperado de <http://cazamitos.com/mitos-de-la-creacion-del-mundo-la-serpiente-arco-iris/> (consultado el 15 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “My website: El boa constrictor”. Recuperado de <https://www.boayanacondawebiste.info/boa-constrictor/> (consultado el 12 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Pitón bola blog”. Recuperado de <http://marta2023.blogspot.com/2010/06/piton-bola-guia-de-distintas-fases.html> (consultado el 22 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “pitón bola: cría en cautiverio”. Recuperado de <http://pitonbola.com/Cria-en-cautividad-piton-bola.html> (consultado el 12 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Profesor en línea: Serpientes”. Recuperado de <http://www.profesorenlinea.cl/fauna/Serpiente.htm> (consultado el 22 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Quetzalcóatl”. Recuperado de <http://es.mitologia.wikia.com/wiki/Quetzalc%C3%B3atl> (consultado el 15 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “reproducción de las serpientes”. Recuperado de <https://tododeserpientes.wordpress.com/2016/05/02/reproduccion-de-las-serpientes/> (consultado el 30 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Reptile Hunter”. Recuperado de <https://www.facebook.com/reptilehunter/> (consultado el 22 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Serpiente con su pescado para la cena”. Recuperado de <https://www.planetacurioso.com/2011/07/26/serpiente-con-su-pescado-para-la-cena/> (consultado el 14 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “SERPIENTE CORALILLO”. Recuperado de <https://todosobreserpientes.wordpress.com/2015/03/29/serpiente-coralillo/> (consultado el 18 de septiembre del 2018)

- S.A., (S.F.) en “serpiente de cascabel”. Recuperado de <https://www.infoserpientes.com/serpientes-de-cascabel> (consultado el 18 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Serpiente del maíz”. Recuperado de <https://www.bioenciclopedia.com/serpiente-del-maiz/> (consultado el 8 de octubre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “serpientes en casa”. Recuperado de <https://www.webconsultas.com/mascotas/animales-exoticos/tener-una-serpiente-como-mascota-riesgos-y-consejos-de-compra> (consultado el 27 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Shiva, Dios Hindú de la totalidad y transformador de la creación”. Recuperado de <https://triskelate.com/dios-shiva-quien-es-y-elementos> (consultado el 15 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Terrario para serpientes”. Recuperado de [http://www.hagen.es/es/module/ambjolisearch/jolisearch?search\\_query=serpientes&module=ambjolisearch&fc=module](http://www.hagen.es/es/module/ambjolisearch/jolisearch?search_query=serpientes&module=ambjolisearch&fc=module) (consultado el 18 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “Todo sobre las serpientes: capítulo 16 dentición”. Recuperado de <http://www.mailxmail.com/curso-todo-sobre-serpientes/denticion> (consultado el 8 de octubre del 2018)
- S.A., (S.F.) en “trastornos nutricionales en animales de laboratorio”. Recuperado de <https://nutricionpersonalizada.wordpress.com/2010/04/06/grasa-dietaria-re-sistencia-obesidad-2/3-tmbs-23/> (consultado el 22 de noviembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en Departamento Religión COAS recuperado de <http://www.gecoas.com/religion/pricolor/antestamento/moises/moises.HTM> (consultado el 13 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en Tabernáculos. Tiempo para el Diluvio de Fuego. Recuperado de <http://josemariaarmesto.blogspot.com/adan-eva-serpiente/pecado> (consultado el 13 de septiembre del 2018)

- S.A., (S.F.) en Uadyet, la Diosa Cobra. Recuperado de <https://sobreegipto.com/2014/05/21/uadyet-la-diosa-cobra/> (consultado el 15 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en Vista al mar "las serpientes no salieron del mar" recuperado de <https://www.vistaalmar.es/ciencia-tecnologia/fosiles-marinos/1444-las-serpientes-no-salieron-del-mar.html> (consultado el día 13 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en Wikia.com "Titanoboa" recuperado de <http://es.prehistorico.wikia.com/wiki/Titanoboa> (consultado el 13 de septiembre del 2018)
- S.A., (S.F.) en Wildfact Forum "*Titanoboa cerrejonensis*" recuperado de <https://wildfact.com/forum/topic-titanoboa-cerrejonensis> (consultado el 13 de septiembre del 2018)
- Sanders, K. L., Lee, M. S., Bertozzi, T., & Rasmussen, A. R. (2013). Multilocus phylogeny and recent rapid radiation of the viviparous sea snakes (Elapidae: *Hydrophiinae*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66(3), 575-591.
- Santi, M. D., Reis, A. C. G. D., & Casagrande, R. A. (2016). Perfil da comercialização de animais de estimação não convencionais no município de Concórdia, Santa Catarina: uma visão acerca da sanidade e do bem-estar dos animais. *Clín. vet*, 21(122), 86-94.
- Scartozzoni, R. R., & Molina, F. D. B. (2004). Comportamento alimentar de Boa constrictor, Epicrates cenchria e Corallus hortulanus (Serpentes: *Boidae*) em cativeiro. *Revista de Etología*, 6(1), 25-31.
- Schumacher, J. (1997, October). Respiratory diseases of reptiles. In *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* (Vol. 6, No. 4, pp. 209-215). Elsevier.
- Secor, S. M., Hicks, J. W., & Bennett, A. F. (2000). Ventilatory and cardiovascular responses of a python (*Python molurus*) to exercise and digestion. *Journal of Experimental Biology*, 203(16), 2447-2454.
- Secor, S. M., Taylor, J. R., & Grosell, M. (2012). Selected regulation of gastrointestinal acid–base secretion and tissue metabolism for the

- diamondback water snake and Burmese python. *Journal of Experimental Biology*, 215(1), 185-196.
- Sever, S. E. T. D. M. (2016). Male urogenital ducts and cloacal anatomy. In *Reproductive biology and phylogeny of snakes* (pp. 416-480). CRC Press.
- Shine, R., Langkilde, T., & Mason, R. T. (2003). Cryptic forcible insemination: male snakes exploit female physiology, anatomy, and behavior to obtain coercive matings. *The American Naturalist*, 162(5), 653-667.
- Slip, D. J., & Shine, R. (1988). Feeding habits of the diamond python, *Morelia s. spilota*: ambush predation by a boid snake. *Journal of Herpetology*, 323-330.
- Smith, M. E. (1984). The Aztlán migrations of the náhuatl chronicles: ¿myth or history? *Ethnohistory*, 153-186.
- Smith, M. E. (2005). City size in late postclassic Mesoamérica. *Journal of Urban History*, 31(4), 403-434.
- Souza, C. Z. (2018). Avaliação hematológica e metabólica de *Phrynops geoffroanus* (Testudines: *Chelidae*) submetidos à hipóxia.
- Stacy, N. I., Alleman, A. R., & Sayler, K. A. (2011). Diagnostic hematology of reptiles. *Clinics in laboratory medicine*, 31(1), 87-108.
- Stahlschmidt, Z., Brashears, J., & Denardo, D. (2011). The use of ultrasonography to assess reproductive investment and output in pythons. *Biological journal of the Linnean Society*, 103(4), 772-778.
- Starck, J. M., & Beese, K. A. T. H. L. E. E. N. (2001). Structural flexibility of the intestine of Burmese python in response to feeding. *Journal of Experimental Biology*, 204(2), 325-335.
- Stephan Morris En “Serpiente, UK, disfrutando del sol de la mañana”. Recuperado de <https://www.alamy.es/serpiente-uk-disfrutando-del-sol-de-la-manana-image68387528.html> (consultado el 30 de septiembre del 2018)
- Stephens, T., & Rosenwax, A. (2017). Diseases of the Cardiovascular System. *Reptile Medicine and Surgery in Clinical Practice*, 287-297.
- Stuginski, D. R., Navas, C. A., Barros, F. C. D., Grego, K. F., Martins, M., & Carvalho, J. E. D. (2018). The Role of Feeding Specialization on Post-

- Prandial Metabolic Rate in Snakes of the Genus *Bothrops*. *Zoological science*, 35(4), 373-381.
- Szentesi, Z., & Company, J. (2017). Late Maastrichtian small-sized herpetofauna from Valencia province, eastern Spain. *Historical Biology*, 29(1), 43-52.
- Taube, K. A. (2011). Teotihuacan and the development of writing in Early Classic central Mexico. *Their Way of Writing: Scripts, Signs, and Pictographies in Pre-Columbian America*, 77-109.
- Teibler, G. P., Bustillo, S., Dubiel, C. J., Bogado, E. F., & Maruñak, S. L. (2017). Daño vascular inducido en el pie equino por veneno de la serpiente *Bothrops diporus*. *Revista veterinaria*, 28(1), 41-46.
- Tercero Pérez, A. (2011). Evaluación de la calidad de la carne de cocodrilo (*Crocodylus moreletti*) y sus cambios fisicoquímicos y microbiológicos durante el almacenamiento en refrigeración.
- Terrell, S. P., & Stacy, B. A. (2007). Reptile necropsy techniques. In *Infectious Diseases and Pathology of Reptiles* (pp. 233-270). CRC Press.
- Tingle, J. L., Gartner, G. E. A., Jayne, B. C., & Garland Jr, T. (2017). Ecological and phylogenetic variability in the spinalis muscle of snakes. *Journal of evolutionary biology*, 30(11), 2031-2043.
- Torres, M., López, M. V. J., Solari, M. V., Jofré, L., Abarca, K., & Perret, C. (2005). Recomendaciones para el cuidado y manejo responsable de mascotas y su impacto en salud humana. *Soc Chil Infec*, 24-8.
- Torres, Y. G. (2001). *Animales y plantas en la cosmovisión mesoamericana*. Plaza y Valdés.
- Triviño, L. N. (2018). *Serpientes cretácicas y paleógenas de Argentina* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)-Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNM)).
- Troiano, J. C. (2005). Hematología en reptiles. *Reptilia: revista especializada en reptiles, anfibios y artrópodos*, (51), 79-82.
- Uetz, P. (2010). The original descriptions of reptiles. *Zootaxa*, 2334, 59-68.
- Urdaneta-Vaña, A. H., Bolaños-Vives, F., & Gutiérrez-Gutiérrez, J. M. (2004). Comportamiento alimentario y toxicidad del veneno de la serpiente de coral

- Micrurus nigrocinctus* (Serpentes: *Elapidae*) sobre su presa natural en cautiverio. *Comparative Biochemistry and Physiology. C. Toxicology and Pharmacology.*, 138, 485-492.
- Van Heygen, E. (2009). U.S. Patent No. 7,481,183. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Villegas, H. Á. (2018). Aspectos ecológicos de la serpiente de cascabel de la Isla Santa Catalina *Crotalus catalinensis*, Golfo de California, México.
- Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2013). *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. Academic press.
- Wainwright, P. E. (2001). The role of nutritional factors in behavioural development in laboratory mice. *Behavioural brain research*, 125(1-2), 75-80.
- Webb, G. J. (1979). Comparative cardiac anatomy of the Reptilia. III. The heart of crocodilians and an hypothesis on the completion of the interventricular septum of crocodilians and birds. *Journal of Morphology*, 161(2), 221-240.
- Weigl, R. (2014). Longevity of crocodiles in captivity. *Intern. Zool. News*, 61, 363-374.
- Willson, J. D., Dorcas, M. E., & Snow, R. W. (2011). Identifying plausible scenarios for the establishment of invasive Burmese pythons (*Python molurus*) in southern Florida. *Biological Invasions*, 13(7), 1493-1504.
- Wyneken, J. (2009). Normal reptile heart morphology and function. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 12(1), 51-63.
- Zavala, J. T., Sánchez, J. G. D., Vega, J. T. S., Sánchez, D. R., & Castillo, L. (2002). Serpientes y reptiles de importancia médica en México. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 45(5), 212-219.