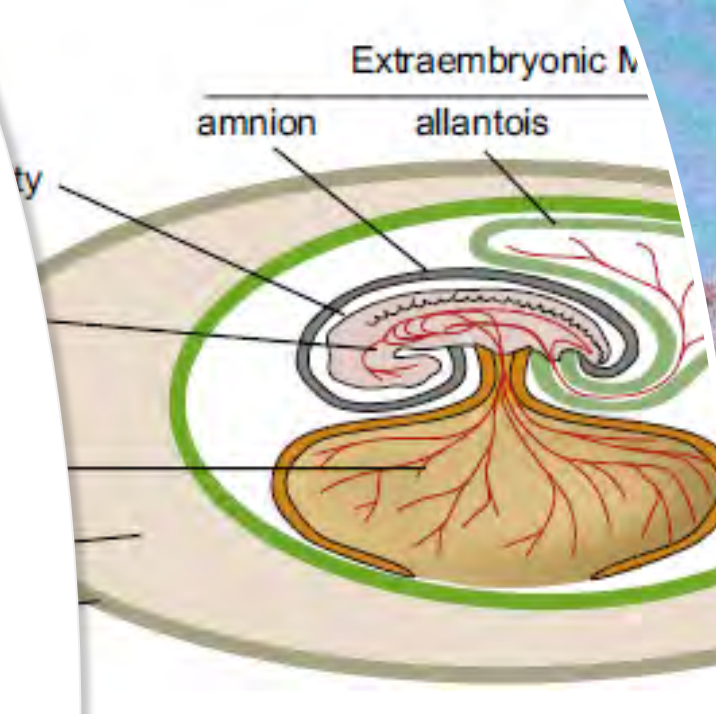


Reproducción en reptiles

CURSO: HERPETOLOGÍA GENERAL 2025

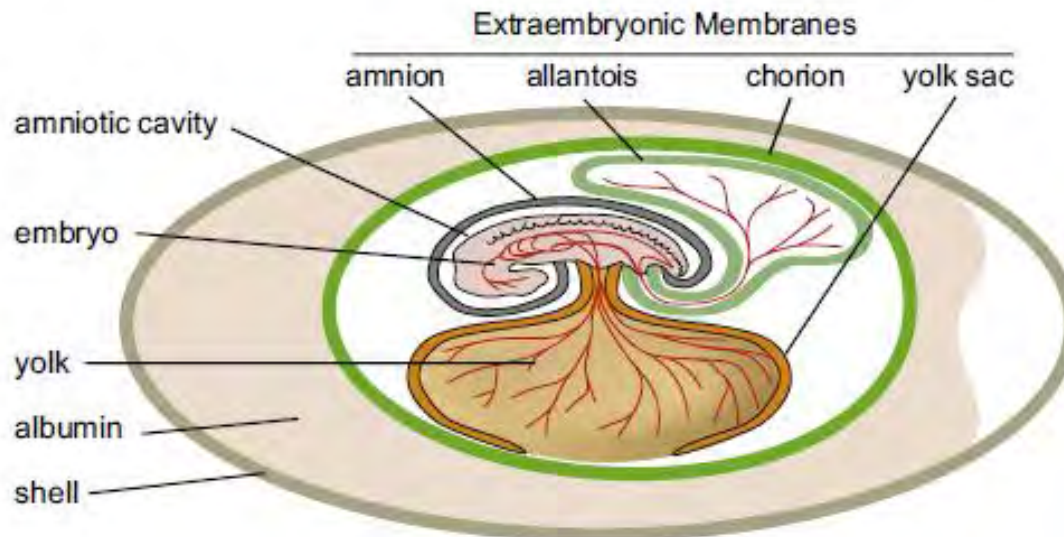


Anatomía y formación del huevo



Huevo Amniota

- Anexos embrionarios: Amnios, corion y alantoides.
- Protegen al embrión y le permiten respirar y alimentarse, específicamente:
 - **Amnios** - Forma una cavidad llena de líquido amniótico alrededor del embrión, Protección mecánica e hídrica, mantiene un ambiente estable para el desarrollo (ej.: temperatura, presión osmótica).
 - **Corion** - envuelve al embrión y a los otros anexos, actuando como una membrana que permite el intercambio gaseoso (O_2 y CO_2) a través de la cáscara del huevo.
 - **Alantoides** - depósito de desechos nitrogenados, y se expande hasta contactar con el corion, formando la membrana corioalantoidea, que es clave para el intercambio gaseoso.



Huevo Amniota

- Cascara apergaminada flexible (mayor parte de escamados) o dura calcárea (tortugas, cocodrílidos, gecónidos).
- Cáscara con poros: movimiento vapor de agua, O_2 y CO_2 .

¿Qué implica el huevo amniota en los reptiles (amniotas)?

- Independencia del medio acuático.
- Fecundación interna.
- Desarrollo directo.
- La mayor parte de los amniotas no pueden depositar los huevos en agua, los animales acuáticos salen a tierra para oviponer (tortugas marinas) o transicionan a la vivipariedad (serpientes acuáticas).

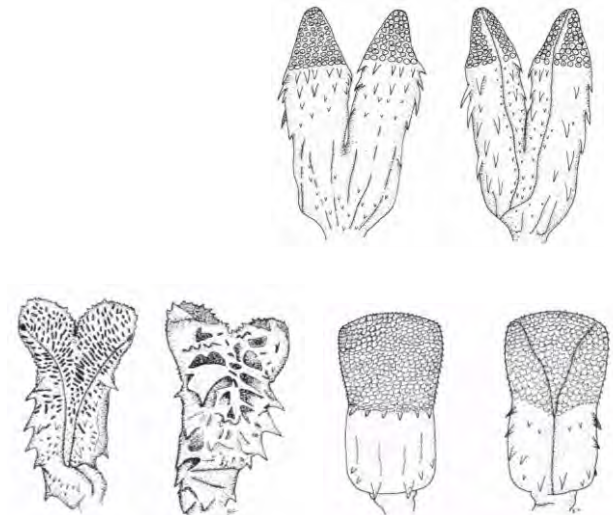
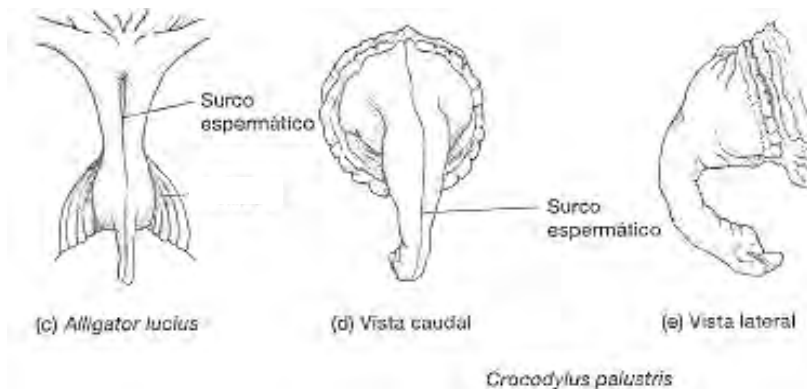


Fecundación interna

En la mayor parte de las hembras, dos ovarios funcionales, asociados a oviductos que desembocan en la cloaca.

Machos con un par de testículos y órganos intromisores (menos tuátara).

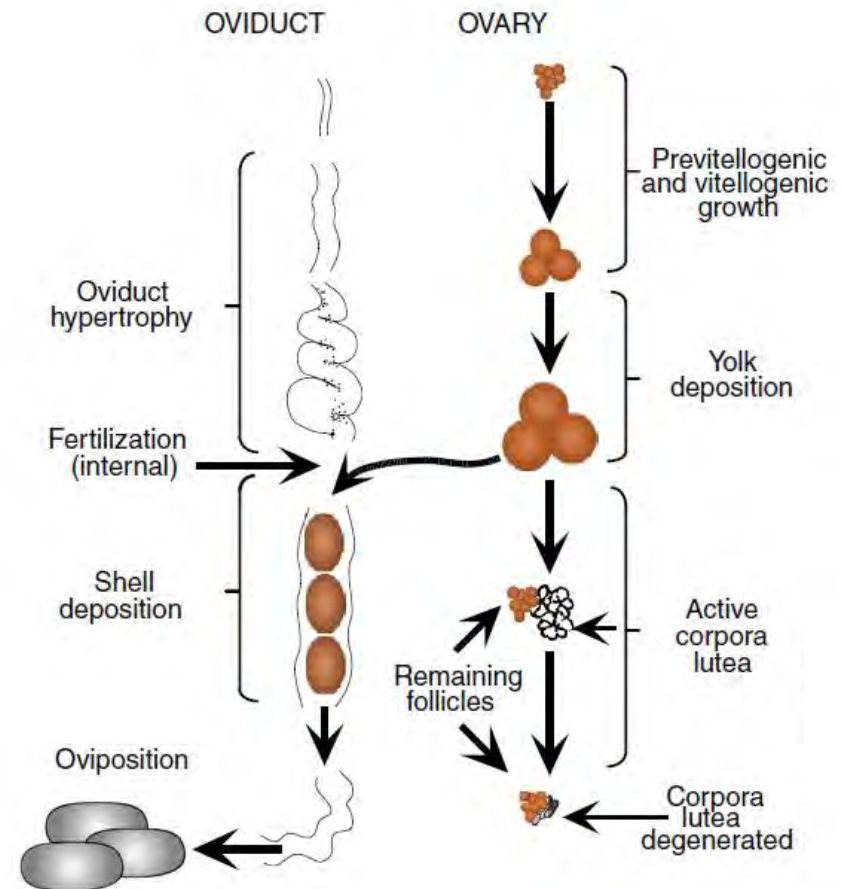
- Escamados: Hemipenes, con surco espermático.
 - Cópula: un hemipene
 - Ornamentaciones
- Tortugas y cocodrilos: Pene único, función reproductiva.



Ovulación y formación del huevo

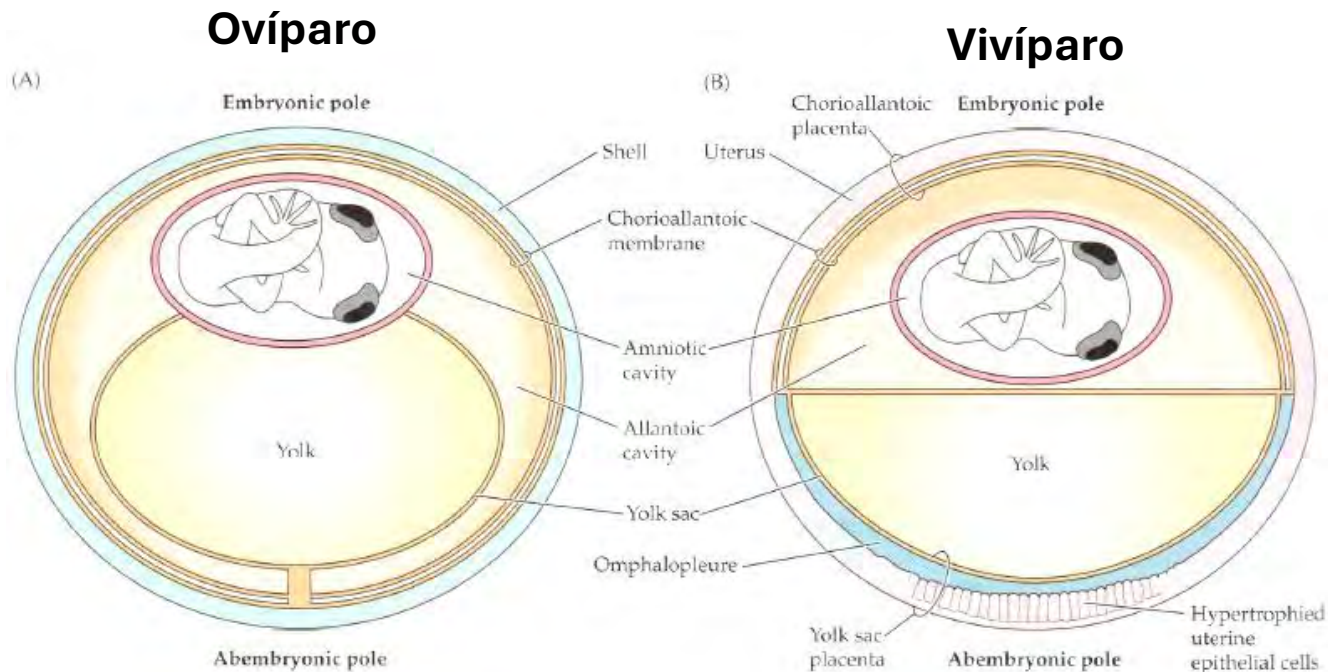
- El óvulo crece rápido durante la vitelogénesis (alcanza entre 10 y 100 veces su tamaño original).
- La cáscara se deposita luego de la fecundación, en el oviducto.
- La cáscara fibrosa esta impregnada con cristales de calcita en cocodrilianos y con aragonita en tortugas.

- Con los restos de los folículos ováricos se forma el cuerpo lúteo
- El cuerpo lúteo secreta progesterona, que inhibe las contracciones que expulsan los huevos del oviducto
- La actividad secretora del cuerpo lúteo se limita a etapas previas a la oviposición en ovíparas, pero permanece activa después de la ovulación en especies vivíparas



Vivipariedad

- En los vivíparos se forma un “útero”, como una porción del oviducto agrandada y especializada.
- La cáscara de los huevos de las especies vivíparas es extremadamente delgada (capa mineral está ausente y, si la membrana de la cáscara está presente, su grosor es de solo unos pocos micrómetros).
- La membrana corioalantoidea y el útero están en contacto formando una placenta corioalantoidea. En escamados, una membrana no vascular compuesta por ectodermo y endodermo (omfaloplura) interactúa con células epiteliales hipertróficas del útero y tejidos asociados con el saco vitelino para formar una placenta vitelina.



Vivipariedad

- Se da en escamados (aprox. 20% de las especies).
- Restricciones fisiológicas en cocodrilianos, tuátara y tortugas no favorecen el desarrollo de la vivipariedad.
- La nutrición del embrión puede ser mediante el vitelo o la placenta corioalantoidea, en diferentes grados.

Presiones que favorecen el desarrollo de la vivipariedad:

Temperaturas bajas

Ausencia de sitios adecuados de ovoposición



- Control sobre el desarrollo de la descendencia.
- La depredación de los nidos deja de ser una amenaza.
- Capacidad de cría en medio acuático.
- El desempeño de la hembra se ve disminuido (Ej.: capacidad de caza y de huida).



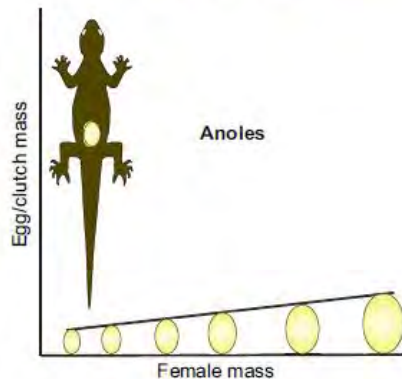
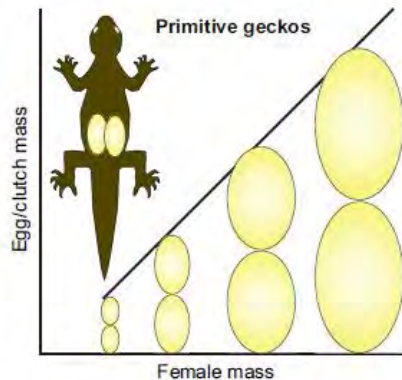
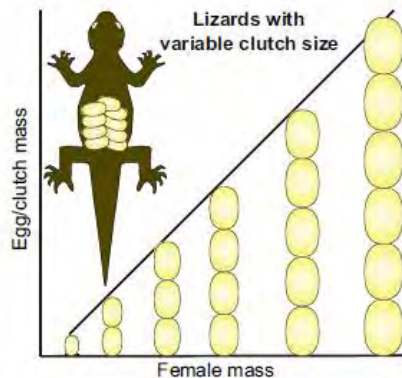
Aspronema dorsivittatum

Oviposición

- El tiempo óptimo entre la fertilización y la oviposición depende de cada especie.
- Los sitios de oviposición requieren condiciones particulares de temperatura y humedad: Puestas en nidos, hormigueros, vegetación.
- Período de incubación variable (desde pocos días a 15 meses aprox. en *Sphenodon*).
- La eclosión suele ser sincrónica.
- En tortugas de climas templados o fríos, puede haber desfasaje entre la eclosión y la salida del nido.
- Con y sin cuidado parental.



Oviposición



- Tamaños de puesta muy variables.
 - Tortugas y cocodrilianos tamaños de puestas grandes.
 - Escamados tamaños variados.
- El tamaño de la hembra y el estado energético limita la inversión reproductiva en la descendencia.
- Diferentes estrategias para maximizar el éxito reproductivo: aumentar número de huevos o aumentar tamaño de huevos.
- Gecónidos (1 o 2 huevos) y Anolis (1 huevo) suelen tener un tamaño de puesta fijo y limitado, varias hipótesis para explicarlo:
 - Ancestros con limitante de peso para desplazarse verticalmente.
 - Permite la producción de puestas con mayor frecuencia.
 - Restricciones morfológicas en las hembras para el uso de microhábitats específicos.

Almacenaje de esperma

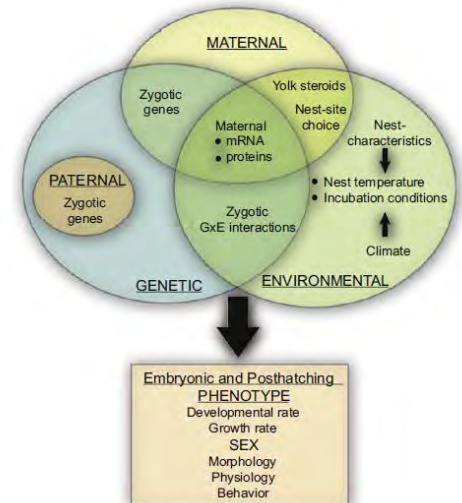
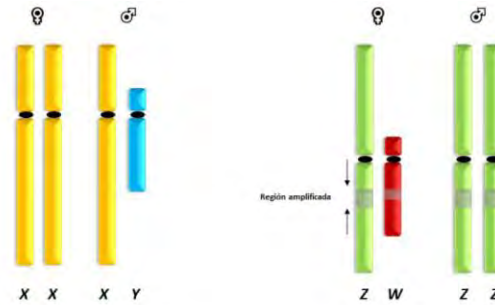
- El almacenaje de esperma es un fenómeno extendido en los reptiles (presente en todos los grupos menos Anfisbenia).
- El esperma se mantiene en partes especializadas del oviducto (tubos o pliegues), que mantienen las condiciones químicas y fisiológicas adecuadas para la preservación.
- La duración del almacenaje es variable:
 - Semanas o meses en lagartos (*Anolis*, *Sceloporus*, *Lacerta* y Gekkonidae).
 - Años en tortugas (más de 3 años en algunas tortugas marinas).
 - Años en serpientes (hasta 7 años en *Boa constrictor*).
 - Dos años documentado en cocodrilos.



Ventajas

- Producir nidadas sin tener que aparearse (menor esfuerzo de búsqueda de pareja o ambientes con pocos machos disponibles).
- Multipaternidad.
- Fecundación y oviposición en momentos óptimos.

Determinación del sexo



Determinación del sexo

- La determinación del sexo es una cascada de eventos que ocurre por pequeñas diferencia durante el desarrollo, que tiene efectos sobre la historia de vida, morfología y fisiología de los individuos.
- Es un fenómeno complejo y que aún resta por estudiar en reptiles.
- Hasta 1971, se creía que el sexo era determinado por cromosomas en la totalidad de los vertebrados, cuando se descubrió que la temperatura era determinante en dos especies de tortugas.
- Estudios posteriores mostraron que la determinación del sexo por temperatura está muy extendida en reptiles

Emys orbicularis

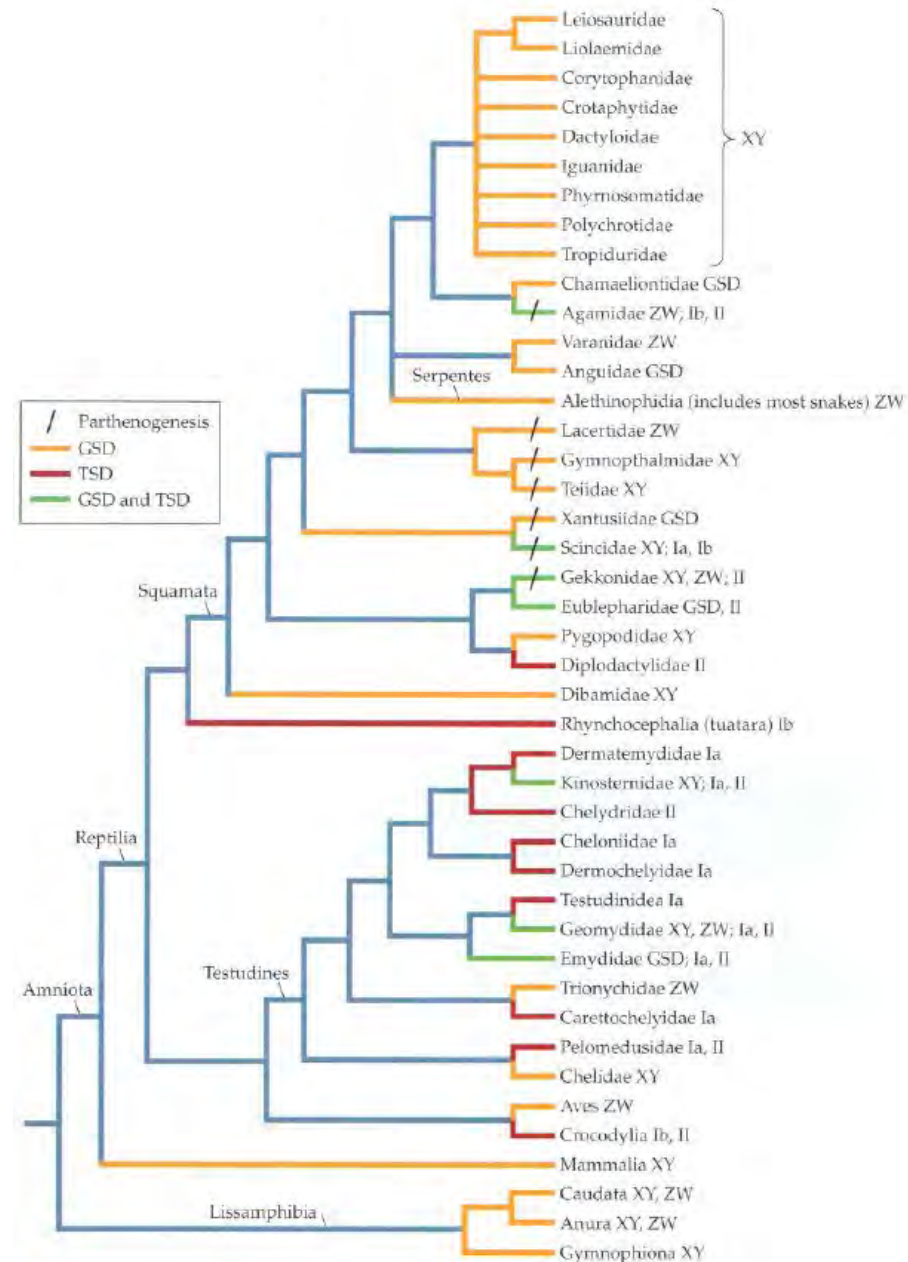


Testudo graeca



Determinación del sexo

- Dos mecanismos principales de determinación de sexo en reptiles:
 - Determinación genética del sexo (**GSD**).
 - Determinación temperatura dependiente del sexo (**TSD**).
- Existen casos donde los dos mecanismos actúan en conjunto.



Determinación del sexo - GSD

GSD mediada por cromosomas sexuales:

- Heteromorfismo masculino (XY/XX).
- Heteromorfismo femenino (ZZ/ZW).
- Cromosomas sexuales homomórficos.

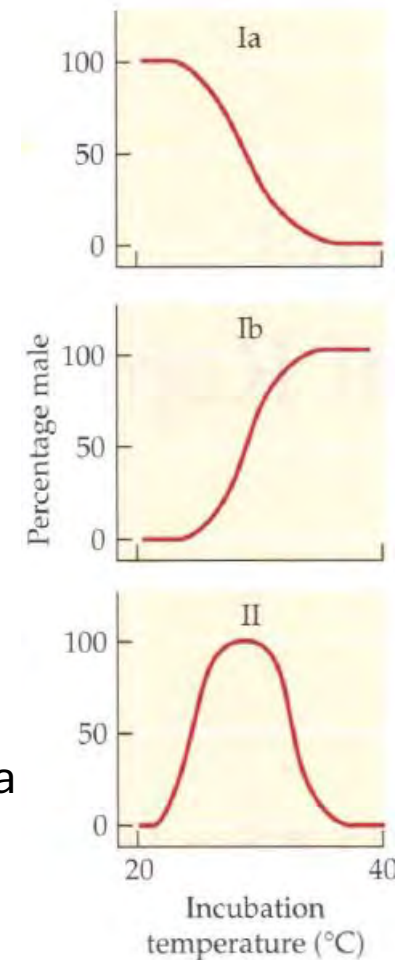
	Genetic sex determination			Temperature-dependent sex determination
	<i>Heterogamety in males (XY/XX)</i>	<i>Heterogamety in females (ZZ/ZW)</i>	<i>Homogamety</i>	
Turtles	Chelidae, Geoemydidae, Kinosternidae	Geoemydidae, Trionychidae	Chelidae	Pelomedusidae, Podocnemididae, Geoemydidae, Carettochelyidae, Cheloniidae, Chelydridae, Dermatemnydidae, Dermochelyidae, Emydidae, Kinosternidae, Testudinidae, Trionychidae
Crocodylians	None	None	None	Alligatoridae, Crocodylidae, Gavialidae
Tuataras	None	None	None	Sphenodontidae
Squamates	Iguania, Gekkonoidea, Teiidae, Scincidae	Gekkonoidea, Lacertidae, Amphisbaenia, Varanidae, Boidae, Colubridae, Elapidae, Viperidae	Iguania, Gekkonoidea, Lacertidae, Teiidae, Scincidae, Colubridae, Elapidae	Agamidae, Diplodactylidae, Eublepharidae, Gekkonidae, Scincidae

Determinación del sexo - TSD

- La determinación ocurre durante el segundo tercio del desarrollo embrionario, donde la temperatura promedio regula la diferenciación gonadal.
- La determinación puede ser de tres formas:
 - Machos a temp. altas, hembras a temp. bajas (cocodrilianos y algunos escamados)
 - Hembras a temp. altas, machos a temp. Bajas (tortugas)
 - Hembras a temp. altas y bajas, machos a temp. Intermedias.

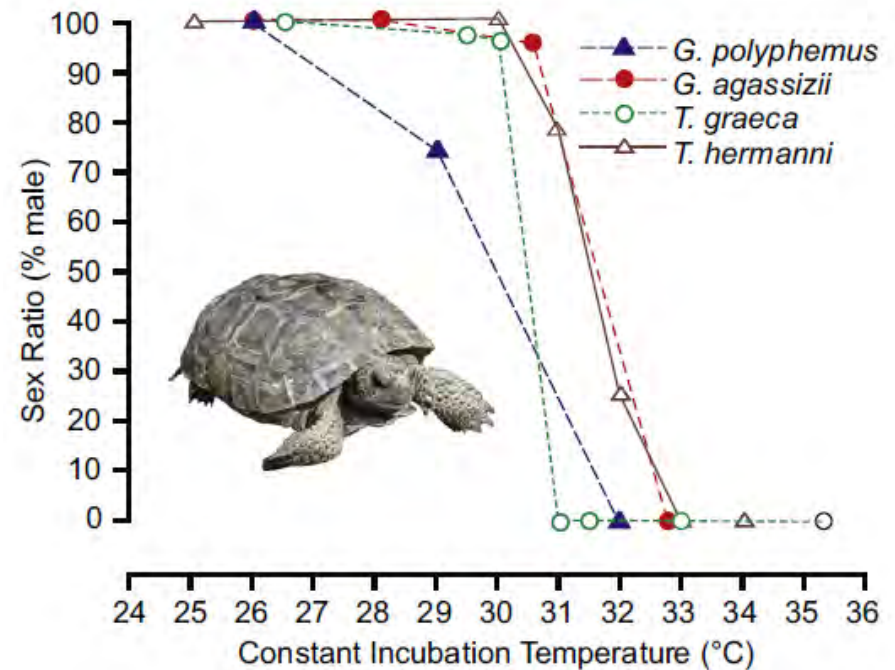
Mecanismo fisiológico:

- A temperaturas que favorecen el desarrollo de hembras, se produce la enzima aromatasa, que convierte la testosterona en estradiol.
- A temperaturas que favorecen el desarrollo de machos, se produce la enzima 5 α -reductasa, que convierte la testosterona en dihidrotestosterona (DHT).



Determinación del sexo - TSD

La escala a la que se produce la diferenciación es muy pequeña (1 o 2 °C).



Este mecanismo puede tener implicancias en la conservación en el contexto del cambio climático:

- Existen especies que pueden adaptar su sitio de oviposición para conseguir la temperatura óptima (*Physignathus lesueurii*).
- Se han detectado sesgos e la razón de sexos hacia hembras en algunas especies de reptiles (ej.: *Alligator mississippiensis* y *Caretta caretta*).



Determinación del sexo

Bassiana duperreyi presenta TSD en temp. $< 20^{\circ}\text{C}$ y GSD en temp. $> 20^{\circ}\text{C}$.

Las poblaciones en algunas zonas presentaban razón de sexos sesgada hacía los machos.

Los nidos en 2006-2007 fueron más profundos y las puestas un mes antes que en 1998-1999.



Aún así, los nidos tuvieron un incremento de temperatura de $1,5^{\circ}\text{C}$.

La temp. en los nidos superó los 20°C .



Las progenies tienen proporciones iguales de sexos

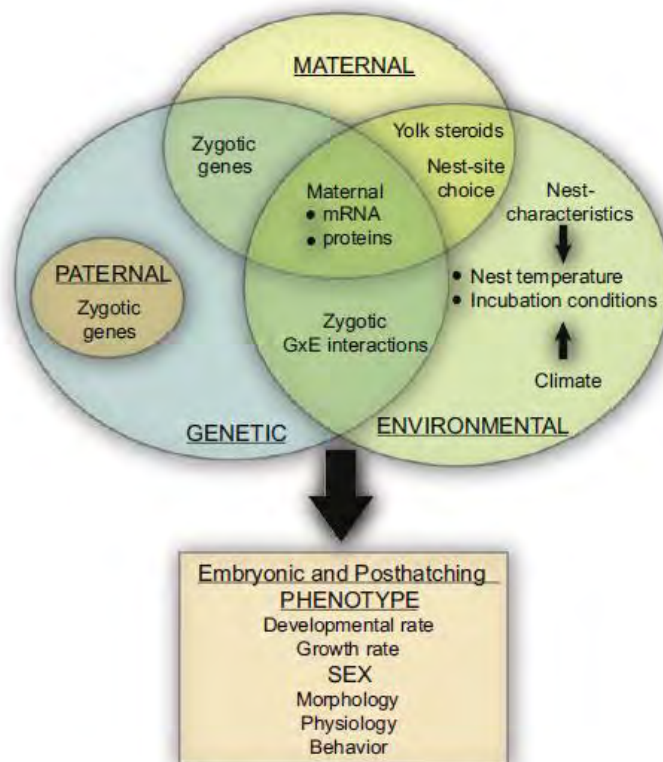
Aunque haya margen de adaptación y formas de mitigar los efectos, sin duda que el cambio climático genera impactos a niveles fisiológicos en los reptiles.

Bassiana duperreyi

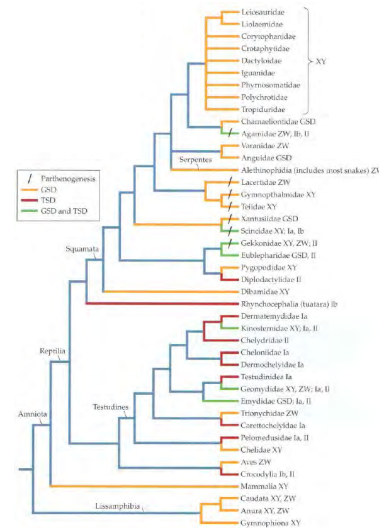
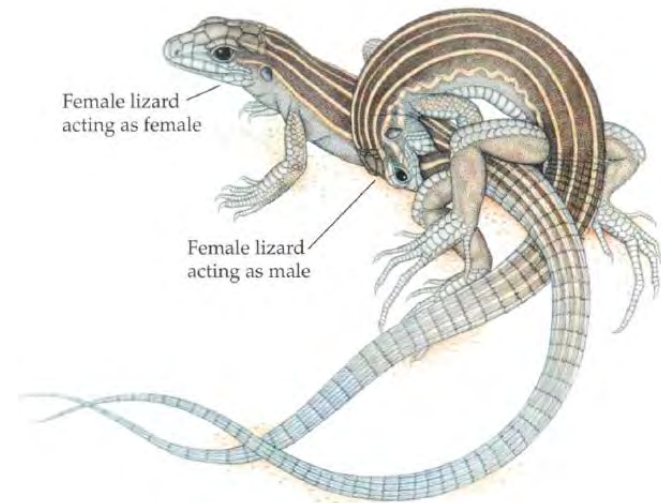


Determinación del sexo

- La TDS puede ser una ventaja para poder regular maternalmente la razón de sexos en la progenie. Esta es teóricamente una de las ventajas evolutivas que puede haber favorecido su establecimiento.
- El contenido de estrógenos en el vitelo influir en el desarrollo y crecimiento embrionario, así como la determinación sexual.



Partenogénesis



Partenogénesis

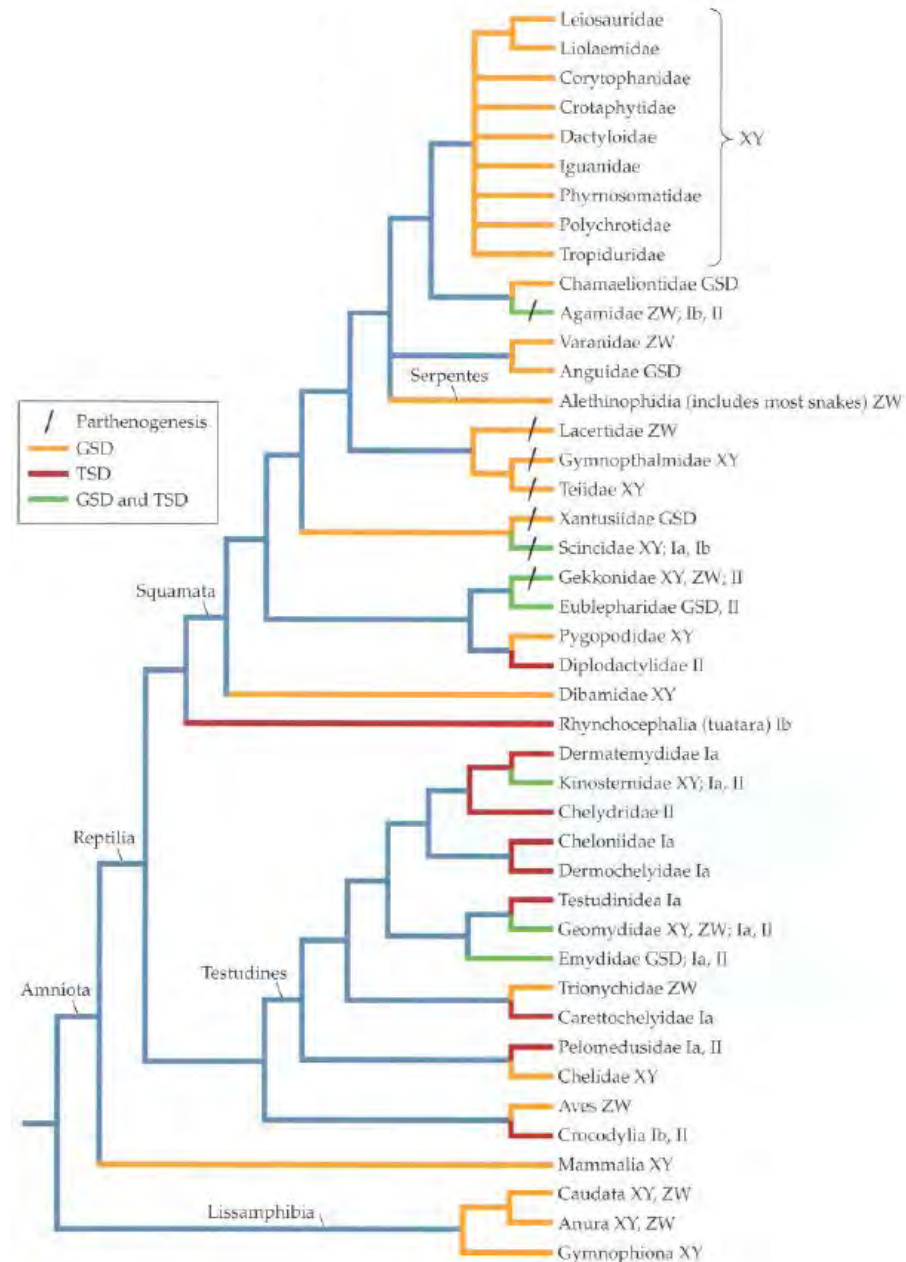
- Cuando una hembra puede reproducirse sin la intervención de un macho o espermatozoide.
- Ocurre en 8 familias de lagartos y una de serpientes (más de 50 especies de escamados confirmadas).
- En la mayor parte de los casos, surge a partir de eventos de hibridación.



Variación genética alta dentro de cada individuo, pero baja o nula entre individuos.



Poblaciones originadas a partir de un solo individuo.



Partenogénesis

- Una hembra híbrida (diploide) produce en la duplicación premeiótica de los cromosomas un ovogonio tetraploide, que posteriormente atraviesa una meiosis normal y genera huevos con el mismo número cromosómico que la madre.
- Existen especies triploides, resultado de un retrocruzamiento entre una hembra de origen híbrido y un macho normal de una de las especies parentales originales.
- Se ha registrado la partenogénesis facultativa en varánidos, culebras y boideos, fundamentalmente en condiciones de cautiverio.



Las hembras parentales también se reprodujeron sexualmente.

Varanus komodoensis



Varanus niloticus



Thamnophis hammondi



Python molurus



Partenogénesis

- No hay evidencia de hibridación en el origen de la partenogénesis en especies del género *Lepidophyma*.
- *Lepidophyma flavimaculatum* tiene poblaciones en Costa Rica y Panamá que parecen ser partenogenéticas.

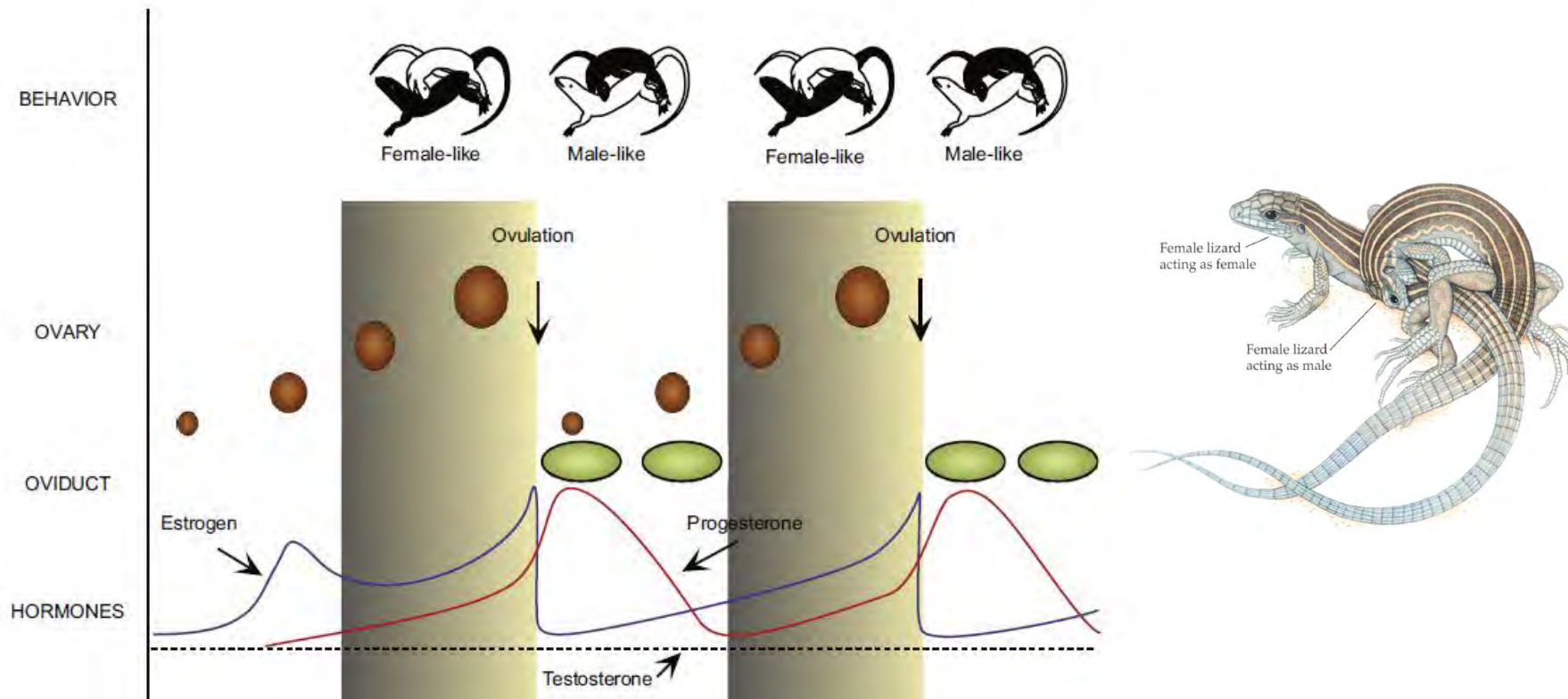


- Otras poblaciones tienen presencia de machos.
- Existen ejemplares diploides y triploides.
- Autores suponen que es probable que en algunas poblaciones coexistan ejemplares con reproducción sexual y asexual.

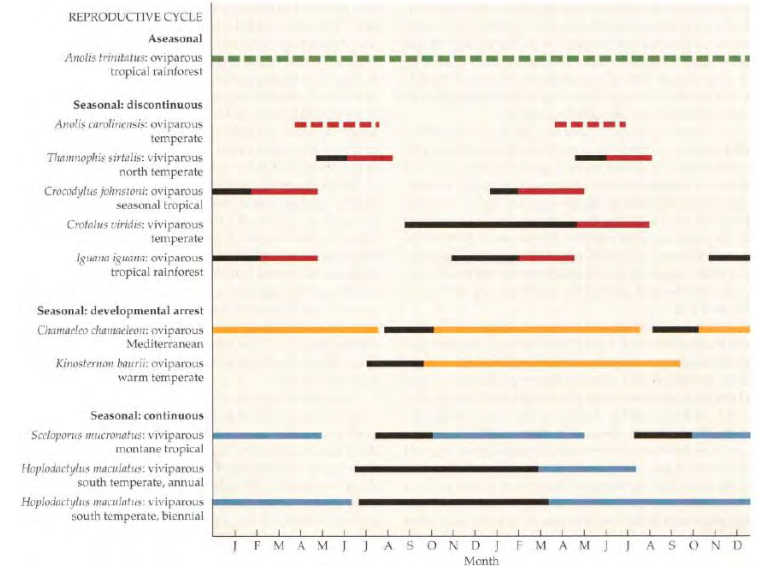


Partenogénesis

Entre hembras de especies partenogenéticas del género *Aspidoscelis* se observó el comportamiento de pseudocópula.



Ciclos reproductivos



Ciclos reproductivos

En reptiles de climas templados (o zonas altas), las especies necesariamente presentan un ciclo reproductivo estacional.

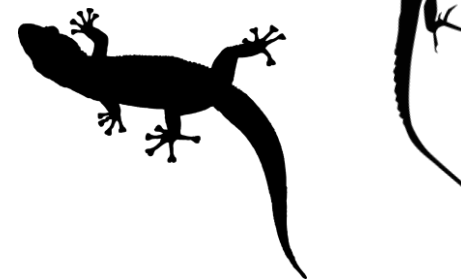
- Mayoritariamente, la ovulación ocurre en primavera, la puesta en la primera parte del verano y la eclosión en fines del verano.
- Existe flexibilidad fenotípica o diferencias entre poblaciones para ajustarse a temperaturas en distintas latitudes o altitudes.

En reptiles de climas tropicales, los ciclos pueden ser:

- Continuos.
- Reproducción en temporada seca.
- Reproducción en temporada húmeda.



¿Individuos con ciclos continuos o ciclos asincrónicos entre individuos?



Ciclos reproductivos

En reptiles de climas tropicales, los ciclos pueden ser:

- Continuos.
- Reproducción en temporada seca.
- Reproducción en temporada húmeda.

En un mismo sitio, los ciclos de las especies pueden ser en diferentes estaciones.

- Diferentes microhábitats reproductivos (peso de otros factores ambientales)
- Inercia filogenética

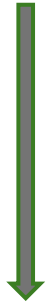


En escamados de regiones tropicales de Australia, el linaje explica la época reproductiva:

- linajes de climas áridos, se reproducen en la estación seca.
- linajes de ambientes húmedos, en estación de lluvias.

Ciclos reproductivos

- En especies con reproducción continua, el ciclo espermatogénico suele ser continuo.
- En especies con ciclos estacionales, los ciclos ováricos y testiculares pueden estar asociados o disociados.
 - Ej.: *Tropidoclonion lineatum* apareamiento ocurren en otoño; la fertilización ocurre en primavera y las crías nacen a finales del verano.

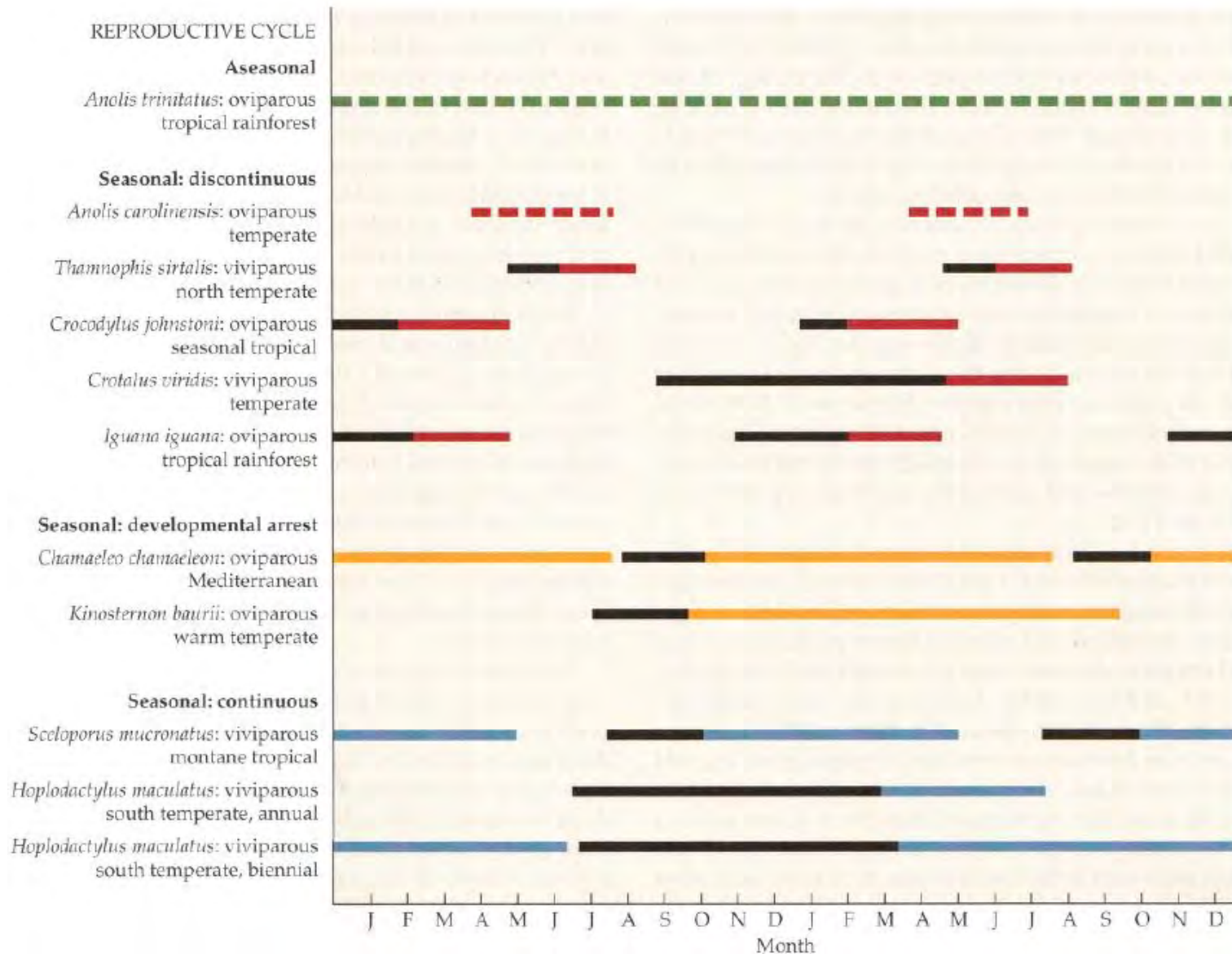


El almacenamiento de esperma es muy frecuente, y obligatorio en algunas especies.

Tropidoclonion lineatum



Ciclos reproductivos





Cortejo



Cortejo

Comportamiento para asegurar el reconocimiento específico, evaluar la condición de los candidatos, estimular la ovulación y receptividad de las hembras y/o disminuir la agresión entre individuos.

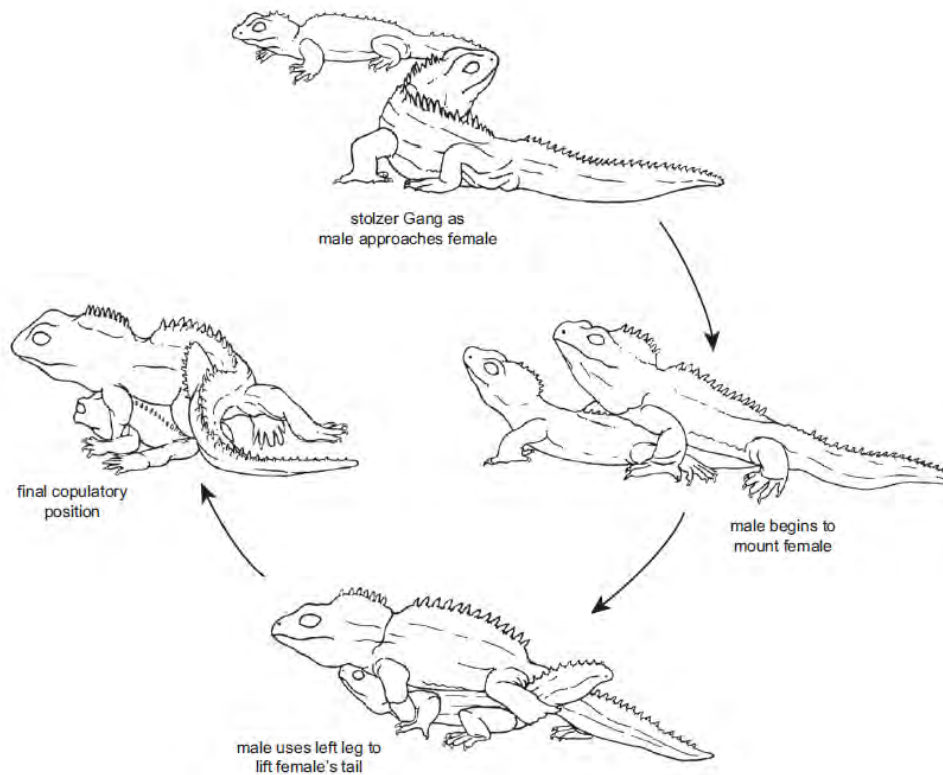


- Despliegues comportamentales variados según los grupos.
- Suele haber un importante componente químico en todos los grupos para la búsqueda de pareja (feromonas).



Cortejo

Los machos de Tuátara oscurecen su piel y elevan las espinas dorsales, dando vueltas alrededor de la hembra.



Cortejo

En lagartijas son comunes los comportamientos visuales, asociados a coloración llamativa.

- Exhibiciones de crestas
- Posturas (ej. elevar el cuerpo)
- Movimientos estereotipados (flexión de brazos, mover la cabeza, abrir la boca, ondular la cola).
- Geckos pueden producir vocalizaciones, aunque no está clara su función en el cortejo.



Liolaemus gardeli



(C)



(D)

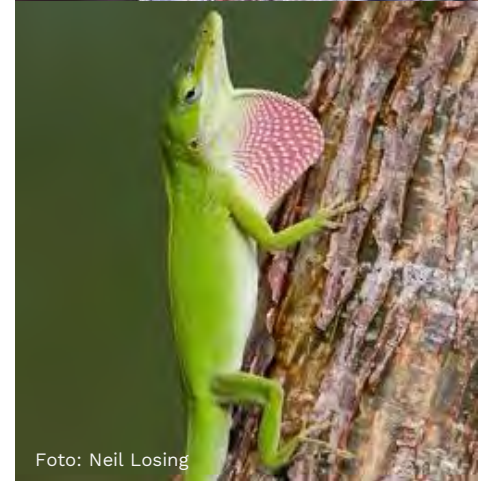


Foto: Neil Losing

Cortejo

- En ofidios, las señales visuales tienen menos peso que en saurios.
- Comportamientos con señales táctiles (vibrar su cola, levanta la cabeza, morder a la hembra, o rozarse contra ella).
- El cortejo y la cópula pueden ser proceso muy largos (varias horas).
- Algunas especies pueden hacer agregaciones reproductivas.
- La competencia entre machos puede incluir luchas ritualizadas.

Thamnophis sirtalis

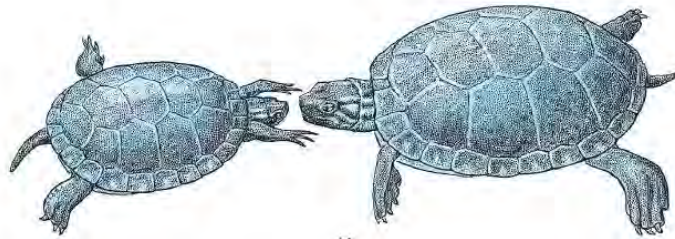


Crotalus simus



Cortejo

- En Tortugas, principalmente comportamientos y estimulación olfativa.
- Comportamientos: seguir a la hembra, movimientos de cabeza, contacto u olfateo cloacal, excitación con uñas delanteras.
- Ej. Tortuga de la Florida (*Gopherus*): ambos frotan su glándula subdentaria (fermonas) con extremidades delanteras, y luego las extienden para olfatearlas.



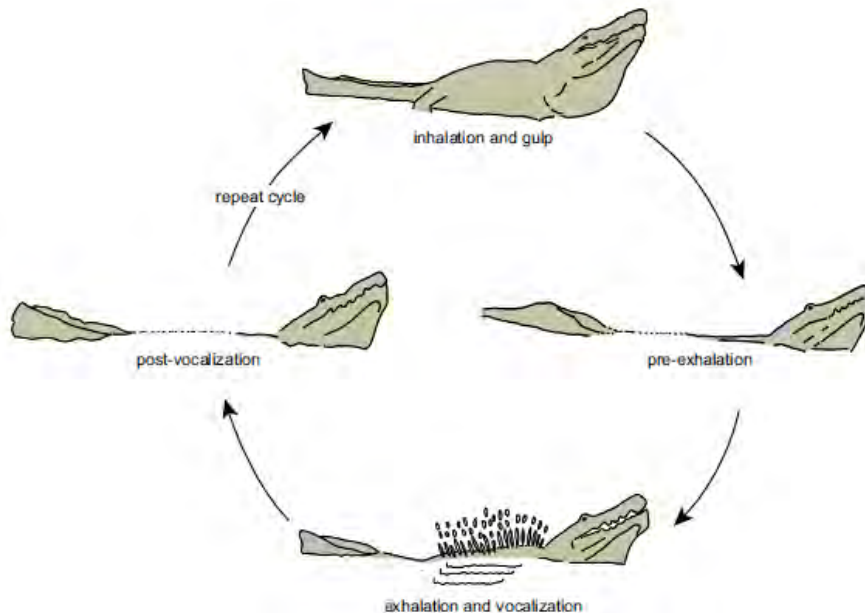
Chrysemys picta



Cortejo

- En cocodrilianos, los despliegues consisten en vocalizaciones y golpes de la cola y cabeza contra el agua.
- Dentro de los reptiles, son unos de los grupos con mayor repertorio y uso de las vocalizaciones.
- Su exhibición más llamativa es un fuerte y repetitivo rugido conocido como *bellowing*, la exhibición incluye tanto sonido aéreo como vibraciones transmitidas por el agua.
- En épocas reproductivas, machos de caimanes pueden hacer “coros” mientras braman.

Alligator mississippiensis



Cuidado parental



Cuidado parental

El cuidado parental se define como cualquier forma de comportamiento parental posterior a la oviposición que aumenta la supervivencia de la descendencia a cierto costo para el progenitor.

Los cuidados pueden clasificarse como:

- **Atención al nido o a los huevos.**
- **Defensa del nido o los huevos.**
- **Transporte de crías.**
- **Incubación de huevos.**
- **Atención o protección de las crías.**

Group	Care provider	Families	Species	Percent
Turtles [†]	F	2/14 families	3/260	1%
Crocodylians [‡]	M or F	All families	All species	100%
Amphisbaenians	unknown			
Lizards [§]	Female	6/15 families	41/3000	1.3%
Snakes [§]	Female	6/11 families	47/1700	2.8%

Cuidado parental

Atención al nido o a los huevos

- Ocurre en cocodrilianos (de parte de uno o ambos sexos), en algunas tortugas (hembras) y en muchos escamados (hembras).
- Las principales funciones son ayudar en la hidratación de los huevos, prevenir el ahogamiento, combatir hongos, ayudar a mantener los huevos ocultos.

Defensa del nido o los huevos

- Implica agresividad con co-específicos y otras especies que se aproximen.
- Principalmente para prevenir la usurpación o depredación del nido.
- En *Eutropis longicaudata* el éxito de eclosión se reduce en un 70% sin los cuidados.



En casos extremos con alta presión por depredación, ocurre canibalismo filial.



Cuidado parental

Transporte de crías

- Ocurre en la mayor parte de cocodrilianos.
- Es el transporte de las crías en la boca, desde el nido al agua.
- Puede estar desencadenado por vocalizaciones de las crías.



Incubación de huevos

- Se da principalmente en boideos ovíparos y en la mayoría de pitones.
- Se ha registrado comportamientos similares en *Plestiodon spp.*
- Algunas pitones realizan termogénesis por temblor.
- Su principal ventaja es acelerar el desarrollo embrionario al mantener una temperatura mayor.
- En algunas especies es un comportamiento obligatorio.

Cuidado parental

Atención o protección de las crías

- Algunos juveniles se quedan en el territorio de alguno de sus padres, recibiendo protección indirecta de su parte. Los padres los “toleran” mientras son juveniles.
- En *Liopholis whitii* se observan grupos familiares con parejas de larga duración, y protección de los juveniles por parte de la hembra (aumenta su agresividad).
- Algunas especies vivíparas ayudan a salir a las crías de las membras luego del parto (observado en géneros *Mabuya*, *Xantusia* y *Epicrates*).
- En cocodrilianos, las hembras responden al llamado de los juveniles (ayuda para salir del huevo, transporte y protección en primeras etapas)

Liopholis whitii



Epicrates alvarezi

