



HERPETOLOGÍA 2015
Aguilar Miguel X.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

MATERIAL DIDÁCTICO

VISIÓN

UNIDAD DE APRENDIZAJE HERPETOLOGÍA

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

AMPHIBIA

Autor: M. en C. Xóchitl Aguilar Miguel



BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE ANFIBIOS



REPRODUCCIÓN SEXUAL VS ASEXUAL

- **SEXUAL**

- ❖ GAMETO MASCULINO + GAMETO FEMENINO = CIGOTO
- ❖ MEIOSIS- RECOMBINACIÓN DE GAMETOS

- **ASEXUAL**

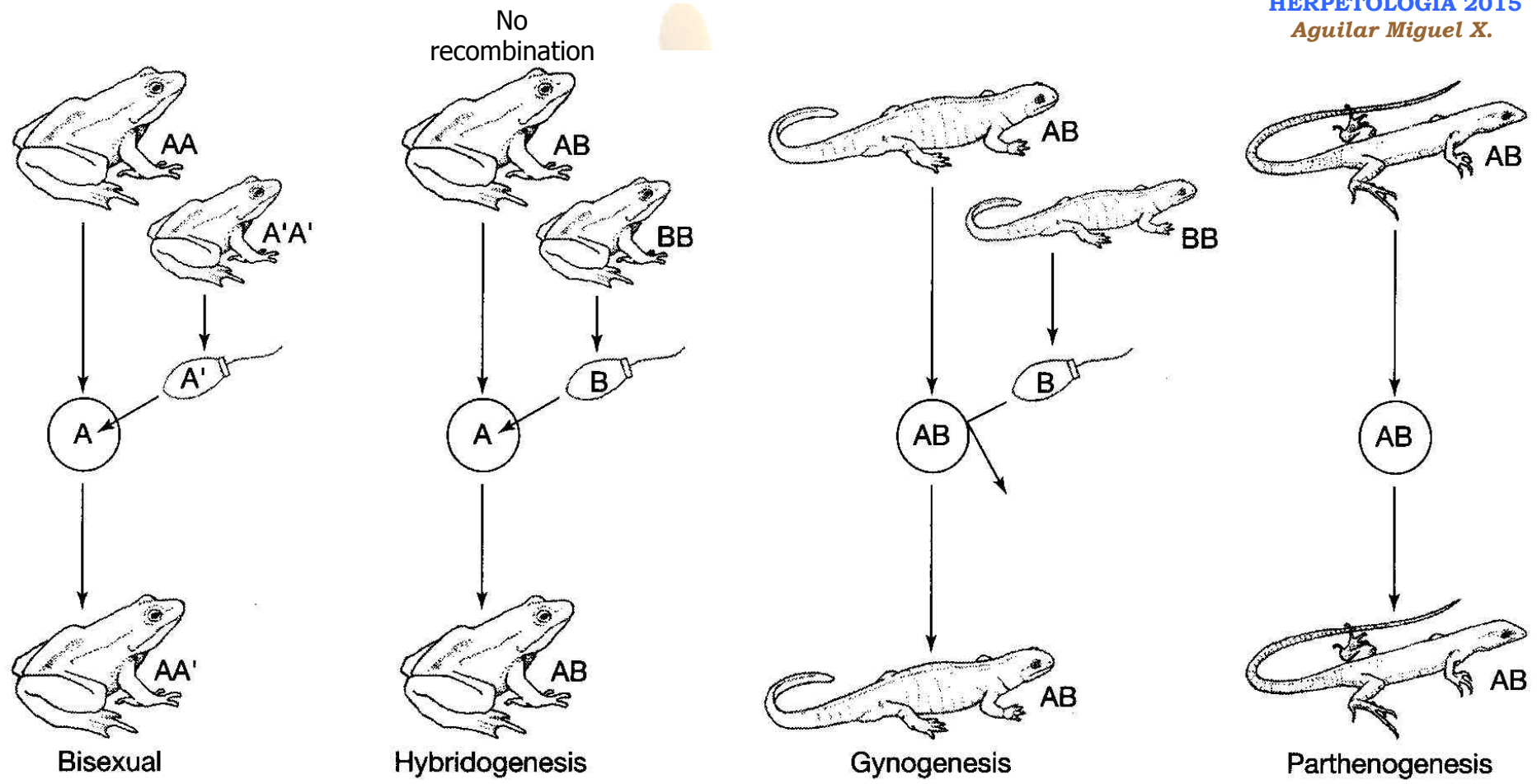
- ❖ ORIGINADOS POR HÍBRIDOS
- ❖ POBLACIONES DE HEMBRAS
- ❖ REPRODUCCIÓN CLONAL
- ❖ Ej. *Rana* hibridogénesis
- ❖ Ej. *Ambystoma* gynogénesis

REPRODUCCIÓN

Sexual vs. Asexual

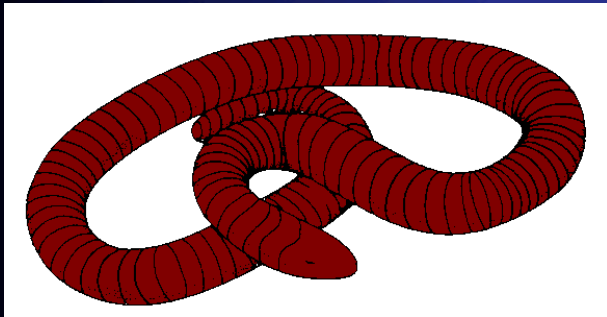


HERPETOLOGÍA 2015
Aguilar Miguel X.



CLASE AMPHIBIA

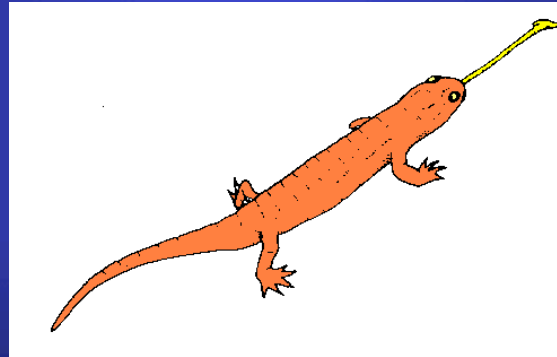
GYMNOPHIONA cecilias



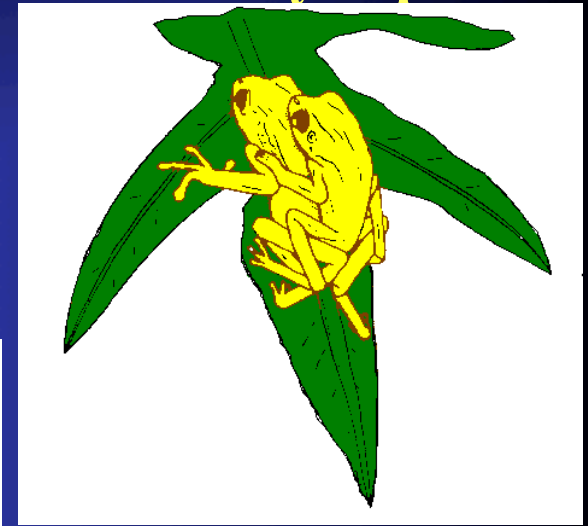
ovíparos

vivíparos

URODELA salamandras ajolotes



ANURA ranas y sapos



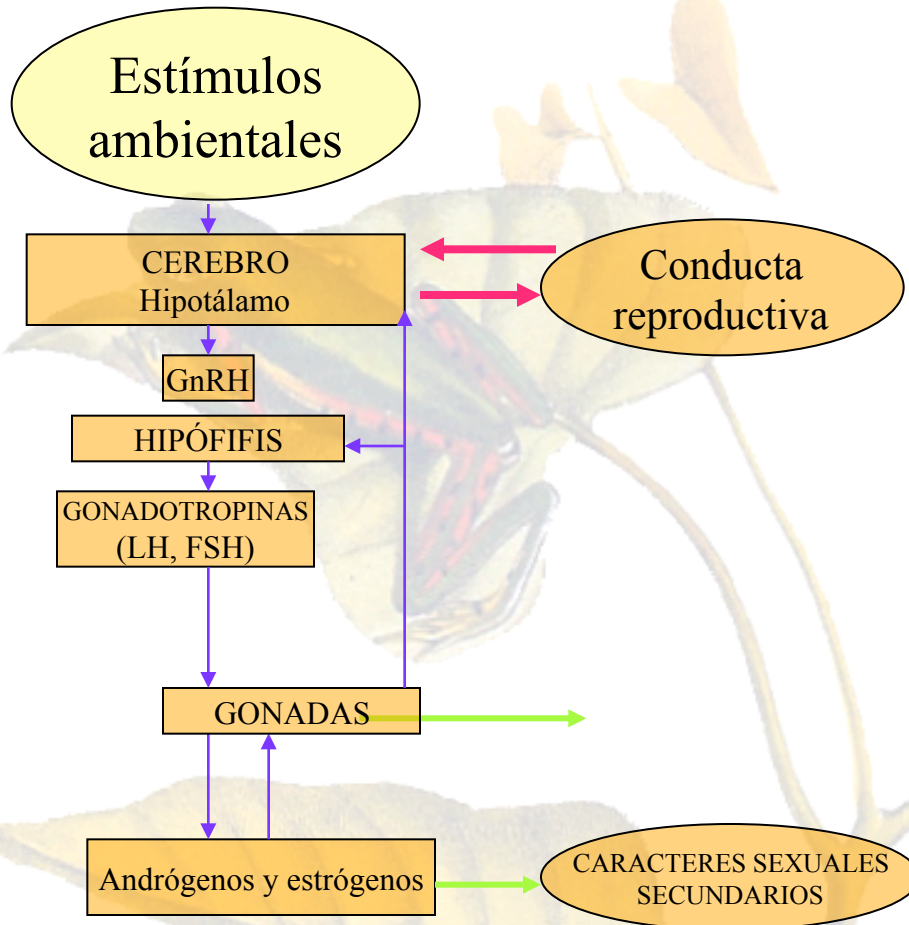
REPRODUCCIÓN

CONTROL NEURONAL, HORMONAL Y CONDUCTUAL



HERPETOLOGÍA 2015

Aguilar Miguel X.



Fotoperíodo, temperatura, humedad
Espacio, Alimento, Hábitat
Densidad, Población

DESARROLLO DEL EMBRIÓN A PARTIR DEL HUEVO ANAMNIÓTICO



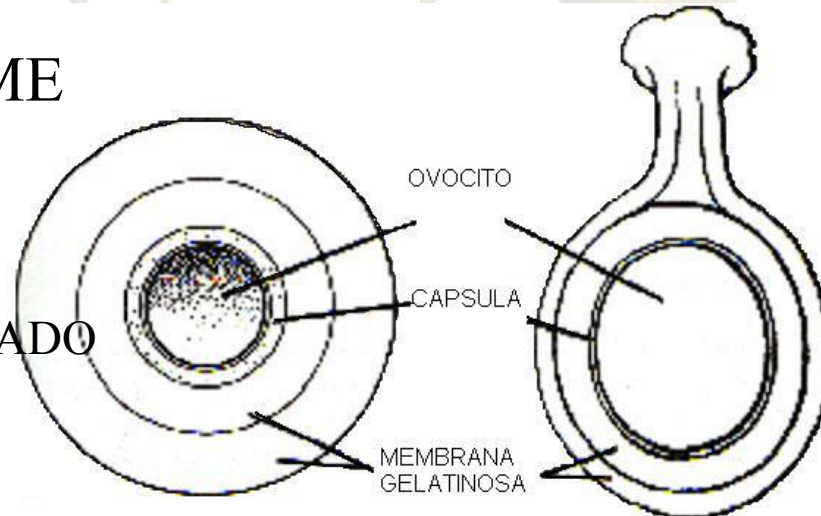
HERPETOLOGÍA 2015
Aguilar Miguel X.

PIGMENTO



HUEVOS DE TIPO OLIGOLÉCITOS
RICOS EN VITELO
DISTRIBUCIÓN UNIFORME

FORMACIÓN DEL HUEVO EN
OVARIO Y OVIDUCTO
VITELO—PRECURSORES DE HIGADO

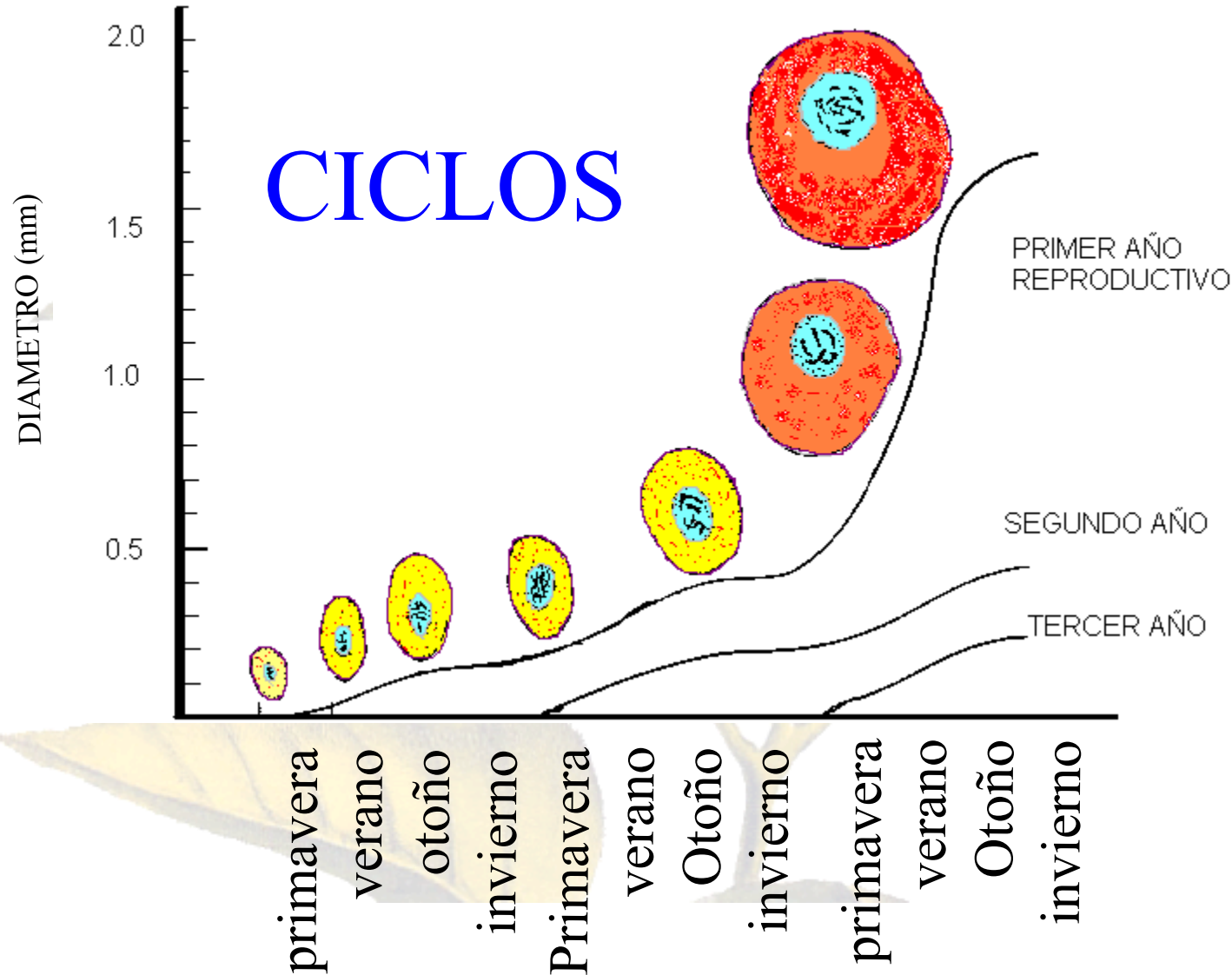


OVOGÉNESIS



HERPETOLOGÍA 2015

Aguilar Miguel X.



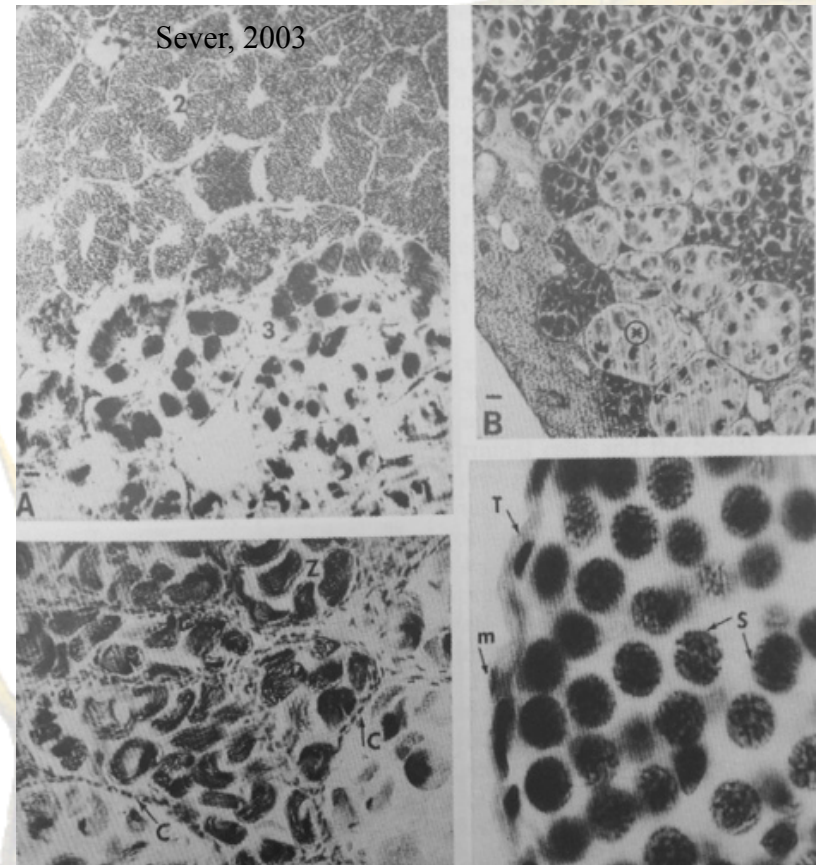
ESPERMATOGÉNESIS



HERPETOLOGÍA 2015

Aguilar Miguel X.

- La madurez de las células sexuales masculinas es interesante, especialmente en Urodelos.
- Formado por dos testículos, conductos eferentes y la cloaca, mayormente glandular
- Largos testículos, con maduración sincrónica en sentido caudal-cefálico.
- En las imágenes se puede observar la sincronía de la diferenciación de las espermatogonias.
- La cloaca con función muy importante para la producción de mucopolisacaridos hidrofílicos, para la producción del espermátforo.



DIMORFISMO SEXUAL



Ambystoma granulatum

CARACTERÍSTICAS SEXUALES



HERPETOLOGÍA 2015

Aguilar Miguel X.

Taricha granulosa



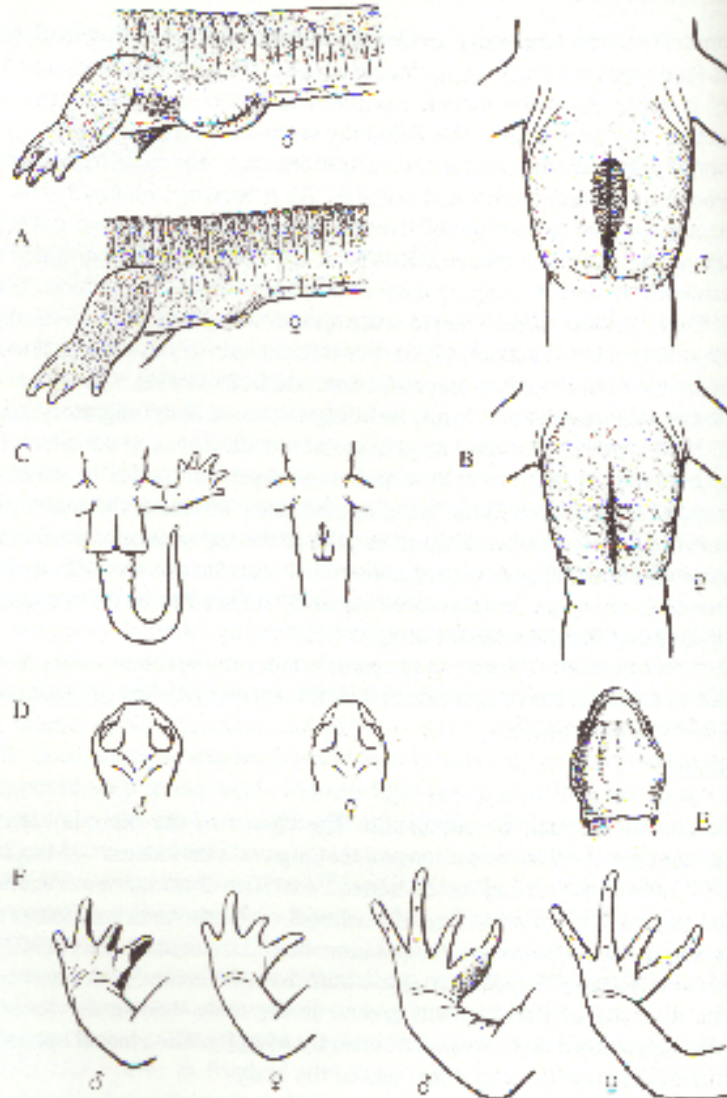
© Dr. B. Akeret
www.swissherp.org

Litoria gracilentia

Hydromantes

Bufo

Rana



Aneides

CORTEJO

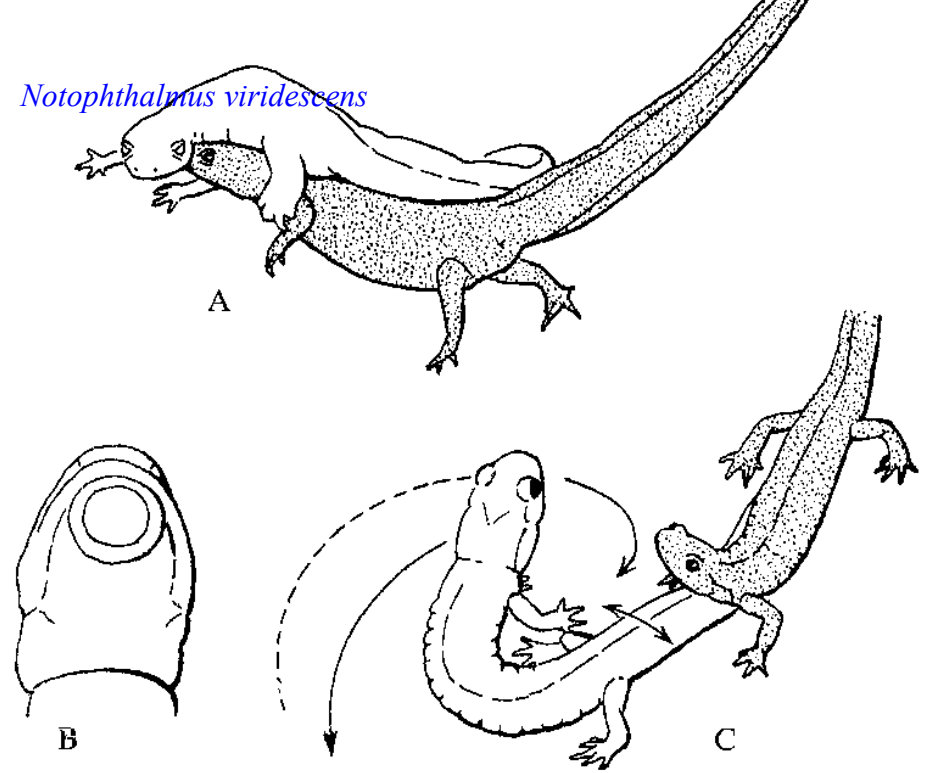
“AMPLEXUS”

¿COMO SE LLEVA A CABO EL RECONOCIMIENTO?

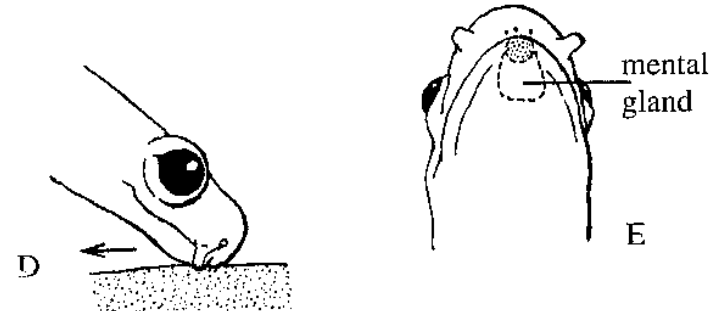
¿MARCAJE DE TERRITORIO?

¿DIRECCIÓN Y/O CONDUCCIÓN PARA EL ENCUENTRO CON EL ESPERMATOFORO?

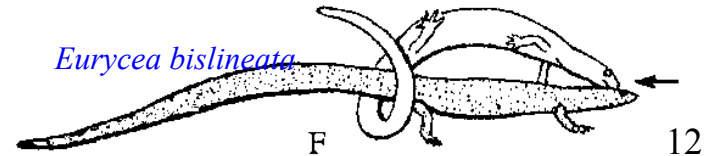
Notophthalmus viridescens



Plethodon jordani



Eurycea bislineata



AMPLEXO



HERPETOLOGÍA 2015
Aguilar Miguel X.

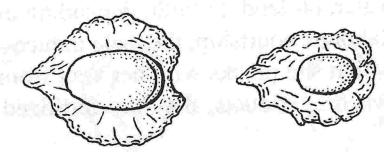
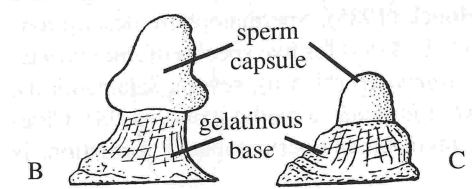
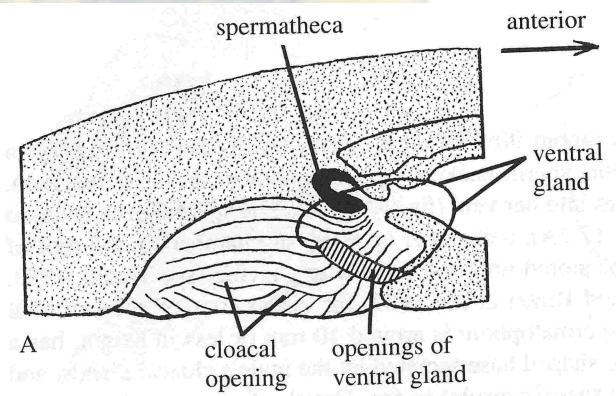
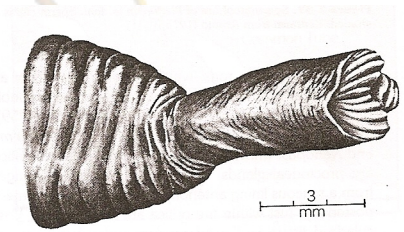
FERTILIZACIÓN
CECILIAS-FECUNDACIÓN INTERNA 100%
SALAMANDRAS 90% INTERNA
ANUROS 98% EXTERNA

almacenaje



EXTERNA (CARÁCTER ANCESTRAL)
INTERNA

CECILIAS- organo intromitente (phalodeum) todos
SALAMANDRAS -ESPEMATÓFORO la mayoría
ANUROS- APOSICIÓN DE CLOACAS (5 sp)



Plethodon

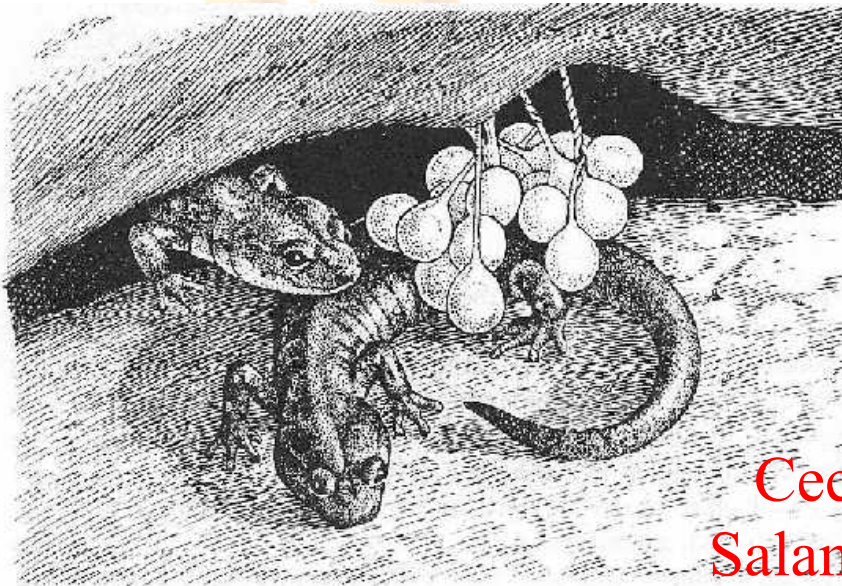
CUIDADOS PARENTALES



HERPETOLOGÍA 2015

Aguilar Miguel X.

costos y beneficios



Cecilias – cuida a todos
Salamandras—cuida ~20%
Anuros—diverso <10%



Table 7-1 Distribution of genetic sex determination (GSD) and temperature-dependent sex determination (TSD) in amphibians and reptiles. Patterns are summarized for each family in which the condition is known. XY and ZW systems indicate male and female heterogamety, respectively. Data indicate only the occurrence of each pattern in particular families. Only those families for which GSD or TSD have been studied are listed.

Taxon	GSD: Heterogamety	TSD	Taxon	GSD: Heterogamety	TSD
Urodela			Emydidae	ZW, XY	Yes
Ambystomatidae	ZW	No	Kinosternidae	—	Yes
Plethodontidae	ZW, XY	No	Podocnemidae	—	Yes
Proteidae	XY	No	Pelomedusidae	—	Yes
Salamandridae	ZW, XY	No	Staurotypidae	XY	No
Sirenidae	ZW	No	Testudinidae	—	Yes
Anura		No	Trionychidae	—	No
Bombinatoridae	XY	No	Crocodylia	—	Yes
Bufo	ZW	No	Sphenodontida	—	Yes
Discoglossidae	ZW	No	Squamata		
Hylidae	XY	No	“Agamidae”	Yes	Yes
Leiopelmatidae	ZW, OW	No	Amphisbaenia	ZW	?
“Leptodactylidae”	XY	No	Anguillidae	—	Yes
Pelodytidae	XY	No	Boidae	ZW	No
Pipidae	ZW	No	Colubridae	ZW	No
“Ranidae”	ZW, XY	No	Elapidae	ZW, ZZW, ZWW	No
Testudines			Gekkonidae	ZW, ZZW, XY, XXY	Yes
Bataguridae	ZW, XY	Yes	Iguanidae	XY, XXY, XO	?
Carettochelyidae	—	Yes	Lacertidae	ZW, ZZW	?
Chelidae	XY	No	Pygopodinae	XY, XXY	—
Cheloniidae	—	Yes	Scincidae	XY, XXY	No
Chelydridae	—	Yes	Telidae	XY	No
Dermatemydidae	—	Yes	Varanidae	ZW	?
Dermochelyidae	—	Yes	Viperidae	ZW	No

DETERMINACIÓN DEL SEXO GENÉTICO (DSG)

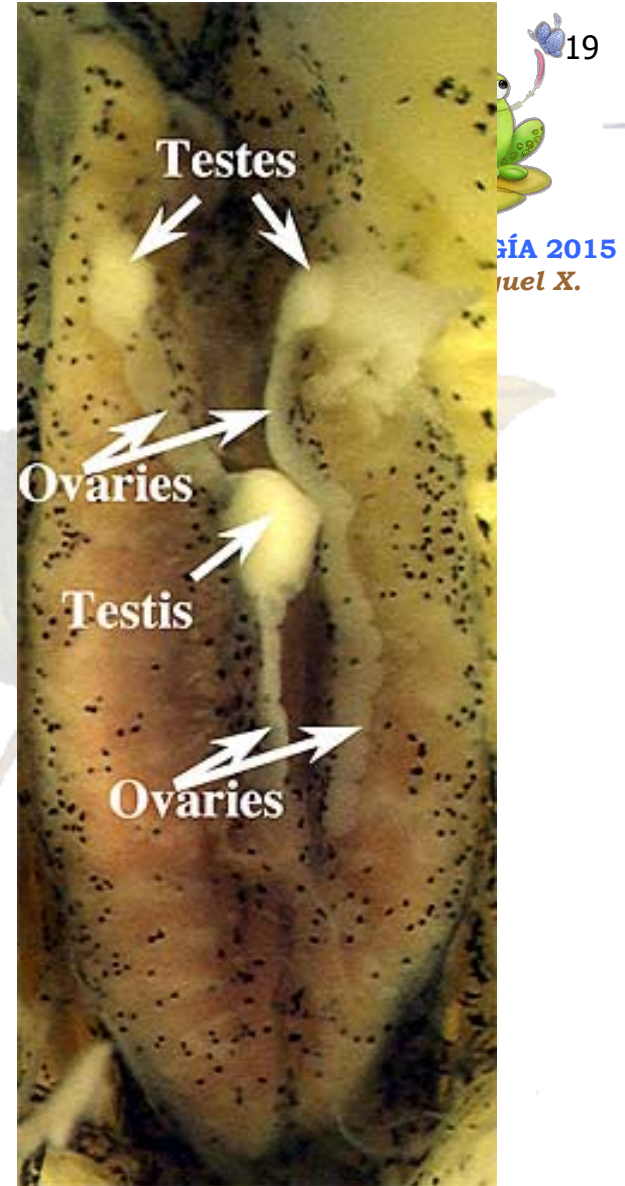
MACHOS XY

HEMBRAS ZW

OW

ANOMALÍAS DE LA REPRODUCCIÓN

CAUSA DE DECLINACIÓN



Abnormal gonads in a male *Xenopus* frog, the result of exposure to the herbicide atrazine. The frog has become a hermaphrodite, that is, it has both male (testes) and female (ovaries) sex organs.¹⁶ Credit: Tyrone Hayes/UC Berkeley, courtesy PNAS



**CARACTERÍSTICAS
DE REPRODUCTORES**

**PROPORCIÓN
DE SEXOS**

**ESTRATEGIA
REPRODUCTIVA**

ARRIBAMIENTO

**SITIOS
DE
APAREAMIENTO¹⁷**

CICLO DE VIDA Y MODOS REPRODUCTIVOS



HERPETOLOGÍA 2015
Aguilar Miguel X.

HUEVO → LARVA → ADULTO

DESARROLLO DIRECTO
Eleutherodactylus

PAEDOMORFOSIS

Notophthalmus
Presenta un estadio juvenil “eft”



Notophthalmus viridescens (Eastern Newt)

ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS



HERPETOLOGÍA 2015
Aguilar Miguel X.

PUESTA DE LOS HUEVOS
SOBRE UN RÍO



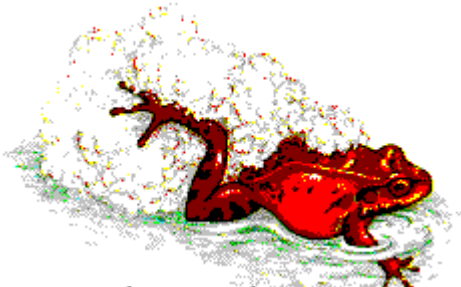
Centrolene

TRANSPORTE DE RENACUAJOS



Dendrobates

NIDO EN ESPUMA



Leptodactylus

INCUBACIÓN ACUÁTICA



Pipa

ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS



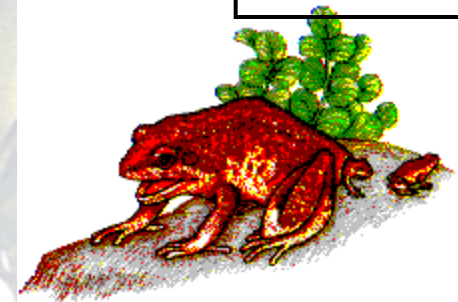
HERPETOLOGÍA 2015
Aguilar Miguel X.

INCUBACIÓN TERRESTRE



Frectonotus

VIVIPARISMO



Nectophrynoides

DESARROLLO DIRECTO



Eleutherodactylus

INCUBACIÓN GÁSTRICA



Rheobatrachus

HERMAFRODITISMO:



HERPETOLOGÍA 2015

Aguilar Miguel X.



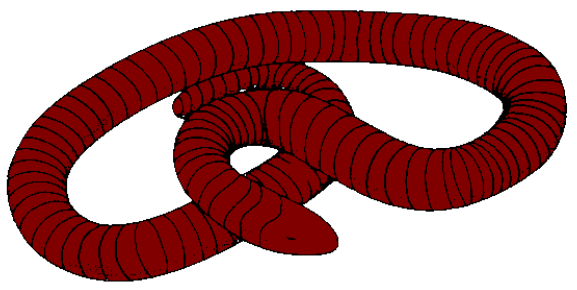
Bufo bufo
Órgano Bidder
activo, cuando se
castran machos
normales, estos órganos
se diferencian a ovarios
Aunque exista una
Predeterminación genética



DESARROLLO LARVAL Y METAMORFOSIS

GYMNOPHIONA

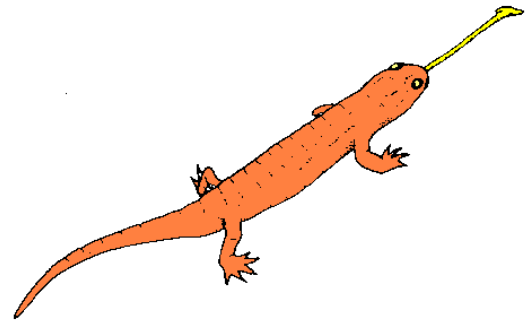
cecilias



SE PARECEN AL ADULTO
CON BRANQUIAS

URODELA

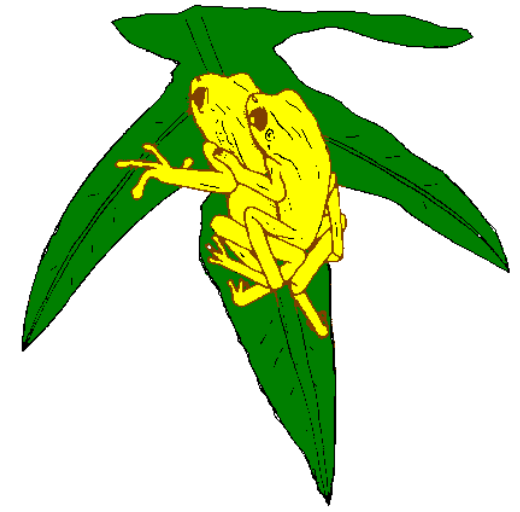
salamandras ajolotes



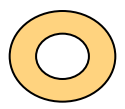
SE PARECEN AL ADULTO
CON BRANQUIAS, DENTICIÓN LARVAL
LA MAYORÍA CARNÍVOROS

ANURA

ranas y sapos



VARIABLE
DÍAS O AÑOS COMO LARVA
METAMORFOSIS ES DRAMÁTICA
SIN ALIMENTARSE MIENTRAS OCURRE
CAMBIOS EN AP. DIGESTIVO,
RESPIRATORIO, CIRCULATORIO, EXCRETOR
OSIFICACIÓN ETC. 22



METAMORFOSIS



HERPETOLOGÍA 2015

Aguilar Miguel X.

del griego μετα- (meta), que indica alteración,
y μορφή (morphè), forma

Es un proceso por el cual un objeto o entidad cambia de forma

PREPARACIÓN DEL ORGANISMO

ACUÁTICOS



TERRESTRES



METAMORFOSIS EN Anura

IMPLICACIONES ECOLÓGICAS?

UTILIZACIÓN DE DIFERENTES RECURSOS DURANTE SU VIDA



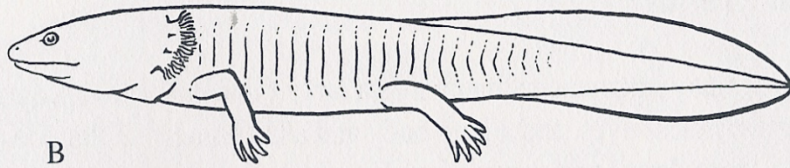
Fig. 1.2 Life stages of an “amphibious” amphibian, the Western Spadefoot Toad (*Scaphiopus hammondi*).
24



HERPETOLOGÍA 2015

Aguilar Miguel X.

URODELOS.- reabsorción de la cola, la reabsorción de branquias externas.



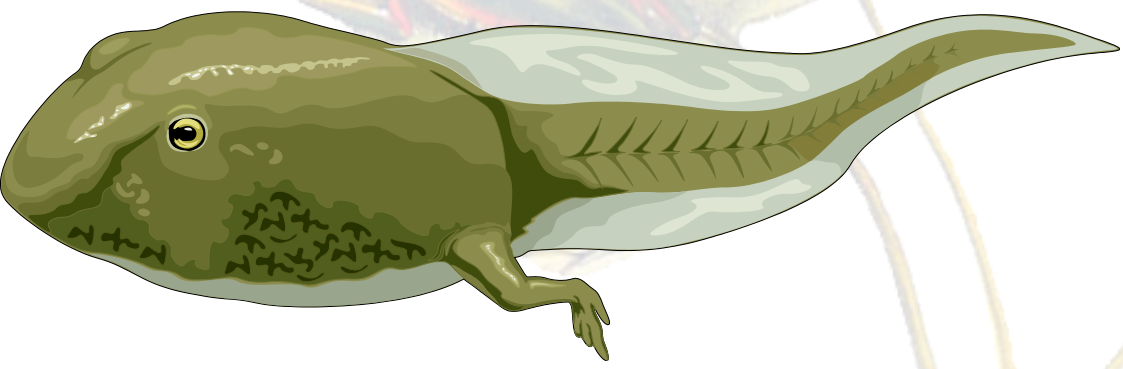
B





ANUROS

**cambios sorprendentes,
en cada órgano.**





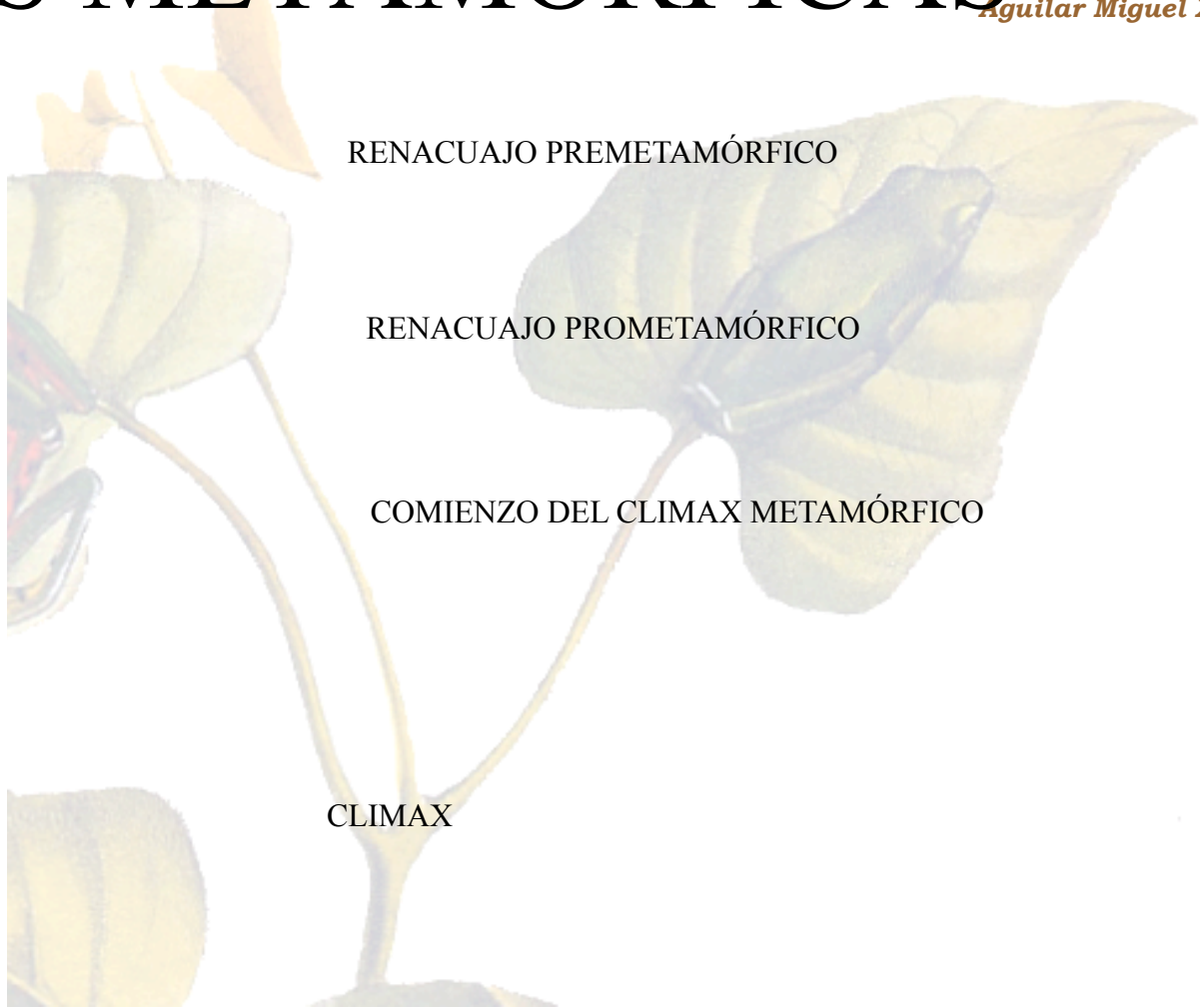
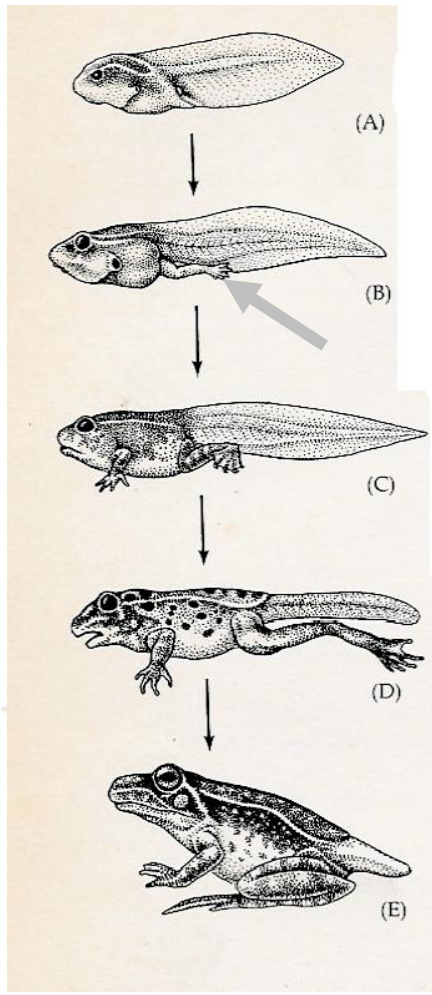
Cuadro 18-1 Resumen de algunos cambios metamórficos en los anuros

Sistema	Larva	Adulto
Locomotor	Acuático, aletas caudales	Terrestre; tetrápodo sin cola
Respiratorio	Branquias, piel, pulmones; hemoglobinas larvarias	Piel, pulmones; hemoglobinas del adulto
Circulatorio	Arcos aórticos, aorta; venas yugulares anterior, posterior y común	Arco carotídeo; arco sistémico; venas cardinales
Nutritivo	Herbívoros: tubo digestivo largo y espiral; simbiontes intestinales; boca pequeña; mandíbulas córneas, dientes labiales	Carnívoros: tubo digestivo corto; proteasas; boca grande con lengua larga
Nervioso	Carencia de membrana nictitante, porfirospina, sistema de la línea lateral, neuronas de Mauthner	Desarrollo de los músculos oculares, membrana nictitante, rodopsina; pérdida del sistema de la línea lateral, degeneración de las neuronas de Mauthner; membrana timpánica
Excretor	Principalmente amoníaco, algo de urea (amonotéticos)	Principalmente urea; elevada actividad de las enzimas del ciclo de la ornitina-urea (ureotéticos)
Tegumentario	Delgada bicapa epidérmica con una delgada dermis; sin glándulas mucosas o glándulas granulares	Epidermis escamosa estratificada con queratinas del adulto; la dermis bien desarrollada contiene glándulas mucosas y glándulas granulares que secretan péptidos antimicrobianos

Fuente: según Turner y Bagnara 1976 y Reilly y col. 1994.



FASES METAMÓRFICAS



RENACUAJO PREMETAMÓRFICO

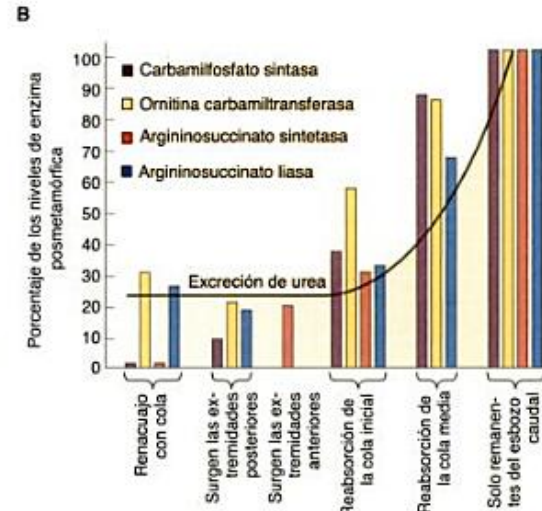
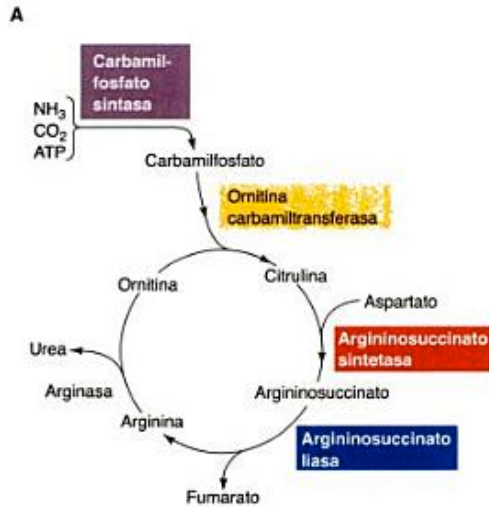
RENACUAJO PROMETAMÓRFICO

COMIENZO DEL CLIMAX METAMÓRFICO

CLIMAX



CAMBIOS METABÓLICOS



AMONOTÉLICOS

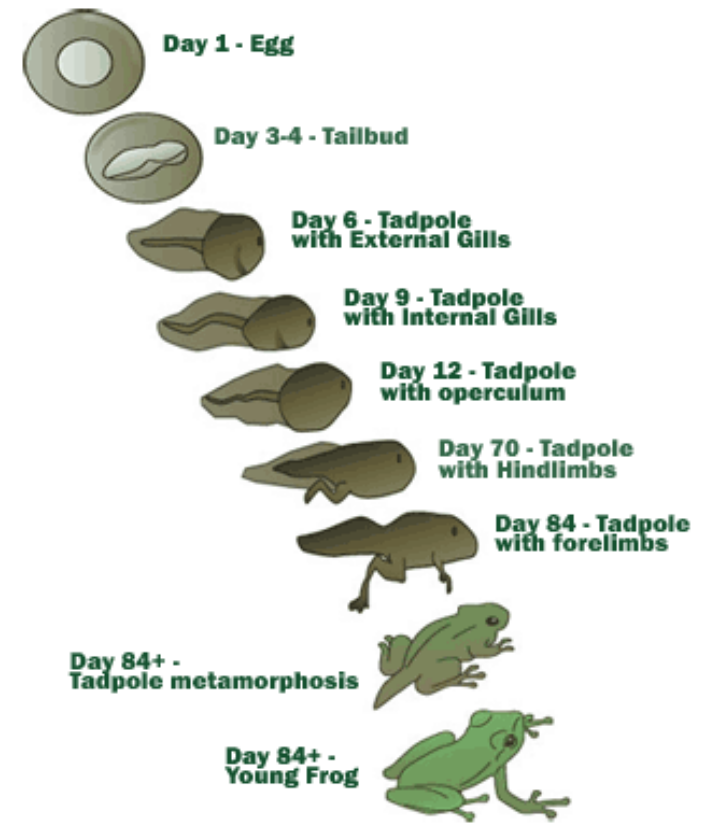
Ciclo de la urea mediante el cual los desechos nitrogenados son detoxificados y excretados con mínima pérdida de agua, mediante actividad enzimática generada por los cambios metamórficos.

UROTÉLICOS



REGRESIÓN DE LA COLA

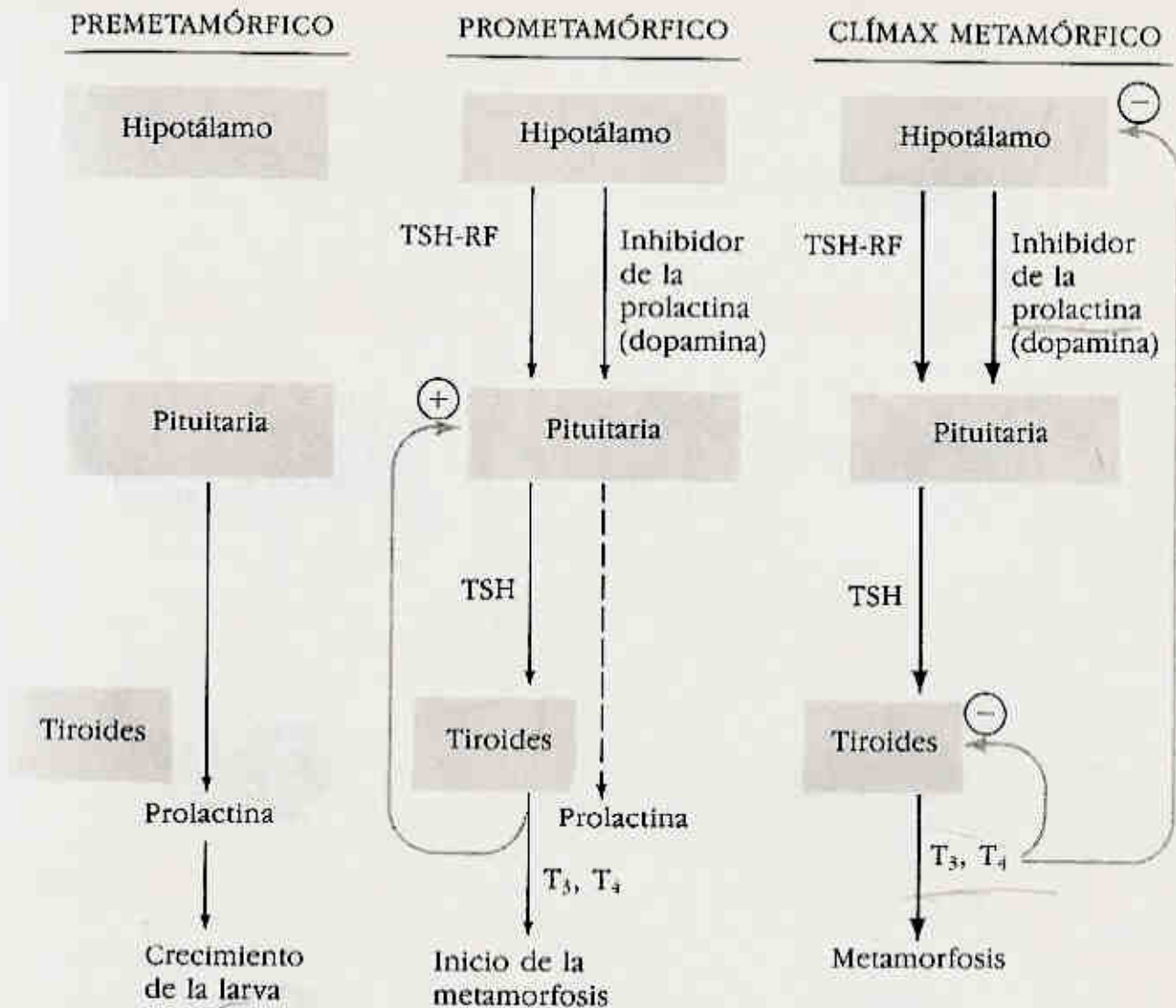
- Experimentos en *Xenopus laevis*, proponen que las enzimas lisosómicas son responsables de digerir las células de la cola.
- Existe especificidad regional, determinado con experimentos de transplante de regiones de tejido.



CONTROL HORMONAL



HERPETOLOGÍA 2015
Aguilar Miguel X.



HETEROCRONÍA



En biología del desarrollo, la heterocronía abarca a todos aquellos cambios en el ritmo de los procesos ontogenéticos que dan lugar a transformaciones de la forma y tamaño de los organismos.

En este proceso se distinguen dos componentes fundamentales:

1. el comienzo y el término del proceso
2. el ritmo al que éste se produce.

El término heterocronía es relativo: un proceso de desarrollo en una especie sólo puede ser descrito como heterocrónico en relación con el mismo proceso en otra especie (considerada como el estado basal o ancestral) que opera con diferentes tiempos de comienzo y fin, y/o a diferentes ritmos.

EJEMPLO: *AMBYSTOMATIDAE*

HETEROCRONIA

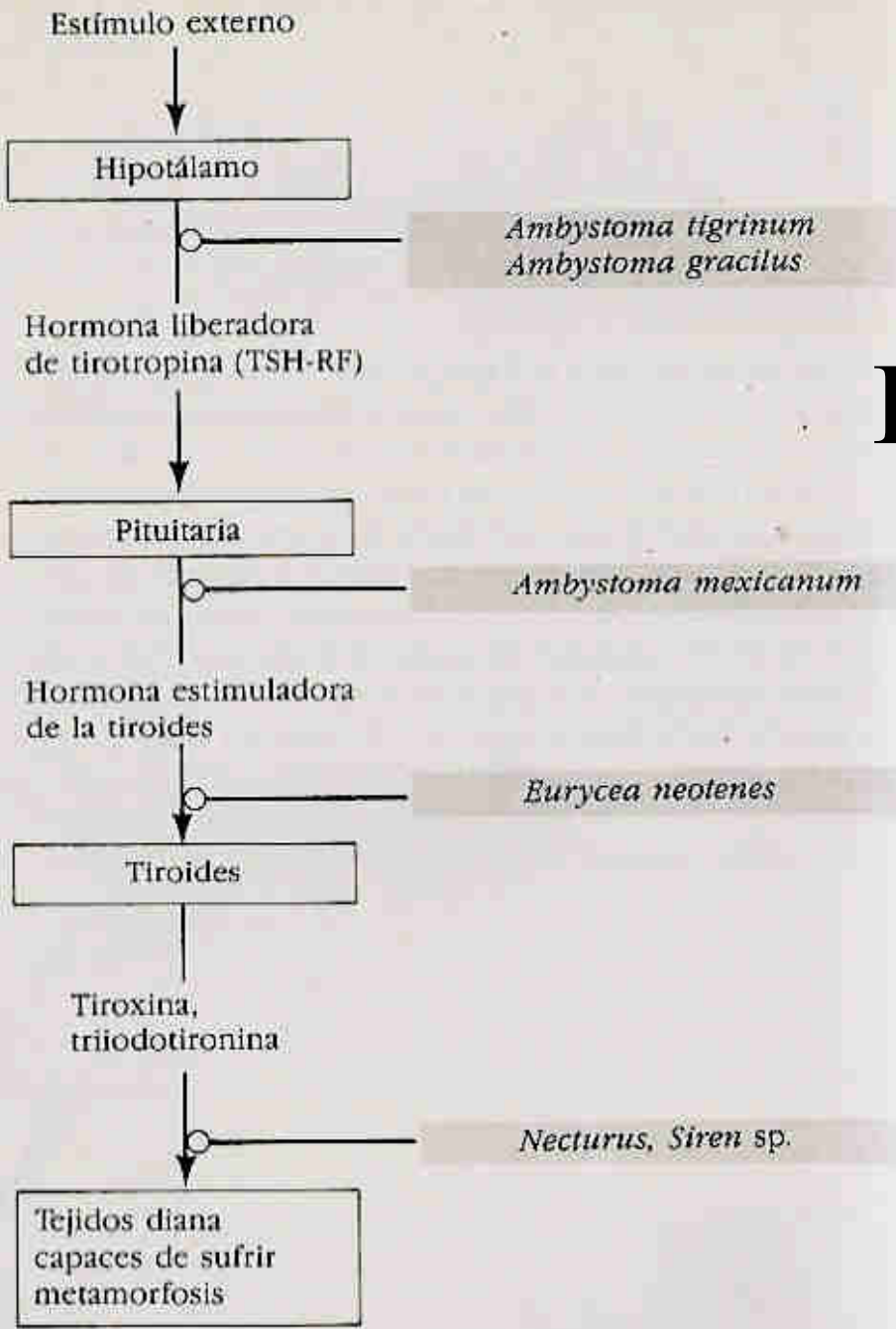
TIPOS



* **Neotenia** (del griego neo-, ‘joven’, y teinein, ‘extenderse’) es uno de los procesos de heterocronía que se caracteriza por la conservación del estadio juvenil en el organismo adulto, debido a un retardo pronunciado (en correlación con su ancestro u organismos cercanamente emparentados) del ritmo de desarrollo corporal, en comparación con el desarrollo de las células germinales y órganos reproductores, que se lleva a cabo normalmente.

* **Pedomorfosis** (también escrito paedomorfosis) o juvenificación es un cambio fenotípico y a veces genotípico, en el cual el individuo adulto de una especie mantiene ciertas características juveniles. La pedomorfosis también va acompañada de una capacidad incrementada para nuevos cambios evolutivos.

EJEMPLO: *Ambystoma*—obligada vs facultativa



PEDOMORFOSIS

“NEOTENIA”

BLOQUEO HORMONAL

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 1



HERPETOLOGÍA 2015
Aguilar Miguel X.

- Alberch, P. and J. Alberch. 1981. Heterochronic mechanisms of morphological diversification and evolutionary change in the neotropical salamander *Bolitoglossa occidentalis* (Amphibia: Plethodontidae). *J. Morphol.* 167: 249–264.
- Allen, B. M. 1916. Extirpation experiments in *Rana pipiens* larva. *Science* 44: 755–757.
- Arnold, S. J. 1977. The evolution of courtship behavior in New World salamanders with some comments on Old World salamanders, p. 141–183. In: *The reproductive biology of amphibians*. D. H. Taylor and S. I. Guttman (eds.). Plenum Press, New York.
- Alberch, P., S. J. Gould, G. F. Oster, and D. B. Wake. 1979. "Size and shape in ontogeny and phylogeny" *Paleobiology* 5: 296-317.
- Atkinson, B. G., C. Helbing and Y. Chen. 1996. Reprogramming of genes expressed in amphibian liver during metamorphosis. In L. I. Gilbert, B. G. Atkinson and J. R. Tata (eds.), *Metamorphosis: Postembryonic Reprogramming of Gene Expression in Amphibian and Insect Cells*. Academic Press, San Diego, pp. 539–566.
- Duellman, W. E. and L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians*. McGraw-Hill, New York.
- Exbrayat, J. M. 2006. *Reproductive Biology and Phylogeny of Gymnophiona (Caecilians)*. Edited. Enfield: Science Publishers, Pp. 395.



BIBLIOGRAFIA CONSULTADA 2

- Gilbert, S. 2013. Development Biology. Edition Tenth. University of Helsinki and Swarthmore College.
- Jamieson, G. M. 2003. Reproductive Biology and Phylogeny of Anura . Edited. Jamieson B. G. Science Publishers, Pp. 452.
- McDiarmid, R. W. and R. Altig. 1999. Tadpoles: the biology of anuran larvae. Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Nussbaum, R. A. 1985. The evolution of parental care in salamanders. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich 169:1–50.
- Pough, F., Andrews R. Crump, M. Cladle J. y A. Savitsky. 1998. Herpetology. PrenticeHall. Pp. 579
- Sever, D. M. 2003. Reproductive Biology and Phylogeny of Urodela. Edited. Jamieson B.G. Science Publishers, Pp. 627
- Smith, K. K. 2002. Sequence heterochrony and the evolution of development. Journal of Morphology 252 (1): pp. 82-97.
- Taylor, D. H. & S. I. Guttman. 1977. The Reproductive Biology of Amphibians. Plenum Press. New York and London. Pp. 475

GUIÓN



HERPETOLOGÍA 2015

Aguilar Miguel X.

EL PRESENTE MATERIAL DIDÁCTICO VISUAL, SIRVE DE APOYO EN LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE HERPETOLOGÍA, CONSIDERANDO LA UNIDAD III. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA EN ANFIBIOS.

EL TÍTULO DE LA PRESENTACIÓN ES: BIOLOGÍA REPRODUCTIVA EN AMPHIBIA.

INTEGRA CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA REPRODUCCIÓN EN LA CLASE AMPHIBIA Y CON DIFERENCIAS A NIVEL DE ORDEN, ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS, METAMORFOSIS, CON EJEMPLOS DE CASO PARA EVENTOS REPRODUCTIVOS EN ALGUNAS ESPECIES.

EN LAS ILUSTRACIONES INCLUIDAS EN ESTA PRESENTACIÓN SE DAN LOS CRÉDITOS CUANDO TIENEN ©, SI NO SE INDICA, ES QUE SE TIENE FORMATO LIBRE EN LA RED, SON EL COMPLEMENTO DE LA PARTE TEÓRICA CONSULTADA EN LA BIBLIOGRAFÍA.