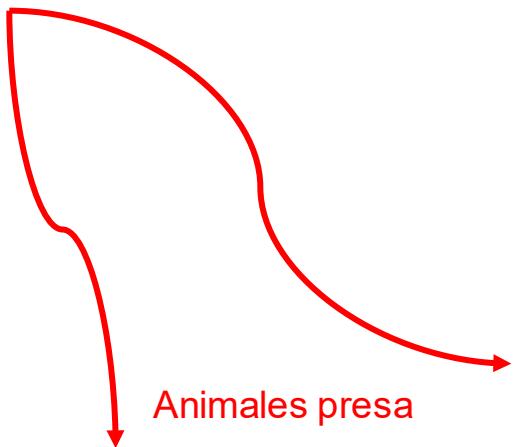


19. DEFENSA Y ESCAPE

Anfibios y reptiles

Seres vivos



Animales depredadores



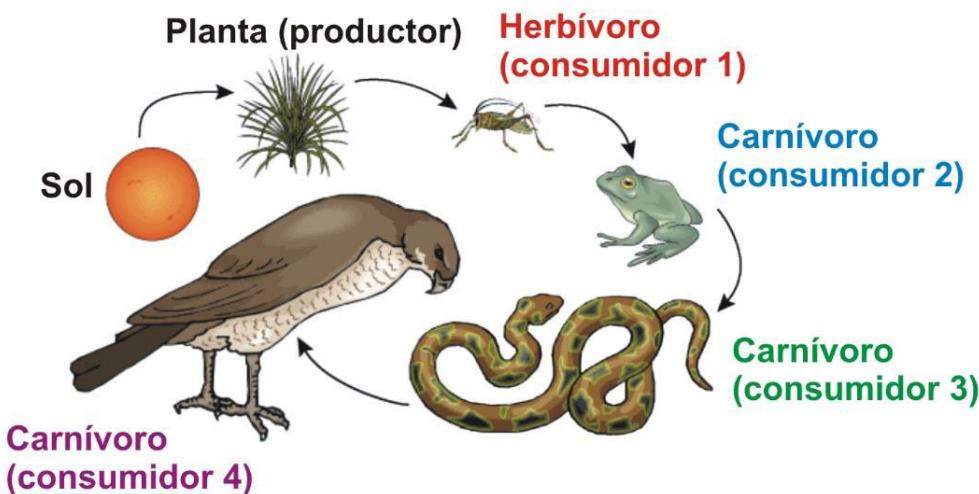
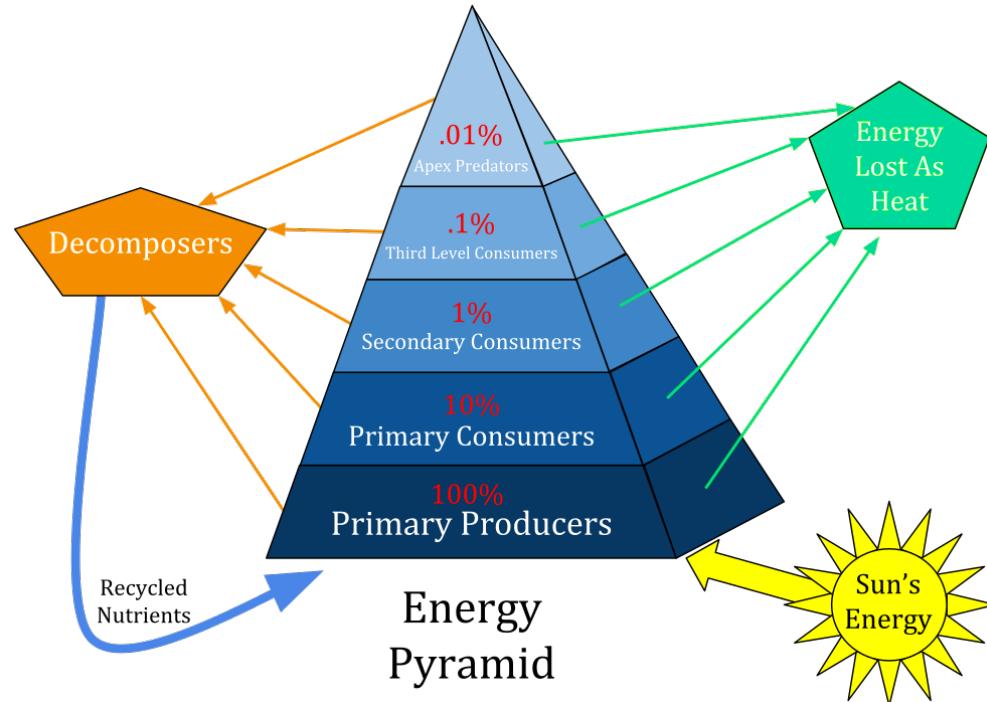
Escarabajos *Eponis* (Carabidae)

Arévalo-Páez et al. 2015. Notes on the diet of the Pigmy Coral Snake *Micrurus disoleucus* (Cope, 1860) in northern Colombia (Serpentes: Elapidae). Herpetol. Notes 8: 39-41

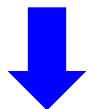
Wizen et al. 2017. *Pseudophilautus amboli* (Aboli Bush Frog) Predation by terrestrial beetle larvae. Herpetol. Rev. 48: 612

Anfibios y reptiles como presas

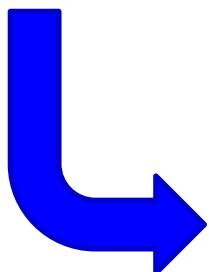
Sistema trófico de pastoreo



Depredación



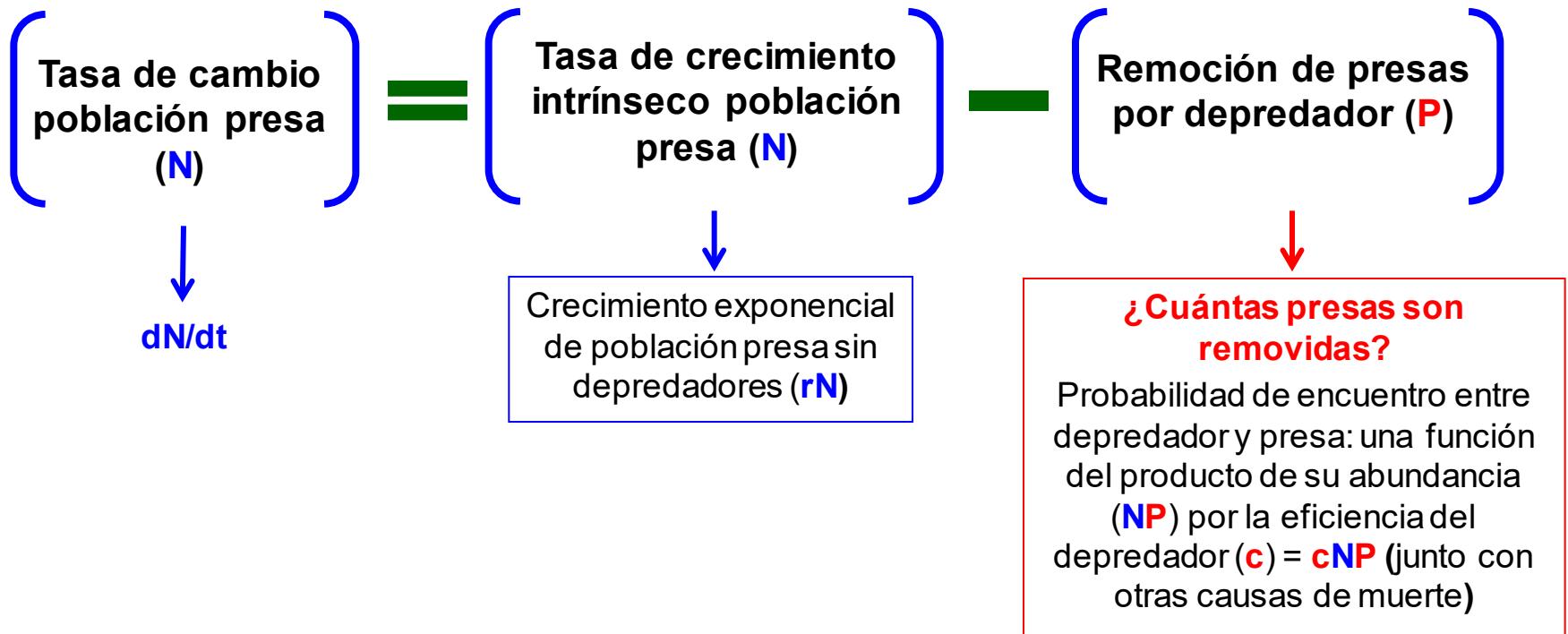
- Una causa de mayor mortalidad en poblaciones naturales
- Sucede en cualquier edad



Consecuencias en el tamaño y persistencia de la población

- Gran mayoría de los individuos no sobreviven hasta la madurez sexual
- Todos los adultos no sobreviven lo suficiente para producir una progenie

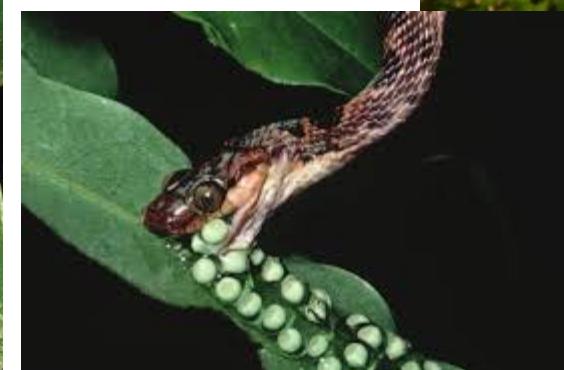
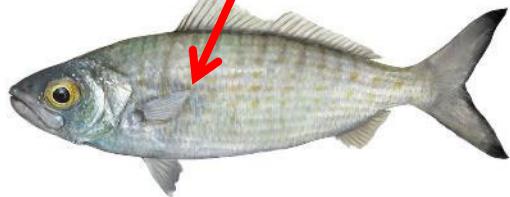
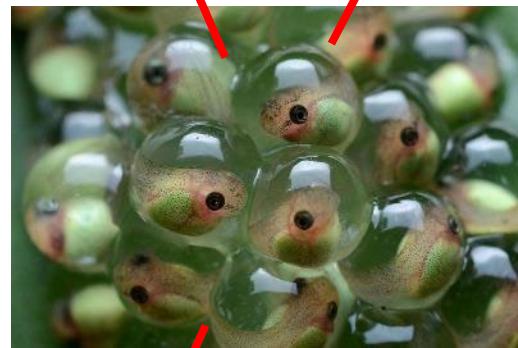
Tasa de crecimiento de población presa



Tasa de crecimiento poblacional Presa (**N**) moderada por la depredación (**cP**):

$$dN/dt = rN - cNP$$

Depredación de estadios embrionarios



Depredación de estadios embrionarios



Depredación de estadios larvales/juveniles

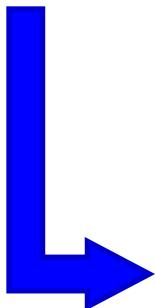


Depredación de estadios adultos



Historia evolutiva de anfibios y reptiles

- Aumento en la frecuencia de características que reducen los niveles de depredación
- Presiones selectivas conducen la evolución de mecanismos de escape del depredador



- **Especies presas:** responden evolutivamente a predecibles eventos de depredación
- **Especies depredadores:** responden evolutivamente a nuevas y más formas de encontrar y capturar presas

Carrera armamentista evolutiva



Hipótesis de la reina roja

Mecanismos de escape de depredadores

- Respuestas de alerta
 - e.g. Escape rápido
 - e.g. Perdida de cola (salamandras/lagartos)
- Tasas rápidas de desarrollo de embriones y renacuajos >> menor tiempo disponibles a depredadores
- Evolución de grandes nidadas de pequeños huevos >>> contrarrestar perdidas en etapas tempranas de desarrollo
- Uso de químicos para detener o envenenar depredadores (dendrobátidos, *Mantella*, víboras, corales)

Escape del depredador

- Requiere:
- Interferir con la habilidad del depredador para detectar o identificar la presa
 - Un escape exitoso una vez fue detectada

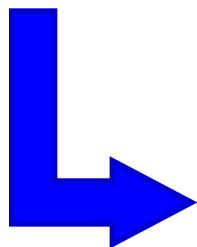
Pero.... **Evolución de mecanismos de escape no es obvio y si complejo:**

- Diversidad y abundancia de depredadores no es **constante en tiempo y espacio**
- Potenciales depredadores **cambia** dependiendo del estado de historia de vida de la presa (e.g. edad, estado fisiológico)

Trade-off asociados

Reproducción, comportamiento social y actividad influencian:

- Evolución de mecanismos de escape
- La forma en la cual el escape ocurra

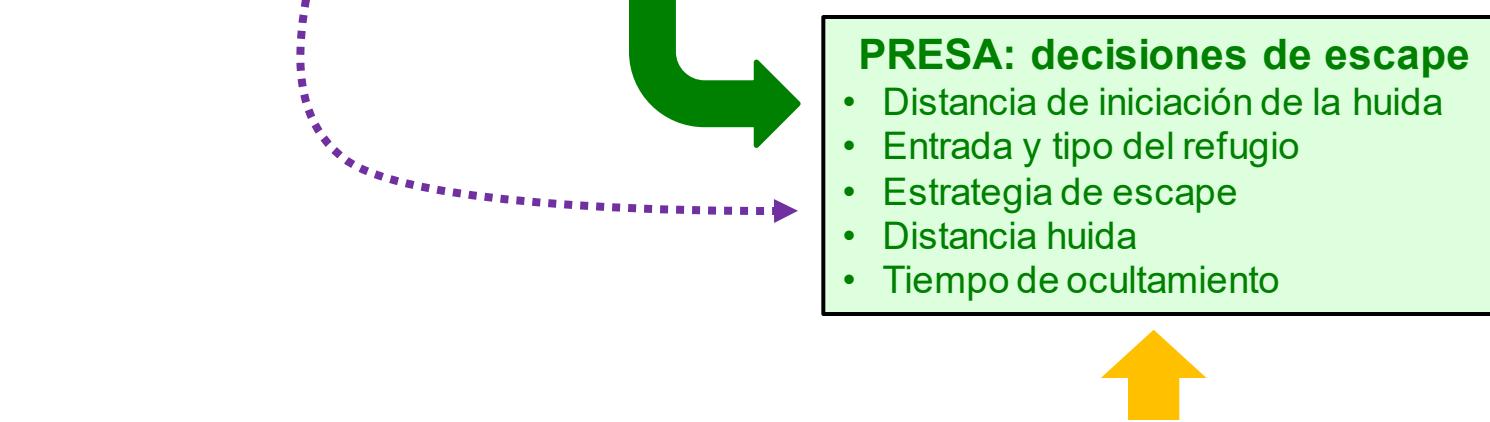


**Decisiones de escape
dependen de:**

{ Características intrínsecas y extrínsecas
de la presa como del depredador



→ Efecto directo
→ Efecto indirecto



Cooper, W.E., Jr. 2011. Age, sex and escape behaviour in the striped plateau lizard (*Sceloporus virgatus*) and the mountain spiny lizard (*S. jarrovii*), with a review of age and sex effects on escape by lizards. *Behaviour* 148: 1215-1238

CARACTERISTICAS DEL DEPREDADOR

- **Aspectos del acercamiento:** velocidad de acercamiento; enfoque; distancia de ataque
- **Características intrínsecas:** tipo; letalidad; eficiencia de ataque; tamaño; capacidad sensorial; contacto visual

PRESA

- Estado reproductivo
- Sexo
- Edad

FITNESS

RIESGO: ambiente x comportamiento

- Detectabilidad (cripsis, escondites)
- Temperatura (ectotermos)
- Distancia al refugio
- Sensitización (amplificación de la respuesta dependiendo de estimulación repetida)
- Altura de percha
- Habitación
- Tamaño del grupo
- Aprendizaje

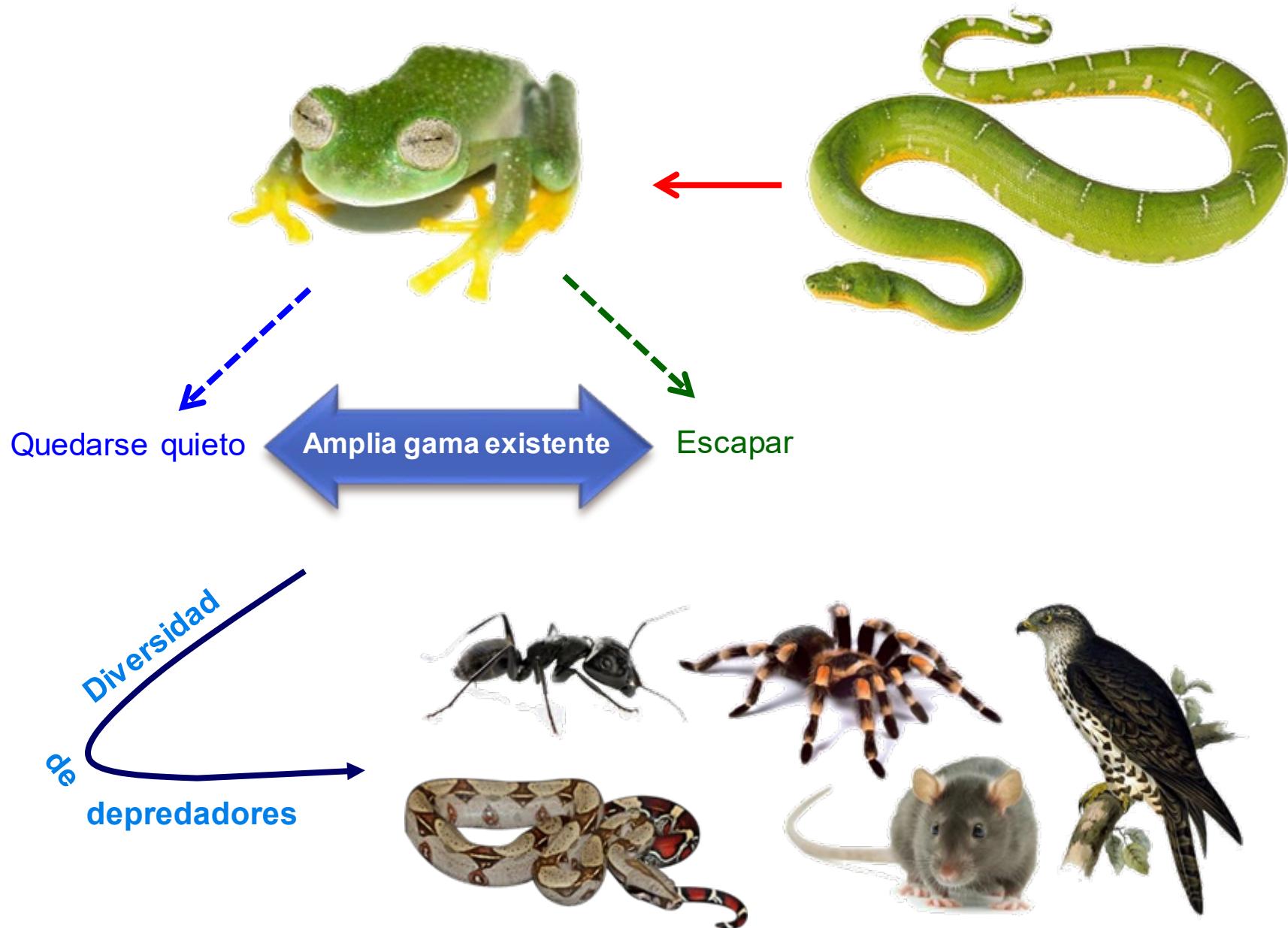
RIESGO: habilidad de escape

- Presencia/forma de patas
- Enfermedades/parásitos
- Estado de la historia de vida
- Injuria/autotomía
- Condición corporal
- Velocidad
- Tamaño

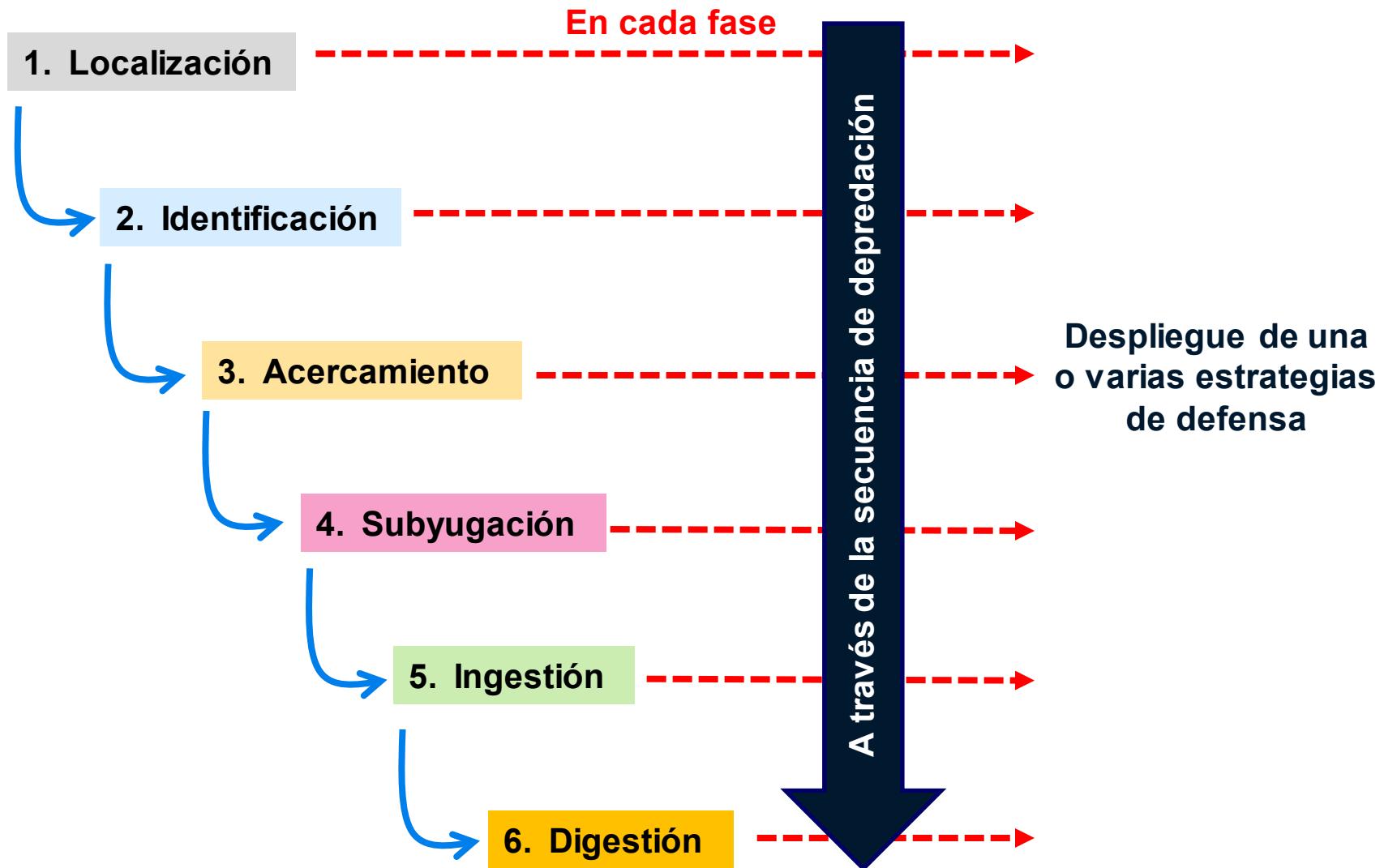
COSTOS DE ESCAPE

- Cortejo/apareamiento/vigilancia progenie
- Presencia de progenie
- Defensa territorial
- Alimentación/forrajeo
- Respiración
- Asoleamiento
- Beber líquidos

Comúnmente, frente a un depredador...



Proceso de depredación (fases secuenciales)



1. Localización

2. Identificación

3. Acercamiento

4. Subyugación

5. Ingestión

6. Digestión

Dos grupos de estrategias

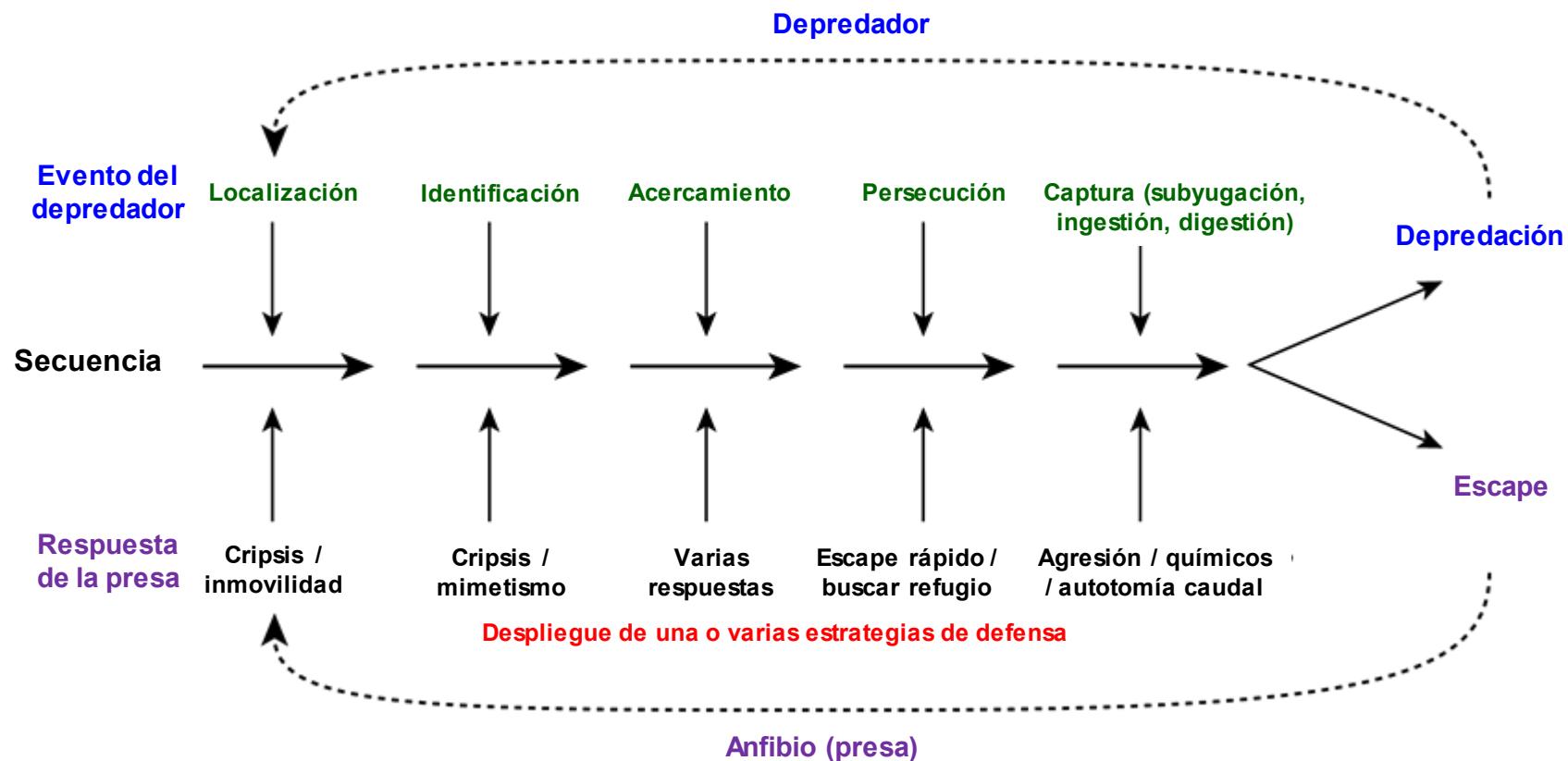
Dependientes de la ausencia
o presencia del depredador

Primarias

Actúan en una o
más fases

Secundarias

Mecanismos de escape (defensa)



Depredación sobre huevos

- Estado más vulnerable en la historia de vida
 - Altamente nutritivos
 - Generalmente palatables (excepto huevos bufónidos)

HERPETOLOGICA

VOL. 24

JUNE 28, 1968

NO. 2

UNPALATABILITY AND TOXICITY OF TOAD EGGS

LAWRENCE E. LICHT

Journal of Herpetology, Vol. 35, No. 4, pp. 693–697, 2001
Copyright 2001 Society for the Study of Amphibians and Reptiles

**The Toxicity of Eggs of the Giant Toad,
Bufo marinus to Aquatic Predators in a
Florida Retention Pond**

FRED PUNZO¹ AND LAURA LINDSTROM

Journal of Herpetology, Vol. 39, No. 4, pp. 547–571, 2005
Copyright 2005 Society for the Study of Amphibians and Reptiles

**Critical Literature Review of the Evidence for
Unpalatability of Amphibian Eggs and Larvae**

MARGARET S. GUNZBURGER¹ AND JOSEPH TRAVIS

Huevos depositados en nidos hasta que eclosionan



- No defendidos por los padres
 - Tasas de mortalidad típicamente más altas que otros estados de historia de vida
- Sin mecanismos defensivos
 - Selección favorece la asignación de energía para rápido desarrollo (pasar rápido a estados menos vulnerables)



Huevos acuáticos

- Los más vulnerables
 - Hábitats con gran diversidad de depredadores
 - Invertebrados (particularmente donde no hay peces): ninfas de odonatos; chinches y escarabajos acuáticos, cangrejos de río, sanguijuelas
 - Peces y tortugas
 - Otros anfibios (canibalismo)

Cannibalistic tadpoles that pose the greatest threat to kin are most likely to discriminate kin

David W. Pfennig

Los renacuajos caníbales que representan la mayor amenaza para los parientes tienen más probabilidades de discriminar a los parientes

Huevos acuáticos

- Hembras deben seleccionar sitios para reducir presión de depredación
 - Ovoposición en sitios sin peces o en lugares con poca profundidad (**para que los peces no los alcancen**)

Copeia, 1995(3), pp. 607–613

Oviposition Sites and Fish-Deterrent Mechanisms of Two Stream Anurans

Oecologia (2002) 130:157–161
DOI 10.1007/s004420100781

JOSEPH R. HOLOMUZKI

Christopher A. Binckley · William J. Resetarits Jr

Reproductive decisions under threat of predation: squirrel treefrog (*Hyla squirella*) responses to banded sunfish (*Enneacanthus obesus*)



- *Dryophytes chrysoscelis*: evita sitios con peces que consumen huevos; indiferente donde hay peces que no consumen huevos

Functional equivalence of non-lethal effects: generalized fish avoidance determines distribution of gray treefrog, *Hyla chrysoscelis*, larvae

Christopher A. Binckley and William J. Resetarits Jr.

OIKOS 102: 623–629, 2003

Huevos terrestres/arbóreos

- Propio set de depredadores
- Huevos depositados en hojas (e.g. Phyllomedusinae; Centrolenidae): diferentes depredadores



- Evolución de mecanismos de defensa



Huevos terrestres/arbóreos

- Mecanismos de escape (eclosión) cuando se alcanza un mínimo de tamaño

How do embryos assess risk? Vibrational cues in predator-induced hatching of red-eyed treefrogs

KAREN M. WARKENTIN

Temporal pattern cues in vibrational risk assessment by embryos of the red-eyed treefrog, *Agalychnis callidryas*

Karen M. Warkentin^{1,*}, Michael S. Caldwell¹ and J. Gregory McDaniel²

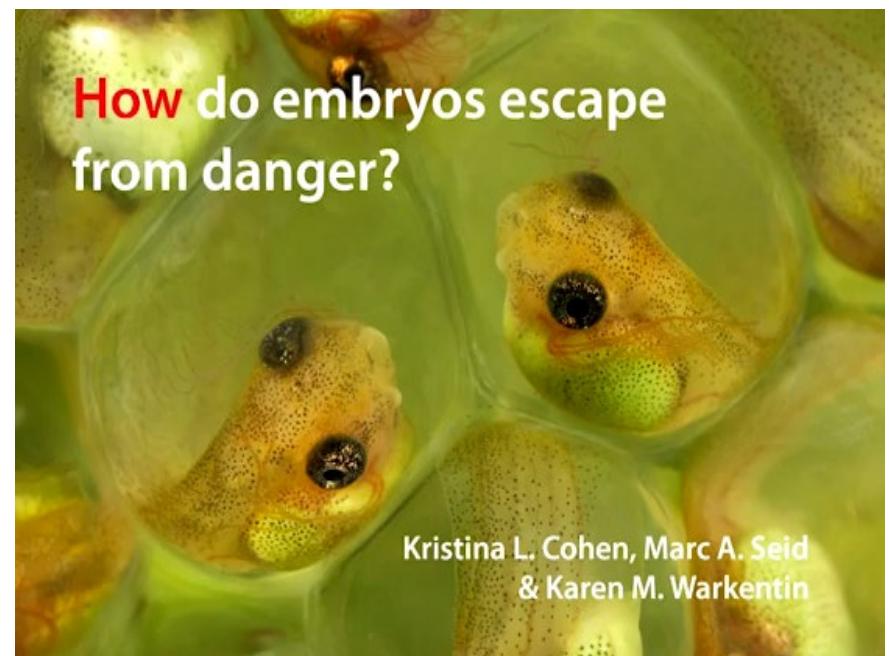


Huevos terrestres/arbóreos

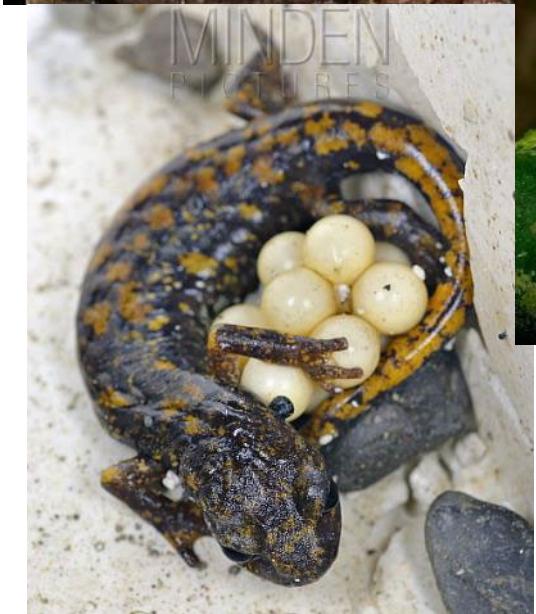


Agalychnis callidryas (Phyllomedusidae)
eclosión prematura para evitar depredación

Leptophis (Serpentes: Colubridae) induce eclosión prematura
embriones de *Agalychnis callidryas* (Phyllomedusidae)



Cuidado parental de huevos y larvas



Huevos terrestres/arbóreos

- Defensa de huevos por parte de adulto



Hyalinobatrachium
(Centrolenidae) adulto
ahuyentando avispas y
eclosión prematura

Huevos de reptiles

Distintos tipos de depredadores

- Hormigas *Solenopsis*: huevos de *Anolis apletophalus*



Oecologia (1988) 76:376–382

Demographic correlates of variable egg survival for a tropical lizard

Robin M. Andrews

- Serpientes (e.g. *Oligodon*, *Cemophora*; *Simoselaps*) depredando huevos de lagartos



Huevos de reptiles

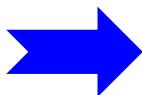
Dingos, varanos (*Varanus*) y tegus (*Tupinambis*): depredan nidos de cocodrilos y caimanes



Somaweera et al. 2013. The role of predation in shaping
crocodilian natural history. Herpetol. Monogr. 27: 23-51

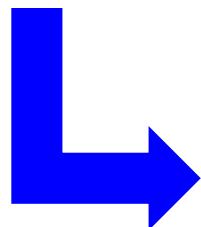
Huevos de reptiles

- Anidación en reptiles comúnmente es solitario



Depredación en un nido es independiente de lo que suceda en otro nido

- Algunas especies anidan comunalmente
 - Limitación de espacio
 - Maximizar *fitness progenie* (Doody *et al.* 2009)



- Atracción de depredadores
 - Varias hembras al tiempo y en el mismo sitio poniendo los huevos
- Todos los huevos juntos
 - Varias nidadas perdidas en un único evento de depredación

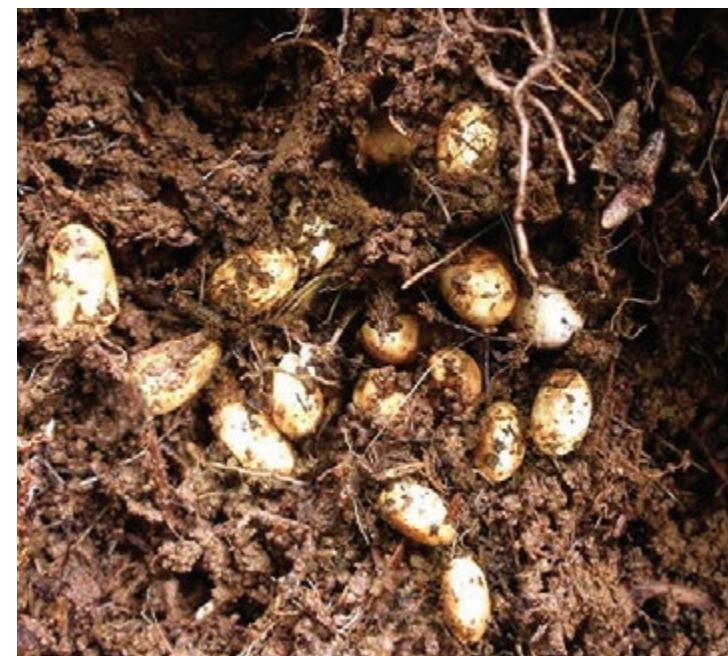
Phyllopezus periosus (Phyllodactylidae)



Ptychoglossus festae (Gymnophthalmidae)



Pholidobolus ampuedai
(Gymnophthalmidae)

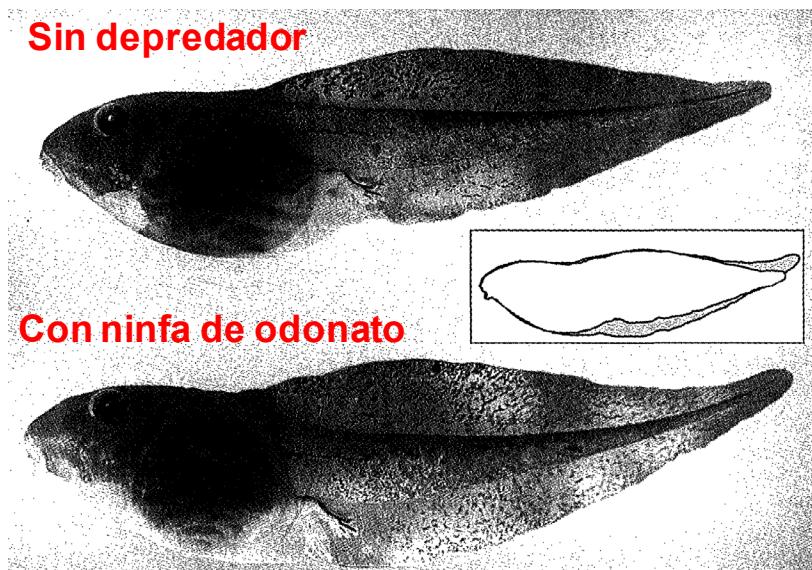


Larvas de anfibios

- Set de depredadores similar al de huevos



- Mecanismos de defensa
 - Coloración criptica
 - Locomoción rápida una vez detectados
 - Respuestas plásticas fenotípicas a depredadores específicos
 - Impalatabilidad
 - Toxicidad



Ecology, 82(2), 2001, pp. 541–554
© 2001 by the Ecological Society of America

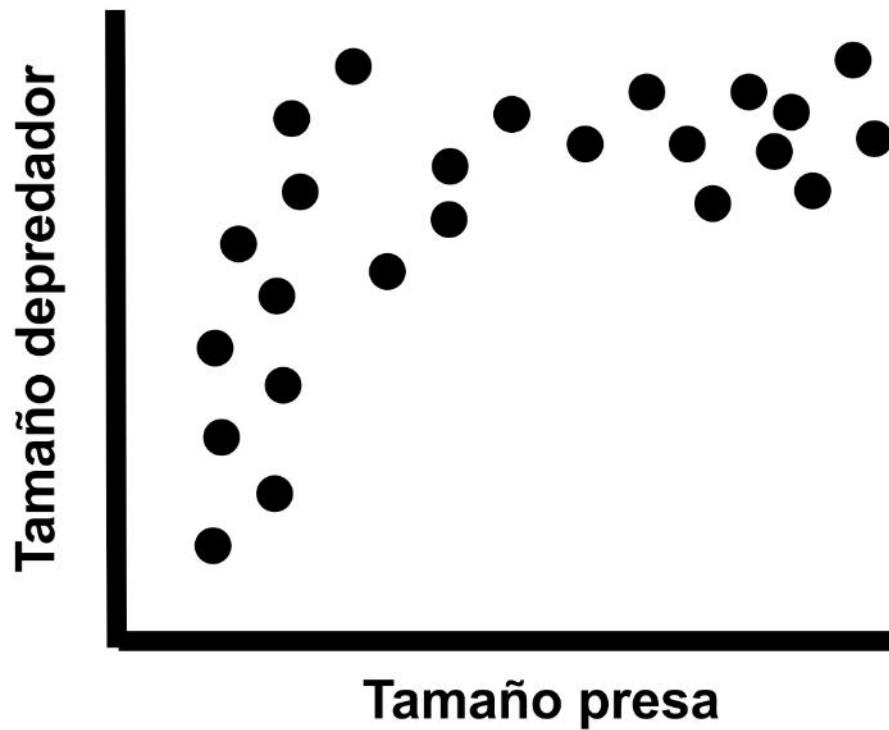
THE RELATIONSHIP BETWEEN PREDATION RISK AND ANTI-PREDATOR RESPONSES IN LARVAL ANURANS

RICK A. RELYE^A¹

Respuestas plásticas fenotípicas:

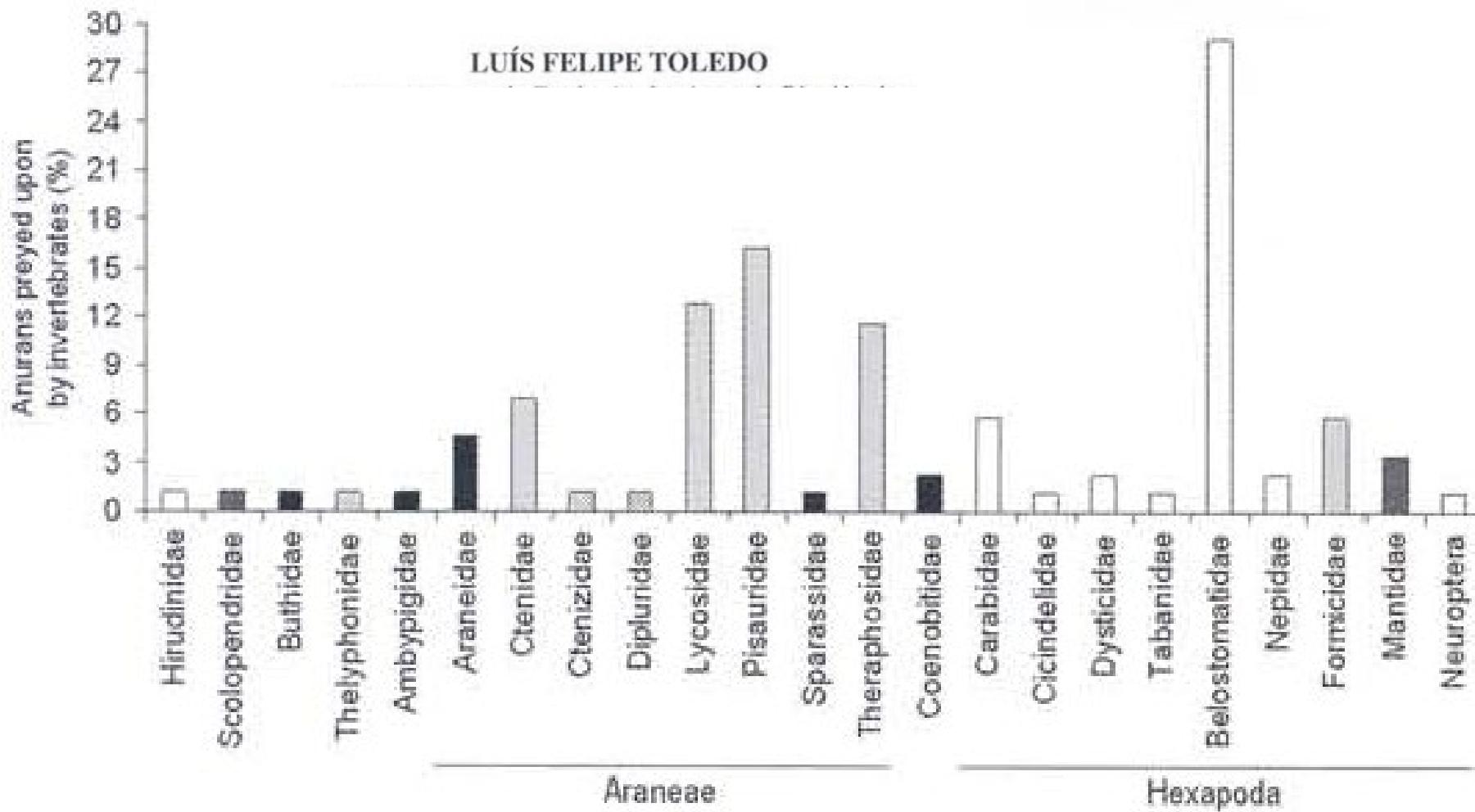
- Cambios en la forma y tamaño de la cola

Anfibios y reptiles adultos



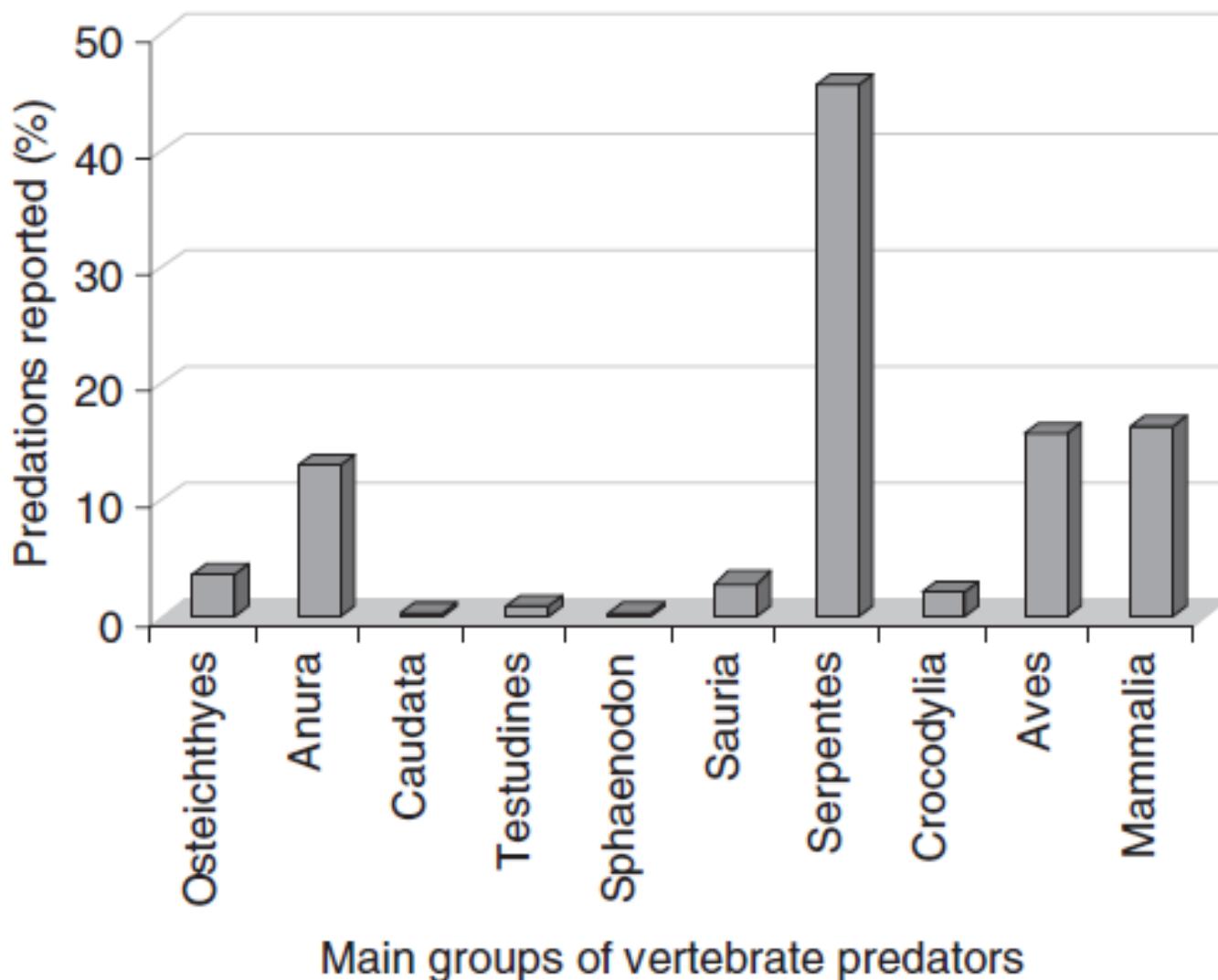
Predation of Juvenile and Adult Anurans by Invertebrates: Current Knowledge and Perspectives

LUÍS FELIPE TOLEDO

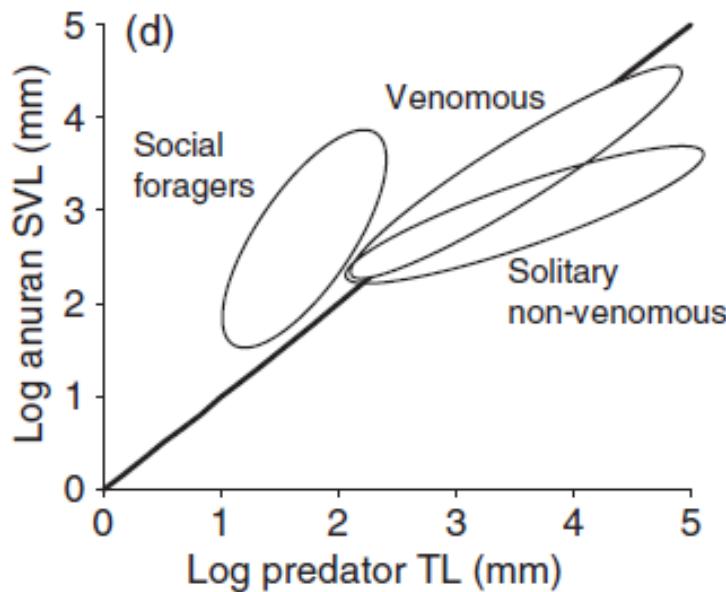
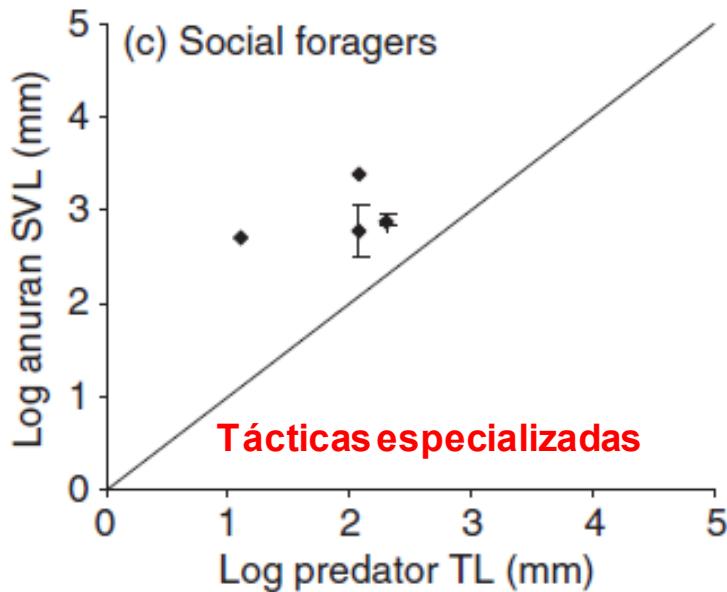
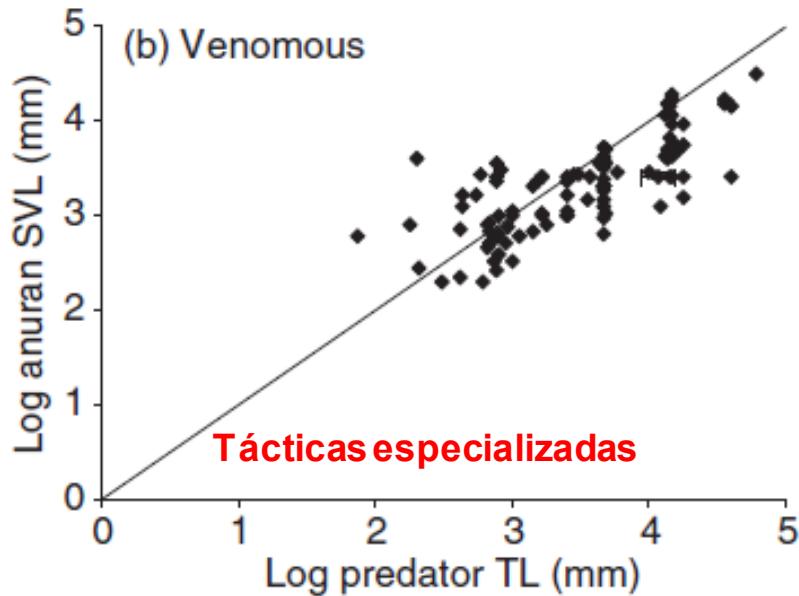
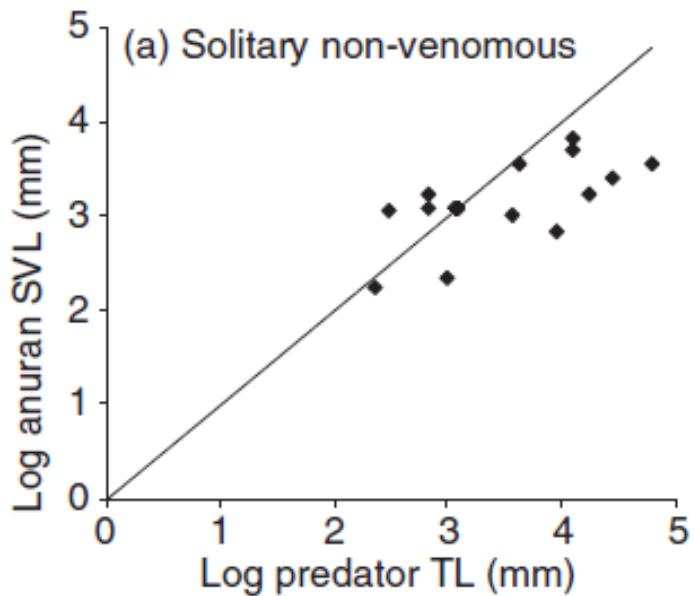


Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey

L. F. Toledo, R. S. Ribeiro & C. F. B. Haddad

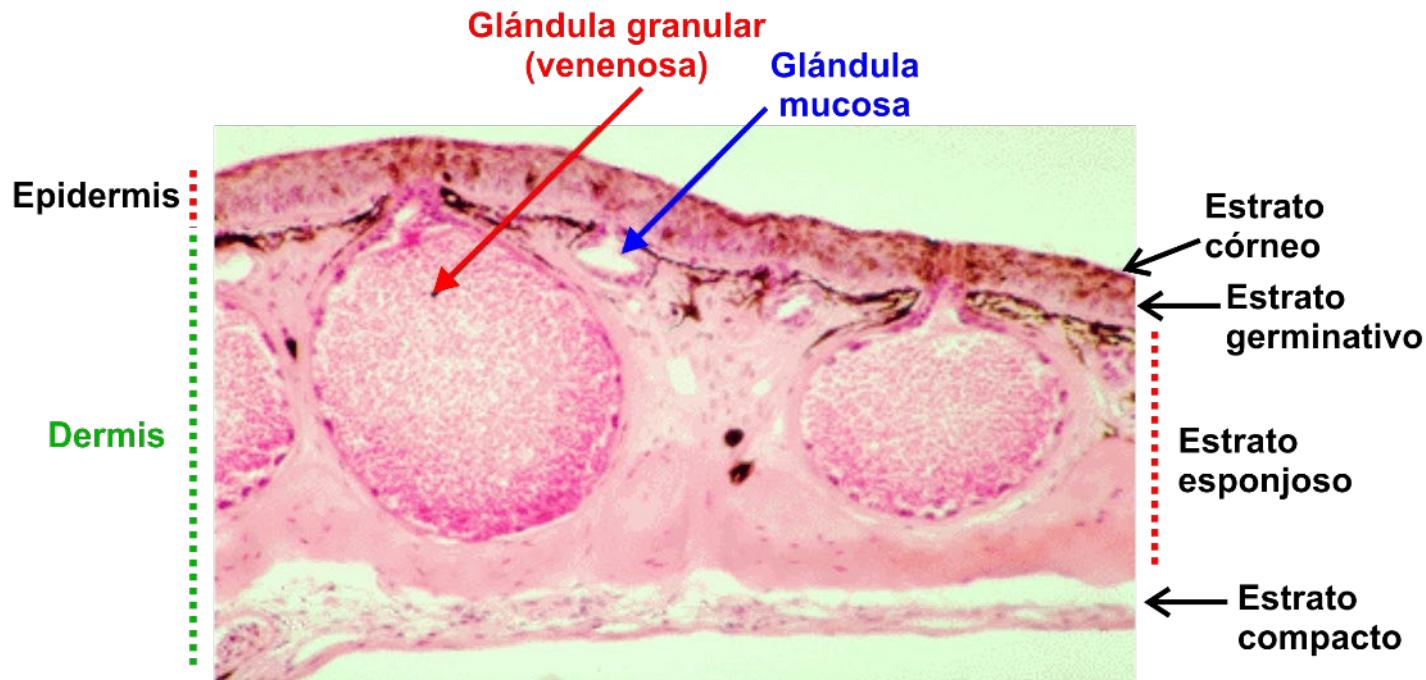


Relación entre SVL anuros y la longitud total (TL) de depredadores invertebrados



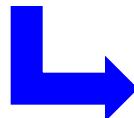
Mecanismos defensivos

- Parte de la historia evolutiva de un linaje
 - Especies relacionadas comparten patrones de defensa
 - Anfibios: presencia de glándulas de moco y granulares (venenosas)
 - Ambas utilizadas para defensa

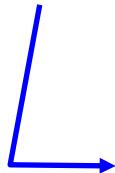


Anfibios / reptiles

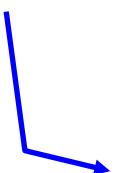
Involucrados en variados y distintas interacciones ecológicas depredador-presa



Distintas interacciones con distintos depredadores



Evolución de amplio rango de mecanismos defensivos (antidepredatorios) para responder a la potencial diversidad de depredadores (y en cada uno de las etapas del proceso de depredación)



Objetivo: incrementar oportunidades de sobrevivencia



Cripsis - *Ceratophrys cornuta*



Dos niveles o grupos
de mecanismos
defensivos (estrategias
antidepredatorias)



Estrategias
primarias
(pasivas - no
demandan
energía)

- Cripsis
- Inmovilidad
- Mimetismo
- Aposematismo

Estrategias
secundarias
(activas -
demandan
energía)

- Huir (correr lejos)
- Luchar
- Sisear / gritar
- Mordiendo
- Orinar / defecar
- Descargar secreciones de glándulas anales
- Autotomía caudal

Descarga cloacal - Serpiente



Revisões recientes

Ethology Ecology & Evolution 23: 1–25, 2011

Behavioural defences of anurans: an overview

L.F. TOLEDO^{1,3}, I. SAZIMA¹ and C.F.B. HADDAD²

170 especies de 28 familias (1969-2009)

30 categorías (con funciones)

Behavioral Ecology and Sociobiology (2019) 73: 69

<https://doi.org/10.1007/s00265-019-2680-1>

Antipredator mechanisms of post-metamorphic anurans: a global database and classification system

Rodrigo B. Ferreira^{1,2}  • Ricardo Lourenço-de-Moraes^{3,4} • Cássio Zocca¹ • Charles Duca^{1,5} • Karen H. Beard² • Edmund D. Brodie Jr⁶

650 especies de 39 familias (1970-2019)

12 categorías (28 variaciones) en 3 estados de defensa

Revisiones recientes

Antipredator Mechanisms in Reptiles

Greene, H.W. 1988. Pp. 1-152. In: Gans, C. & Huey, R.B. (eds.). *Biology of the Reptilia*, Vol. 16: Ecology B, Defense and life history. Alan R. Liss, New York

Anais de Etiologia, 14, 1996
Uberlândia - MG, Brasil

DEFENSIVE TACTICS IN LIZARDS AND SNAKES: THE POTENTIAL CONTRIBUTION OF THE NEOTROPICAL FAUNA

Marcio Martins

Ethology Ecology & Evolution, 2023
Vol. 35, No. 4, 377–407, <https://doi.org/10.1080/03949370.2022.2082538>



Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

Escaping from predators: a review of Neotropical lizards defence traits

ROGÉRIO B. MIRANDA^{1,*}, JULIA KLACZKO², JOÃO F.R. TONINI³
and REUBER ALBUQUERQUE BRANDÃO ¹

**83 especies de 16 familias
(2017-2021)**

22 categorías

Behavioural defences of anurans: an overview

L.F. TOLEDO ^{1,3}, I. SAZIMA ¹ and C.F.B. HADDAD ²

30 categorías de estrategias defensivas



B

Osornophryne percrassa- tanatosis



Hemiphractus- Fragmosis (cosificación para protección)

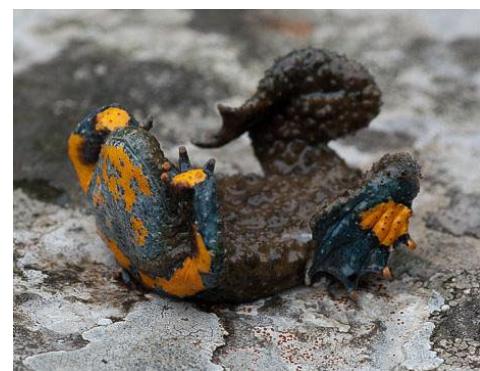


Leptobrachium smithi- curva cerrada hacia arriba

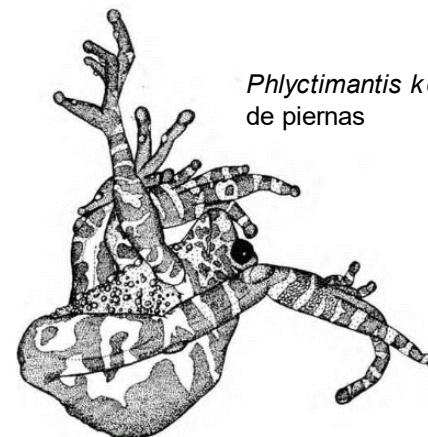
Comportamiento	Possible función
1. Inmovilidad	Evitar visualización
2. Agacharse	
3. Tanatosis	Evitar subyugación
4. Contraerse	Evitar heridas durante subyugación o ingestión
5. Tocarse el pecho con el mentón	
6. Fragmosis	
7. Hincharse	
8. Elevar el cuerpo (con piernas estiradas verticalmente o lateralmente)	Evitar subyugación
9. Cuerpo inclinado	
10. Comportamiento de piernas rígidas	
11. Curva cerrada hacia arriba	

* rojo: comportamientos mostrados en figuras

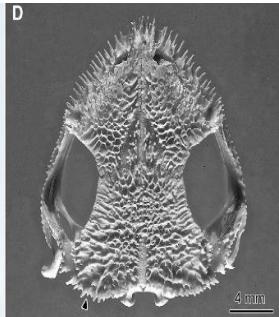
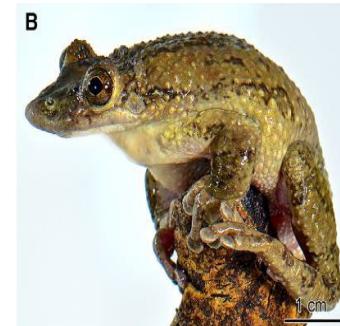
Comportamiento	Possible función
12. Protección ocular	Evitar heridas durante subyugación o ingestión
13. Reflejo unken	Evitar subyugación
14. Entrelazado de piernas	Evitar identificación
15. Voltearse hacia atrás	Evitar subyugación
16. Esconderse	Evitar visualización
17. Excavar	
18. Escape activo (huir)	
19. Descarga cloacal	
20. Irse contra el depredador	
21. Golpear con la cabeza	
22. Morder	
23. Boquear (abrir y cerrar la boca)	
24. Sacar la lengua	
25. Pelear	
26. Agresión con espinas (e.g. prepolox)	
27. Agresión con falanges (chuzar al depredador)	
28. Regurgitar	



Bombina pachypus- reflejo unken



Phlyctimantis keithae- entrelazado de piernas



Corythomantis greeningi- agresión con espinas (venenosas – Jared et al. 2015)

Comportamiento	Possible función
29. Vocalización defensiva	Evitar ingestión o subyugación
30. Producción de secreciones	Evitar ingestión/ digestión/ subyugación



- Agacharse
- Reflejo *unken*
- Comportamiento de piernas rígidas
- Esconderse
- Elevar el cuerpo (patas estiradas lateralmente)
- Cuerpo inclinado
- Elevar el cuerpo (patas estiradas verticalmente)
- Protección ocular
- Agresión con espinas
- Descarga cloacal
- Producción de secreciones
- Tanatosis
- Contraerse
- Hincharse
- Inmovilidad
- Escape activo (huir)

Ocurrencia de comportamientos antidepredatorios



Comportamiento defensivo por fase en la depredación

Fase de depredación	Comportamiento	
A. Localización	1. Inmovilidad 10. Piernas rígidas	16. Ocultarse 17. Excavar
B. Identificación	14. Entrelazar piernas	
C. Acercamiento		
D. Subyugación	2. Agacharse 3. Tanatosis 4. Contraerse 5. Tocarse el mentón 6. Fragmosis 7. Inflarse 8. Levantar el cuerpo 9. Inclinar el cuerpo 11. Cabeza curvada hacia arriba 12. Protección de ojos 13. Reflejo <i>unken</i>	15. Voltearse sobre la espalda 18. Escapar 19. Descarga cloacal 20. Enfrentarse 21. Golpear con la cabeza 22. Morder 23. Boquear 24. Sacar la lengua 29. Vocalización de alarma 30. Secreciones babosas
E. Ingestión	4. Contraerse 12. Protección de ojos 25. Luchar 26. Agresión con espinas	27. Agresión de la falange 28. Regurgitar 29. Vocalización de alarma 30. Secreciones babosas
F. Digestión	30. Producción secreciones nocivas	

Antipredator mechanisms of post-metamorphic anurans: a global database and classification system

Rodrigo B. Ferreira^{1,2}  • Ricardo Lourenço-de-Moraes^{3,4} • Cássio Zocca¹ • Charles Duca^{1,5} • Karen H. Beard² • Edmund D. Brodie Jr⁶

Fase de defensa (función)	Comportamiento	Variación
A. Evitar detección	1. Camuflarse	<ul style="list-style-type: none"> Parecerse al fondo; coloración disruptiva
	2. Inmovilidad	
	3. Interrumpir el canto	
B. Prevenir ataque	4. Aposematismo	<ul style="list-style-type: none"> Expuesto; oculto
	5. Enfrentarse	
	6. Postura del cuerpo	<ul style="list-style-type: none"> Elevación cuerpo; inflarse; contracción; exponer glándulas; entrelazar piernas; piernas rígidas; tanatosis; reflejo <i>unken</i>
	7. Escapar	<ul style="list-style-type: none"> Escalar; deslizarse; ocultarse; saltar lejos; rodar; nadar
	8. Sonido de advertencia	
C. Contraataque	9. Descarga cloacal	
	10. Secreciones	<ul style="list-style-type: none"> Adhesivas; odoríferas; babosas; venenosas
	11. Agresión	<ul style="list-style-type: none"> Morder; golpear con la cabeza; patear; pinchazo
	12. Canto de socorro	

Escaping from predators: a review of Neotropical lizards defence traits

ROGÉRIO B. MIRANDA^{1,*}, JULIA KLACZKO², JOÃO F.R. TONINI³
 and REUBER ALBUQUERQUE BRANDÃO 

Tipo de estrategia defensiva	Comportamiento	Variación
A. Primaria (pasiva; 23%)	1. Confundir al depredador	<ul style="list-style-type: none"> • Cripsis (camuflaje) • Polimorfismo coloración • Polimorfismo ontogénico • Aposematismo • Mimetismo
B. Secundaria (activa; 77%)	2. Despliegues agresivos	<ul style="list-style-type: none"> • Rascar al depredador • Morder • Golpes al cuerpo del depredador • Descarga cloacal • Envenenamiento • Despliegues agresivos • Latigazo caudal
	3. Escape locomotor	<ul style="list-style-type: none"> • Correr (huir) • Bucear
	4. Vocalización antidepredatoria	<ul style="list-style-type: none"> • Vocalización antidepredatoria
	5. Uso de la cola	<ul style="list-style-type: none"> • Autotomía caudal • Vibración caudal
	6. Adaptaciones integumentarias	<ul style="list-style-type: none"> • Perder la piel • Espinas en la piel (cornificación) • Ser resbaladizo
	7. Sustancia eméticas	<ul style="list-style-type: none"> • Disparar sangre
	8. Tanatosis	<ul style="list-style-type: none"> • Tanatosis



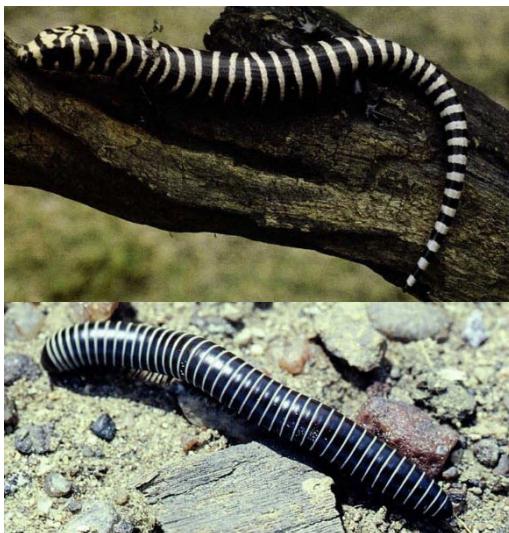
Scincidae. Autotomía caudal
(uso de la cola; secundaria)



Anolis. Bucear (escape locomotor; secundaria)



Gonatodes humeralis. Perdida de piel
(adaptaciones integumentarias; secundaria)



Juvenil *Diploglossus lessonae*. Imitación
de un milípedo (imitación; primaria)



Juvenil / adulto *Salvator merianae*.
Polimorfismo ontogénico (confundir
depredador; primaria)



Heloderma suspectum.
Aposematismo
(confundir depredador;
primaria)



Coleodactylus brachystoma. Imitación de
escorpión (imitación; primaria)

En serpientes de la Amazonía brasileña

Comportamiento	Comportamiento
Inaccesibilidad	Hincharse
Escapar	Enrollarse (formar una bobina)
Inmovilidad	Compresión dorsoventral del cuerpo
Ocultar coloración	Rotar el cuerpo
Aposematismo	Agitación del cuerpo
Mimetismo	Agitación sutil
Despliegue caudal	Frotar la cloaca
Vibración caudal (juveniles de víboras)*	Enrollarse en forma de S*
Autotomía caudal (pseudoautotomía)	Abrir y cerrar la boca
Esconder la cabeza*	Inflar la gula
Formar una bola	Morder
Ampliar la cabeza	Golpear al depredador
Golpes falsos	Constreñimiento
Siseo	Presionar con espina de la cola
Arrollamiento	Descarga cloacal
Despliegue frontal (enfrentar al depredador)	Evertir hemipenes



* Enrollarse en forma de S



* Vibración caudal (*caudal luring*)



* Esconder la cabeza

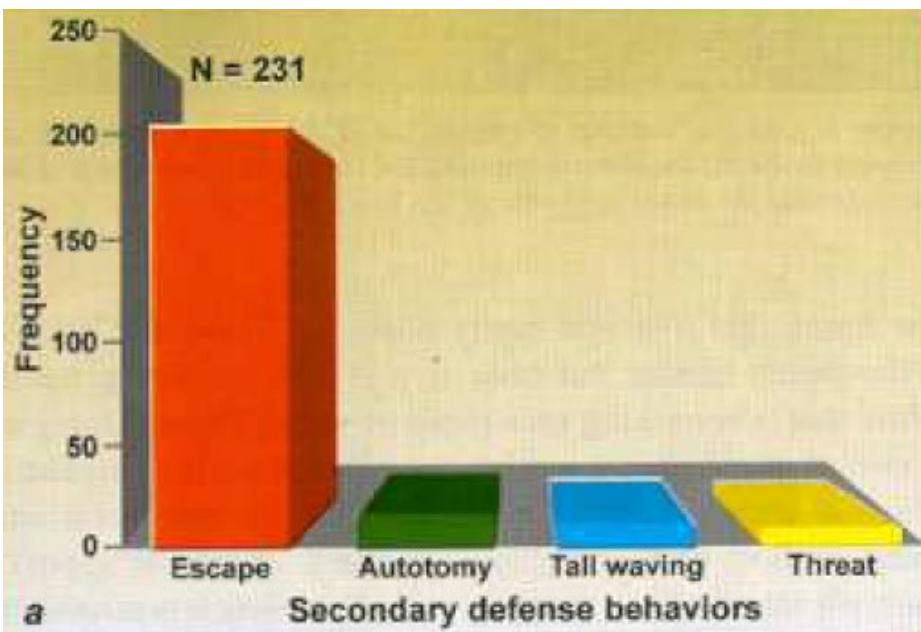
The set of defence mechanisms in a tropical sand lizard (*Liolaemus lutzae*) of southeastern Brazil

CARLOS F. D. ROCHA

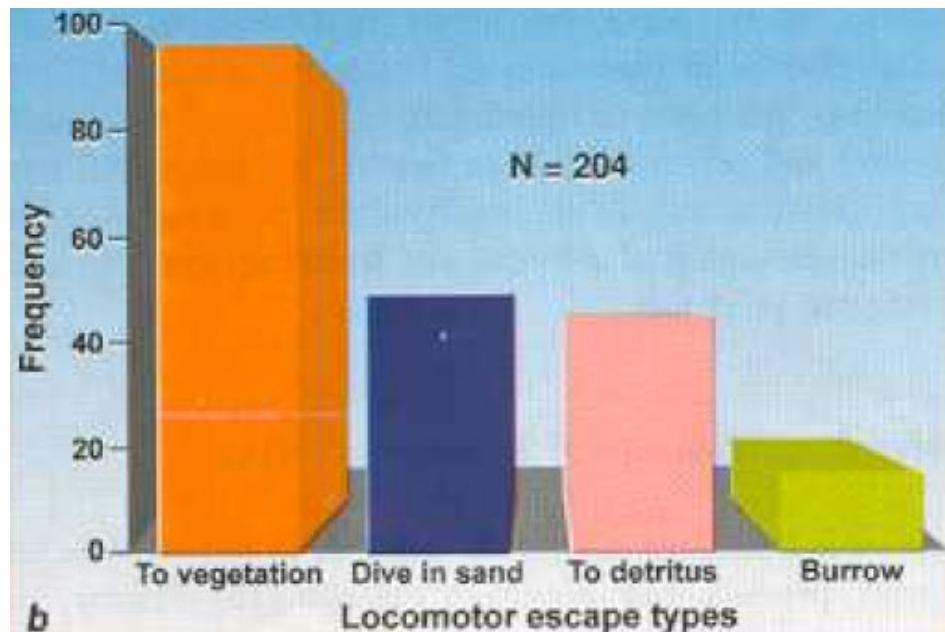
Setor de Ecologia, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Rio de Janeiro, RJ 20550-013, Brasil



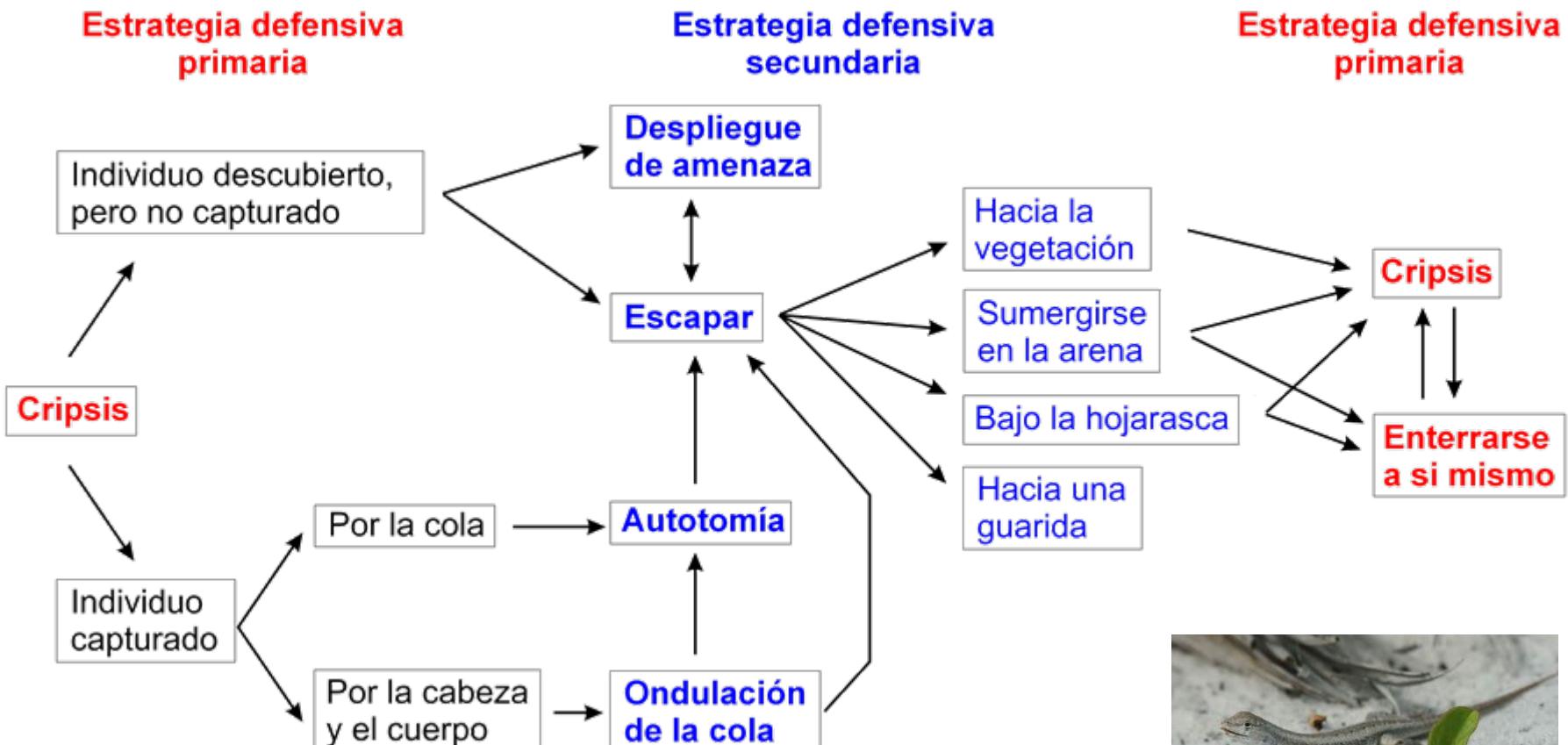
Crisis: defensa primaria



Mecanismos secundarios de defensa



Resumen tácticas defensivas de *Liolaemus lutzae* (Sauria: Tropiduridae) en una playa arenosa en el sureste de Brasil (Rio de Janeiro)



Adaptado de: Rocha, C.F.D. 1993. The set of defense mechanisms in a tropical sand lizard (*Liolaemus lutzae*) of southeastern Brazil. Ciênc. Cult. 45: 116-122

