

Genética de especies exóticas invasoras: moluscos

MSc. Cristhian Clavijo

Laboratorio de Genética Evolutiva de Modelos Animales (GEMA)

Sección Genética Evolutiva

Facultad de Ciencias, UdelaR

Museo Nacional de Historia Natural

Montevideo, 1 de julio 2016

¿Qué es una especie introducida?

Una especie que se dá en un área fuera de su ámbito naturalmente conocido como un resultado de dispersión accidental o intencional realizado por actividades humanas



Perna perna

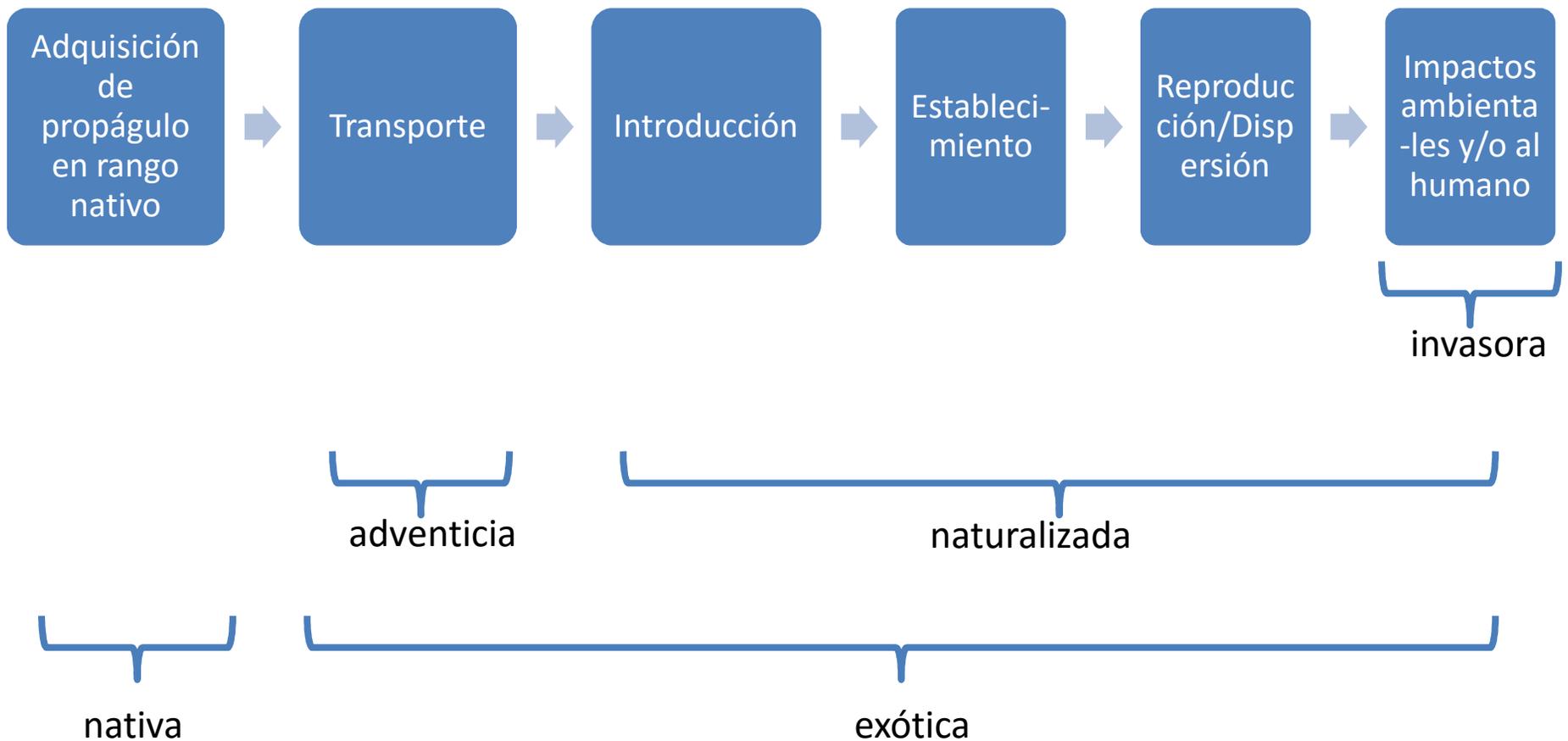


Garcita bueyera

¿Todas las especies introducidas son invasoras?

- Especies que han logrado sobrevivir y reproducirse fuera de los hábitat donde evolucionaron y diseminaron naturalmente CAUSANDO EFECTOS AL HUMANO O AL AMBIENTE
- En los Estados Unidos, se ha calculado que el 98 por ciento de la producción alimentaria proviene de especies introducidas

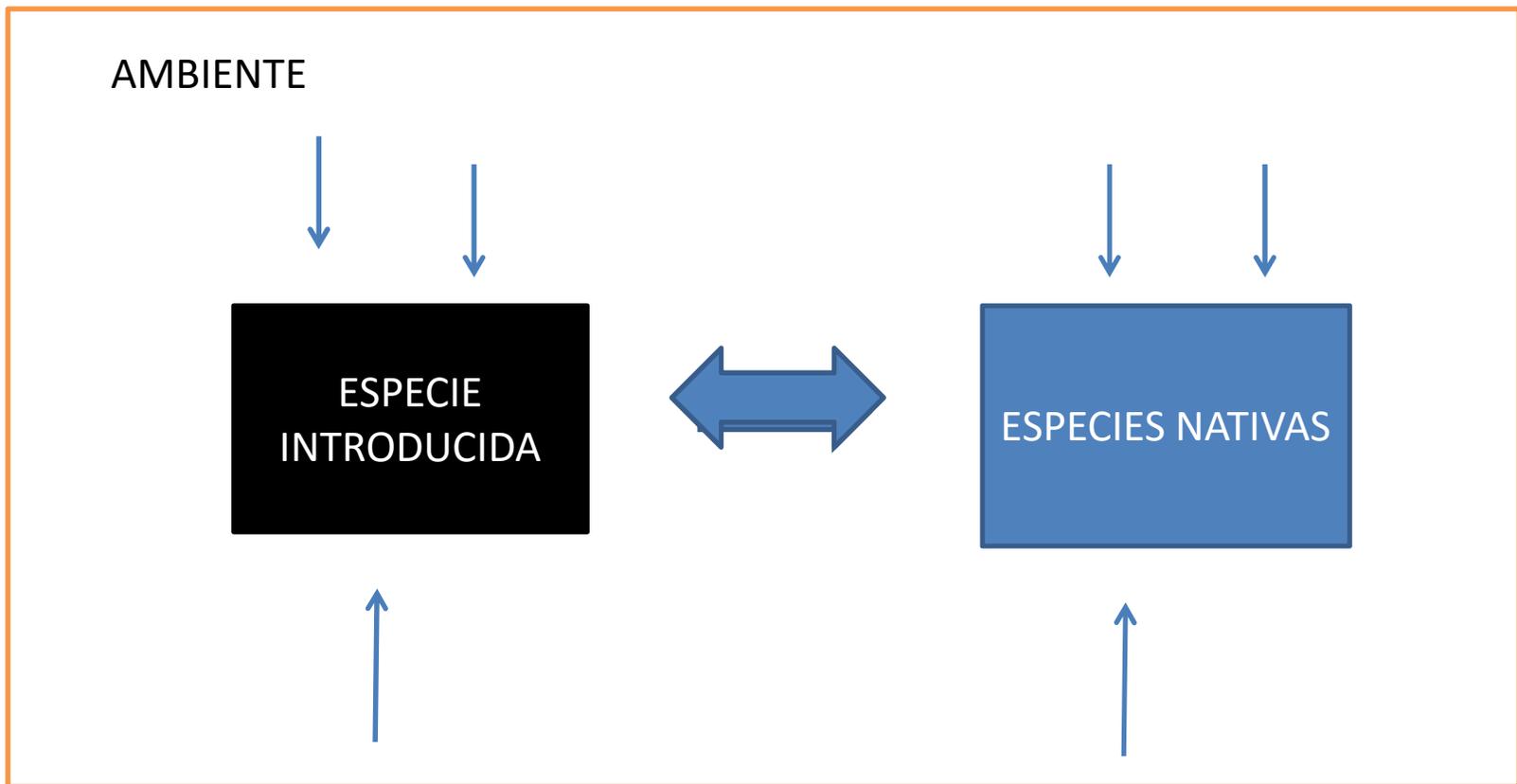
¿Qué es una especie exótica invasora?



Invasiones biológicas

- Segunda amenaza para la biodiversidad a nivel global (D' Antonio *et al.* 2001)
- Gran problema económico: 120.000: USD solo en EEUU (Pimentel 2005)
- Más de 250 especies introducidas en Uruguay (Base InBUy)
- 41 especies invasoras en Uruguay (Lista CEEI)

¿Qué sucede cuando una especie ingresa a un ambiente?



Deben tener una rápida adaptación a...

- Predadores
- Competidores
- Patógenos

Todo esto en ausencia de una historia coevolutiva entre las especies

Preadaptación

Características que favorece la invasión:

- Dispersión efectiva
- Altas tasas de crecimiento
- Altas tasas de reproducción
- Madurez sexual temprana
- Propágulos pequeños
- Euritópico (amplio rango de tolerancia fisiológica)
- Compartir historia con humanos (ej. caracoles)

Pero siempre hay excepciones

Melanoides tuberculatus vs *Biomphalaria glabrata*



- Menor tasa de crecimiento y reproducción
- Pero mayor tolerancia a estrés antrópico

Table 1 Recovery data (in hours) for *Melanoides tuberculatus* (MT) and *Biomphalaria glabrata* (BG) exposed to chemical and physical stressors

Stressor	Treatment	n	#Recovered BG (# retreated)	#Recovered MT (# retreated)	BG recovery time (\pm SE)	MT recovery time (\pm SE)
Cd	0.5 mg/L	16	0 (16)	3 (13)	NA	43 (15.1)
	2 mg/L	16	0 (16)	0 (16)	NA	NA
Malathion	10 mg/L	16	7(10)	2 (2)	15.7 (2.1) ^d	10.5 (4.5, 16.5) ^{a*}
	20 mg/L	16	12 (16)	3 (3)	32.52 (6.7) ^d	18.5 (2.7) ^a
Temperature	37°C	12	5 (12)	10 (12)	40 (9.5) ^e	12.8 (4.8) ^b
	5°C	16	14 (14)	0 (16)	47.3 (14.2)	NA

Different letters within the same row indicate that mean recovery times significantly differed between species to the specified stressor.
NA not available, because no snails of this species recovered in this treatment

* For 10 mg/L, only 2 *M. tuberculatus* recovered, so no SE could be calculated, instead both data points are presented

Mecanismos de introducción

- Accidental, de forma involuntaria y asociada a las rutas de comunicación, cargamentos de productos agrícolas, polizones en transportes de mercaderías y la descarga de aguas de lastre en los puertos
- No intencional asociado con la introducción de otras especies
- El abatimiento de barreras geográficas por obras de ingeniería. Se estima en 300 las especies introducidas en el Mar Mediterráneo provenientes del Mar Rojo
- Intencional, para producción, mascota, etc.

Establecimiento o naturalización

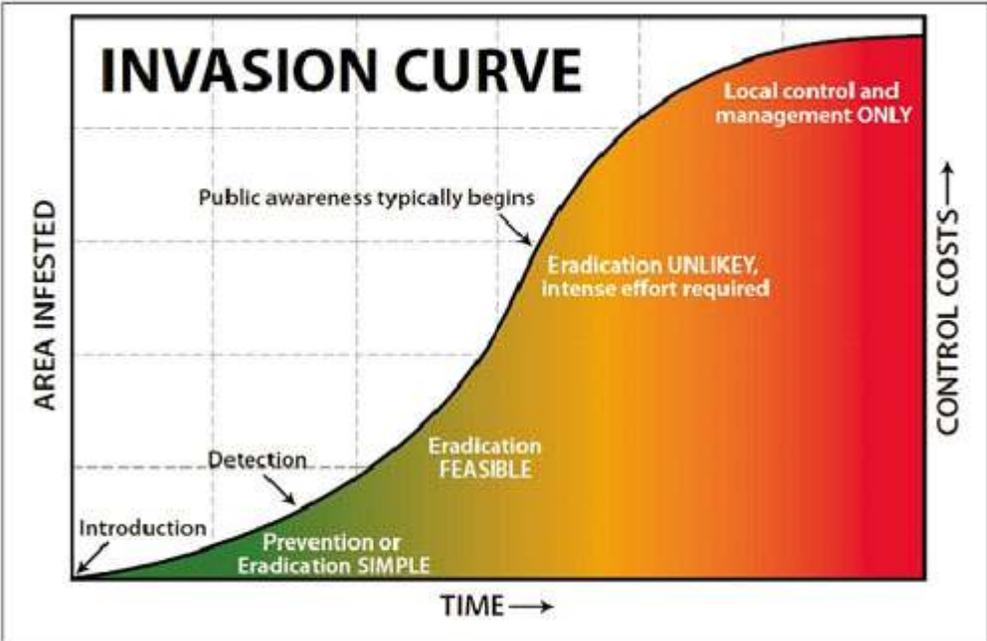
- La especie introducida llega a crear poblaciones autosostenibles sin necesidad de nuevas introducciones
- Frecuencia y magnitud de las introducciones
- Las características del invasor
- Las propiedades de la comunidad receptora

Prevención

Es difícil predecir *a priori* qué especies pueden invadir e impactar sobre los ecosistemas. En consecuencia, es importante contar con un **marco legal** adecuado. Todas las especies introducidas son susceptibles de escapar hacia hábitat naturales y establecerse. Por lo tanto, la capacidad de detectar rápidamente las invasiones biológicas es esencial para que su erradicación sea realmente efectiva

Erradicación

La erradicación completa de una especie exótica a veces es posible, especialmente si se tiene un buen conocimiento de la especie, reproducción, ciclo de vida y si ha causado invasiones en otros puntos del planeta



Evolución de la especie invasora en el ambiente donde se introdujo

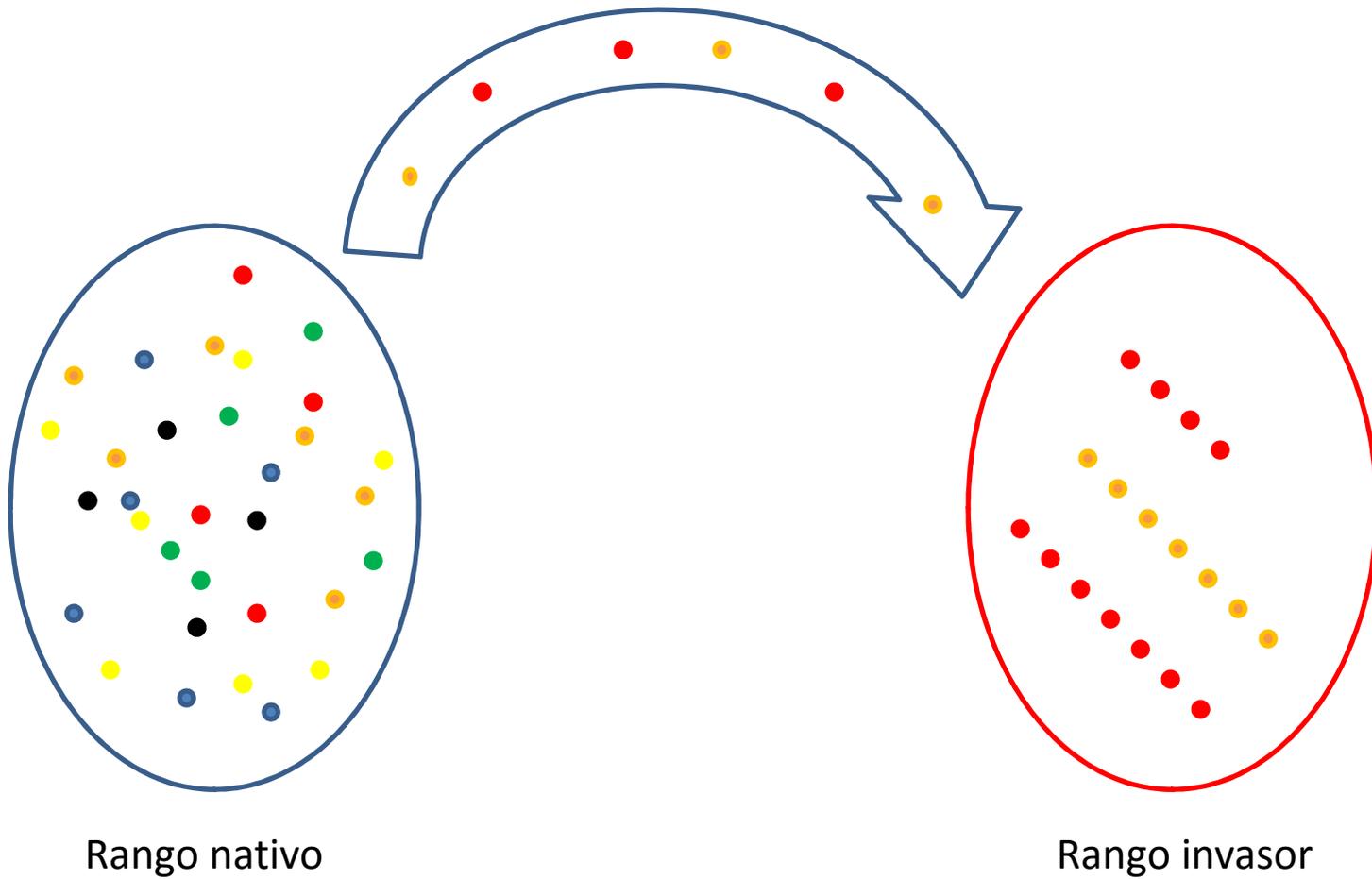
- Fase lag (latencia)
- Cuello de botella
- Deriva génica
- Hibridización

Fase Lag

- Resultado del patrón de crecimiento exponencial
- Tiempo en el que la adaptación evolutiva ocurre
- Favorecido por: Introducciones secundarias, Hibridización, Adquisición espontánea de novedades genéticas



Cuello de botella

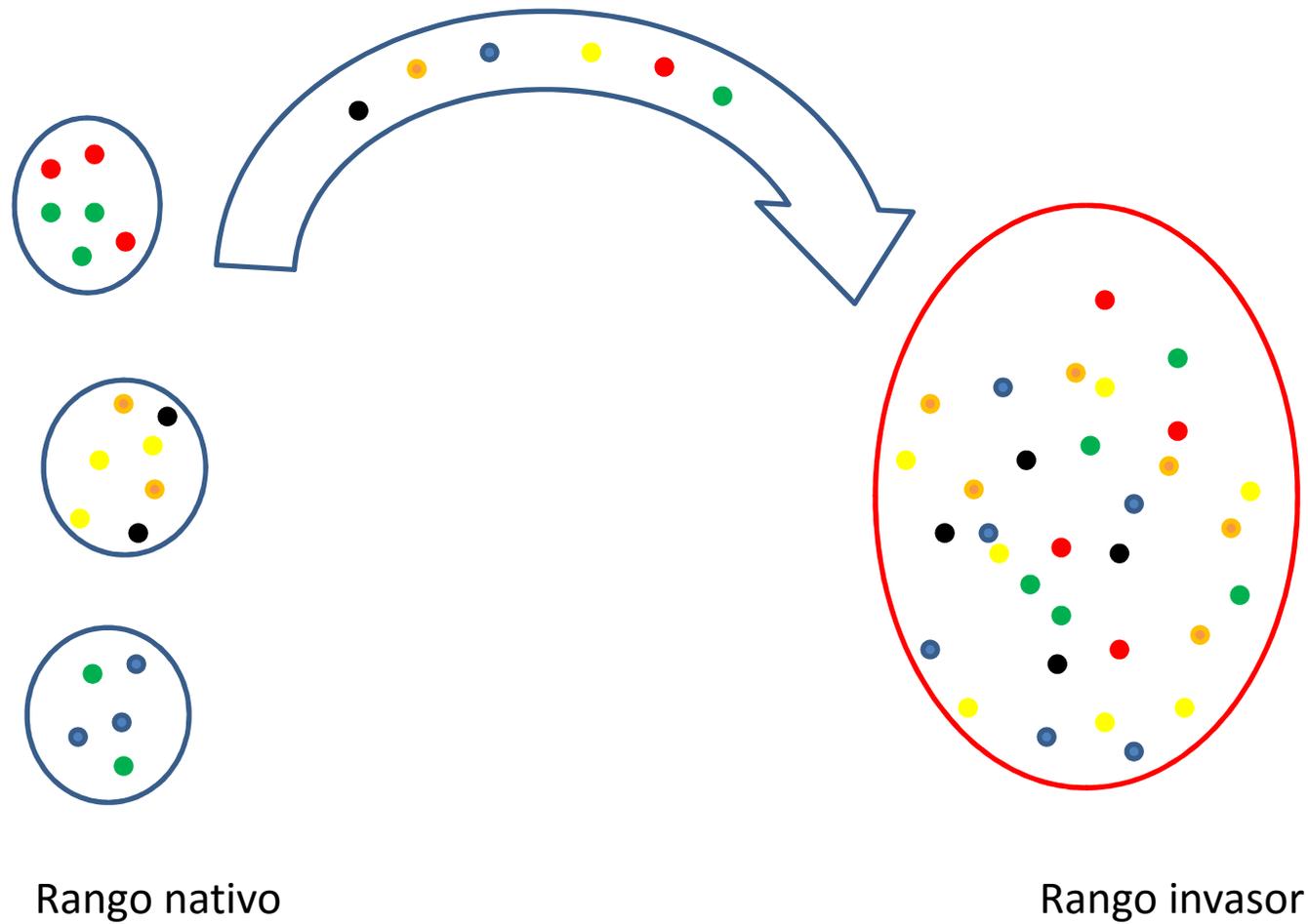


Paradoja genética de las invasiones biológicas

¿Cómo es que las especies invasoras pueden ser tan exitosas contra especies nativas que están adaptadas a su ambiente a pesar de los problemas asociados a los pequeños tamaños poblacionales y la falta de diversidad genética?

- Autofecundación con alta tasa reproductiva
- Múltiples introducciones Efecto Wahlund

Efecto Wahlund



Hibridización

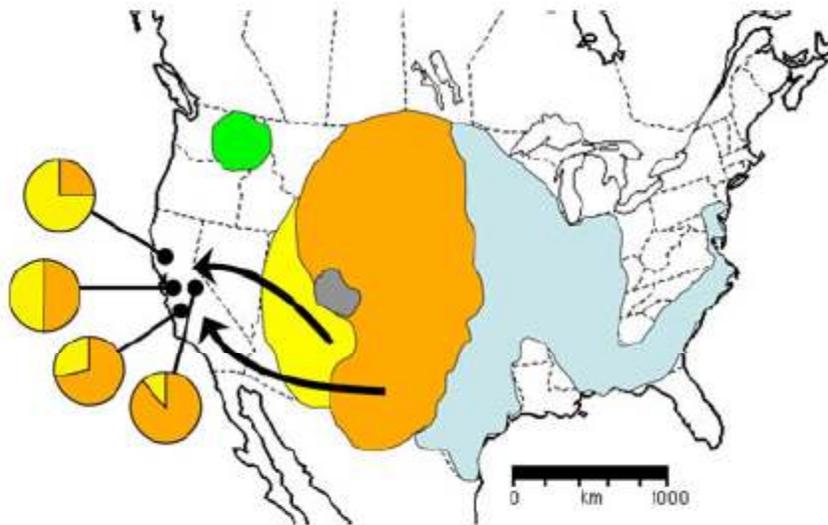


Fig. 1 Introduced tiger salamanders in California (samples represented by *pie charts*) show mitochondrial haplotypes from both the Southwestern (*yellow*) and Great Plains (*orange*) groups, consistent with multiple introductions from Colorado, New Mexico, and Texas (Riley et al. 2003; Johnson et al. 2011). Pacific Northwest (*green*), San Juan (*gray*), and Eastern (*blue*) groups are not represented in the introduced range

La especie introducida como presión selectiva para especies nativas

- Predación
- Competición
- Alimento
- Mutualismo

Predación



Mytilus edulis



Hemigrapsus sanguineus

Dureza de la valva



Mutualismo

- Polinización
- Dispersión de propágulos
- Modificación de habitat
- Simbiosis con hongos micorrizicos

Curso de Educación Permanente “Biodiversidad y Recursos Zoogenéticos”

Estudio de caso: Poblaciones de *Corbicula*

MSc. Cristhian Clavijo

Laboratorio de Genética Evolutiva de Modelos Animales (GEMA)

Sección Genética Evolutiva

Facultad de Ciencias, UdelaR

Museo Nacional de Historia Natural

Melo, Cerro Largo (Octubre 2015)

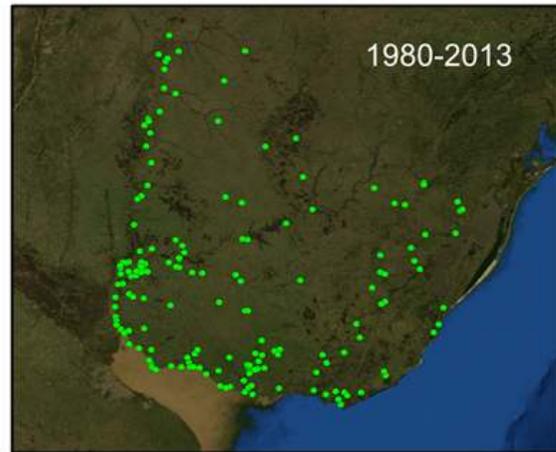
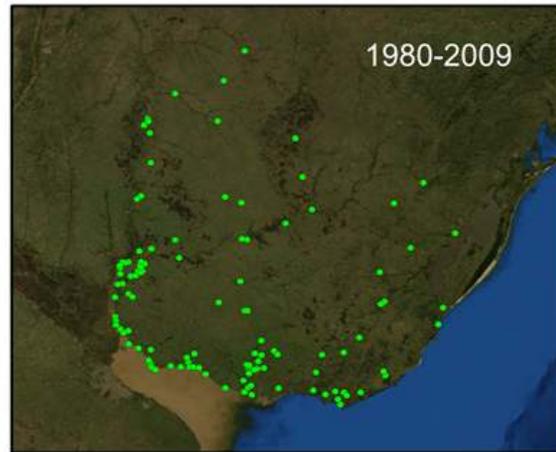
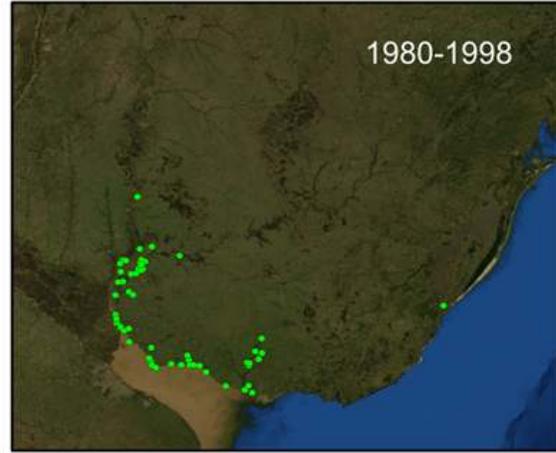
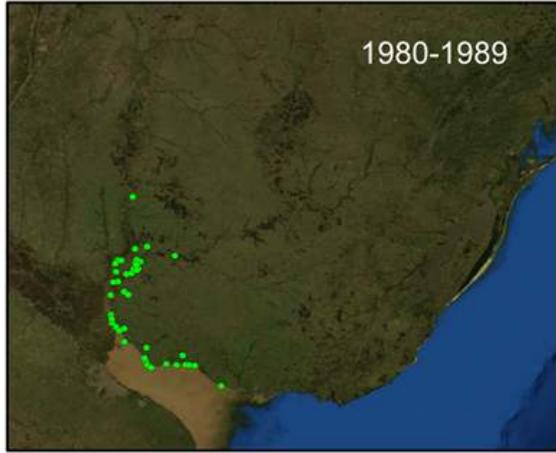
Contexto territorial



Corbicula spp.

- **Traída como alimento en barcos de origen asiático o en agua de lastre**
- **Fines de la década de los 60' o principios de los 70' en Argentina**
- **Se registra en 1979 en Uruguay**





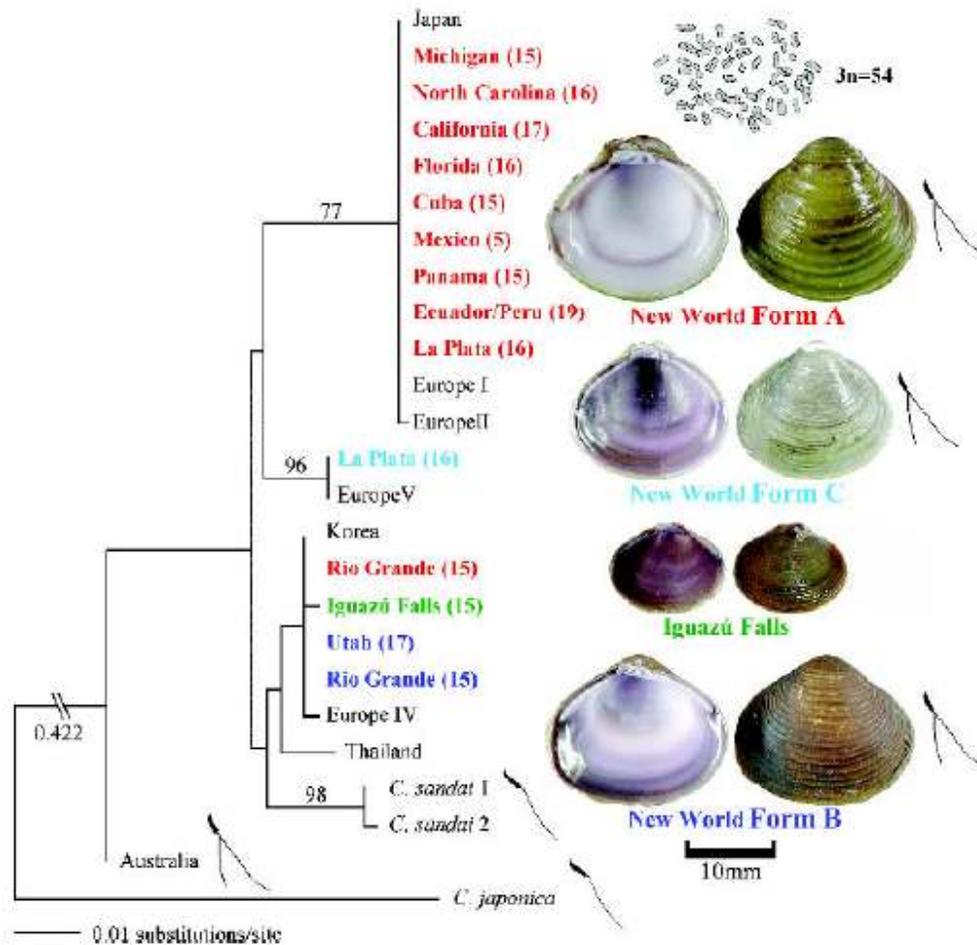
¿Qué características tiene?

- **Hermafrodita (fecundación cruzada y auto fecundación)**
- **Incubación branquial y larva libre**
- **Cada almeja puede liberar hasta 70.000 juveniles al año**
- **Densidades de entre 25 y 4.000 ind. m²**

Complejas formas de herencia

- Gran plasticidad fenotípica y ecológica
- Alta capacidad reproductiva
- Linajes hermafroditas clonales
- Androgénesis: reproducción en el cual el genoma nuclear del embrión es heredado paternalmente (derivado de un núcleo espermático no reducido ($2n$, $3n$ o $4n$) y el genoma nuclear maternal es eyectado vía los cuerpos polares.
- Existen disyunciones entre el genoma nuclear y mitocondrial
- Heteroplasma (linajes mitocondriales masculinos y femeninos)

Morfotipos presentes en América



C. fluminea



C. largillierti



C. fluminalis



Corbicula sp.

Mansur *et al.* 2005; Lee *et al.* 2005

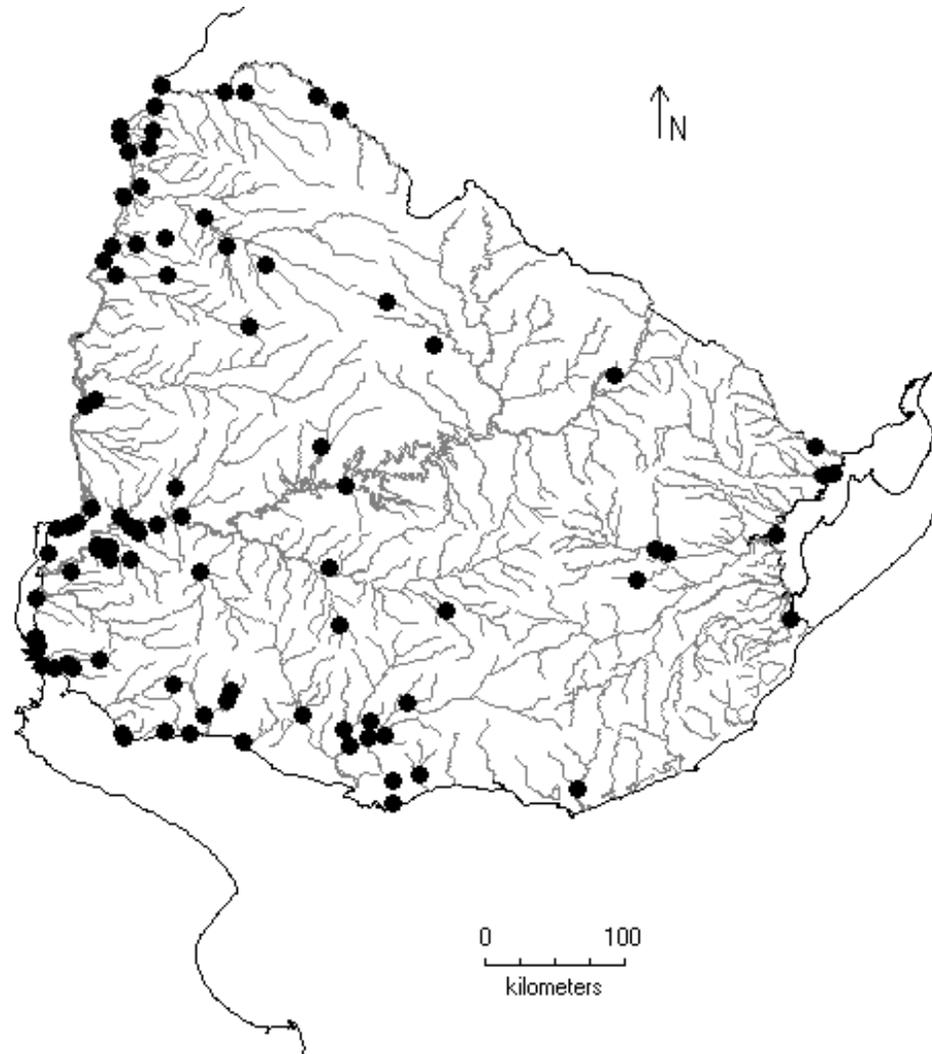
Distancias genéticas: *Corbicula*

	<i>C. fluminalis</i> N=7	<i>C. fluminea</i> N=19	<i>C. largillierti</i> N=15	<i>Corbicula</i> sp. N=10
<i>C. fluminalis</i> N=7				
<i>C. fluminea</i> N=19	0,024			
<i>C. largillierti</i> N=15	0,002	0,024		
<i>Corbicula</i> sp. N=10	0,02	0,029	0,02	

¿Qué efectos produce?

- **Obstrucción de: Usinas eléctricas, sistemas de refrigeración, canales de irrigación**
- **Competencia con bivalvos nativos por espacio y alimento**
- **Empobrecimiento de materiales de construcción**

Distribución histórica de *Cyanocyclas*



Presencia actual de *Cyanocyclas*

