

Unidad 3

Poblaciones e interacciones interespecíficas

Tema 9

Características de las poblaciones

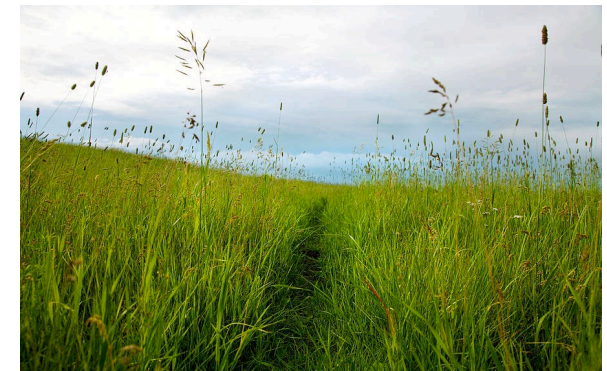
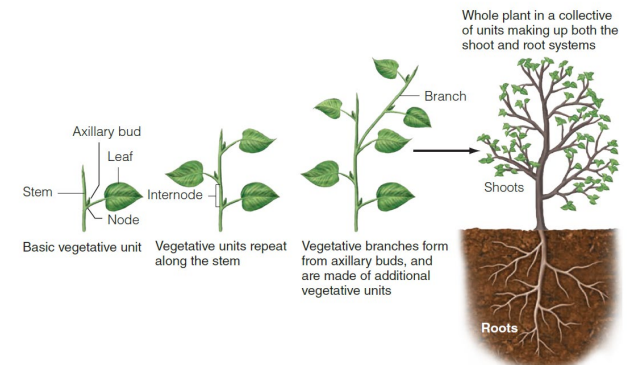
¿Qué es una población?

Grupo de individuos de la misma especie en una determinada área

- Normalmente: interactúan entre ellos (tipos de interacciones)
 - Determinan las dinámicas de la población
- Hay límites (individualizar)
- No todas las especies (límites no claros)
 - **Organismos modulares**



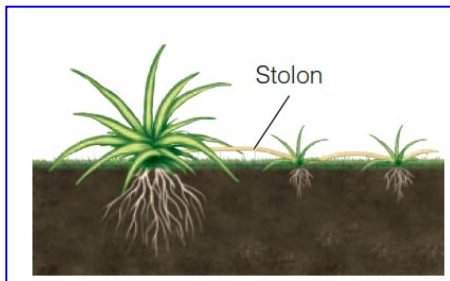
Coral gorgonia *Diodogorgia nodulifera* (Cnidaria: Anthozoa)



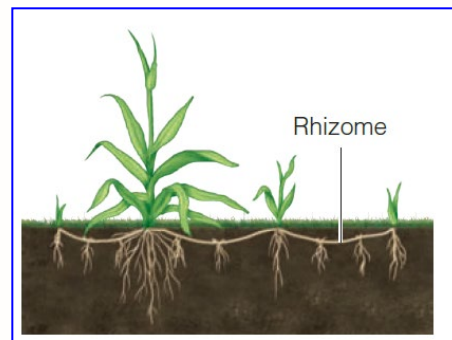
Genets y ramets (y su relación con organismos modulares)

- **Ramet:** módulos, cada uno un único individuo fisiológico y funcional producido por propagación clonal
- **Genet:** grupo de individuos (*ramets*) surgido de un cigoto formado por reproducción sexual (*genet*)

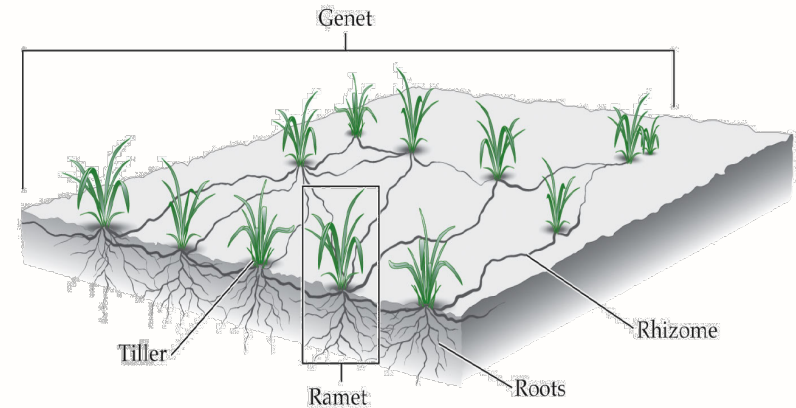
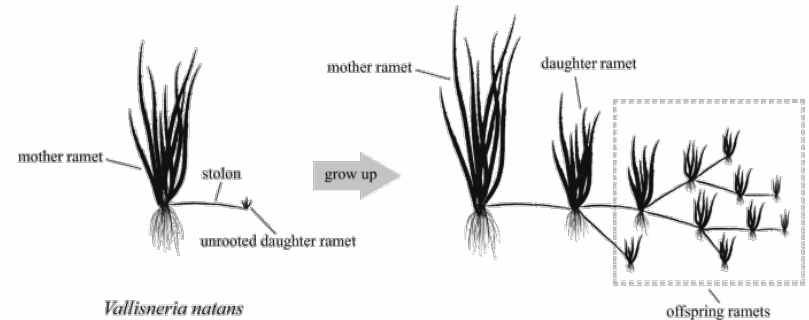
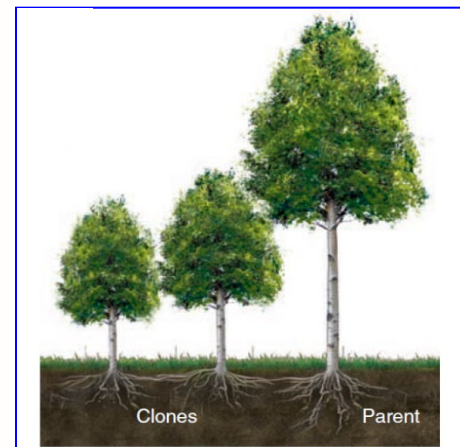
Tres tipos de crecimiento modular lateral en plantas vía *ramets*



Estolones: tallos especializados que crecen por encima de la superficie del sustrato



Rizomas: tallos especializados que crecen por debajo de la superficie del sustrato



Retoños: brote de nuevos tallos a partir de las raíces de la superficie

Ecología de poblaciones

Ciencia que estudia las poblaciones en los aspectos biológicos y ecológicos

¿Por qué estudiar las poblaciones?

- Entender las **comunidades** (**varias poblaciones [especies] que interactúan**), hay que entender la unidad básica que es la población



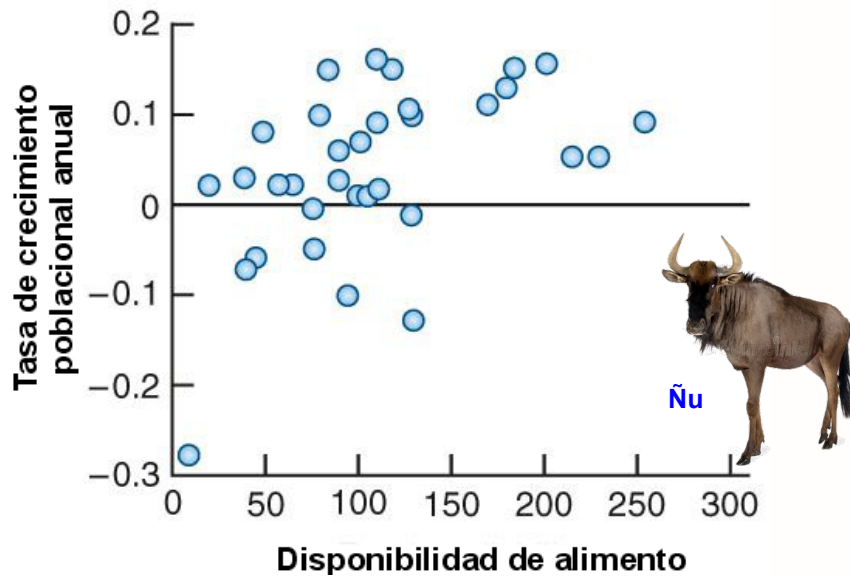
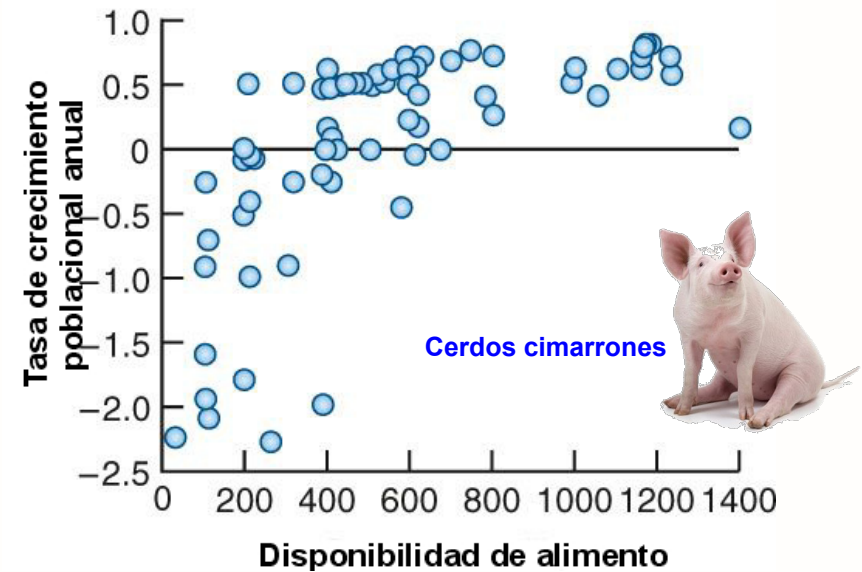
La distribución
y abundancia



Unidad básica de la
organización biológica

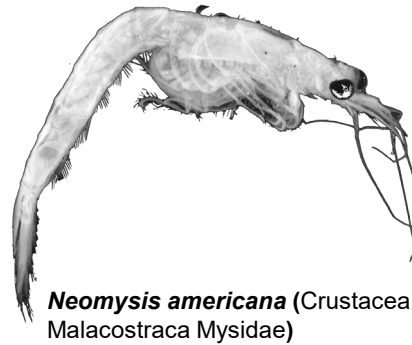
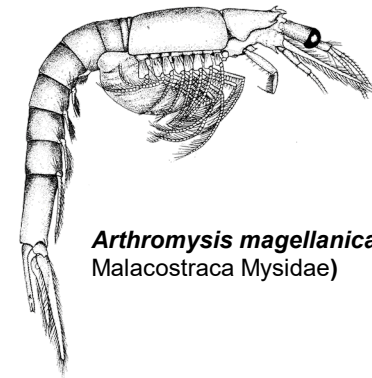
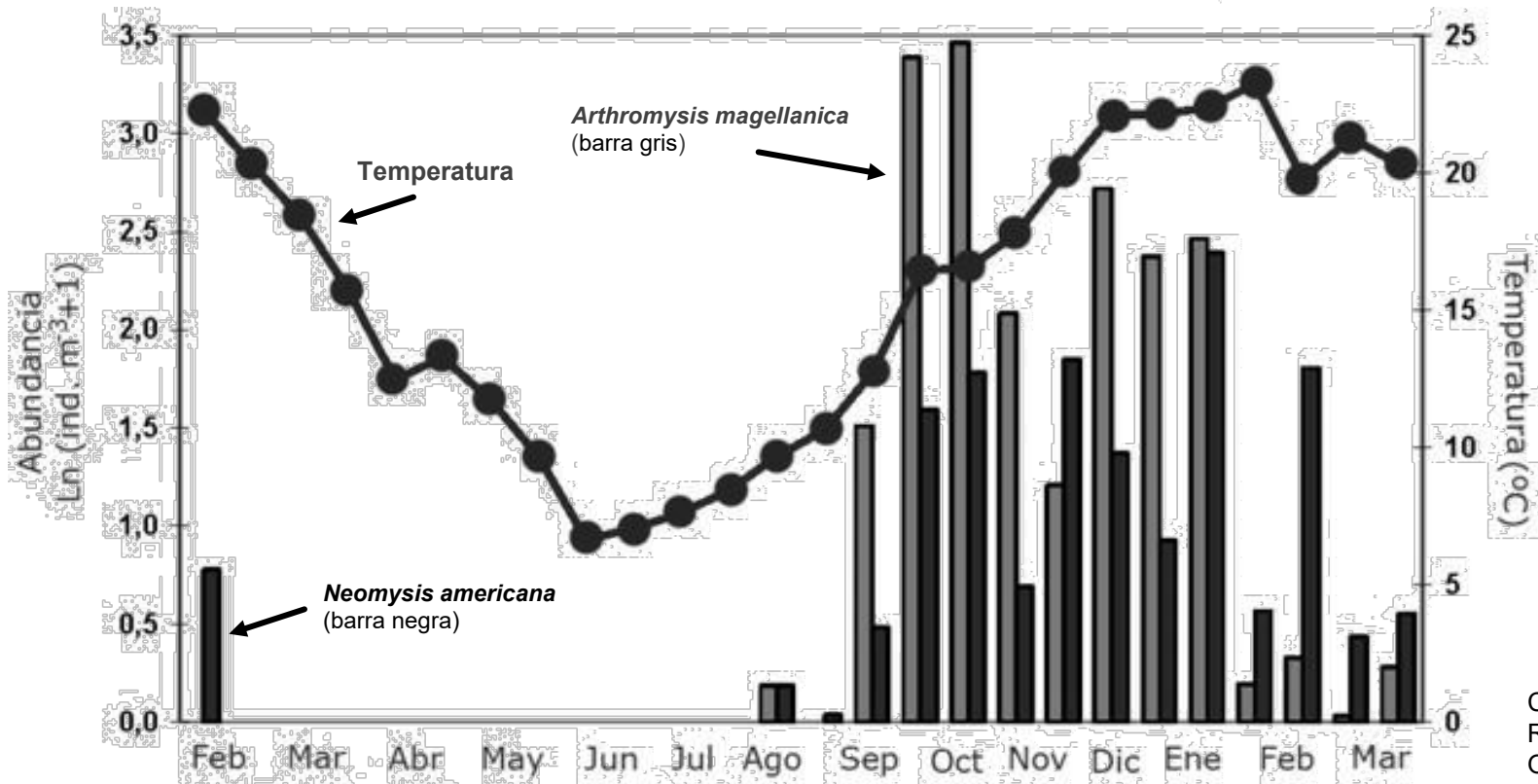
A scatter plot showing the relationship between food availability and population growth rate for red kangaroos. The x-axis is labeled 'Disponibilidad de alimento' (Food availability) and ranges from 0 to 1000. The y-axis is labeled 'Tasa de crecimiento poblacional anual' (Annual population growth rate) and ranges from -1.0 to 0.4. A horizontal line at y=0 separates the 'CP positivo' (Positive carrying capacity) region above from the 'CP negativo' (Negative carrying capacity) region below. Data points are blue circles. A red arrow points to a point in the positive region, and a green arrow points to a point in the negative region. An image of a red kangaroo is shown on the right, labeled 'Canguro rojo'.

Disponibilidad de alimento	Tasa de crecimiento poblacional anual
50	-0.95
50	-0.60
50	-0.55
50	-0.65
50	-0.75
150	-0.35
250	0.10
300	-0.15
350	0.20
400	0.30
800	0.35



Efectos de otras poblaciones e interacción con el ambiente

Variación de abundancia de poblaciones en función de la temperatura del agua

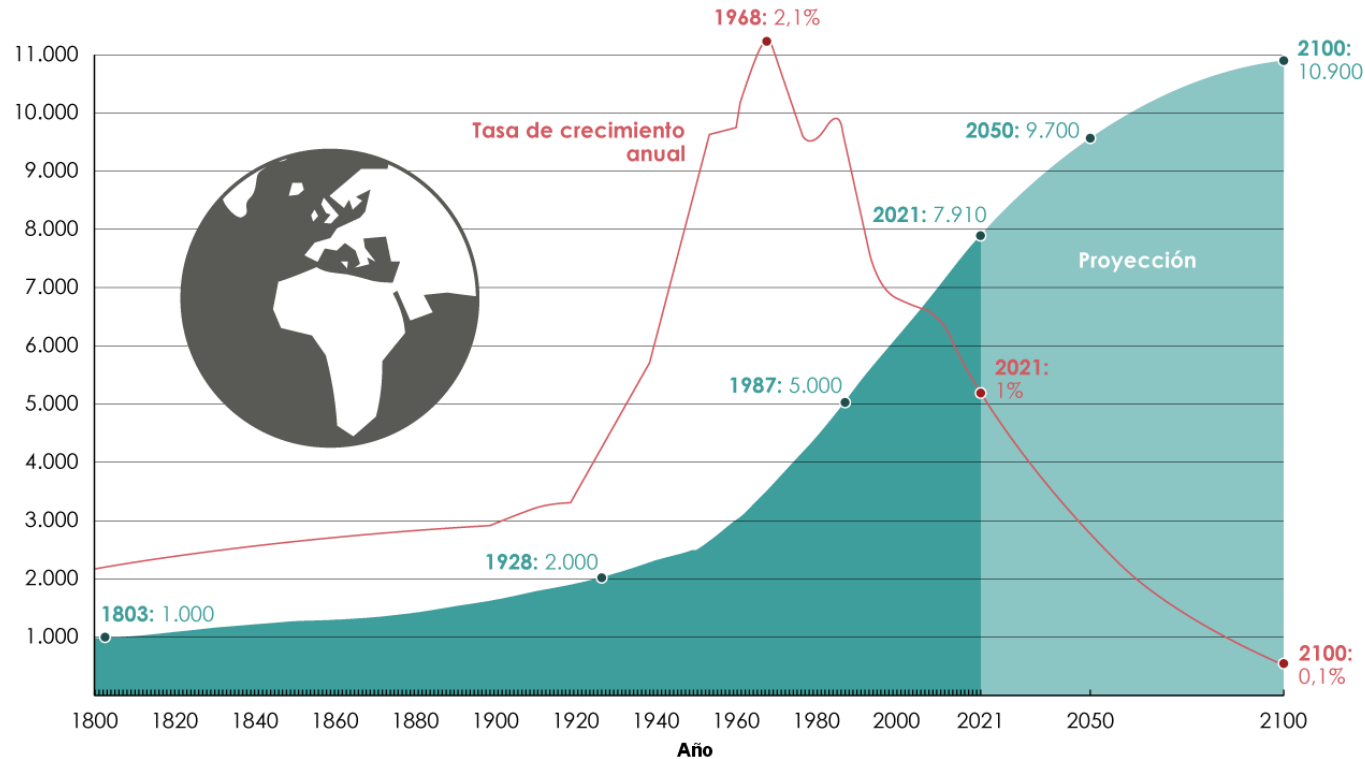


Conclusiones a partir de las gráficas anteriores...

La ecología de poblaciones es una ciencia enfocada en los números

→ **QUE BUSCA...** Entender, explicar y predecir los cambios en el tamaño de las poblaciones a través del tiempo

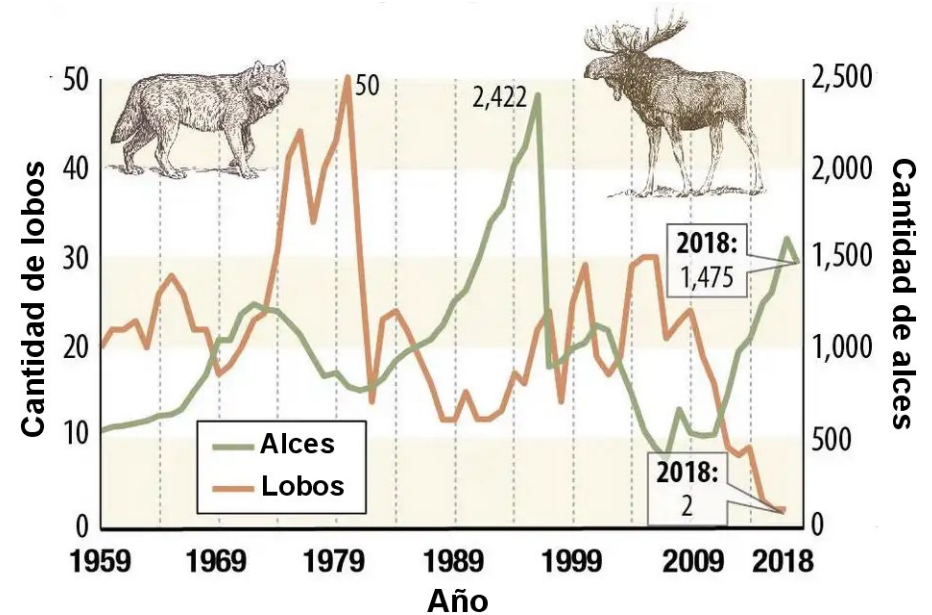
Millones de habitantes



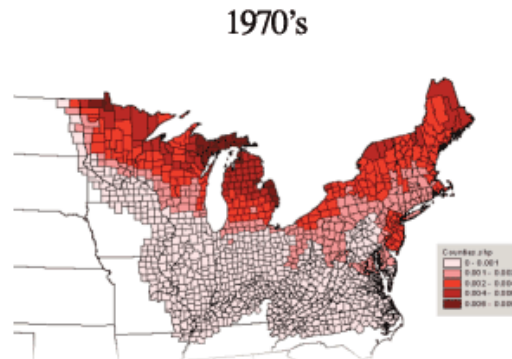
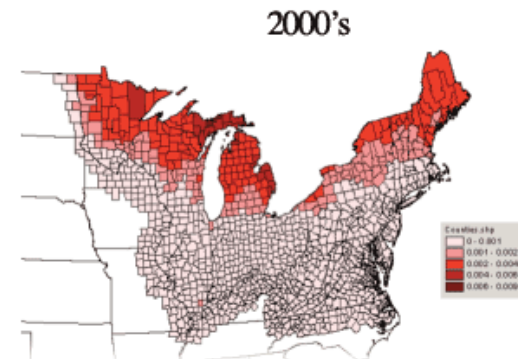
Autor:
Álvaro Merino (2022)
Fuente:
OurWorldInData a partir de datos de la ONU y HYDE (2022)

Como el problema es contar individuos dentro de la población...

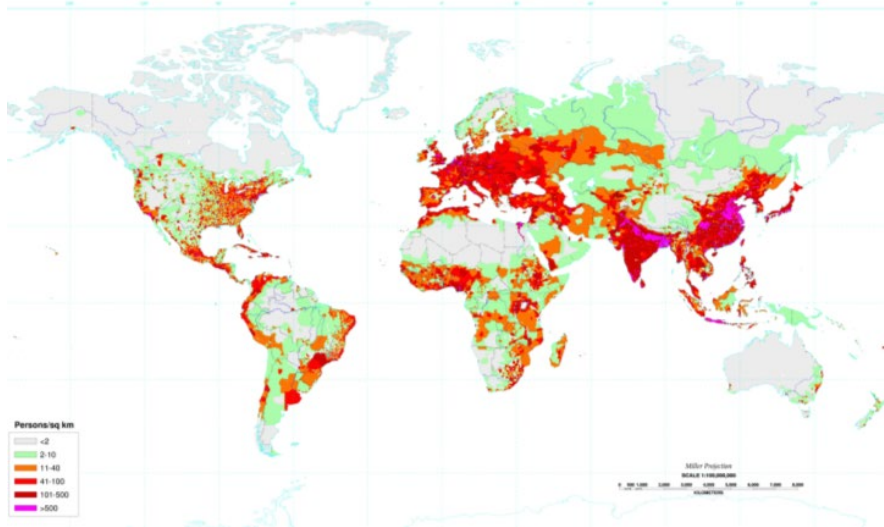
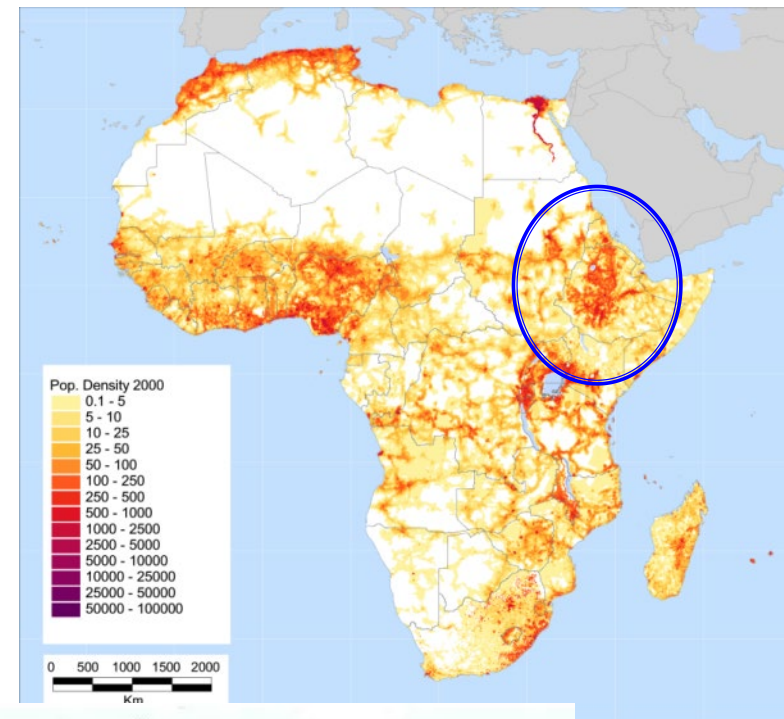
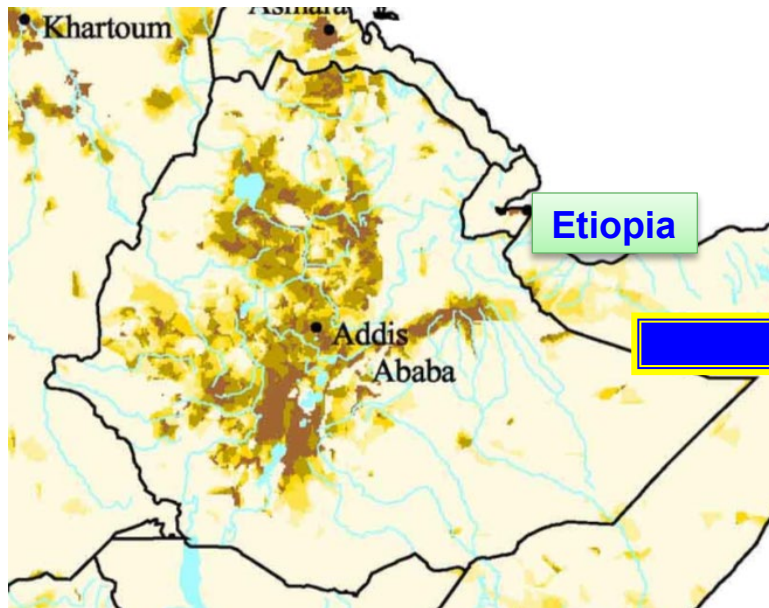
- Tener en cuenta las escalas
 - *Espacial: tamaño del área evaluada*
 - *Temporal: durante cuanto tiempo se hará el conteo*
- Características de las áreas



- Varía el número de individuos dependiendo de la distribución
- Conteo afectado por **diferentes procesos y factores** que ocurren en cada uno de los sitios donde esta presente la especie

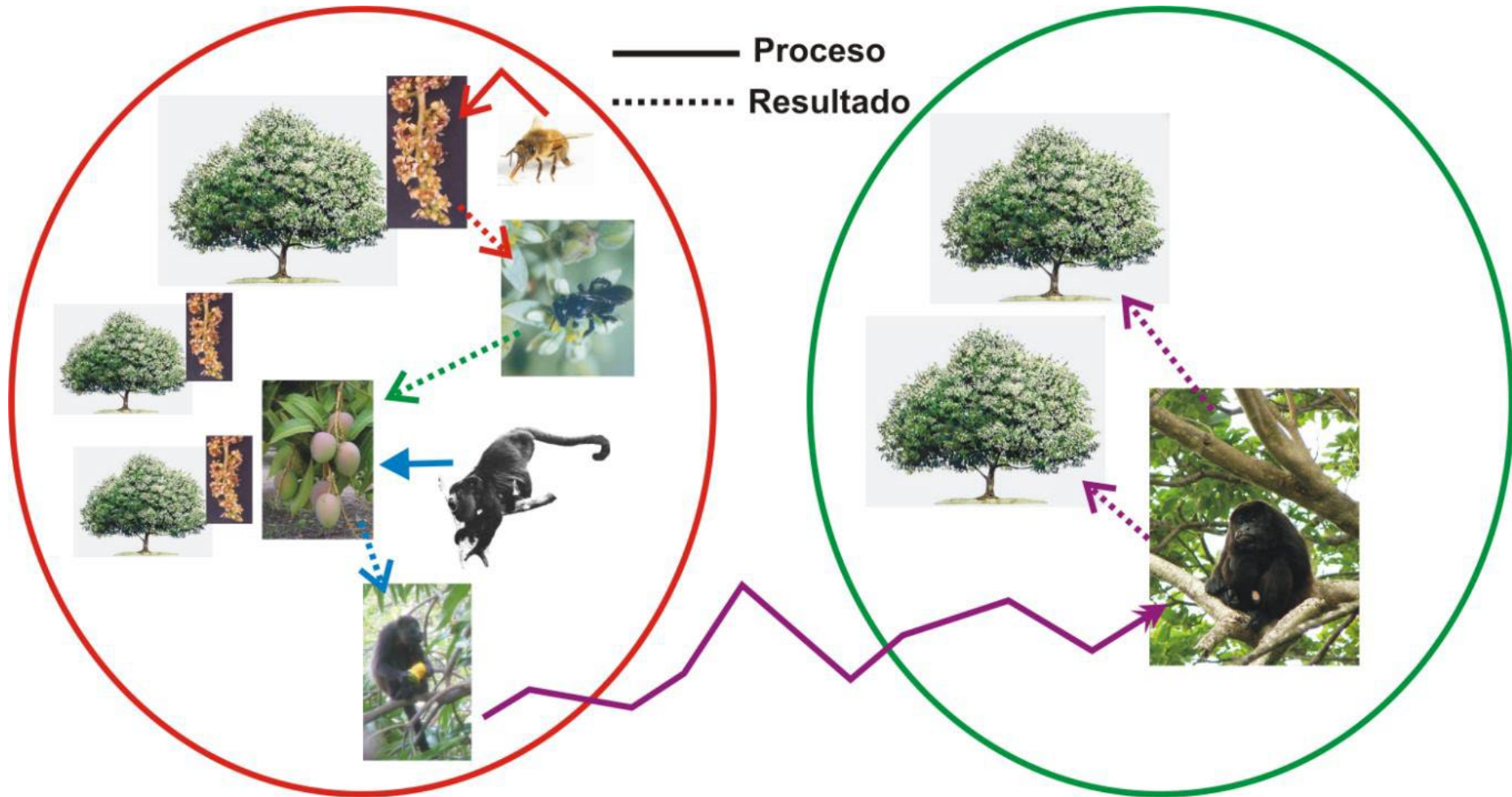


Percepción de la densidad poblacional respecto a la escala



Otros factores

- Abundancia local
- Polinización
- Dispersión



Conociendo las poblaciones

Propiedades emergentes

- Distribución geográfica y territorial (local)
- Abundancia y densidad
- Estructura (edades; sexos)
- Proporciones (edades; sexos)
- Procesos demográficos (natalidad; mortalidad; inmigración; emigración)
- Relaciones de interdependencia de los individuos

Entonces, ¿qué es una población?

Entidad real que tiene su propia organización y no es simplemente una yuxtaposición de individuos independientes

Distribución

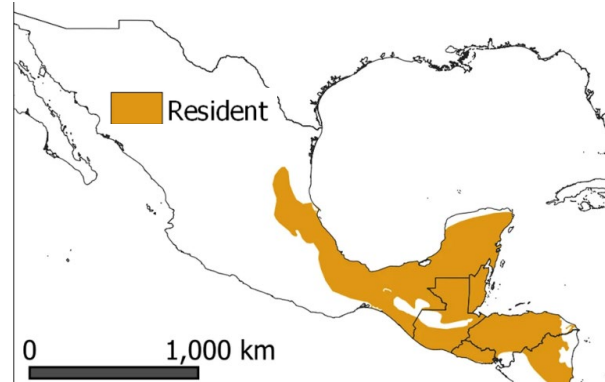
Localización espacial de los organismos de la población

Dos propiedades descriptoras:

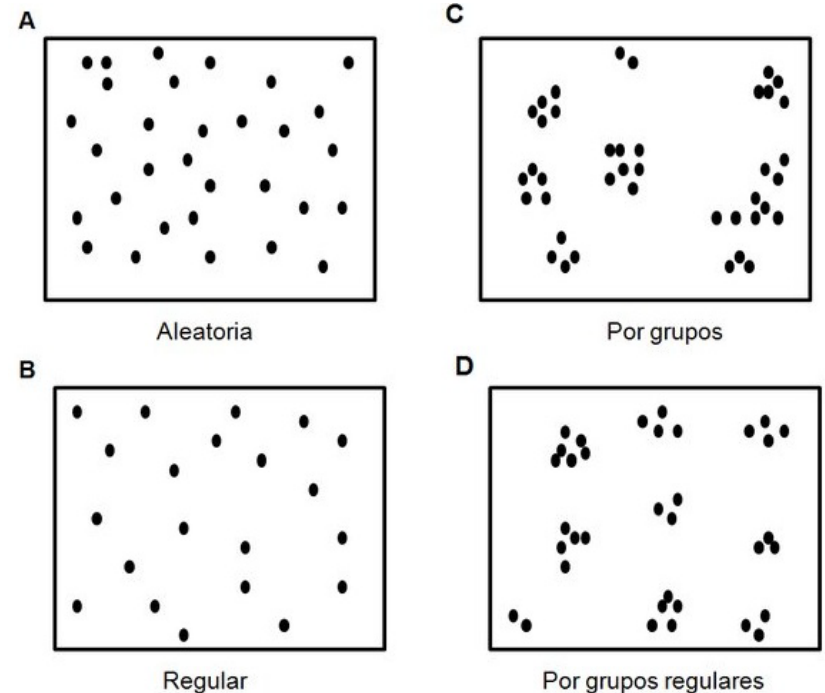
1. Rango de distribución geográfica de la especie

- Límites
 - Edáficos
 - Climáticos
 - Biológicos (competidores; parásitos; depredadores)

Mapa del rango geográfico de distribución de *Tangara abbas*



Tangara abbas



1. Rango geográfico de distribución de la especie

Cinco especies de perros de la pradera del género *Cynomys* (Rodentia: Sciuridae)



Cynomys leucurus



Cynomys ludovicianus



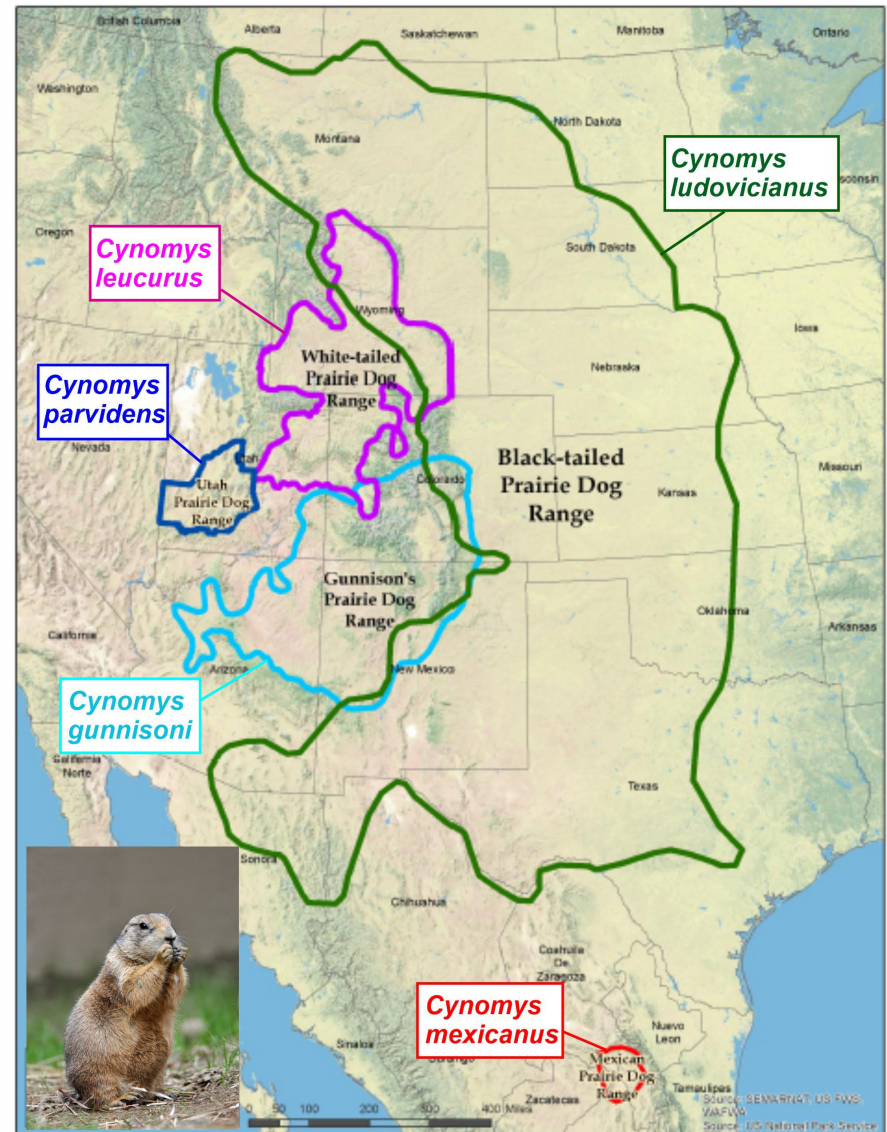
Cynomys parvidens



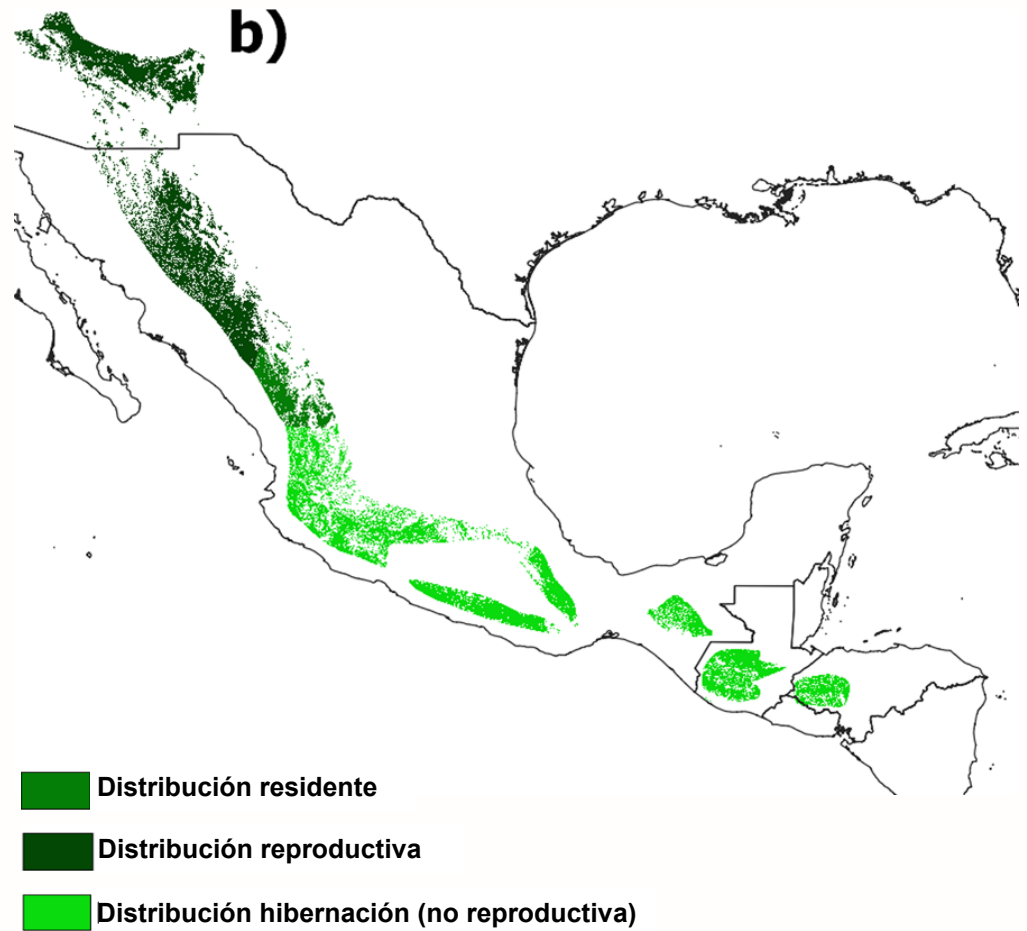
Cynomys mexicanus



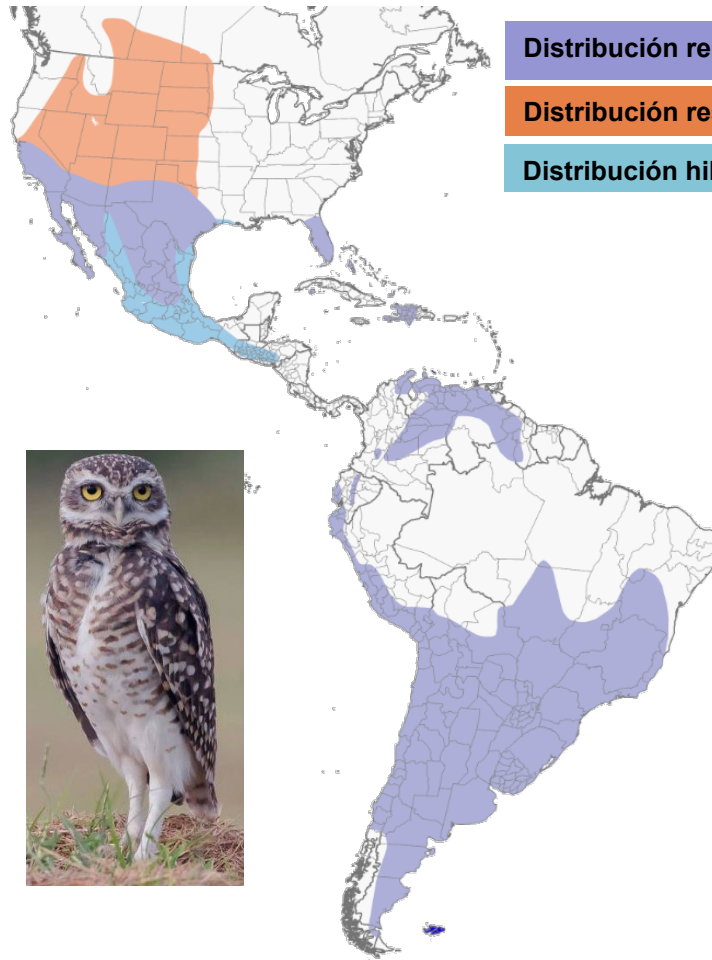
Cynomys gunnisoni



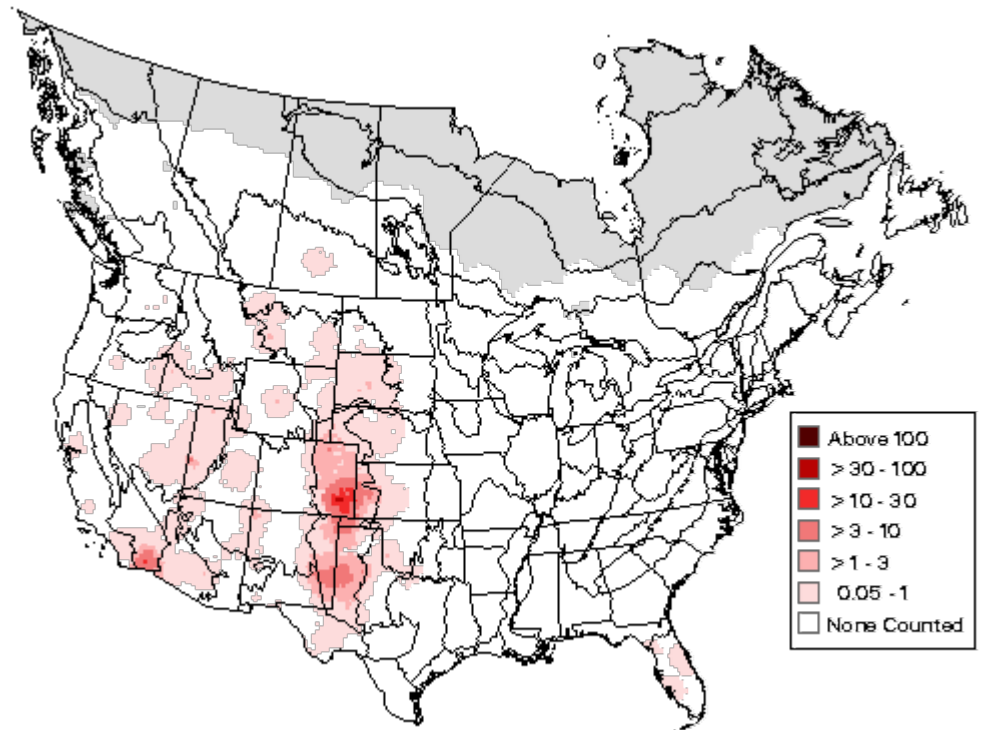
Cardellina rubrifrons (Parulidae; reinita carirroja)



Athene cunicularia (Strigidae; mochuelo)



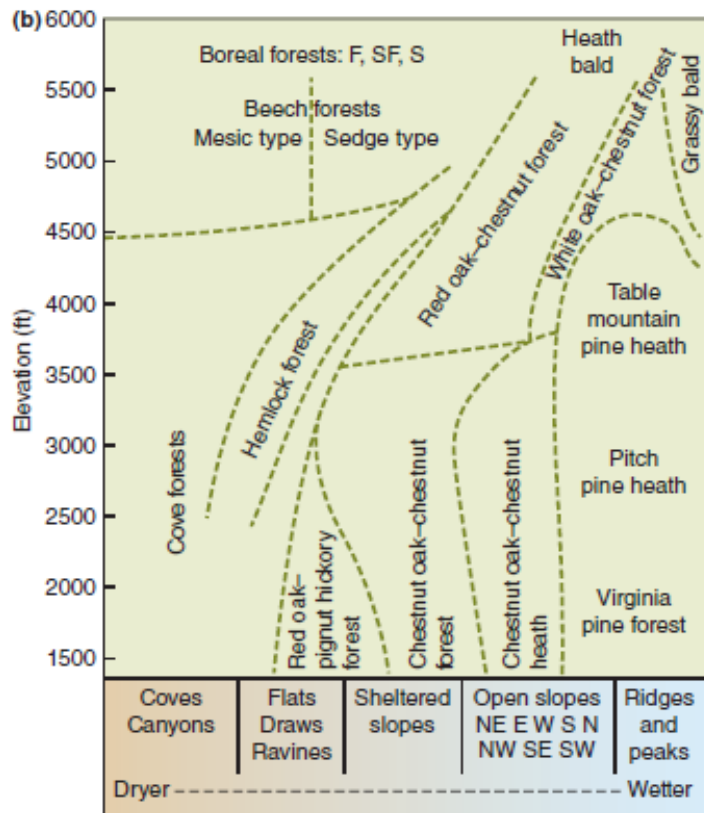
Distribución espacial Norteamérica



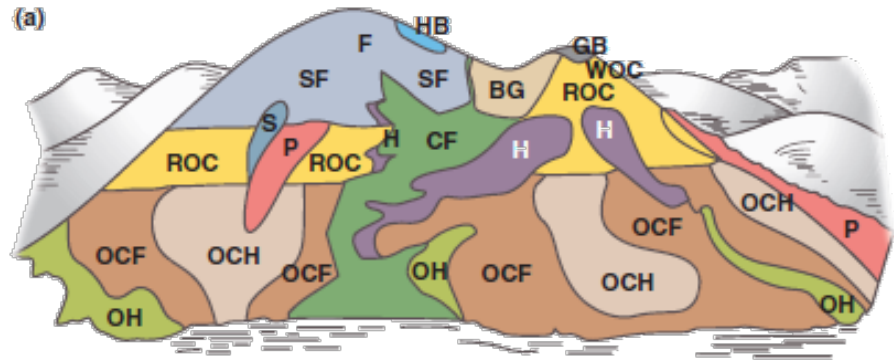
Tres descripciones contrastantes

Distribución de especies dominantes de arboles en una región de los Estados Unidos

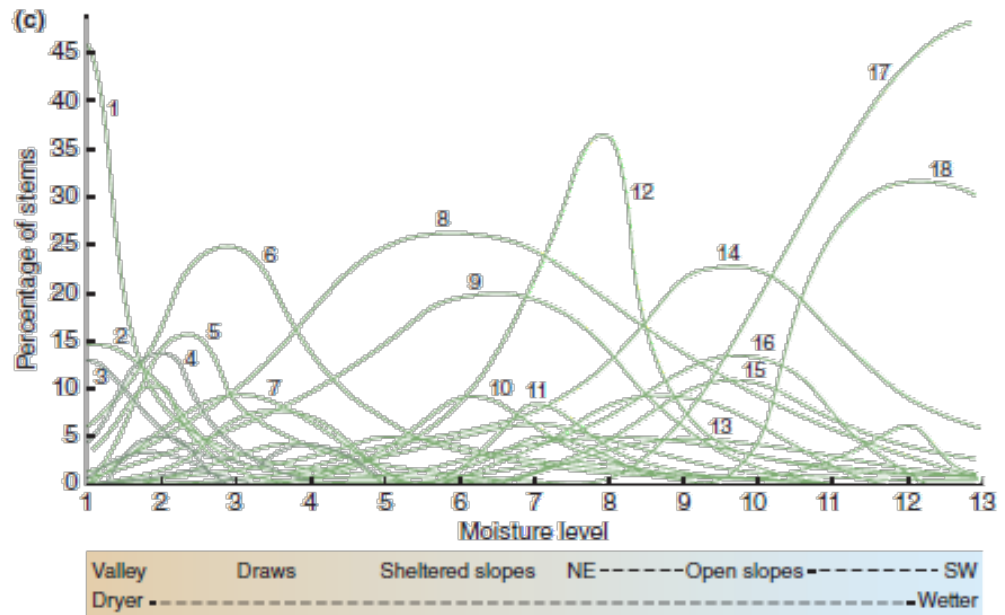
b) Distribución altitudinal de la vegetación



a) Distribución topográfica



c) Abundancia/sp. a través de gradiente de humedad



2. Patrón espacial de distribución (dispersión) de individuos en la población

Forma en que los organismos están distribuidos dentro de los límites de la población local

Depende de:

- **Densidad poblacional** (propiedades)
 - Promedio (total observaciones / numero observaciones)
 - Varianza (variación entre las observaciones)



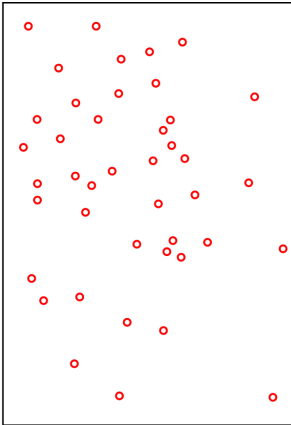
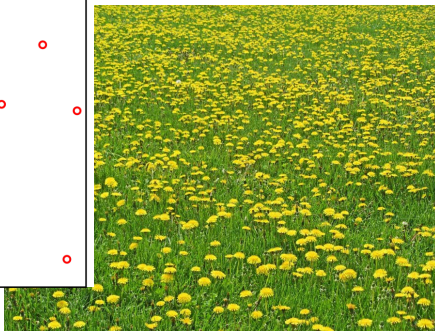
$$D_{pob} = n/A$$

- **n**: # individuos
- **A**: unidad de área (depende del organismo estudiado)

Tipos (modelos) de distribución (= dispersión) espacial

Respuesta a una influencia o a un conjunto de ellas

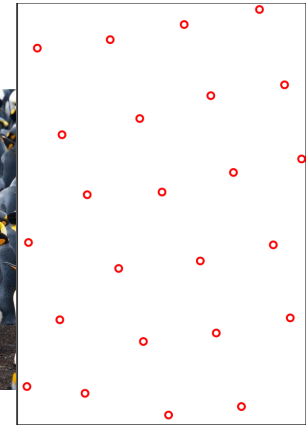
- Distribución de recursos (e.g., refugios, nidos, charcos, alimento)
- Condición fisiológica (estacional; reproductiva)
- Condiciones abióticas
- Competencia intraespecífica
- Depredación / parasitismo



Aleatoria (dientes de león)

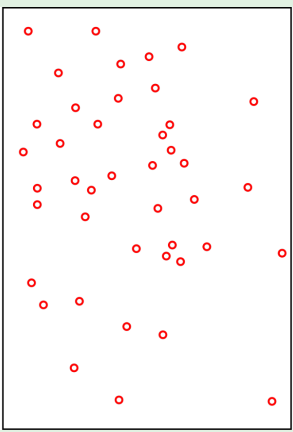


Regular (= Uniforme)
(colonia de pingüino real)



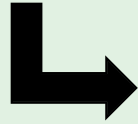
Agregada (= contagioso)
(Elefantes)





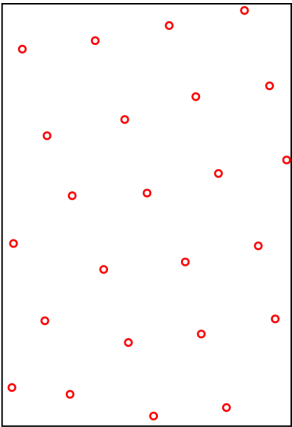
Aleatoria

Igual probabilidad de que individuo ocupe un punto en el espacio, sin importar la posición de los otros



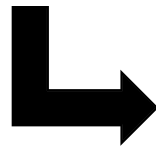
Individuos no equitativamente distribuidos simplemente por el azar

$$(\sigma = \mu)$$



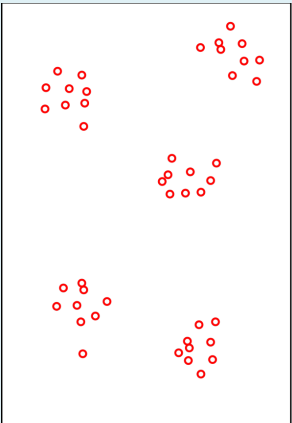
Uniforme (= regular)

Cuando un individuo tiende a evitar los otros o cuando que están muy cerca a los otros mueren



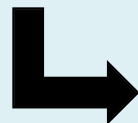
Individuos están equitativamente más espaciados que lo esperado por azar

$$(\sigma = 0)$$



Agregada

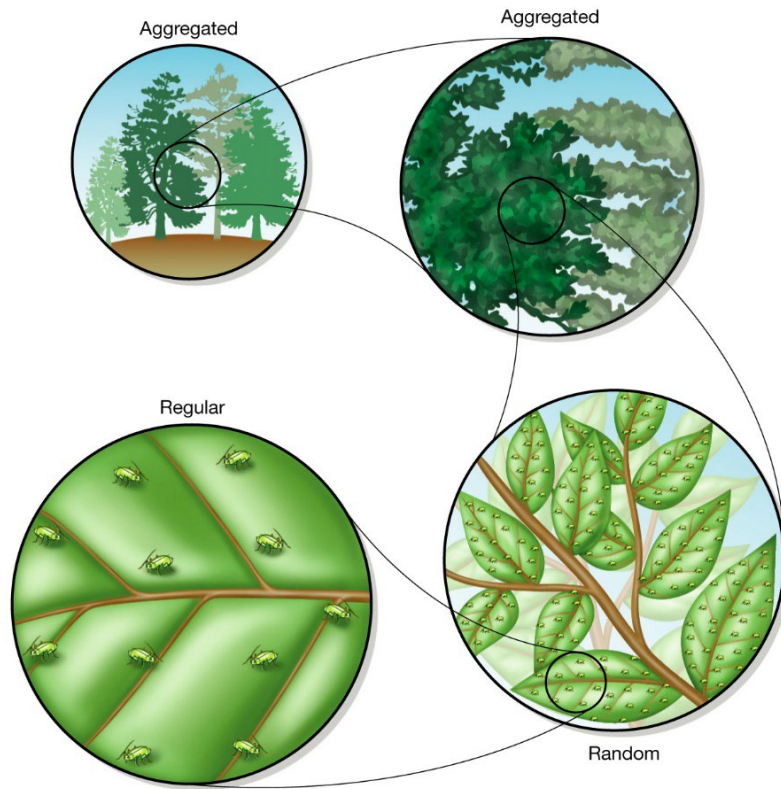
Cuando los individuos tienden a ser atraídos a un sitio en particular (allí logran mayor supervivencia) o cuando la presencia de un individuo atrae a los otros o despierta en los otros a acercarse entre si



Individuos están más cerca uno del otro que lo esperado por azar

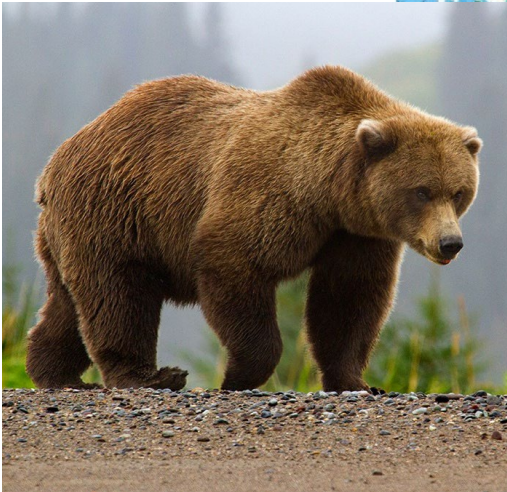
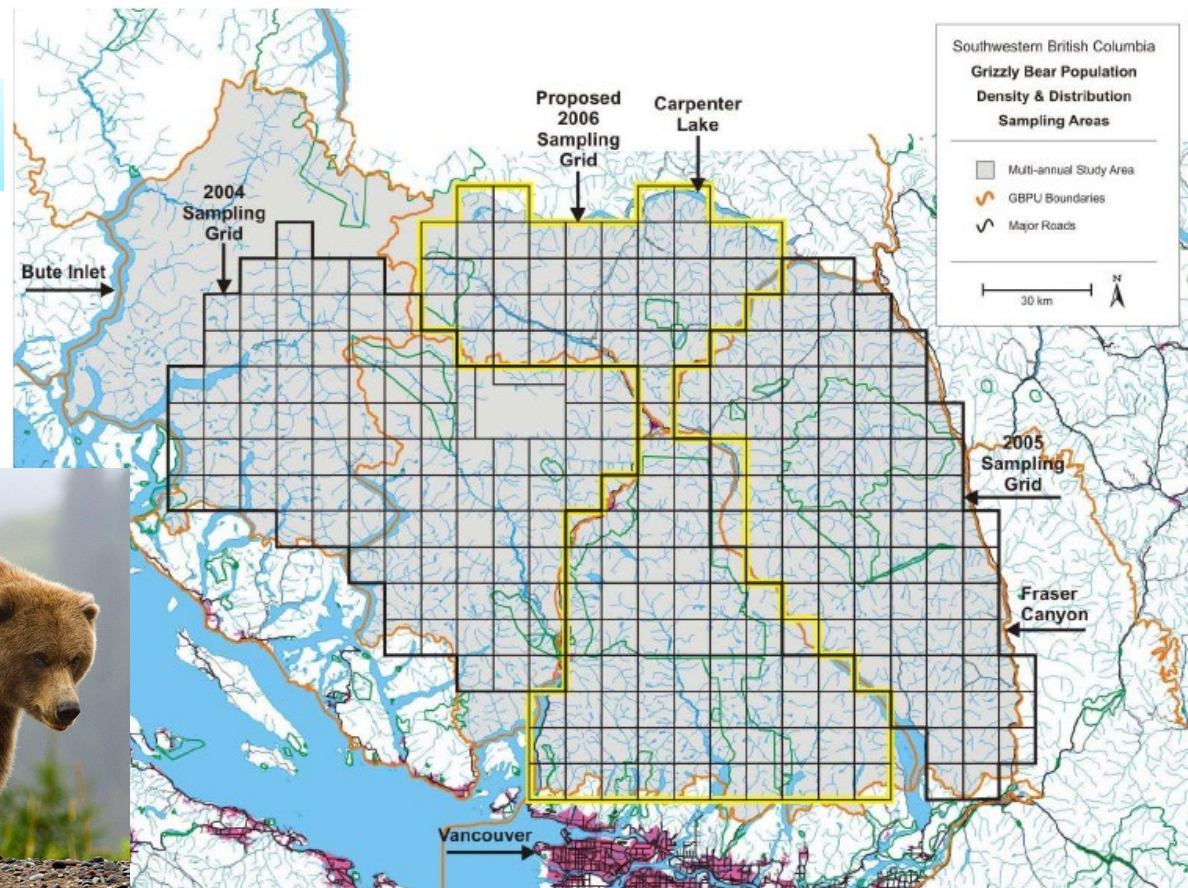
$$(\sigma > \mu)$$

Patrones de dispersión también depende de la escala



- El área de muestreo depende de:**
- Tamaño del organismo
 - Estilo de vida de los organismos
- Área ocupada depende del tamaño del organismo

Organismos grandes (e.g. oso grizzly): área en términos de km^2



Área focal multi-año para estimación de la distribución y densidad poblacional del oso grizzly in Columbia Británica (Canadá)

Organismos pequeños (e.g. arañas): área en términos de m²



Araña *Leucauge* (Araneae: Tetragnathidae)



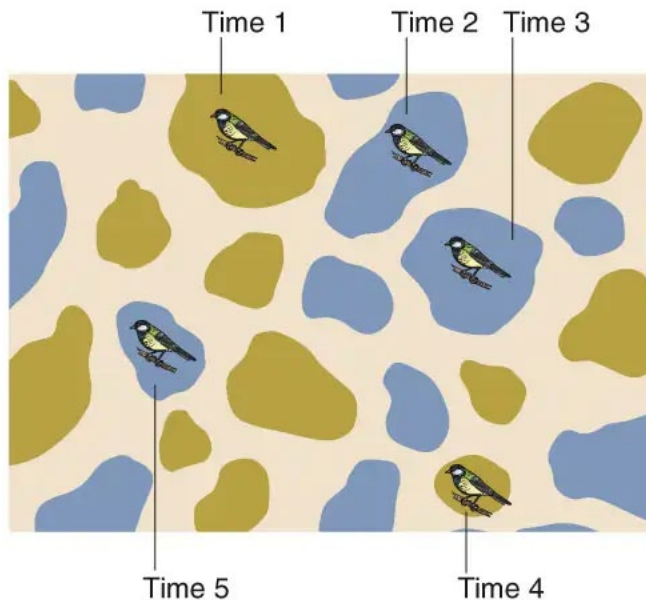
- **Estilo de vida del organismo**

Grano ambiental

- Indica la distribución “**parchuda (patchiness)**” de los individuos en la población por su **estilo de vida** o por la parchuda de los recursos y condiciones en el ambiente físico.
- Debe entenderse desde la perspectiva del organismo analizado
- Rangos espaciales y temporales de movimiento

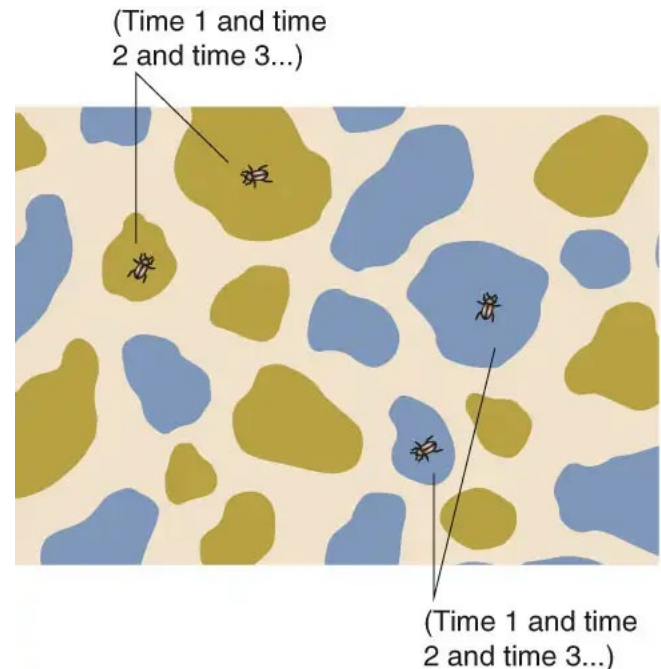
Grano fino

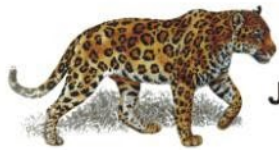
La vida en distintos ambientes en tiempos diferentes



Grano grueso

La vida en un mismo ambiente en diferentes tiempos





Jaguar carnívoro



Chinche fitófago

Piranga insectívora



Polilla y su oruga
fitófagas

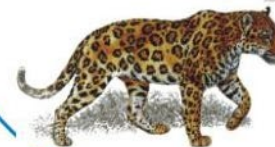


ÁREA 1

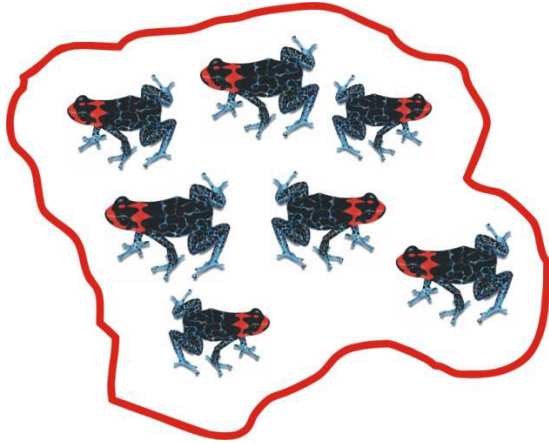
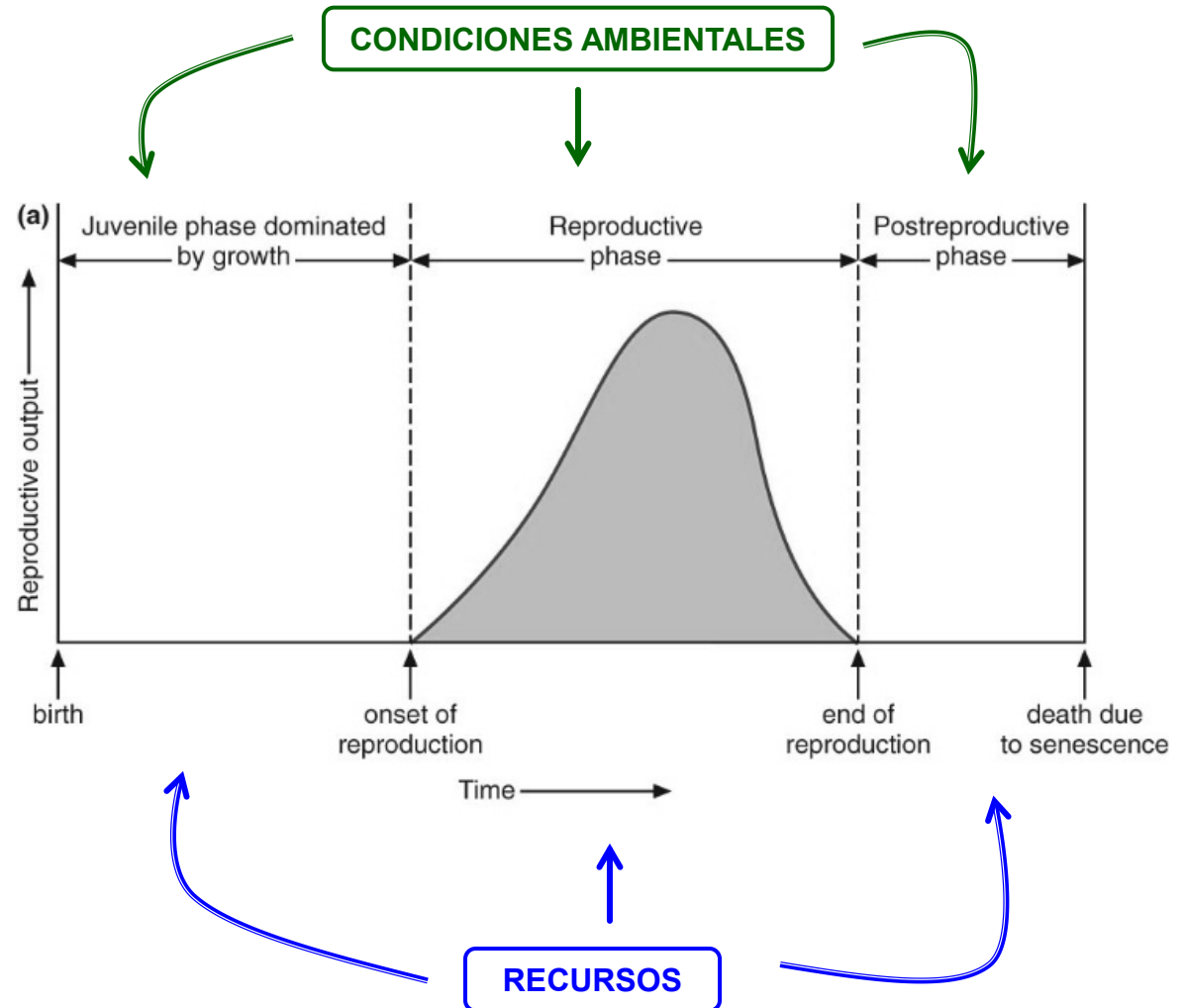
ÁREA 2



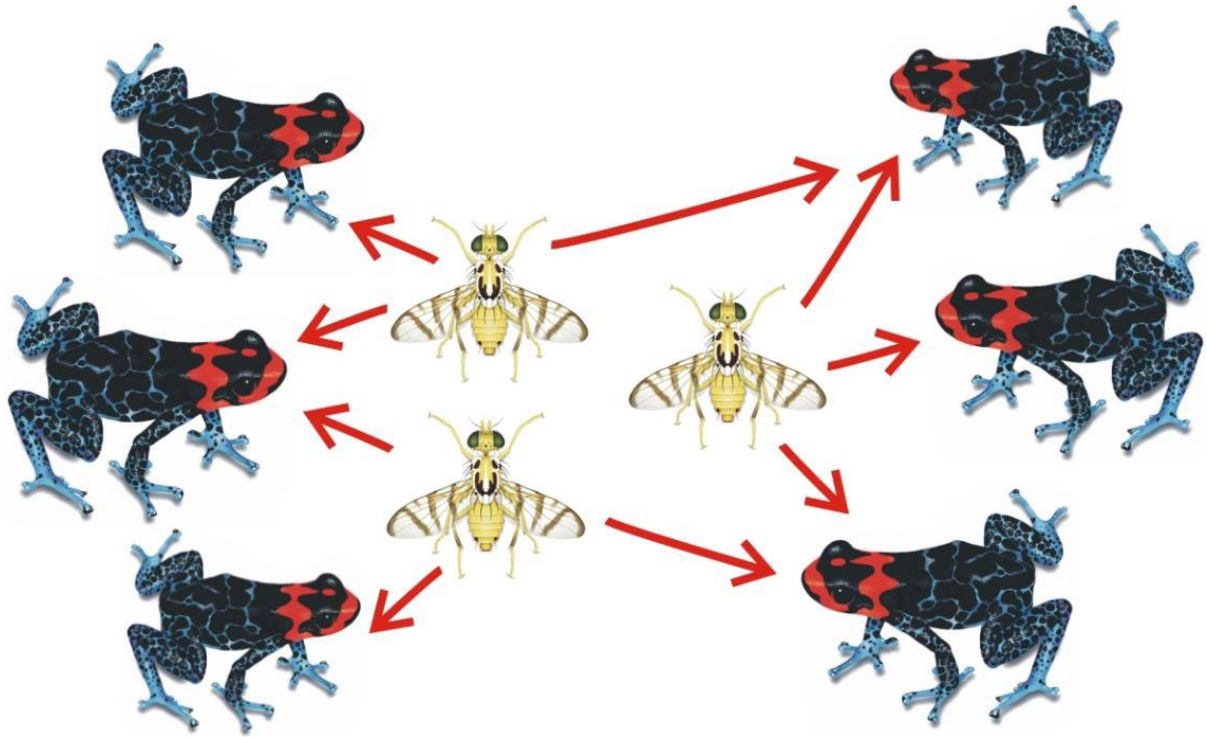
ÁREA 3



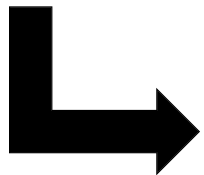
Crecimiento poblacional y regulación



Individuos en la población con requerimientos similares
(e.g., mismos recursos)



Pero demanda combinada de
ese recurso puede exceder la
inmediata disponibilidad

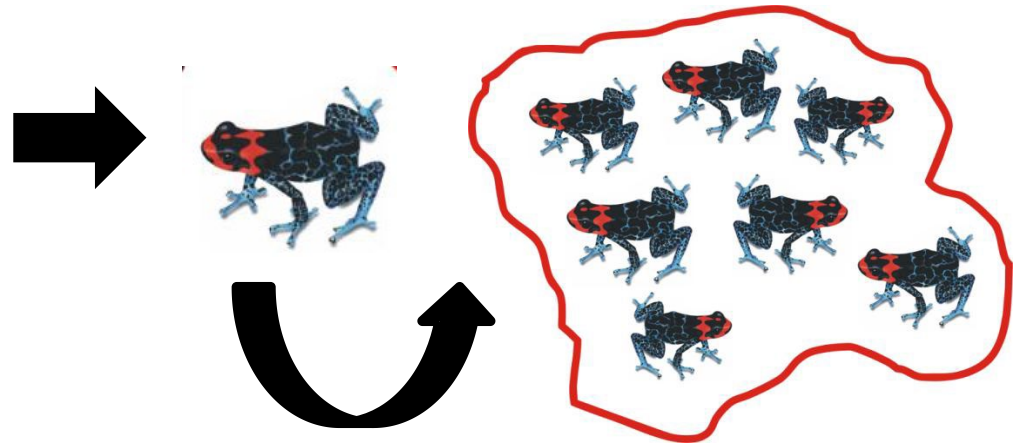


Se genera **competencia**
intraespecífica



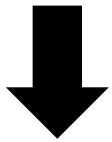
Algunos individuos serán privados
de los recursos disponibles

Competencia intraespecífica
tiene efectos sobre:



¿Qué es la competencia intraespecífica?

- **Interacción** entre individuos que componen una población
 - Debido al **requerimiento compartido** de un recurso, produciendo efectos negativos sobre los individuos competidores

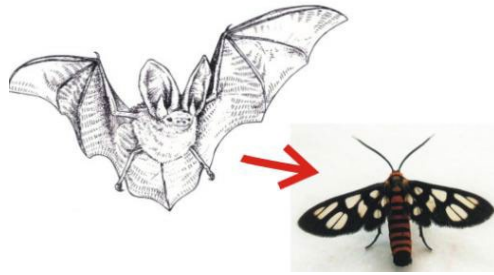


Reducción en
las tasas de...

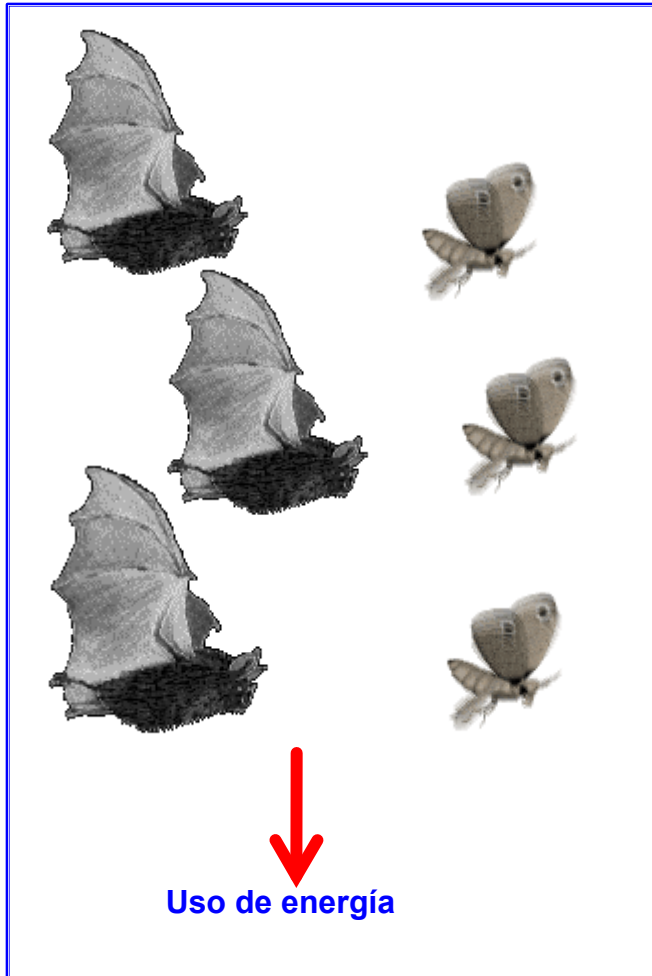
- Supervivencia
- Crecimiento
- Reproducción

Afectan $\pm$ en conjunto a la población

Un caso...



Cada individuo consigue energía y materia para crecimiento y reproducción



Uso de energía



?

Vacio: presa ya consumida

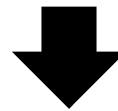


Debe moverse a buscar el alimento
(implica gasto de energía adicional)

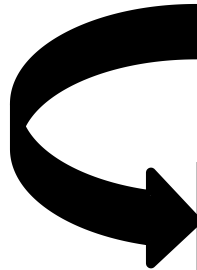
Mayor frecuencia a medida que aumenta
la cantidad de individuos en la población

Resultado del aumento de individuos en la población utilizando el mismo recurso...

- Cada individuo gastará mas energía en:
 - Buscar alimento (sin que aumente la tasa de ingestión de energía)
- **CONSECUENCIAS:**
 - Reducción de oportunidades de sobrevivir
 - Menos energía para crecimiento y reproducción



Aspectos importantes para la contribución de pro genie a la siguiente generación



- Se afecta la contribución por individuo
- Se afecta el crecimiento y mantenimiento de la población

Formas de competencia

La competencia entre individuos sucede en dos formas generales

1. Explotación de recursos (indirecta)
2. Interferencia o disputa de recursos

1. Explotación de recursos

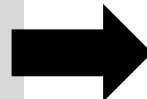
- No hay interacción directa de los individuos competidores
- Respuesta individual a la **disponibilidad** (niveles) presente del recurso



Afectada (normalmente reducción) por la actividad de otros individuos (ejemplo anterior de los murciélagos)



Cada individuo es afectado por la cantidad disponible del recurso, luego que este ha sido explotado por otros individuos



Solo ocurre si el recurso es limitante (disponibilidad limitada)

Intraspecific Exploitation Competition as Cause for Density Dependent Breeding Success in the White Stork

DAMIJAN DENAC



Efecto de la densidad poblacional (cantidad de vecinos de una pareja reproductiva en un radio de 1.5 km) en colonias reproductivas de *Ciconia ciconia* (cigüeñas) sobre cantidad de volantones producidos

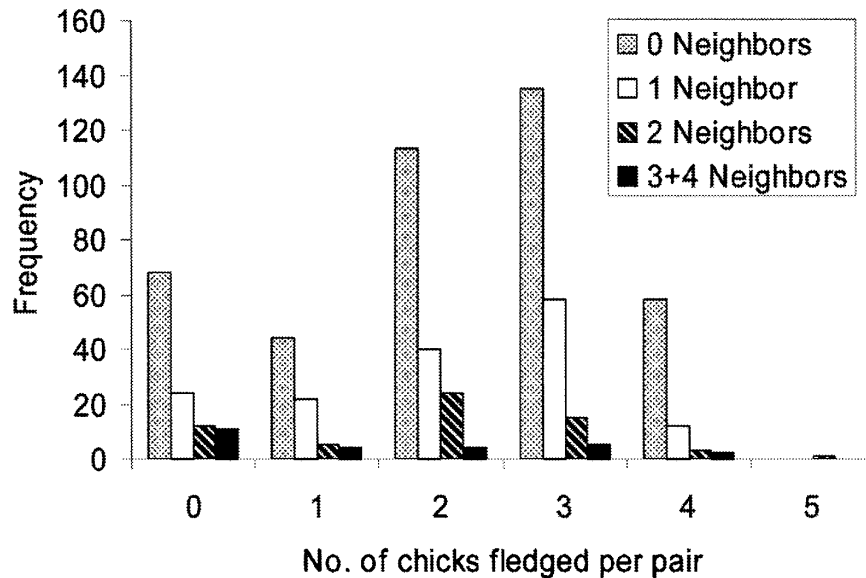


Figure 1. Decrease in number of White Stork fledged young with increasing organism-weighted densities.

Table 2. Number of breeding White Stork pairs at different organism-weighted densities in the study area between 1999 and 2004.

No. of neighbors	No. of breeding pairs
0	418
1	156
2	60
3	9
4	17
Colony	37
Total	697

Intensidad de la competencia

- **Explotación:** ligada al nivel disponible del recurso y al nivel requerido por el individuo

Denac, D. 2006. Intraspecific exploitation competition as cause for density dependent breeding success in the white stork. *Waterbirds* 29: 391-394

2. Interferencia o disputa de recursos

- Hay interacción directa de los individuos competidores
- Resultado de esta disputa **no afecta** otros individuos no implicados en la disputa

- Competencia por territorios es un caso
- Animales o plantas que son sésiles (ocupan un espacio, que es un recurso limitado)
 - Otros recursos (e.g., alimento puede ser ilimitado)
- Inhibición química (típico en plantas: **alelopatía**)



Percebes (Arthropoda: Crustacea: Cirripedia) sésiles sobre una roca en una playa rocosa

Qué tipos de recursos están implicados en la interferencia?

- Recursos de valor real (espacio; alimento)
- Recursos sustituto (e.g., territorio) que dan acceso a recursos de valor real (e.g., hembras; alimento)

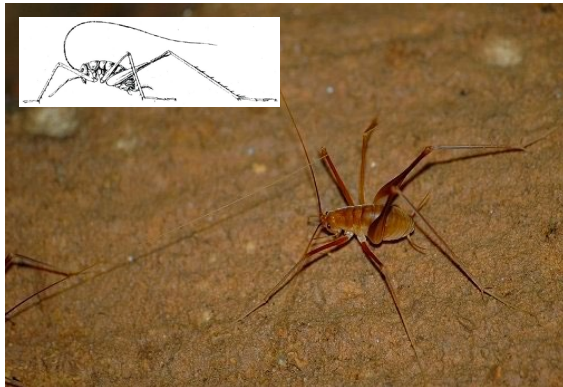
Intensidad de la competencia

- **Interferencia:** intensidad independiente del nivel disponible del recurso

En muchos casos, la competencia incluye ambos elementos:
explotación e interferencia

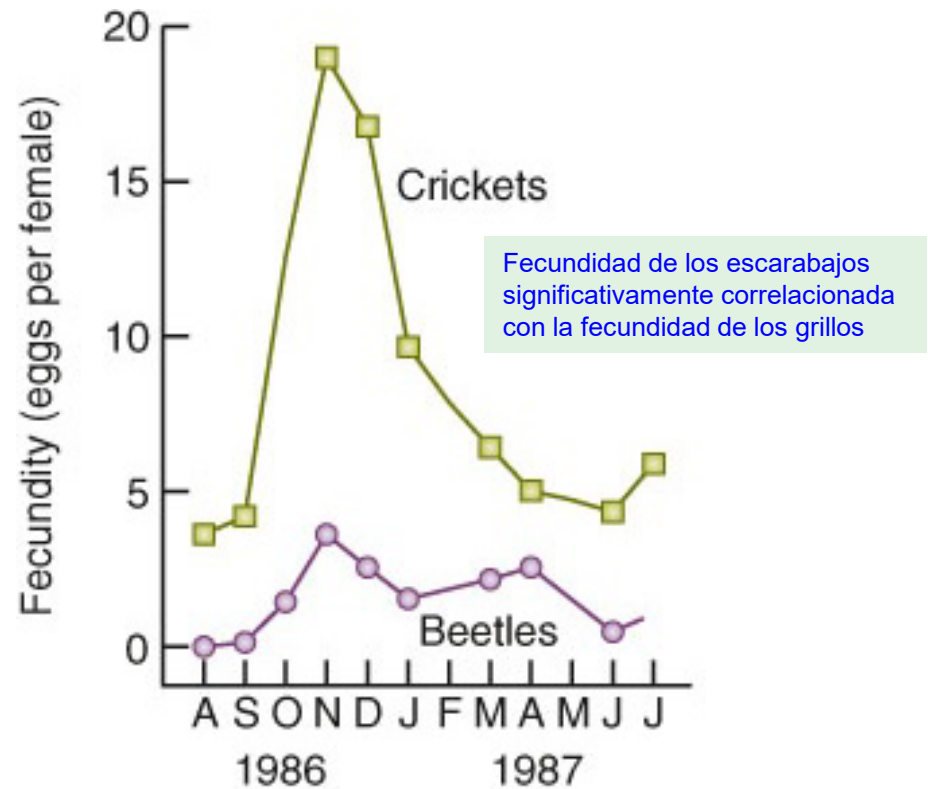
Neapheanops tellkampfi (Coleoptera: Carabidae)

Efectos densodependientes sobre explotación e interferencia (Griffith & Poulson 1993)



Hadenoechus subterraneus
(Orthoptera: Raphidophoridae)

Explotación afectando indirectamente
fecundidad



Efectos de la densidad sobre la frecuencia (%) de persecución y de peleas entre los escarabajos dependiendo de la densidad de individuos

TABLE 4. Frequency and intensity of agonistic interactions between beetles are highest at times of year with highest beetle densities and lowest numbers of crickets. Data for 1991–1992.

Densities	Agonistic interactions* during					
	Intensive searching			Digging holes		
	% chase	% fight	<i>N</i>	% chase	% fight	<i>N</i>
I. High beetle: 5.9 inds./m ² Low cricket: 6 inds./m ²	3.4	1.1	89	15.4	46.2	13
II. Intermediate beetle: 4.5 inds./m ² Intermediate cricket: 181 inds./m ²	3.8	2.8	213	30.8	7.7	13
III. Low beetle: 3.5 inds./m ² High cricket: 226 inds./m ²	2.6	0.0	38	25	0.0	4

* There were never any agonistic interactions between beetles that were walking or searching.



Afecta la cantidad de tiempo invertido en cavar hoyos para buscar los huevos y la profundidad con que se construyen. Esto por supuesto afecta la cantidad de huevos consumidos



TABLE 2. Laboratory data on interference competition in *Neaphaenops*. *N* = 8 for each beetle density.

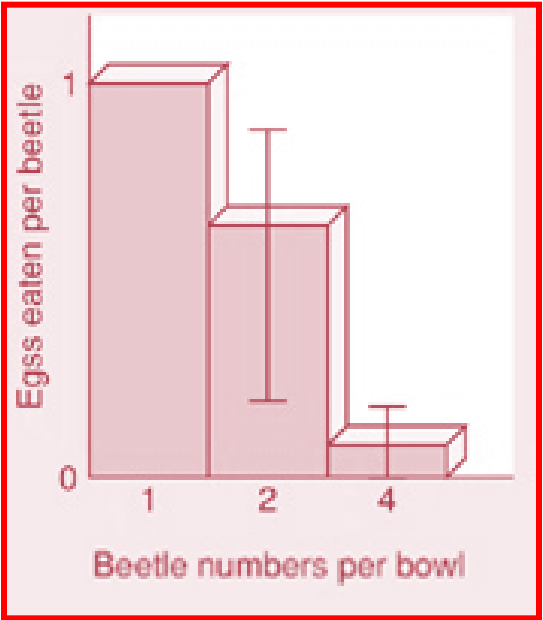
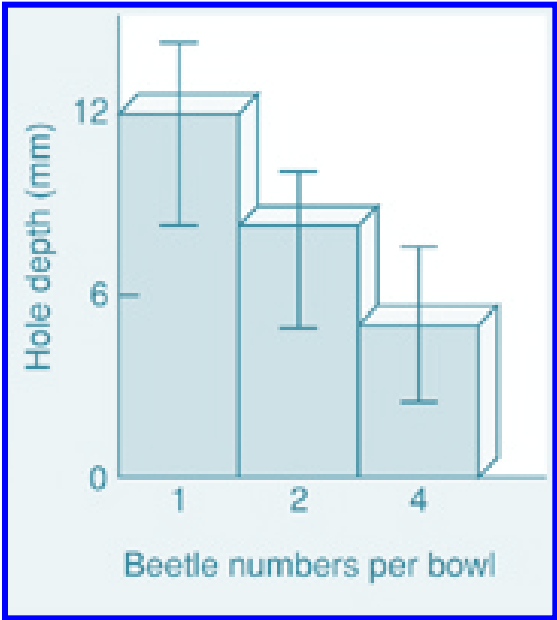
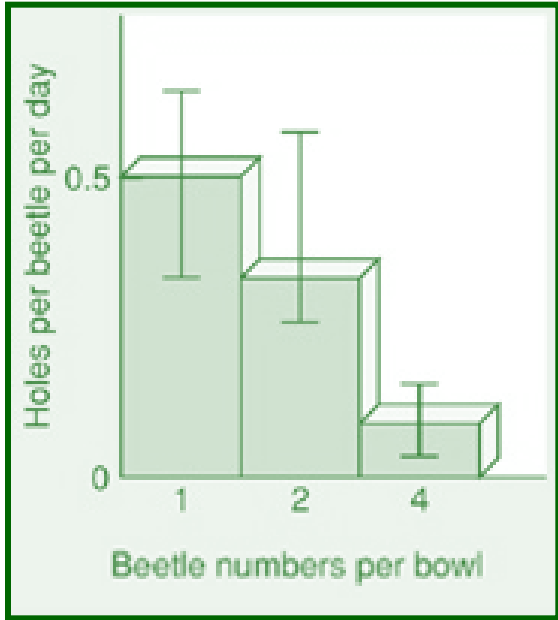
Interferencia afectando:

Responses	Beetle numbers per bowl		
	1	2	4
	Mean	Mean	Mean
→ Eggs eaten per beetle*	1.00	0.69	0.09 ←
→ Hole depths (mm)†	11.9 ^a	8.8 ^b	5.5 ^c ←
→ Holes per beetle per day	0.50	0.38	0.10 ←
Days to find egg	5.6	7.9	10.3
% time not foraging	25	50	62

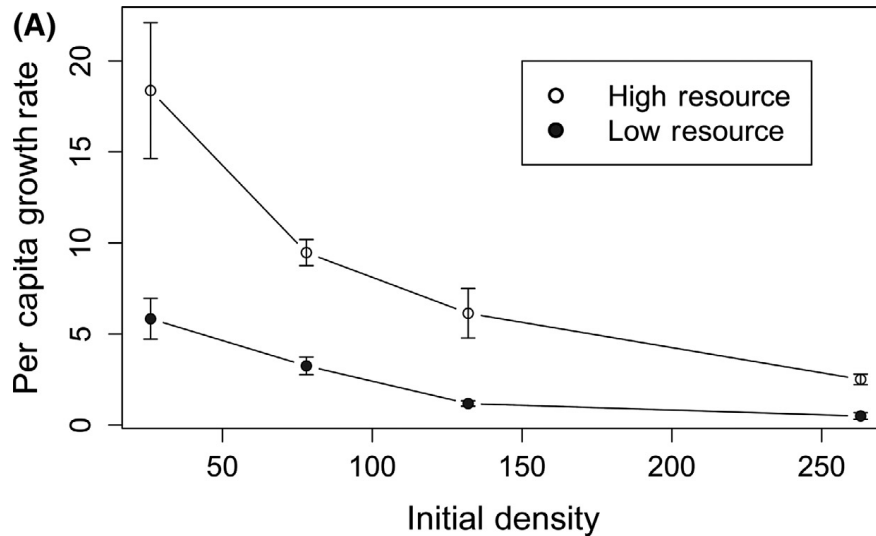
Tasa (# huevos)
de consumo/ind.

Profundidad (mm)
de búsqueda

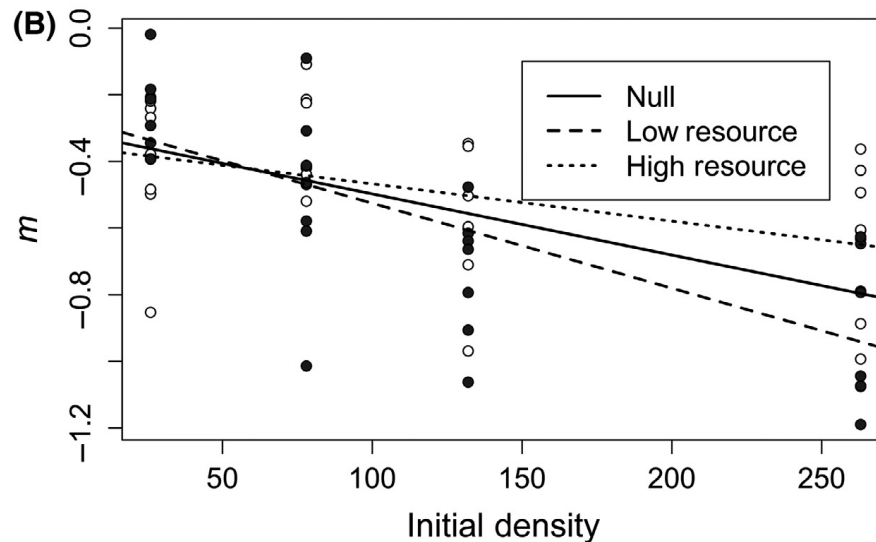
Tasa de forrajeo
(hoyos/ind./día)



En otros casos, el **tipo de competencia cambia (explotación → interferencia)** por efecto del aumento de la densidad poblacional



Protozooario *Colpidium*



m = parámetro de interferencia mutua en respuesta a la densidad inicial (**valores más negativos: mayor competencia por interferencia**)

Abundancia

Considerada desde
dos perspectivas:

Abundancia total: tamaño de la población medido como el número de **organismos**, **genets** (*individuo que se desarrolla a partir de un cigoto, siendo entonces un producto de la reproducción sexual*), **ramets** (*individuos que se desarrollan a partir de un genet o de otro ramet y es producto de la reproducción asexual*), o **biomasa**

Espacialmente: el patrón espacial de distribución de los individuos es también importante porque puede afectar el significado de abundancia poblacional



DENSIDAD POBLACIONAL

Paréntesis...

Tamaño poblacional

Contar todos y cada uno de los individuos de una población no es fácil (raramente posible)



Importancia del uso de muestras: para predecir el tamaño de una población

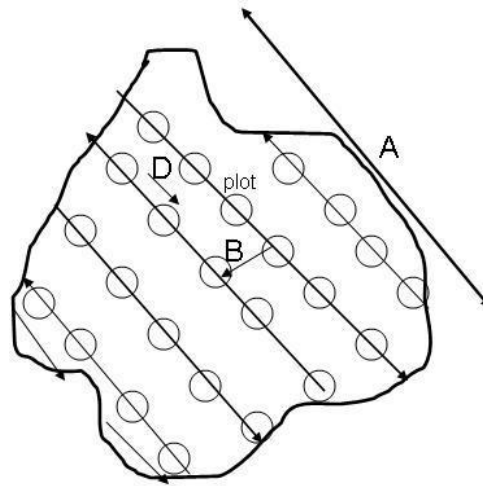
Uso de reglas estadísticas y modelos para hacer las predicciones acerca del tamaño total de la población

El método para evaluar el tamaño de la población depende del tipo de organismo que se está estudiando

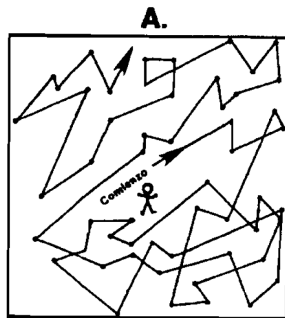
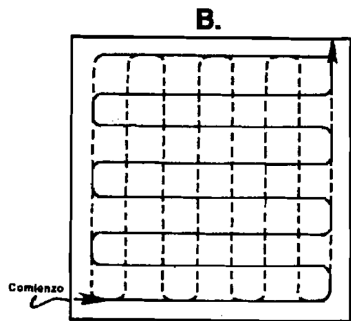
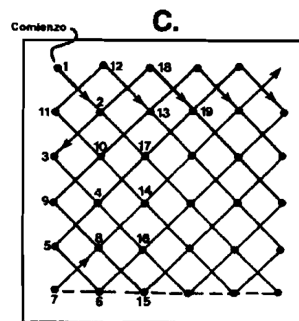
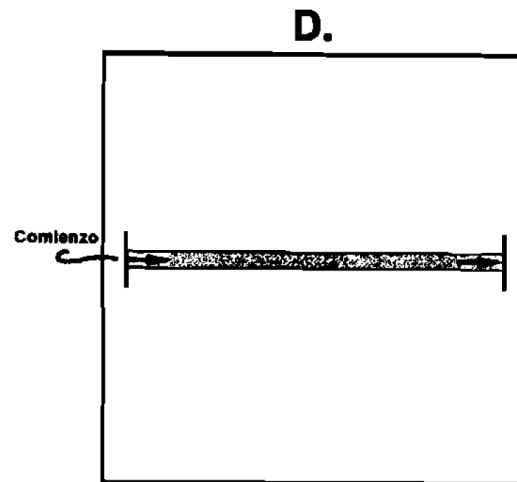
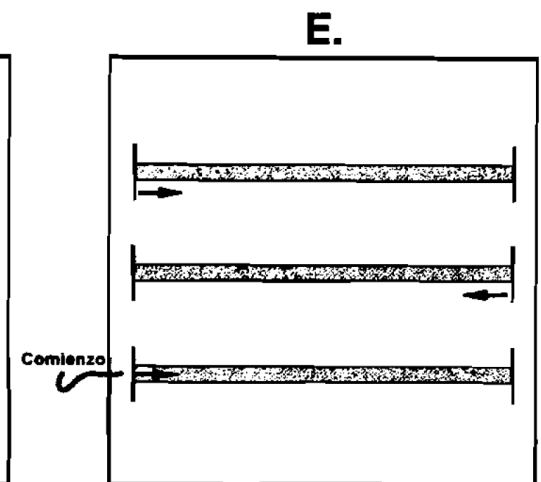
- **Sésiles (sedentarios)**
- **Poco movibles**

Móviles

- Sésiles (sedentarios)
- Poco móviles



Móviles



Móviles

Métodos estadísticos: estimación del tamaño de la población a partir de muestras

Índice de Lincoln-Petersen. Como presunción: proporción de individuos marcados en una muestra debería la misma a la proporción de individuos marcados en el total de la población

Por **intuición**. Un recipiente contiene 30% de canicas amarillas y 70% canicas rojas. Luego de mezclarlas uniformemente, se extraen 200 canicas. **Cuántas serán amarillas?**



Asumiendo que la proporción en la **muestra** (200 canicas) de canicas marcadas (**canicas amarillas**) es igual a la proporción de canicas marcadas en la **población** (**canicas en el recipiente**)



Entonces... 30% de las 200 canicas en la muestra deben ser amarillas = 60 canicas amarillas

Índice de Lincoln-Petersen. Interpretación diferente

Se marcan 50 individuos, se retornan a la población y se mezclan entre el resto de individuos uniformemente. Para predecir el tamaño de la población, se captura una **muestra** de 300 individuos y 2 de ellos están marcados

Asumir: la proporción de individuos marcados en la muestra es $2/300$ debe ser igual a los individuos marcados en la población

Si se marcan 50 individuos, ¿cuál será el tamaño de la población?

$50/\text{tamaño_población}$

Entonces... $2/300 = 50/\text{tamaño_población}$

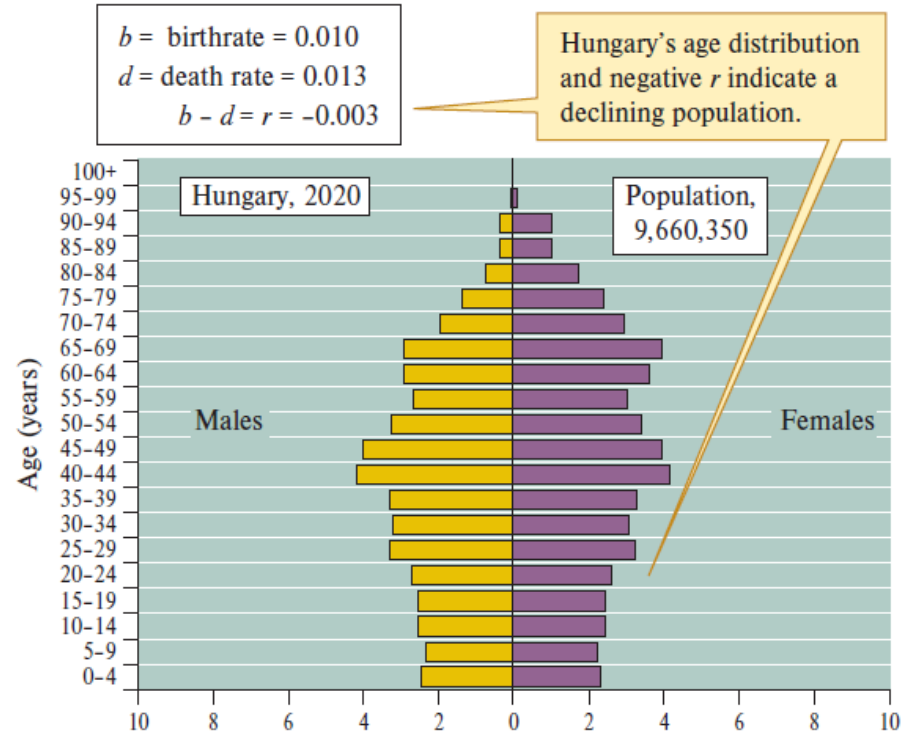
50 es 25 veces mayor que 2. Por lo tanto, el tamaño-población debe ser 25 veces mayor que el tamaño de la muestra $(300) = 7500$ individuos
(predicción $\neq$ tamaño real)

Características de la población respecto a la abundancia

Los individuos, nacen y envejecen hasta su muerte

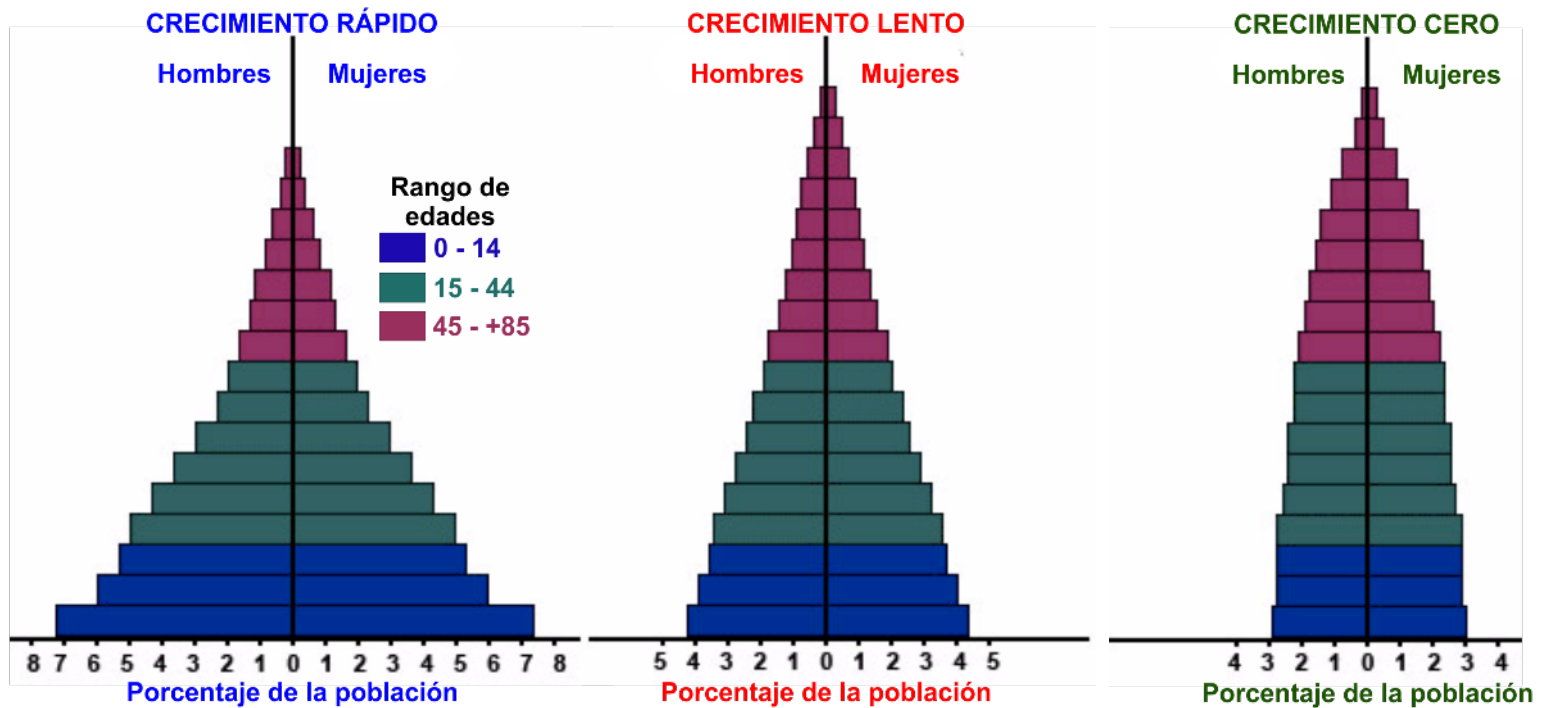
Estructura de edades:

distribución de miembros en la población de acuerdo a su edad

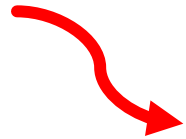


Proporción de individuos del total de la población en cada una de las clases de edad (**edad es una variable continua que se puede dividir en clases de igual longitud**)

***Cuando la edad no se establece numéricamente:** clases distribuidas en etapas diferenciadas discretamente (huevo, larva, pupa, adulto)

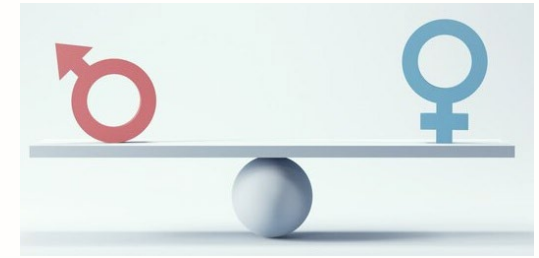


Con base en la estructura de edades se pueden hacer diferentes **predicciones** sobre el destino (viabilidad) de la población



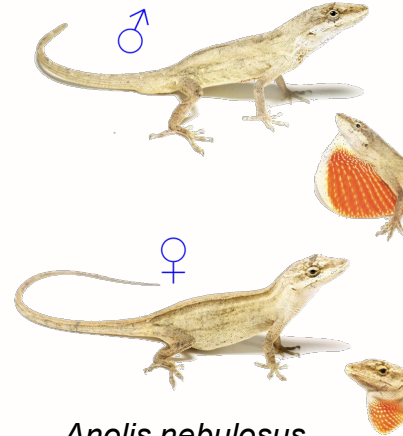
Población con **individuos demasiado viejos como para reproducirse** es propensa a extinguirse a menos que individuos jóvenes sean agregados a la población vía **inmigración**

Proporciones sexuales (sex ratio): Proporción de individuos de un sexo respecto al otro en una población



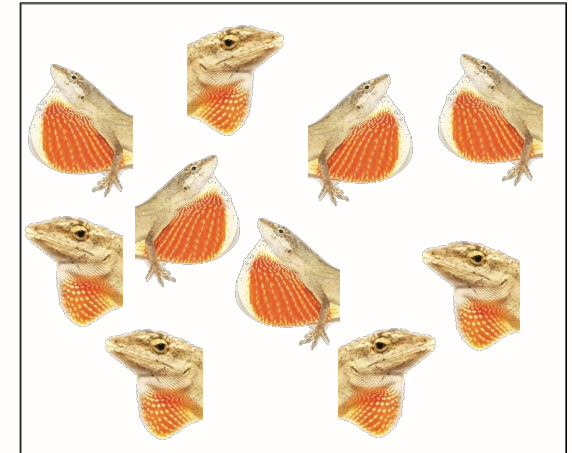
Bolitoglossa altamazonica

Proporción de sexos con sesgo hacia hembras (1:2)



Anolis nebulosus

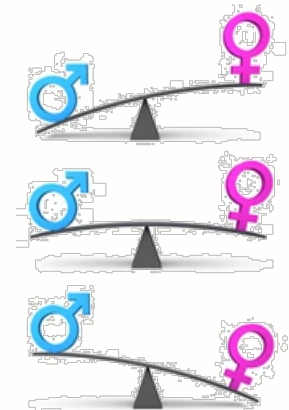
Proporción de sexos no sesgada (1:1)



Gutiérrez-Lamus *et al.* 2011. Population estimators and adult sex ratio for a population of *Bolitoglossa altamazonica* (Caudata: Plethodontidae). Basic Appl. Herpetol. 25: 43-54.

Woolrich-Piña *et al.* 2015. Observations on sexual dimorphism, sex ratio, and reproduction of *Anolis nebulosus* (Squamata: Dactyloidae) from Nayarit, Mexico. Phyllomedusa 14: 67-71

Variación en las proporciones sexuales tiene consecuencias



Hembras: únicas que pueden producir una nueva prole



Cantidad de hembras en la población **limitan** la tasa de crecimiento de la población (**aunque el pool genético de cada generación provenga del 50% ♀ / 50% ♂**)

Crecimiento potencial de una población (2 casos)

Población de **50 ♀♀ / 50 ♂♂**:
cada ♂ macho fertiliza una ♀

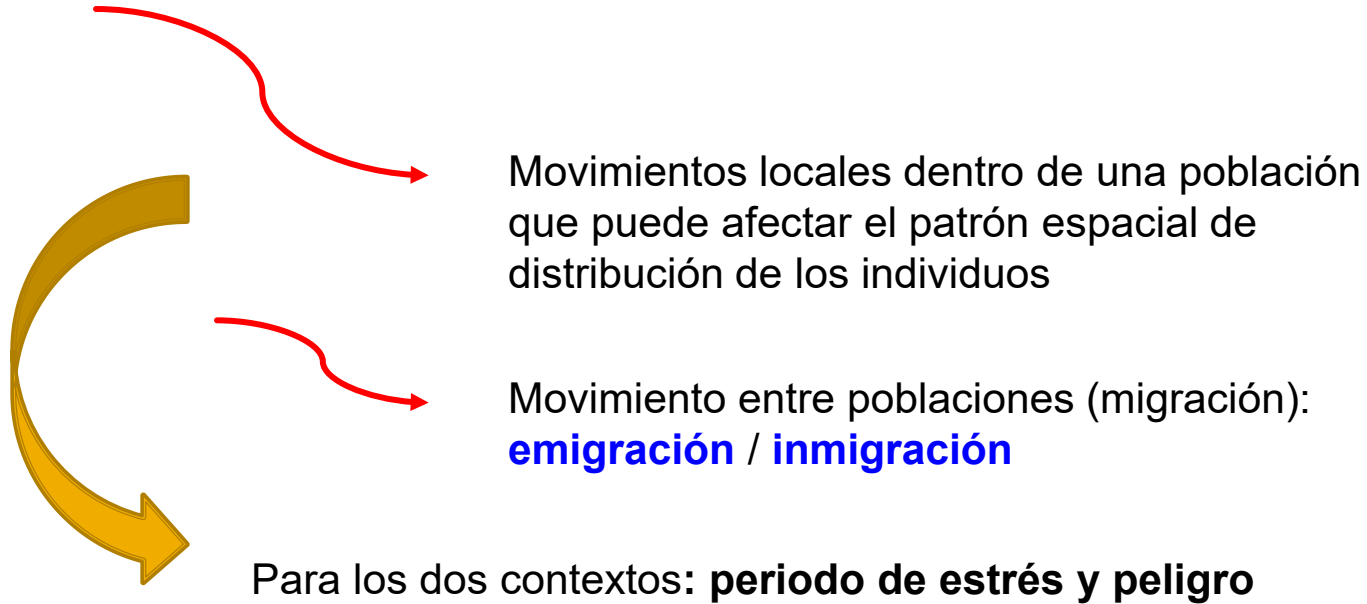
Población de **90 ♀♀ / 10 ♂♂**: si los
10 ♂♂ fertilizan todos los huevos
producidos por la 90 ♀♀, podría
producir más prole



En términos de variabilidad genética:
en cada población no hay variabilidad
genética porque hay **50% genes ♀** y
50% genes ♂



Dispersión: movimiento de los organismos

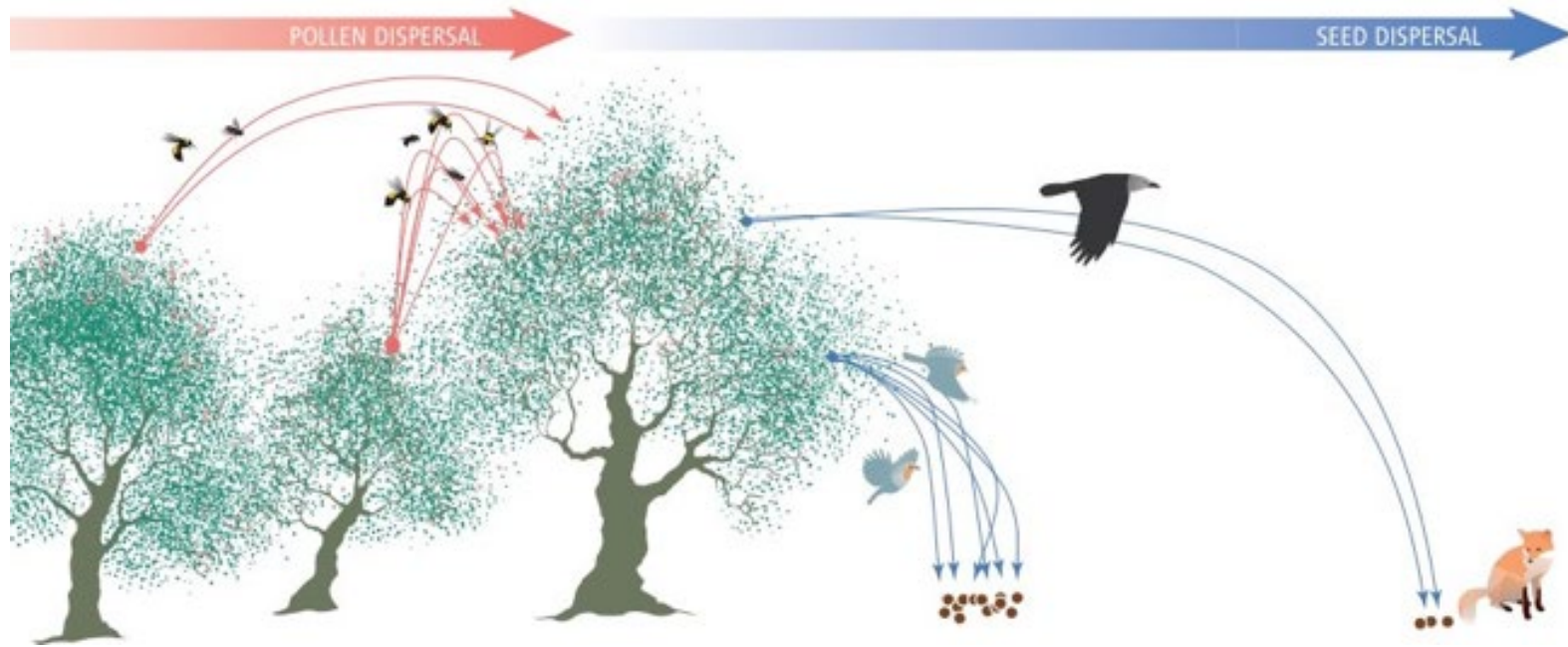


Paradoja: si dispersarse es un momento de peligro, porque se hace como parte de su historia de vida?



En caso de eventos predecibles o cíclicos (e.g. estaciones; movimientos dependientes de la edad/estado fisiológico): **ajustes evolutivos**

Dispersión cíclica

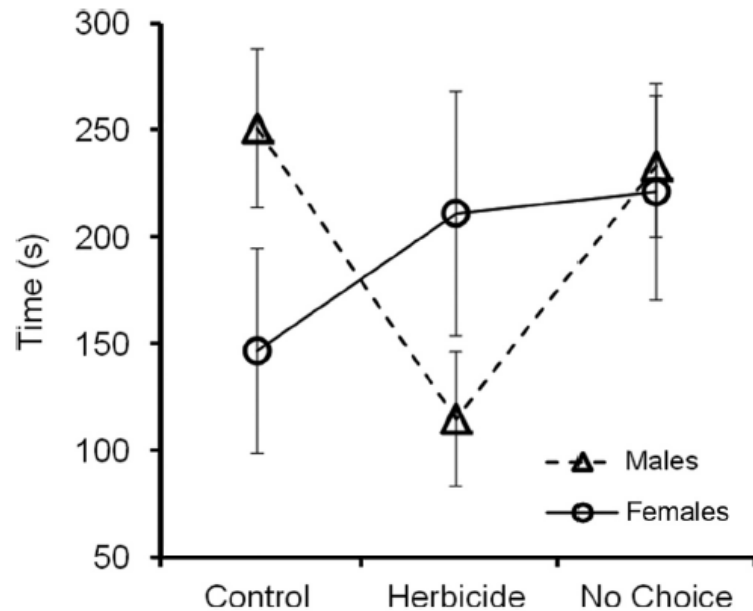


Eventos impredecibles/estocásticos: dispersión como mecanismo de protección individual o de su progenie

Behavioral responses of the Strawberry Poison Frog (*Oophaga pumilio*) to herbicide olfactory cues: possible implications for habitat selection and movement in altered landscapes

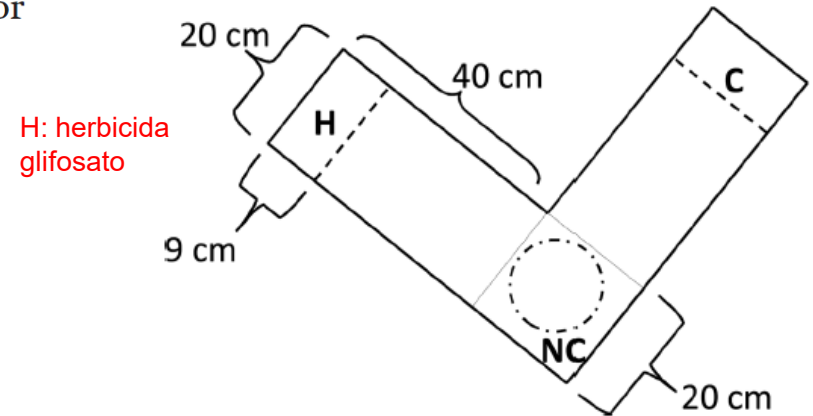
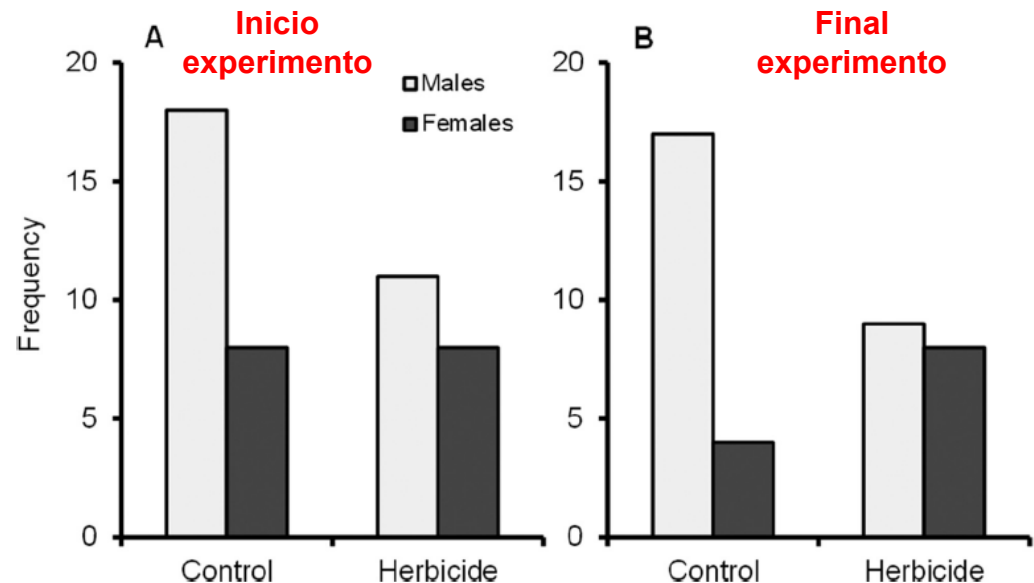
N.F. Farabaugh and A.J. Nowakowski

Can. J. Zool. 92: 979–984 (2014)

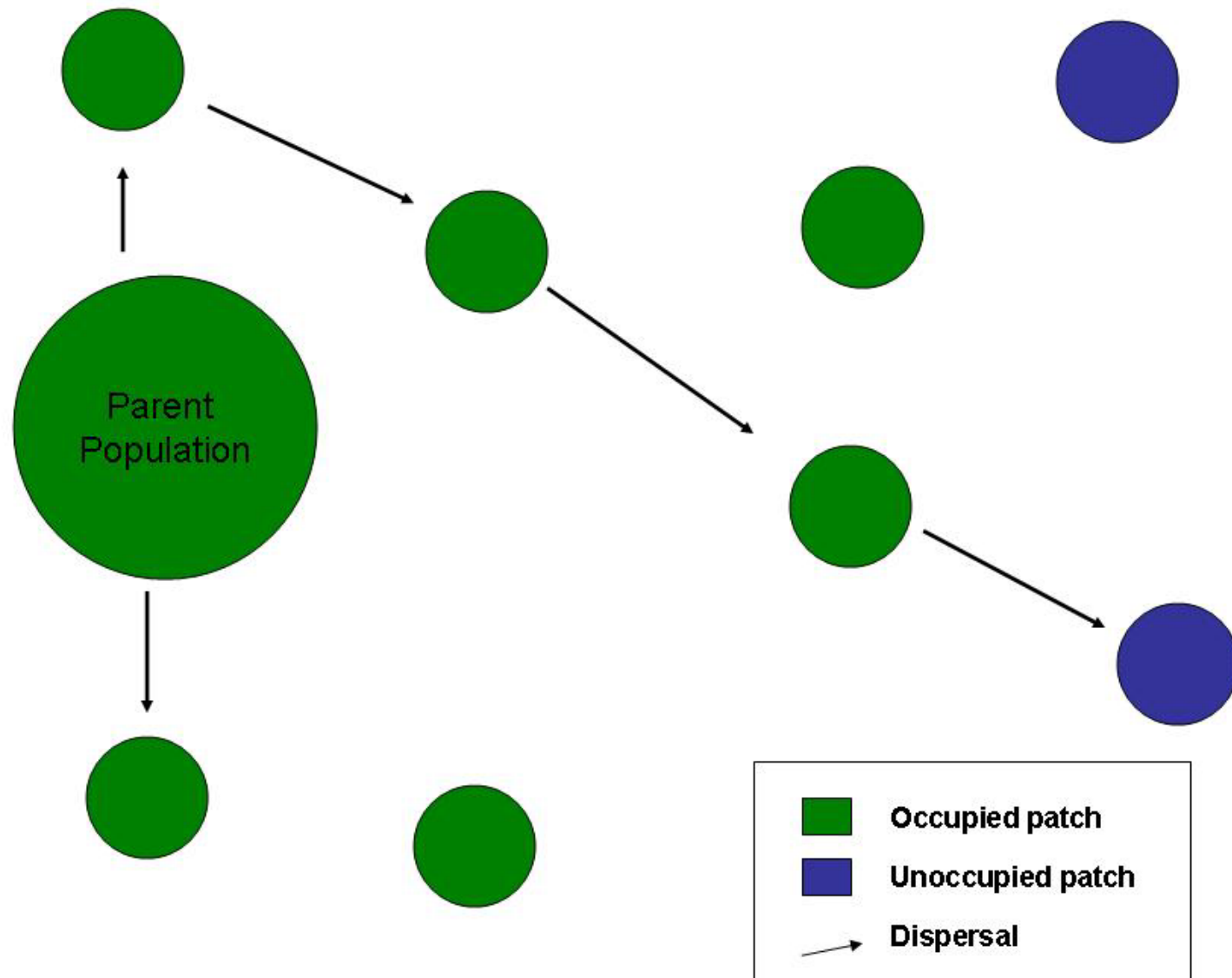


Machos pasan menos tiempo en el área con herbicida

Fig. 1. Representation of an experimental arena. Broken lines at the end of the legs represent partition between the frog arena and the chamber for scent cues. Circle represents the release enclosure. C, control; H, herbicide; NC, no choice.



Metapoblaciones: dispersión y subpoblaciones



Conceptos de metapoblaciones

Metapoblación

- Grupo de poblaciones locales ocupando varios parches de hábitats y conectados entre por movimientos (dispersión) de individuos entre ellos (Ricklefs & Miller 2000).
- Poblaciones subdivididas con intercambio demográficamente significativa entre ellas (Gutierrez & Harrison 1996).
- Una “población de poblaciones”

Población local

- Individuos de una especie que viven en un parche de hábitat.
 - ✓ **Sinónimos:** subpoblación; población (Ricklefs & Miller 2000).

Parche de hábitat

- Áreas de hábitat que posee los recursos y condiciones para que una población persista (Ricklefs & Miller 2000).

Evento de recambio

- Cuando un parche de hábitat queda desocupado debido a la extinción y luego es recolonizado por individuos de otras poblaciones locales (Ricklefs & Miller 2000).

Tiempo de persistencia de la metapoblación

- Tiempo que todas las poblaciones persisten dentro de una metapoblación hasta que todas se extinguen (Ricklefs & Miller 2000).

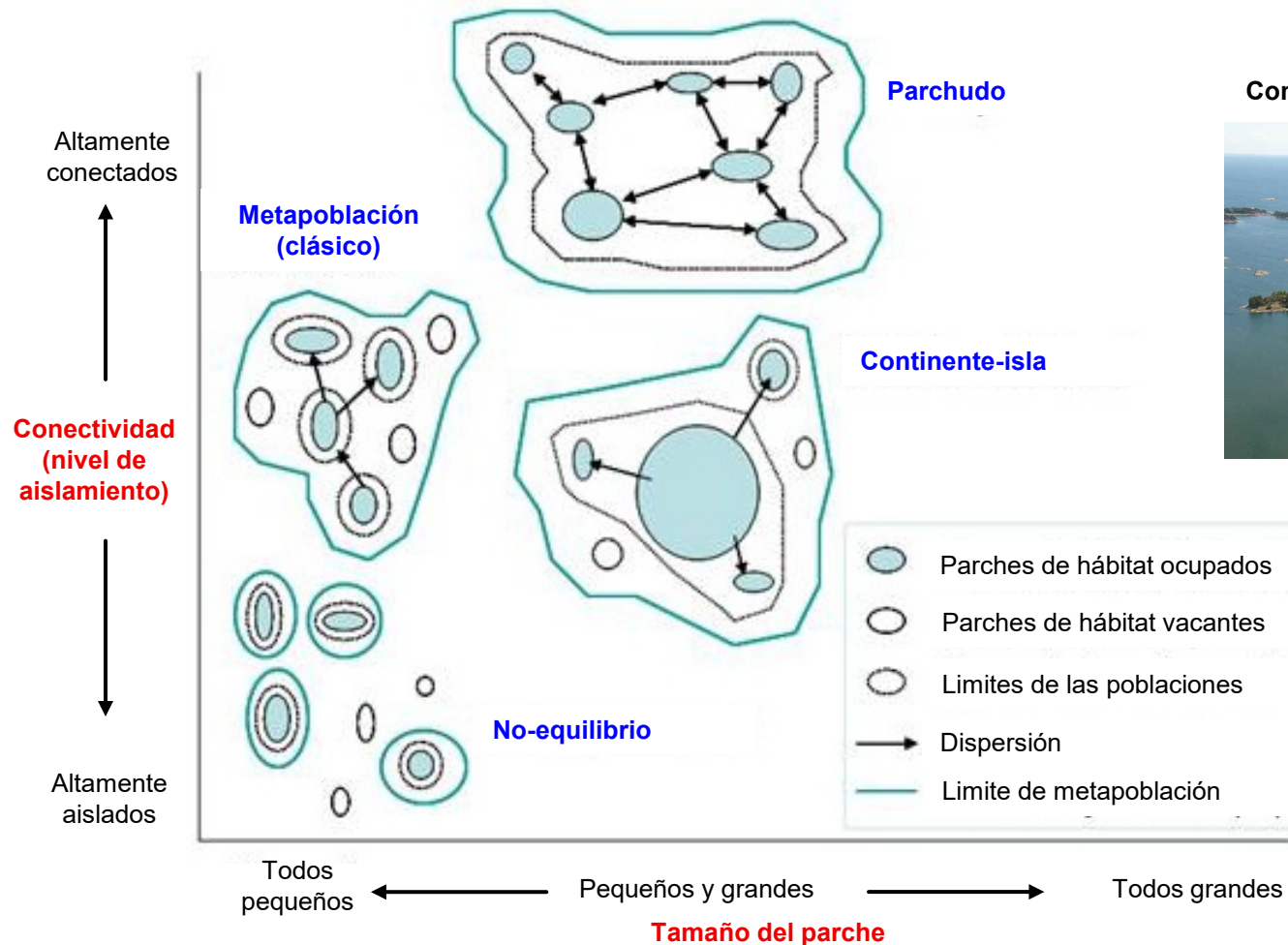
Estructura de la metapoblación

- Describe las características específicas de las metapoblaciones naturales que se incluyen explícitamente en un modelo de metapoblación (Ricklefs & Miller 2000).
 - ✓ El resultado previsto es hacer que el modelo sea más realista.
 - ✓ Por ejemplo: la suposición de que todos los parches están igualmente aislados podría hacerse más realista al especificar diferentes tasas de migración entre las poblaciones locales.
 - ✓ Los tipos de modificaciones al modelo de metapoblación hacen que el concepto sea más útil.

Efecto de rescate

- La migración entre poblaciones locales previene las extinciones locales (Gutierrez & Harrison 1996).

Metapoblaciones: tipos de estructura



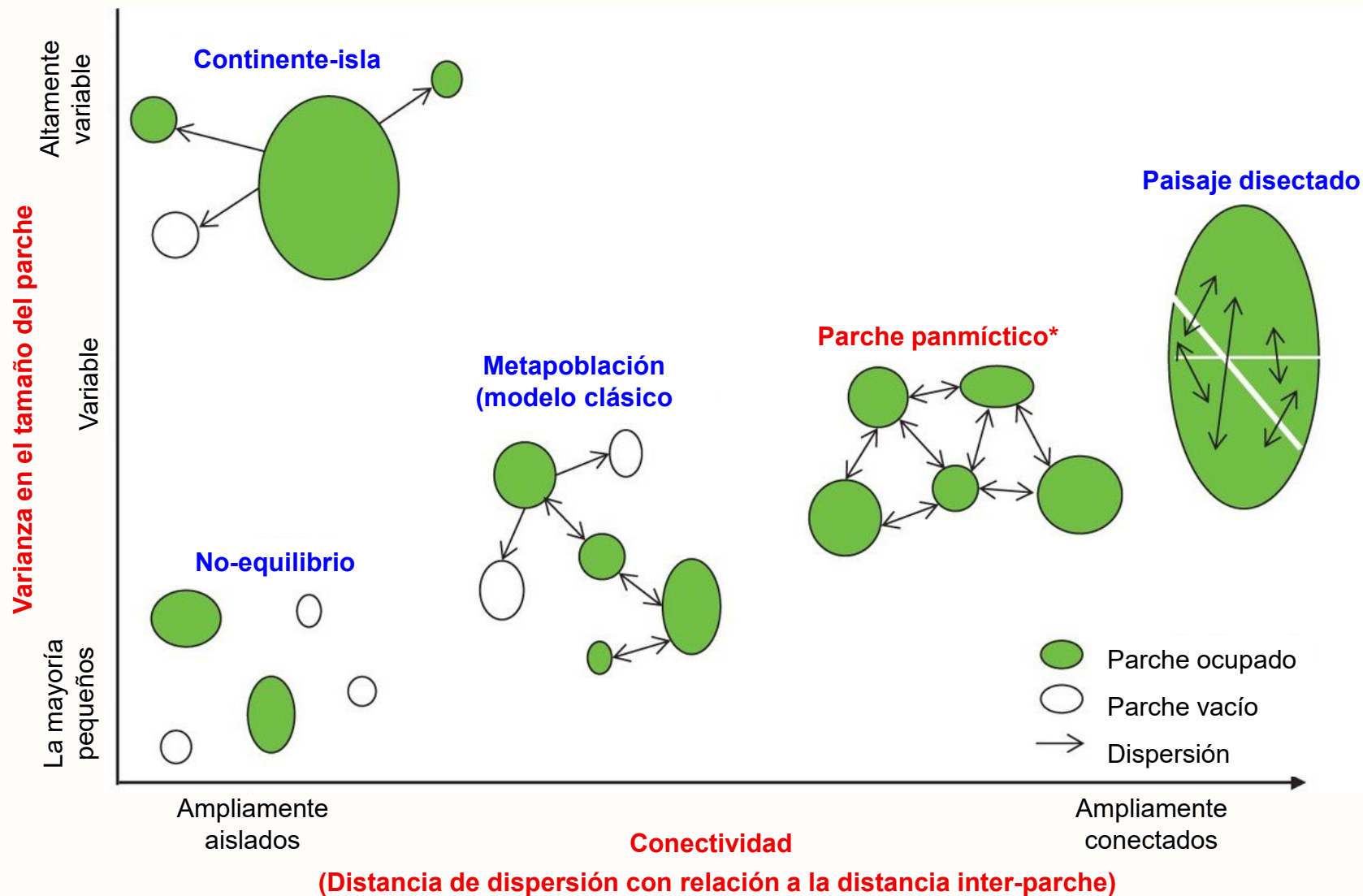
Continente-isla



Stith *et al.* 1996. Classification and conservation of metapopulations: A case study of the Florida scrub jay. Pages 187-215 in D. R. McCullough, editor. Metapopulations and wildlife conservation. Island Press, Washington, D.C., USA

(Based on Harrison and Taylor 1997; Stith *et al.* 1996)

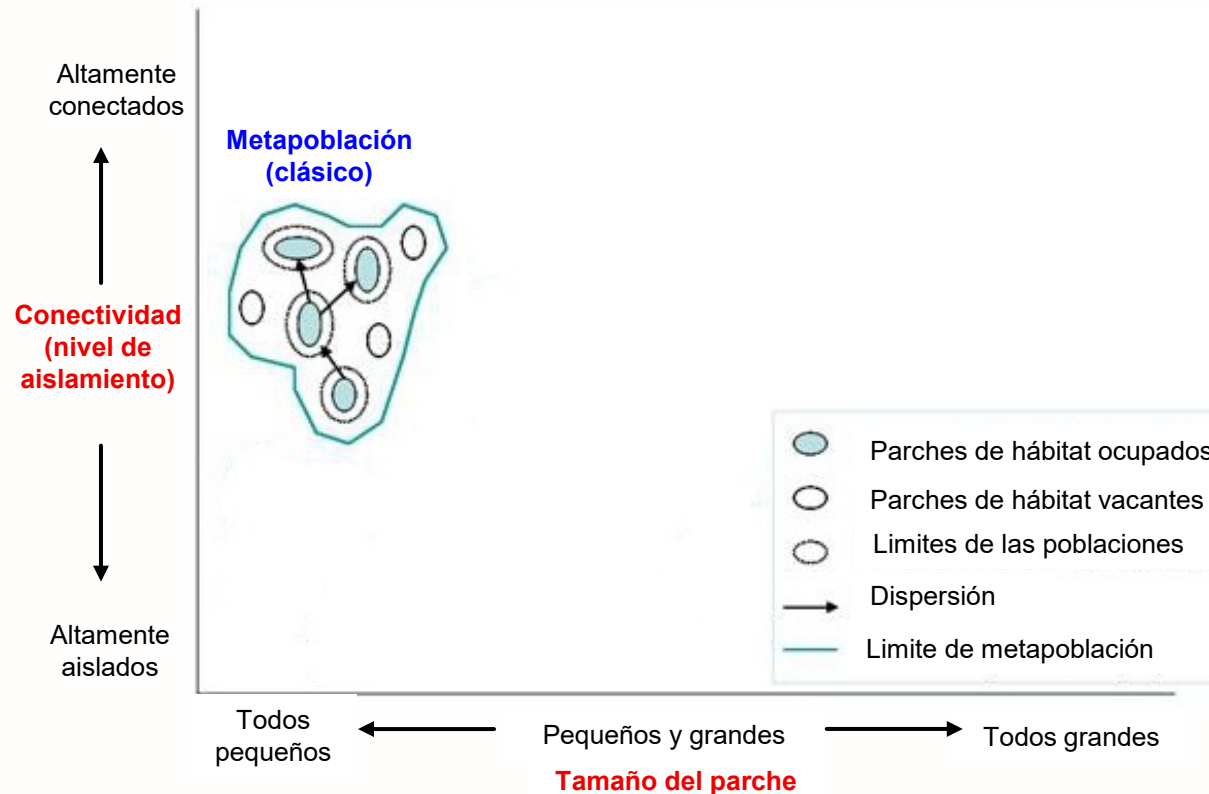
Harrison, S. & Taylor, A.D. 1997. Empirical evidence for metapopulation dynamics. Pages 27-42 in I. A. Hanski & M. E. Gilpin, editors. Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution. Academic Press, San Diego, California, USA.



***Parche panmíctico:** área geográfica donde las poblaciones de una especie se cruzan libremente, lo que resulta en un flujo génico completo y una mezcla genética entre individuos

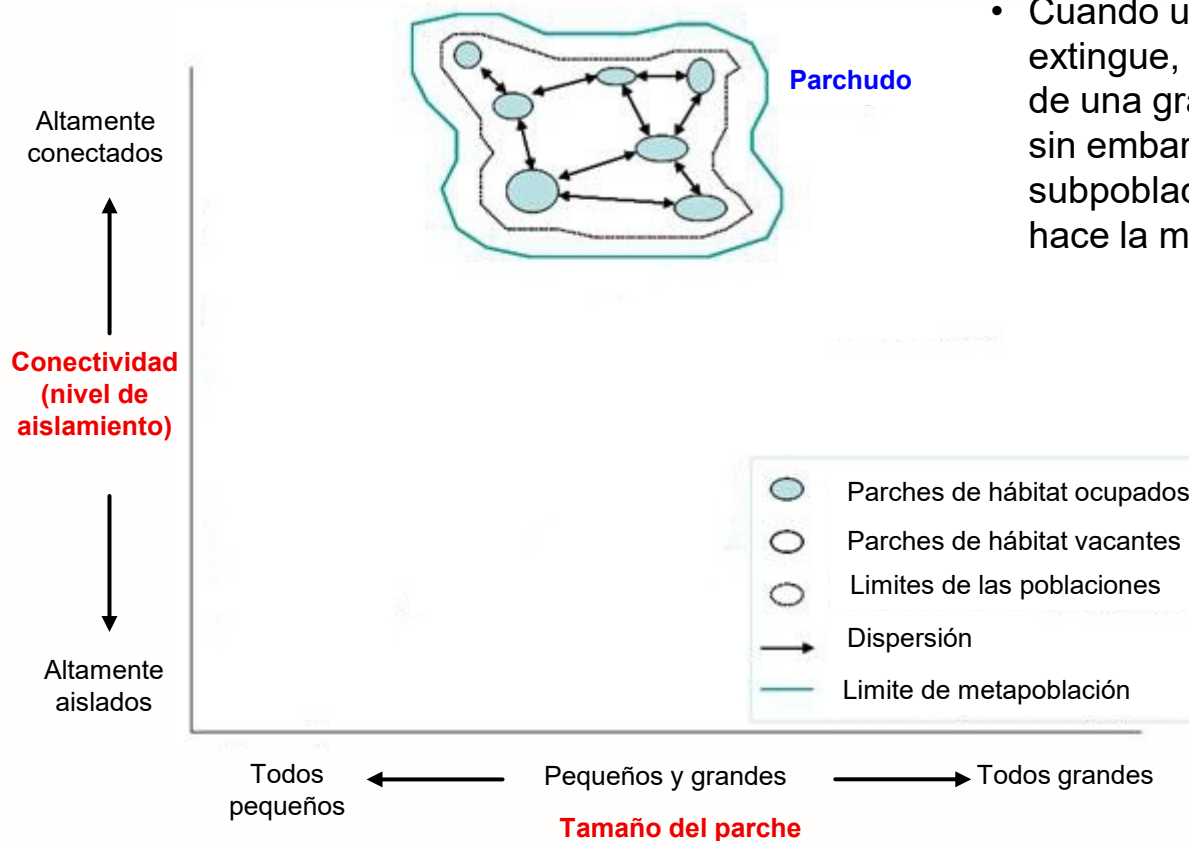
Modelo de metapoblación clásico (modelo de metapoblación de Levins)

- La persistencia requiere una tasa adecuada de migración entre parches (Harrison & Taylor 1997)
- Las subpoblaciones pequeñas dentro de una metapoblación son propensas a la extinción, pero están lo suficientemente cerca de las poblaciones vecinas como para que se produzca la recolonización (Stith *et al.* 1996).
- Hay parches ocupados y desocupados dentro de este modelo de metapoblación.



Modelo metapoblación irregular o en parches

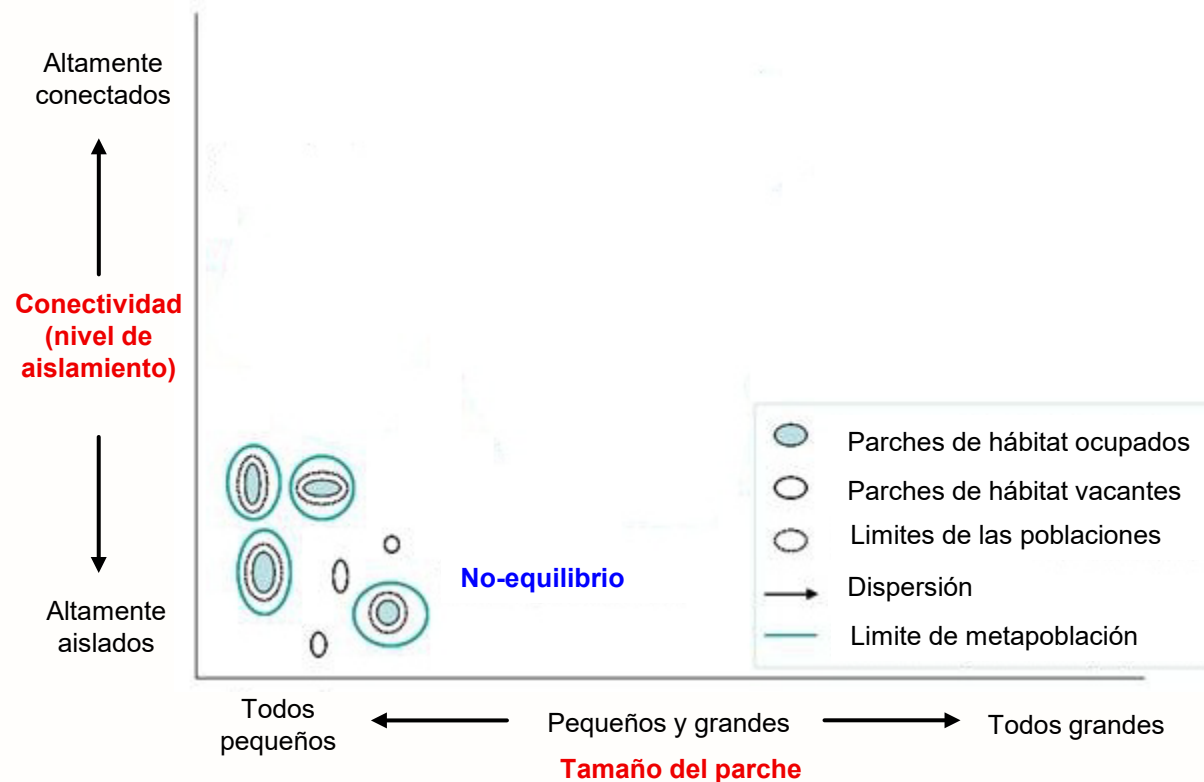
- Todas las subpoblaciones están lo suficientemente cerca como para funcionar como una sola subpoblación. Esto significa que hay suficientes individuos migrando entre subpoblaciones como para que estas no corran riesgo de extinguirse. Por lo tanto, la subpoblación única actúa como metapoblación (Stith *et al.* 1996).
- Las subpoblaciones no son independientes y sus datos demográficos están estrechamente vinculados.



- Cuando una subpoblación se extingue, no se nota porque es parte de una gran metapoblación continua; sin embargo, si la única gran subpoblación se extingue, también lo hace la metapoblación.

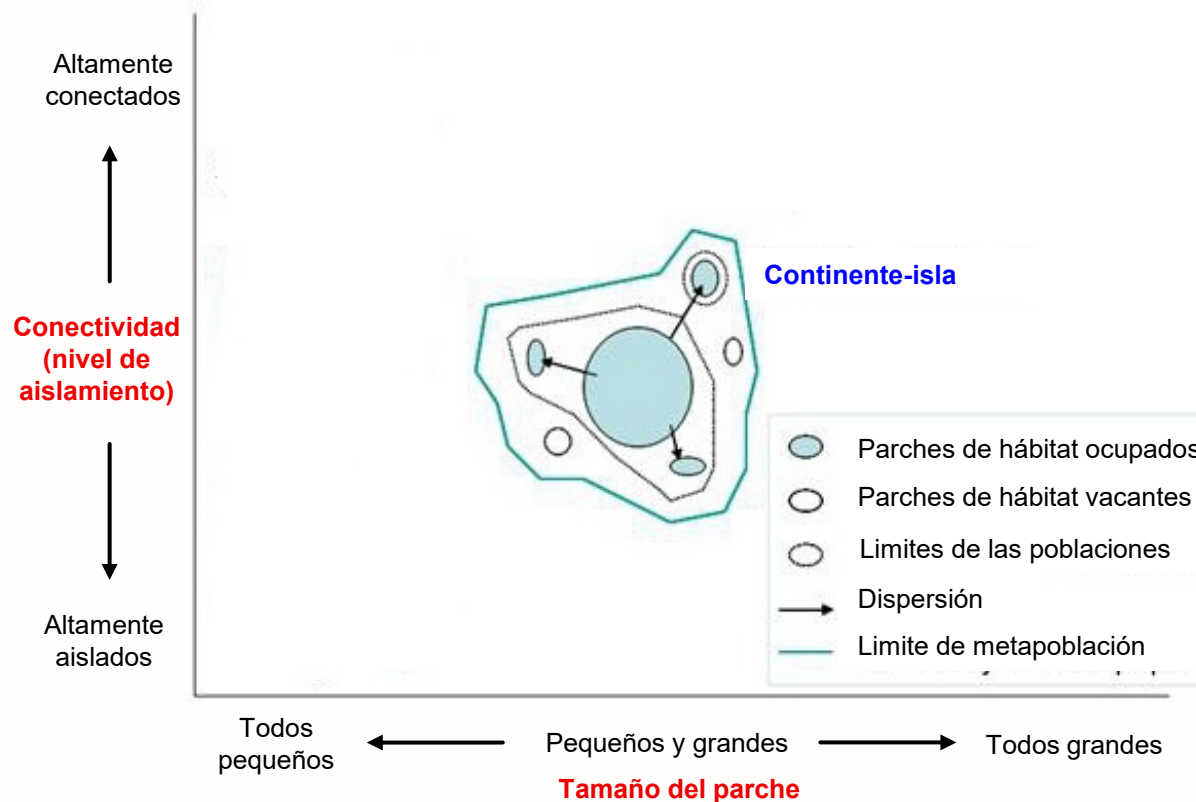
Modelo de metapoblación en desequilibrio

- Cada subpoblación actúa como una metapoblación independiente (Stith *et al.* 1996). Cada metapoblación es propensa a la extinción debido a su aislamiento y pequeño tamaño.
- Las subpoblaciones son completamente independientes y sus características demográficas no están vinculadas.
 - Las subpoblaciones están separadas por grandes distancias entre parches, de modo que no se produce migración y, cuando una subpoblación se extingue, no es recolonizada (Stith *et al.* 1996). Cuando ocurre la extinción, la subpoblación y la metapoblación se extinguen.



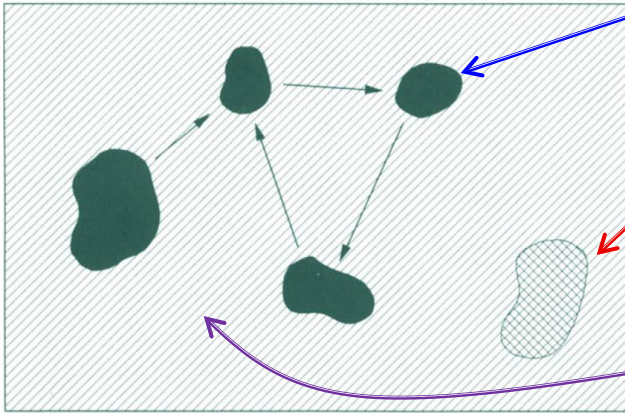
Modelo de metapoblación continente-isla

- Un sistema de parches o subpoblaciones ubicado cerca de un parche o subpoblación continental más grande. Los dispersores del continente pueden alcanzar cada uno de los parches o subpoblaciones pequeños (Ricklefs & Miller, 2000).
- Se asume que la población continental no se extingue (Ricklefs & Miller, 2000).
- Si la población continental no se extingue, tampoco lo hace la metapoblación (Hanski & Simberloff 1997).



Teoría y realidad de las metapoblaciones

En un paisaje

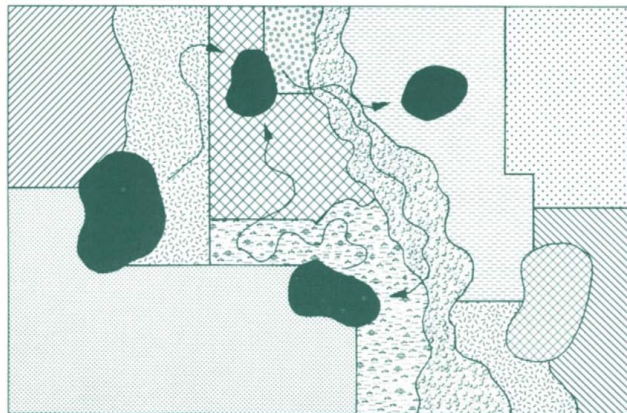


Metapoblaciones en teoría

Parches ocupados (polígonos rellenos) están ligados entre sí por migración intermitente

Parches que pueden ser un hábitat adecuado, pero que en el momento no están ocupados (**vacantes** -polígono sombreado)

La **matriz** sobre la cual están los parches no tiene efecto sobre los movimientos interparches, pero si puede haber efecto de la distancia entre parches y la disposición de ellos en el espacio (paisaje)



Metapoblaciones en realidad

Los parches y su disposición son iguales a la figura anterior

La “**matriz**” es realmente un paisaje con un mosaico de varios parches y corredores

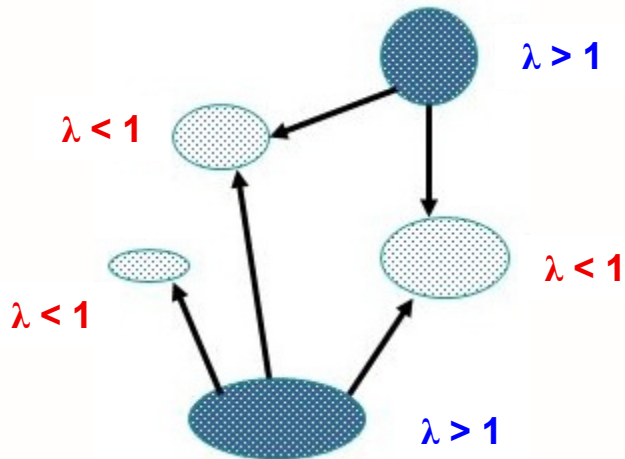
Rutas de movimiento entre parches adecuados, y la probabilidad de que los individuos alcancen esos parches, dependen directamente por la configuración espacial del paisaje

Dinámica fuente-sumidero (*source-sink dynamic*) de poblaciones

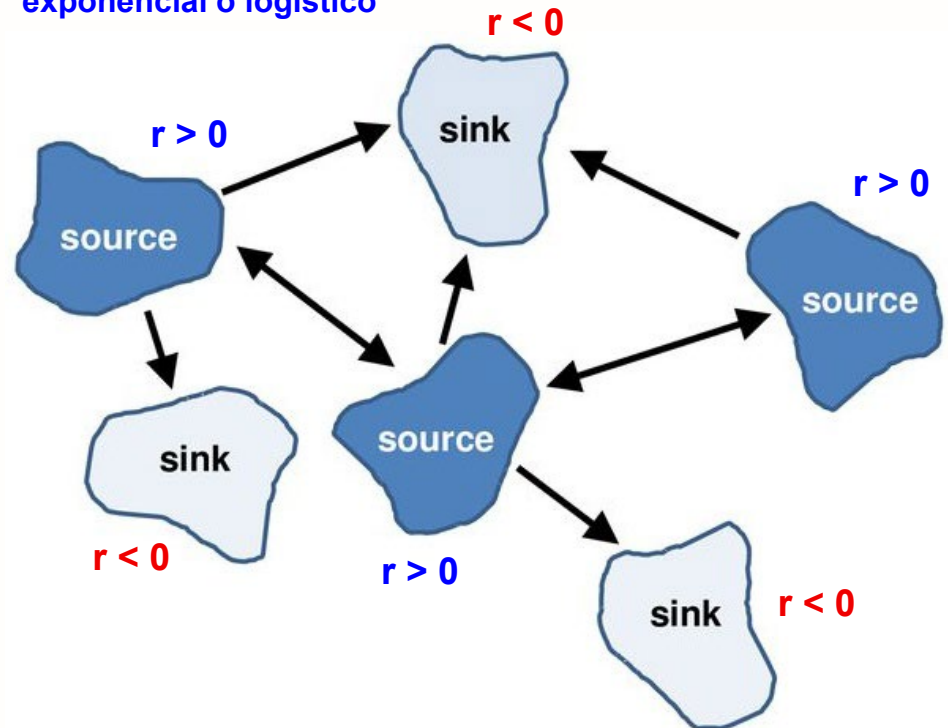
Una **población fuente** se define como un parche con una tasa de crecimiento intrínseco positiva ($r > 0$) / ($\lambda > 1$) que aporta más inmigrantes a parches cercanos de los que recibe de estos parches vecinos. Una **población fuente** debería persistir indefinidamente, incluso en aislamiento

Una **población sumidero** se define como un parche con una tasa de crecimiento intrínseco negativa ($r < 0$) / ($\lambda < 1$). Una población sumidero se extinguiría si no fuera por el aporte constante de inmigrantes de poblaciones fuente cercanas. Las poblaciones sumidero no pueden persistir de forma aislada

Poblaciones con crecimiento geométrico



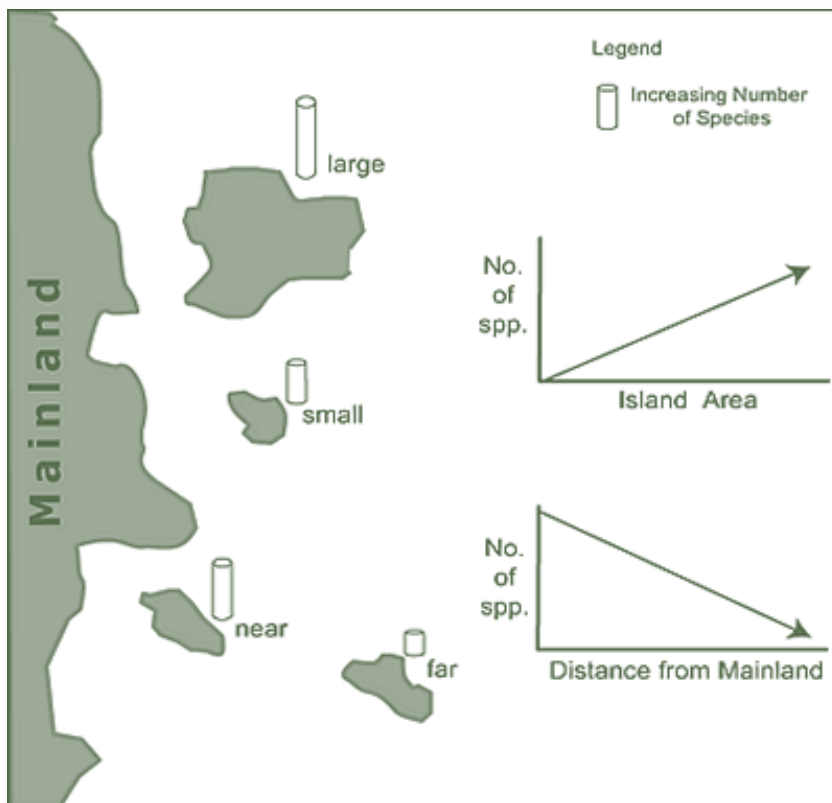
Poblaciones con crecimiento exponencial o logístico



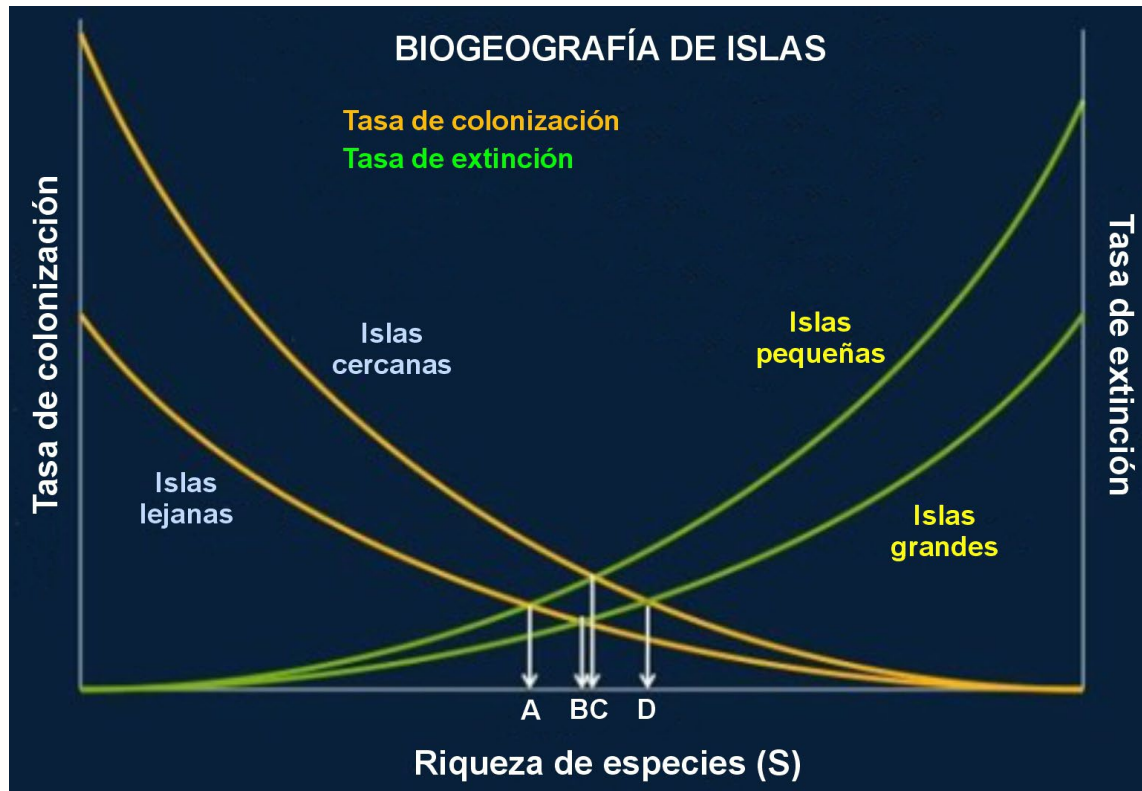
Teoría del equilibrio del modelo de biogeografía insular (MacArthur & Wilson 1963)

El número de especies en una isla está determinado por las tasas de **colonización/inmigración** y **extinción** en equilibrio

- Base de la comprensión de los **modelos de Metapoblaciones** y de la **dinámica de fuente-sumidero**, pero teniendo en cuenta tamaño de las poblaciones (abundancia de individuos)



La **cantidad de individuos en un parche (~ isla)**, afectada por tasas de colonización y extinción, va a depender de la distancia o del tamaño del parche o de la interacción de esos dos factores



Se observan **cuatro puntos de cruce** que conducen a **cuatro equilibrios** en la riqueza de especies (S)

En general, el modelo de MacArthur y Wilson predice:

Punto A (S más baja): islas pequeñas lejos del continente tienen menor S en equilibrio

Punto B (valor intermedio de S): islas grandes lejos del continente tendrían una S intermedia en equilibrio

Punto D (S más alta): islas grandes cerca del continente tienen mayor S en equilibrio

Punto C (valor intermedio de S): islas pequeñas cerca del continente tendrían una S intermedia en equilibrio