

Barreras para el flujo genético

o

Barreras Reproductivas

**Modelo
Simpátrico**

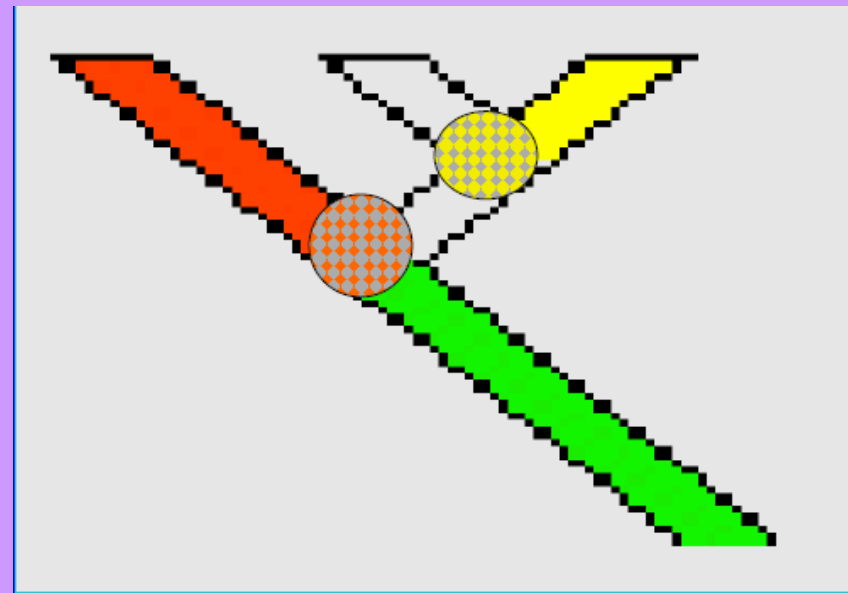
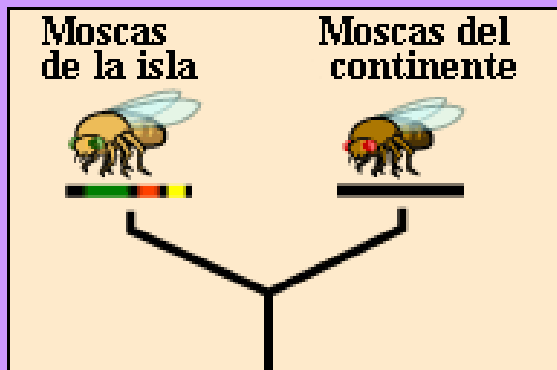
Concepto Biológico de especie (CBE) (Ernst Myer, 1942)

**Grupo natural de individuos de fenotipo variable
que se reproducen o tienen el potencial para
reproducirse entre sí, y que están aislados
reproductivamente de otros grupos similares.**

**Ensamble de poblaciones naturales
reproductivamente cohesivo.**

Especiación

Origen de dos o más especies a partir de un ancestro común, mediante la evolución de barreras biológicas que restringen el flujo de genes entre las poblaciones ancestrales



Mecanismo de aislamiento reproductivo

Barreras biológicas que previenen el intercambio de genes entre dos o más poblaciones:

- Precigóticas: previenen o reducen la probabilidad de formar cigotos híbridos
- Postcigóticas: reducen la supervivencia o la reproducción de organismos híbridos

Clasificación de barreras al flujo génico (Futuyma, 1998)

1. Barreras precigóticas (mecanismos de aislamiento precigótico o precópula).

A. las parejas potenciales (aunque en simpatría) no se encuentran.

a. aislamiento temporal (por estaciones o período del día).

b. aislamiento del hábitat.

B. las parejas potenciales se encuentran pero no cópulan (aislamiento comportamental o sexual).

C. ocurre la cópula pero no hay transferencia de los gametos del macho (aislamiento mecánico).

D. hay transferencia de gametos, pero el huevo no es fertilizado (incompatibilidad gamética).

Clasificación de barreras al flujo génico (Futuyma, 1998)

2. Barreras postcigóticas (mecanismo de aislamiento postcigótico o poscópula).

B. el híbrido F1 tiene viabilidad reducida (inviabilidad del híbrido).

C. el híbrido F1 es viable, pero tiene fertilidad reducida (esterilidad del híbrido).

D. viabilidad o fertilidad reducida en F2 o de retrocruces

BARRERAS PRECIGÓTICAS

Aislamiento temporal: las parejas potenciales tienen diferentes pic de actividad (diurna vs. nocturna) o pic de reproducción en diferentes estaciones del año.



Aislamiento por hábitat: las poblaciones son simpátricas pero prefieren diferentes microhábitats (mecanismo importante en plantas e insectos)

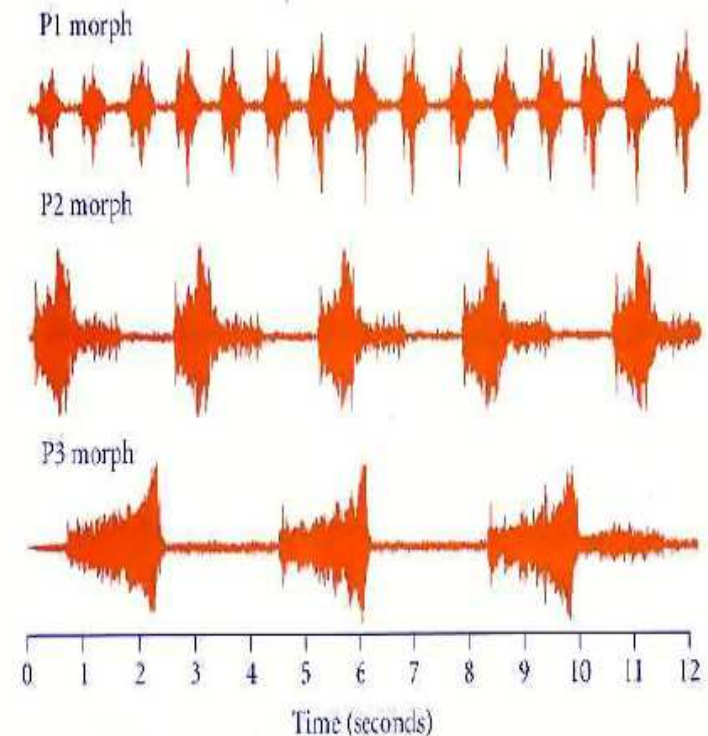


Aislamiento por Comportamiento: las parejas potenciales se encuentran pero no se reproducen debido a diferencias en rituales de apareamiento y/o diferentes dinámicas de selección sexual.



Las distintas especies de pájaro jardinero construyen emparrados elaborados y los decoran con colores diferentes para atraer a las hembras. El pájaro jardinero satinado (izquierda) construye un canal entre palos verticales y lo decora con objetos azules brillantes, mientras que el pájaro jardinero de McGregor (derecha) construye una torre de palos alta y la decora con trozos de carbón vegetal.

Canciones de apareamiento del grillo *Chrysoperla plorabunda*



Aislamiento Mecánico:

acoplamiento estructural imperfecto entre los órganos sexuales.

Mecanismo más importante en plantas que en animales (acoplamiento entre flores y polinizadores).

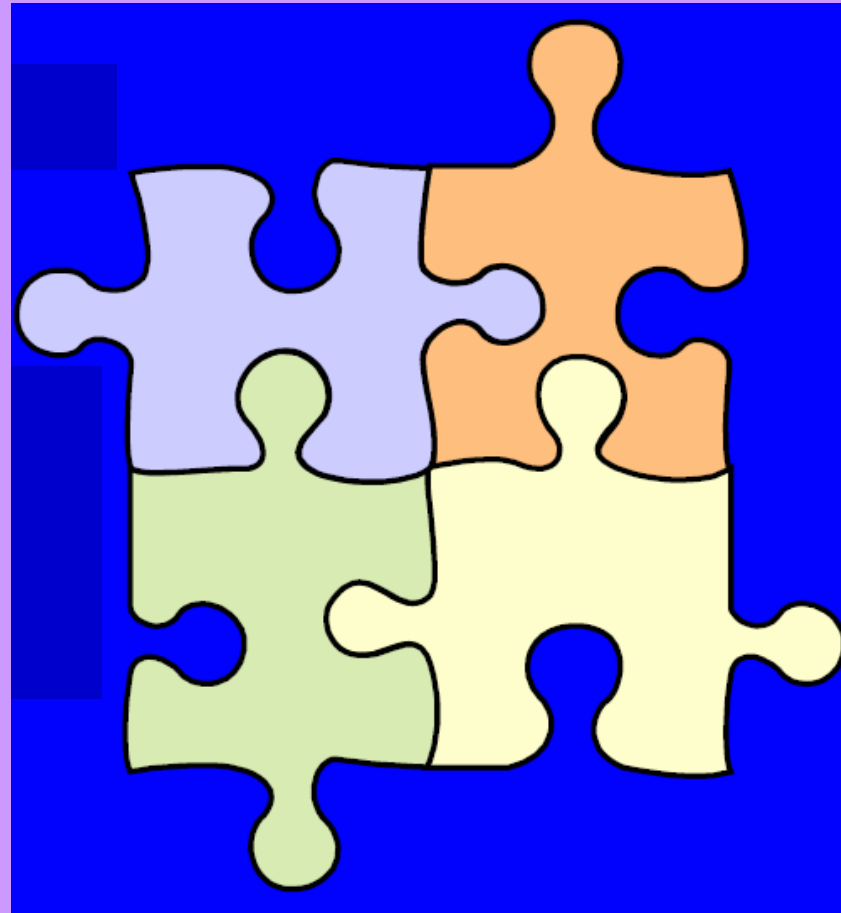


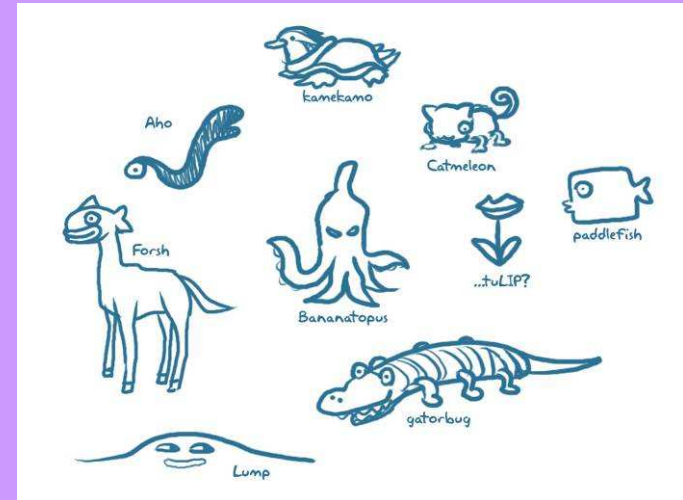
Genitales de los insectos



Different insects pollinating black sage and white sage

Incompatibilidad de gametos:
se basa en el mecanismo de reconocimiento de espermatozoides y óvulos al nivel de las proteínas de membrana. Es importante especialmente en animales acuáticos de fertilización externa (invertebrados marinos y peces).





BARRERAS POSTCIGÓTICAS



Inviabilidad de híbrido:

Hay baja supervivencia del híbrido, especialmente durante los estados embrionarios.

Esterilidad del híbrido:

El huevo fecundado se desarrolla en un adulto sano, pero estéril.

Segregación de gametos aneuploides durante la meiosis. Diferentes asociaciones de genes en los cromosomas de los progenitores



Cebroide

Ligre



Regla de Haldane

En honor al genético poblacional J.B. S. Haldane

Observación hecha entre cruces experimentales entre taxones recientemente divergidos:

Si un sexo en la descendencia híbrida es estéril o inviable es casi seguro que se trata del heterocigoto para los cromosomas sexuales (**Sexo heterogamético**).

- En especies con cromosomas sexuales **X e Y**, como insectos o mamíferos los machos son el sexo heterogamético.
- En especies con cromosomas sexuales **Z y W**, como aves y maripósas, las hembras son el sexo heterogamético



En esta tabla, la columna de “**hibridaciones con asimetría**” indica el número de poblaciones íntimamente relacionadas que se han cruzado y que muestran asimetrías en la fertilidad o viabilidad de los machos y hembras híbridas **F1**. La columna “**número que cumple la regla de Haldane**” presenta cuántos de éstos cruces mostraban mayores pérdidas de fertilidad o viabilidad en el sexo heterogamético.

TABLE 1 Conformity of species hybridizations to Haldane's rule

Group	Trait	Hybridizations with asymmetry	Number obeying Haldane's Rule
<i>Drosophila</i>	Sterility	114	112
	Inviability	17	13
Lepidoptera	Sterility	11	11
	Inviability	34	29
Birds	Sterility	23	21
	Inviability	30	30
Mammals	Sterility	25	25
	Inviability	1	1

'Hybridizations with asymmetry' refers to those interspecific crosses in which hybrids of one sex are less fertile or viable than hybrids of the other sex. Females are heterogametic in birds and lepidoptera, homogametic in *Drosophila* and mammals. Other groups, not shown above, also follow Haldane's rule. See ref. 41 for sources of these data.

AISLAMIENTO FÍSICO COMO BARRERA PARA EL FLUJO GÉNICO



**El aislamiento geográfico
produce aislamiento genético**

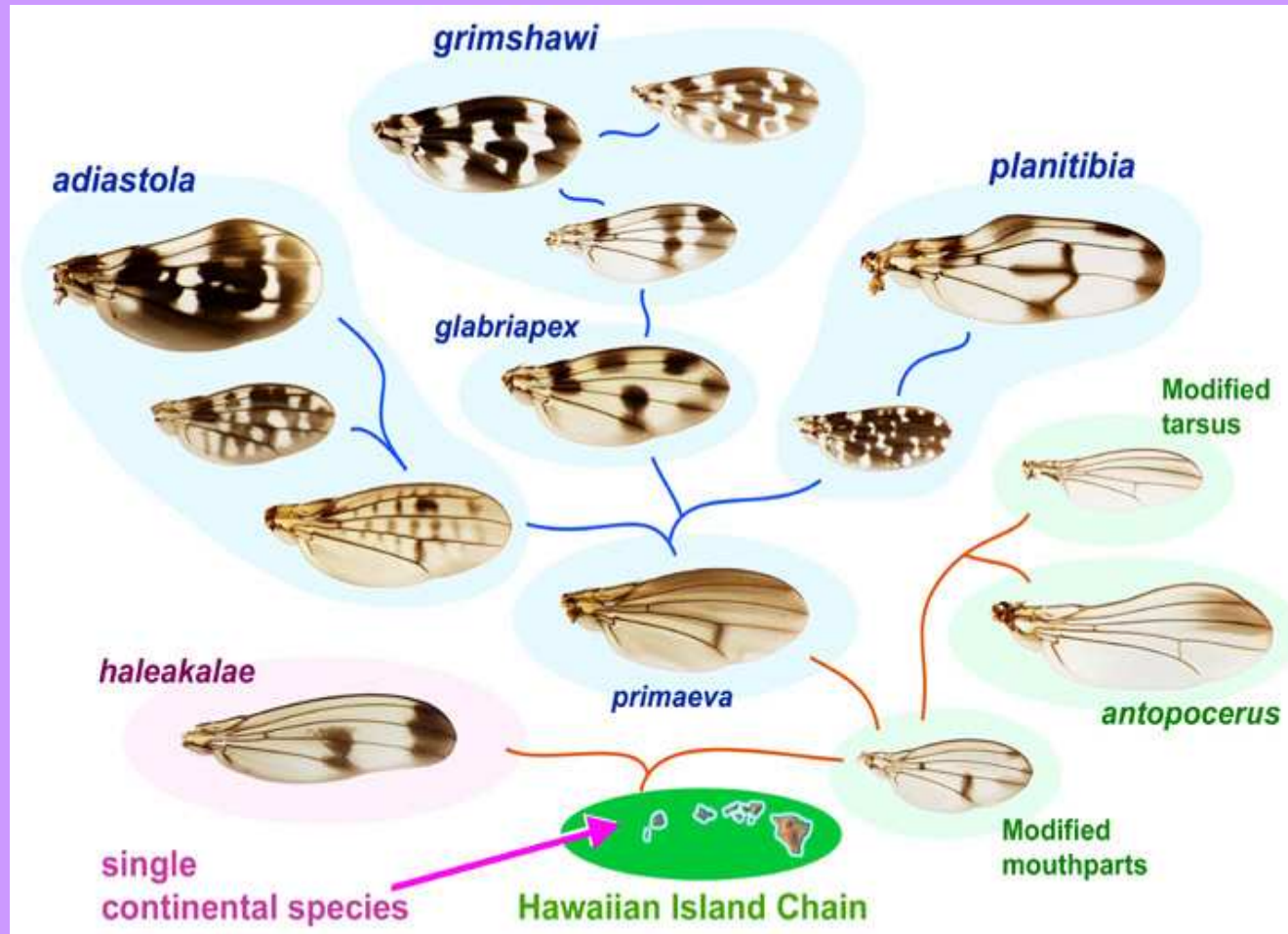
Modelo alopátrico

Modelo alopátrico

Evolución de barreras reproductivas y divergencia de poblaciones que se encuentran geográficamente separadas por barreras físicas (topografía, cuerpos de agua, hábitat desfavorable, etc.).

- **La barrera física reduce el flujo genético entre las poblaciones permitiendo la evolución de diferencias genéticas debido el efecto de la selección natural o la deriva genética.**
- **Se considera el modo prevalente de evolución en animales.**

Aislamiento geográfico mediante dispersión y colonización



Descritas 500 especies en dos géneros

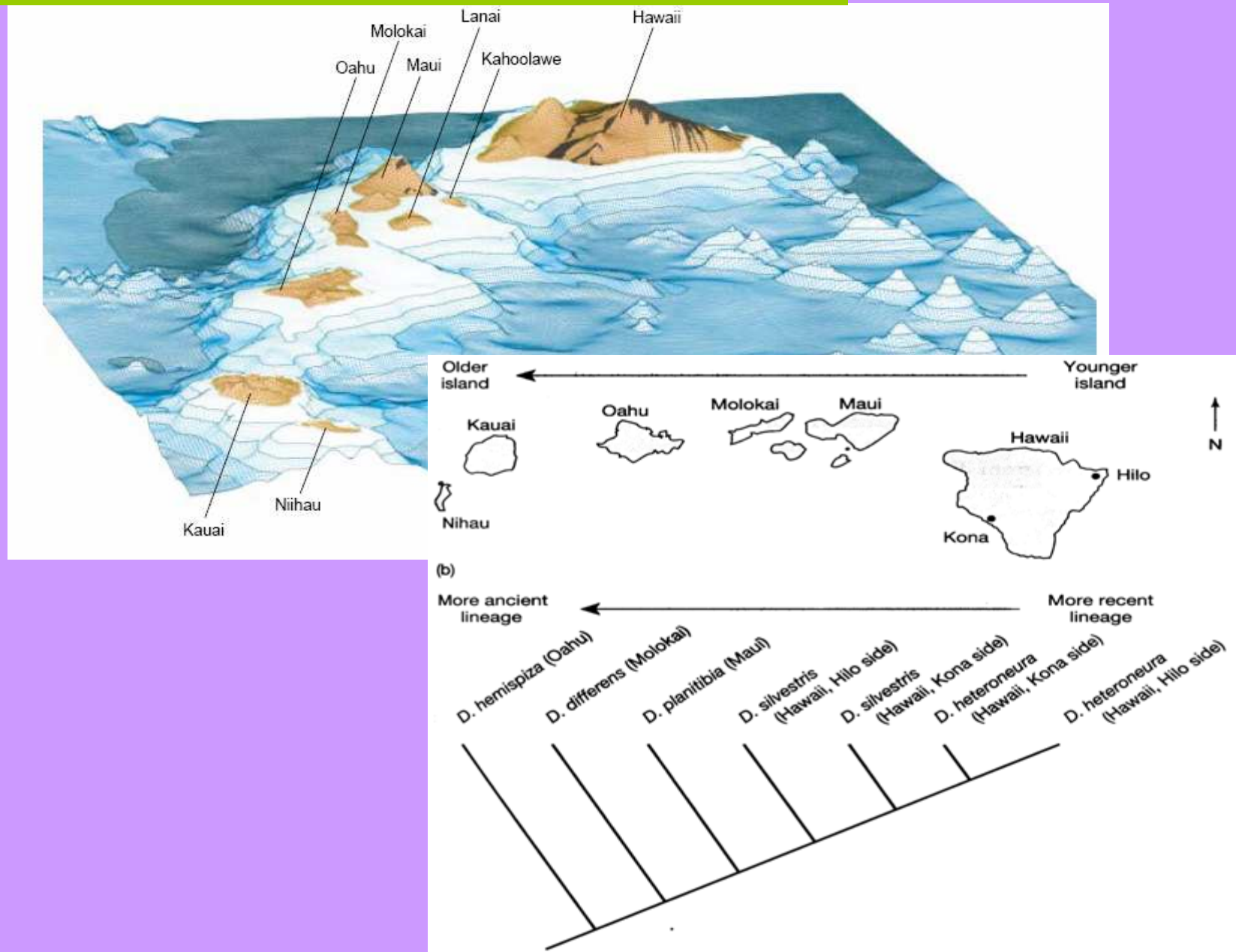
-Diversidad de hábitat.

- Alimentación y material vegetal para ovipostura variado. Desde arañas hasta larvas acuáticas.

- Patrones elaborados como patrones de sus alas y formas modificadas de sus cabezas.

Patrón de diversificación de *Drosophila Hawaiana*

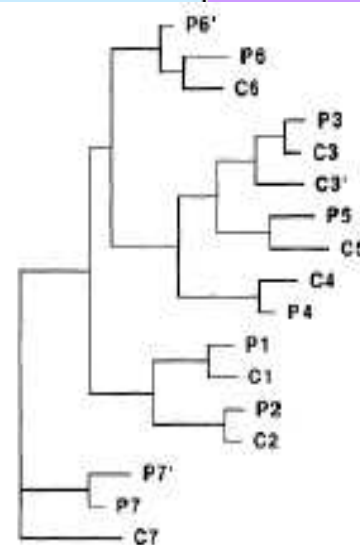
Evidencias de especiación por dispersión y colonización



Aislamiento geográfico por Vicarianza

Las poblaciones también pueden quedar geográficamente aisladas cuando el rango anterior de una especie se divide en dos o más áreas distintas

Alpheus malleator



P: Pacífico, C: Caribe

Fuerte correlación entre el grado de distancia genética entre los pares de especies y el interés en aparearse

Otro tipo de alopatría. Especiación Peripátrica



Una colonia derivada de una población diverge y adquiere barreras reproductivas.

Dado el reducido tamaño del grupo que se dispersa –o aisla- y el bajo nivel de flujo genético, existe un efecto marcado de la deriva genética, que cambia el ambiente genético y estimula nuevas presiones de selección.



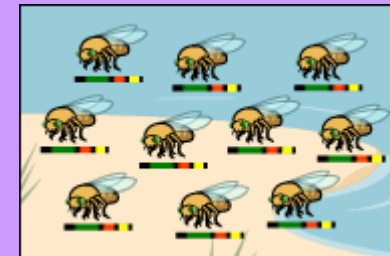
1. Aislamiento geográfico y tamaño poblacional reducido.



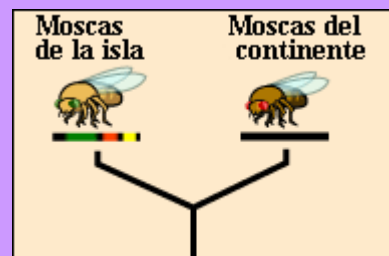
2. Presencia de alelos poco frecuentes que van a dar características propias a la población. Efecto fundador



3. Se fijan estos alelos en la población de la isla. Deriva génica.



4. Aumentan los cambios por selección sexual y selección natural

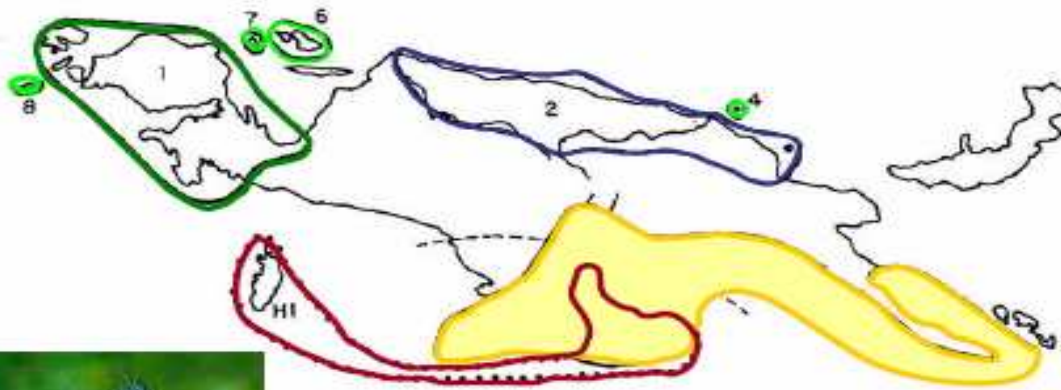


5. Especiación Peripátrica

Especiación Peripátrica

Mayr 1954

- una especie con tres subespecies muy similares en la isla principal
- numerosas especies en islas periféricas
- contacto secundario (rojo-amarillo) evidencia aislamiento reproductivo



Papua - Nueva Guinea

Tanysiptera hydrocharis-galatea

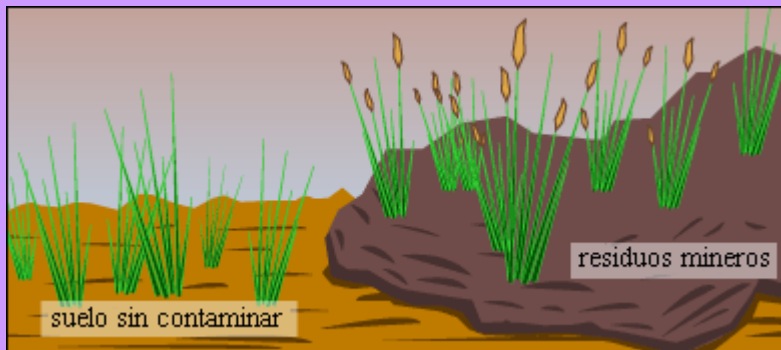


Especiación Parapátrica

Evolución de barreras reproductivas y divergencia en poblaciones que habitan regiones adyacentes y entre las cuales existe intercambio genético



Anthoxanthum odoratum. Habitan en zonas donde el hábitat se ha contaminado con metales pesados



Aunque su distribución es continua, los diferentes momentos de floración han hecho que empiece a disminuir el flujo génico entre las plantas tolerantes a los metales y las plantas no tolerantes a los metales.

Mecanismos de divergencia

1. Deriva genética. Produce divergencia genética rápida en poblaciones pequeñas y aisladas

2. Selección natural. Puede hacer que las poblaciones diverjan incluso si existe un pequeño flujo génico.

3. Selección sexual

La selección sexual actúa sobre los caracteres implicados en la selección de pareja. Cambios en la selección sexual pueden aislar poblaciones y causar una rápida divergencia.



Dos machos de la especie *D. silvestris* chocando sus cabezas cuando pelean para conseguir una zona de cortejo.

La Especiación es un proceso en tres fases:

- 1. Comienza con el aislamiento de las poblaciones**
- 2. Luego, la selección, la mutación y la deriva crean divergencia**
- 3. Podría producirse una tercera fase si las poblaciones recientemente divergidas vuelven a entrar en contacto y tienen la oportunidad de cruzarse.**

El contacto secundario

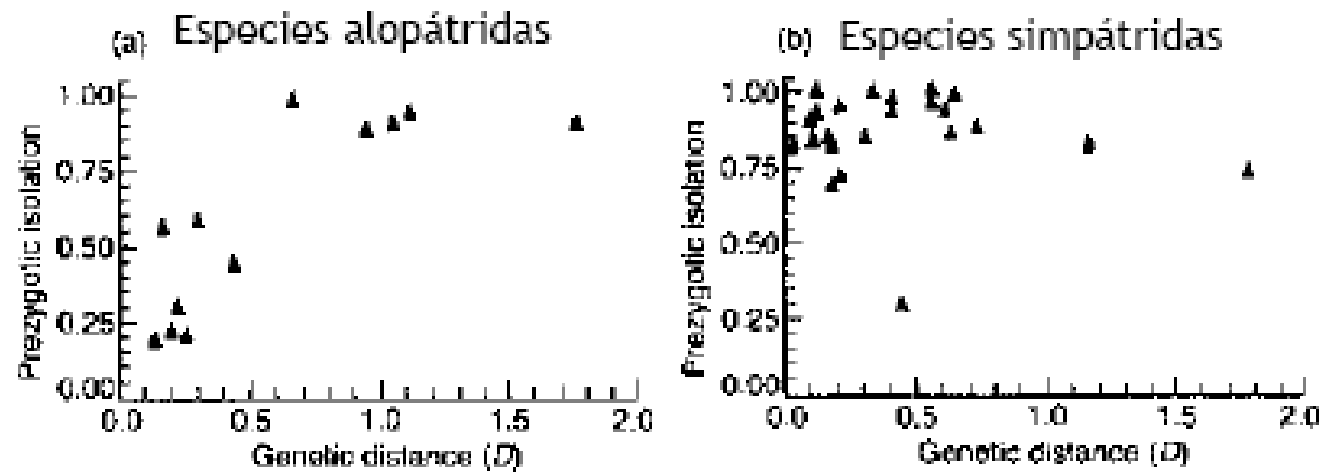
El reforzamiento

El genético Theodosius Dobzhansky (1937) formuló una hipótesis importante sobre la tercera fase de la especiación:

- Si las poblaciones han divergido lo suficiente en alopatría, sus descendientes híbridos deberían tener notablemente reducida su eficacia en comparación con sus poblaciones progenitoras

- selección en contra de los híbridos con baja eficacia promueve la aparición del aislamiento reproductivo completo y precigótico

A una selección que reduce el número de híbridos se le llama de **reforzamiento**



Aislamiento	Pares alopátridas	Pares simpátridas
Postcigótico	0.35	0.34
Precigótico	0.21	0.63

Aislamiento prezigótico en pares de especies de *Drosophila* alopátricas y simpátricas. Representan el grado de aislamiento prezigótico frente a la distancia genética en una variedad de pares de especies hermanas del género *Drosophila*.

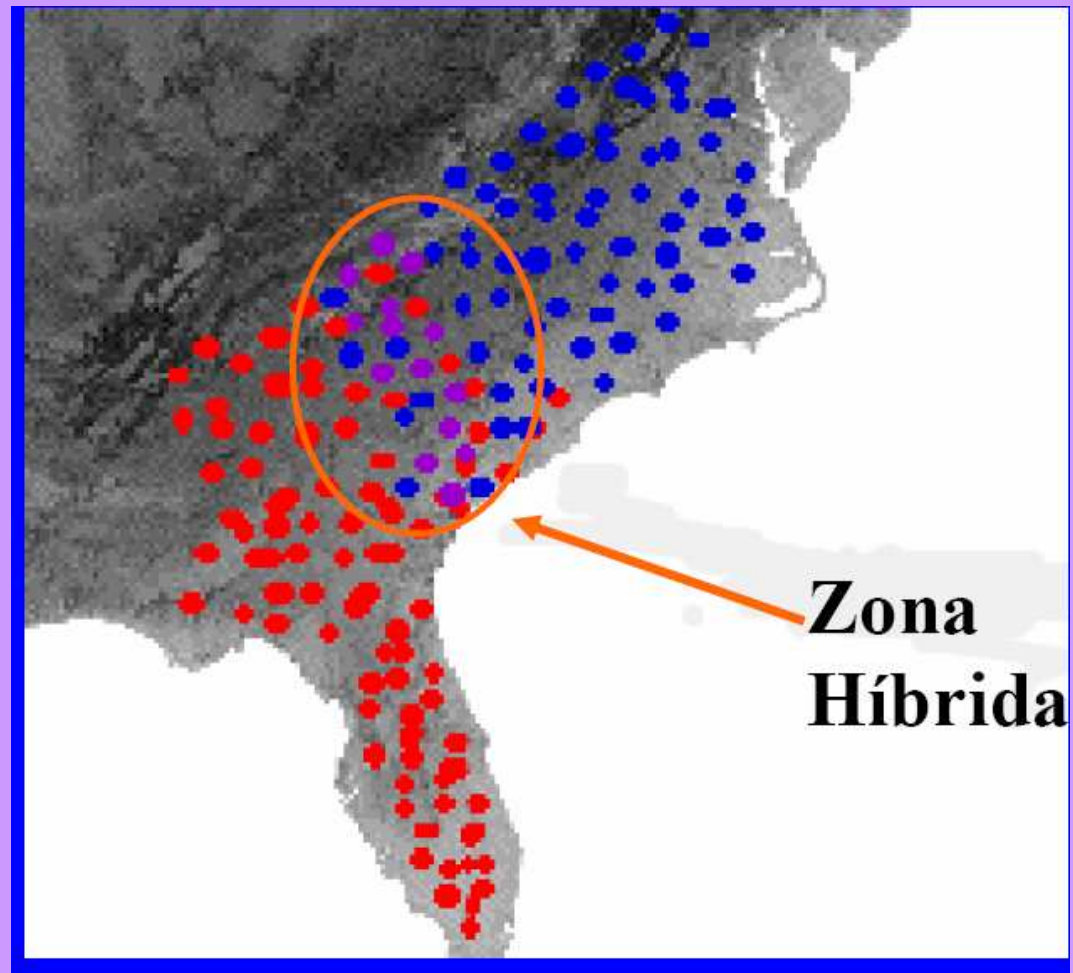
El aislamiento prezigótico evoluciona más rápidamente en especies simpátricas que en especies alopátricas.

Hibridación

¿Qué sucede con los descendientes híbridos que sobreviven y llegan a reproducirse?

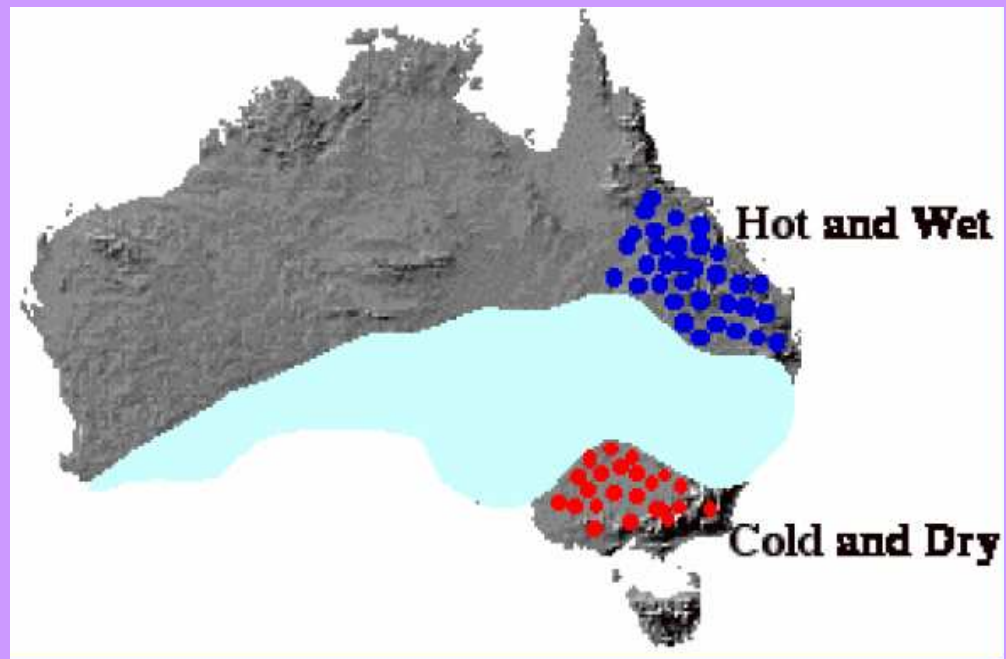
La hibridación ocurre cuando se cruzan especies recientemente divergidas

Zona híbrida: región de contacto y reproducción entre poblaciones genéticamente distintas.

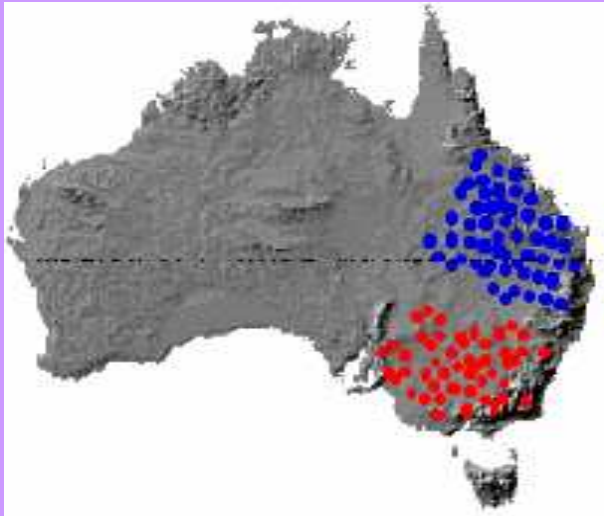




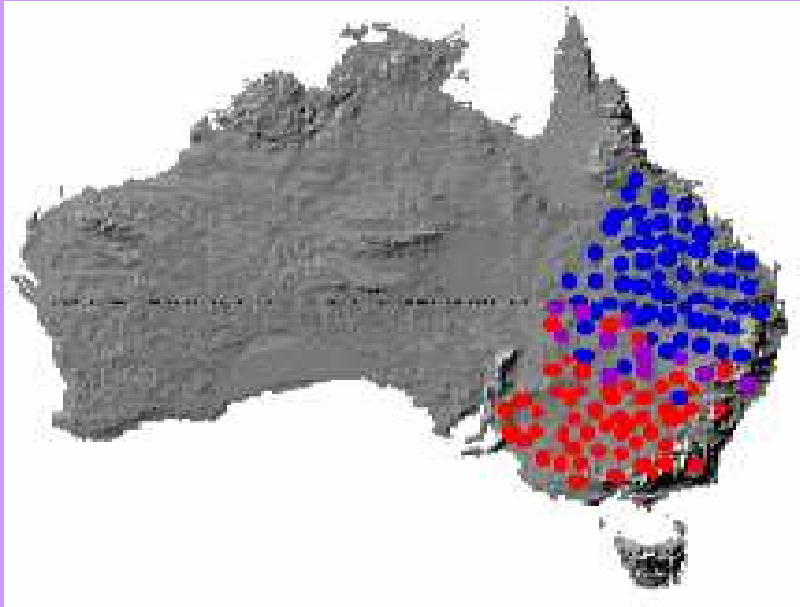
**una población continua es
dividida por una
barrera geográfica
(vicarianza).**



**Las poblaciones aisladas se diferencian
(especiación alopátrica).**

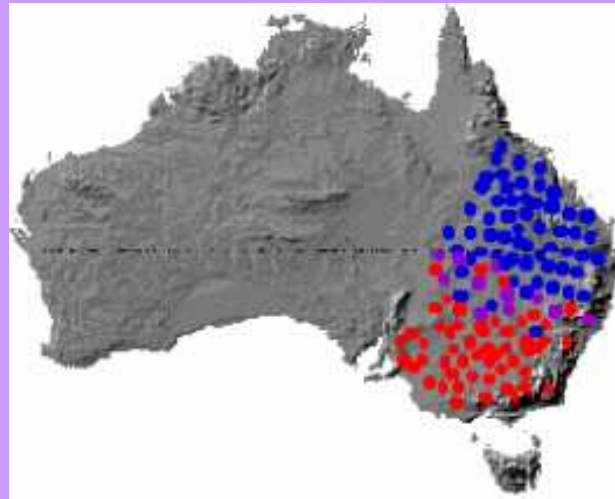


La barrera desaparece y las poblaciones se expanden.

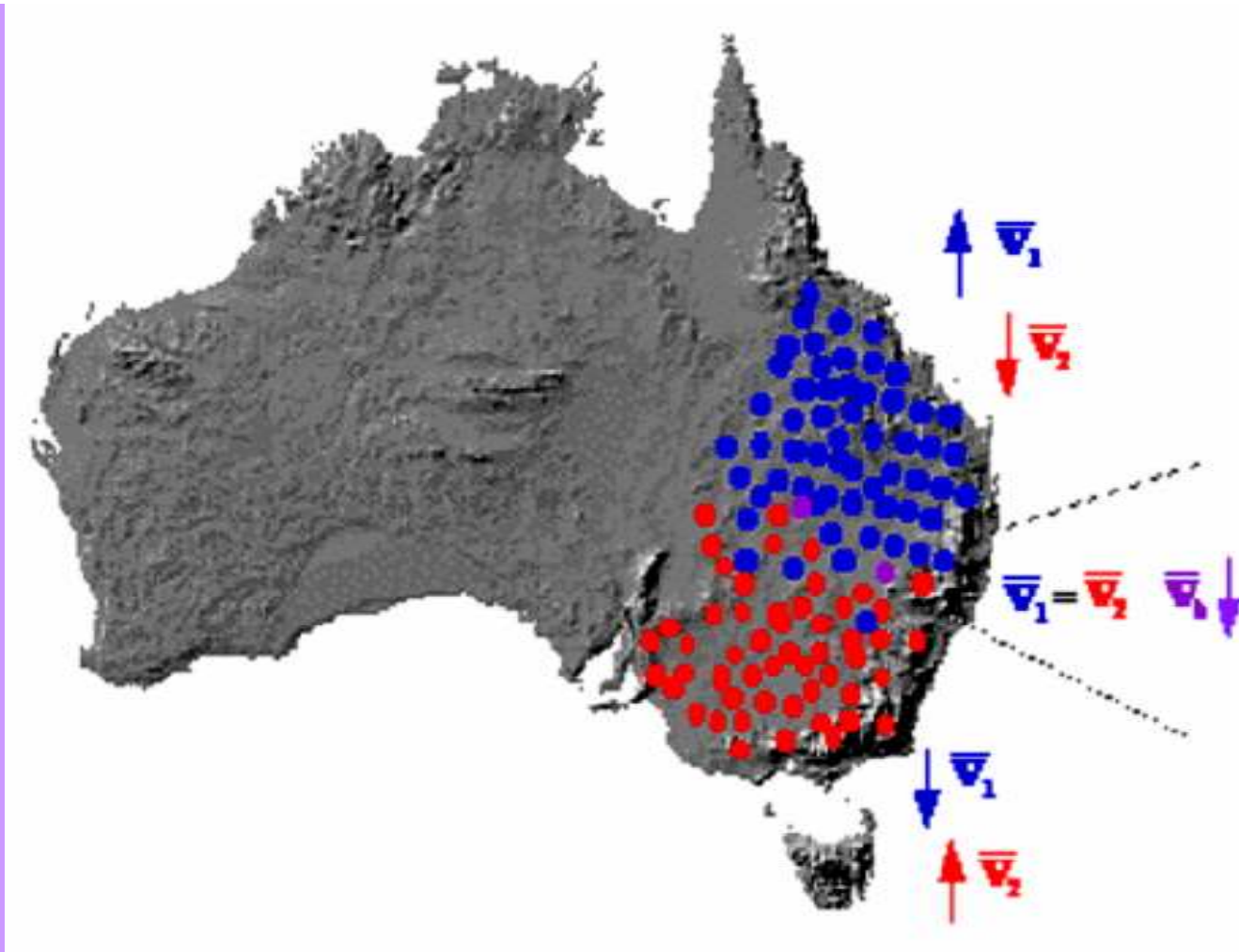


Las poblaciones entran en contacto y se entrecruzan en la zona de contacto.

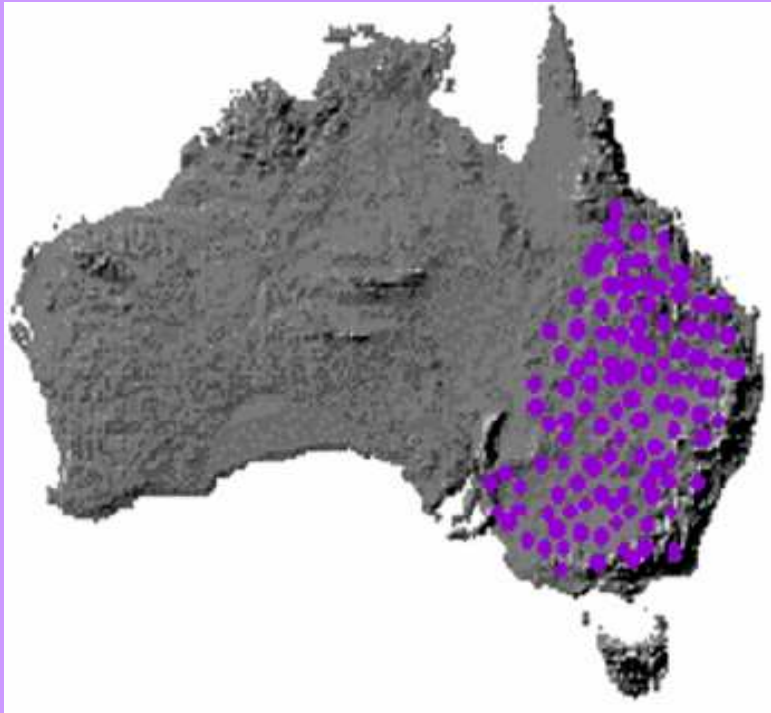
Posibles destinos de una zona híbrida



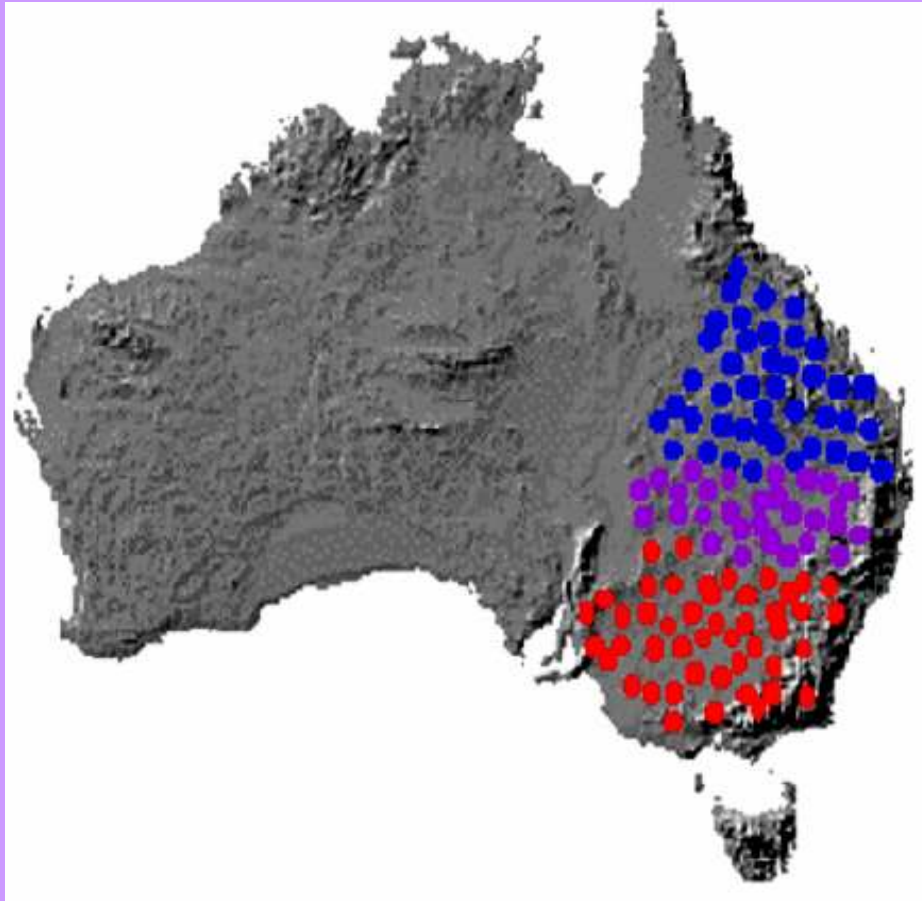
**Acción permanente de la selección natural, la cual mantendría la gradación en la frecuencia de alelos.
(¿alelos neutros?)**



La selección natural podría favorecer alelos que refuerzan el aislamiento precigótico o los híbridos podrían tener menor eficacia biológica
Aislamiento completo de las diferentes poblaciones.



La selección natural podría favorecer los alelos que incrementan la adaptación de los híbridos. En este caso las barreras postcigóticas podrían desaparecer y las “semiespecies” se fusionarían en una sola.



Los híbridos aislarse reproductivamente de las especies parentales y convertirse en una tercera especie.