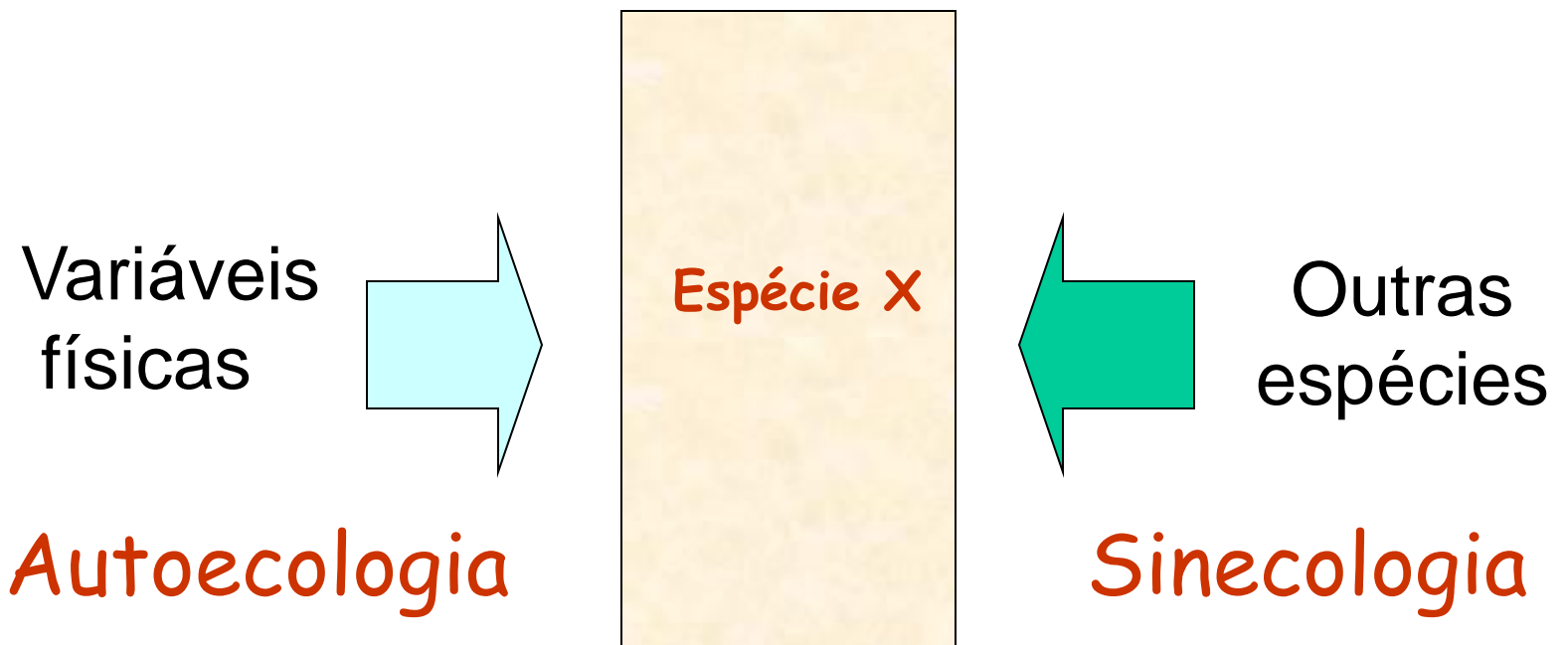
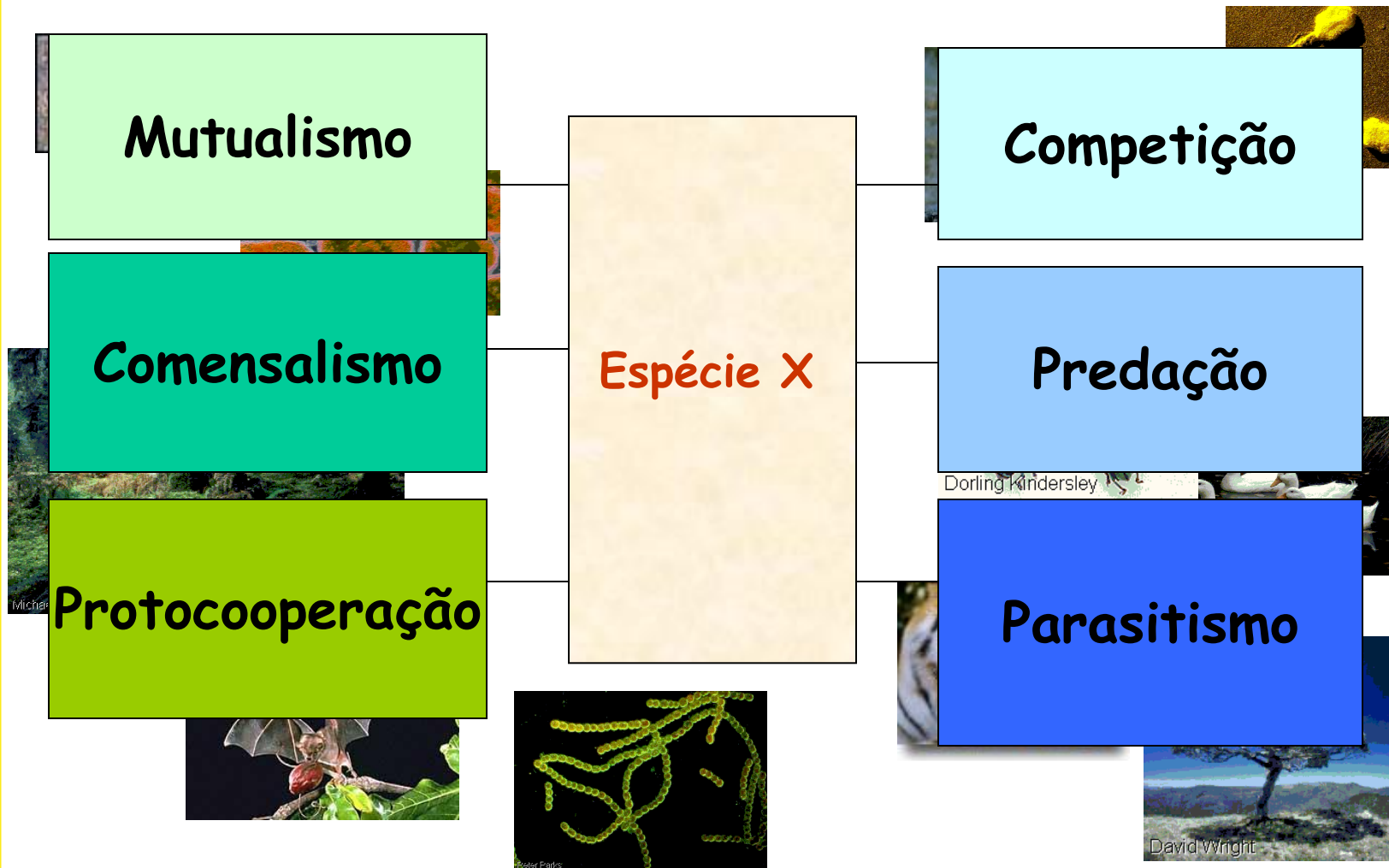


# *Influências sobre a dinâmica da população*



# Interações entre espécies



# Competição - definição

Existe competição entre organismos sempre que um deles exerça um efeito negativo sobre outro, quer consumindo quer controlando o acesso a um recurso limitado

Keddy, PA 1989. *Competition*. Chapman and Hall, NY

# Classificação da competição

Critério: espécies envolvidas

Competição *intraespecífica*

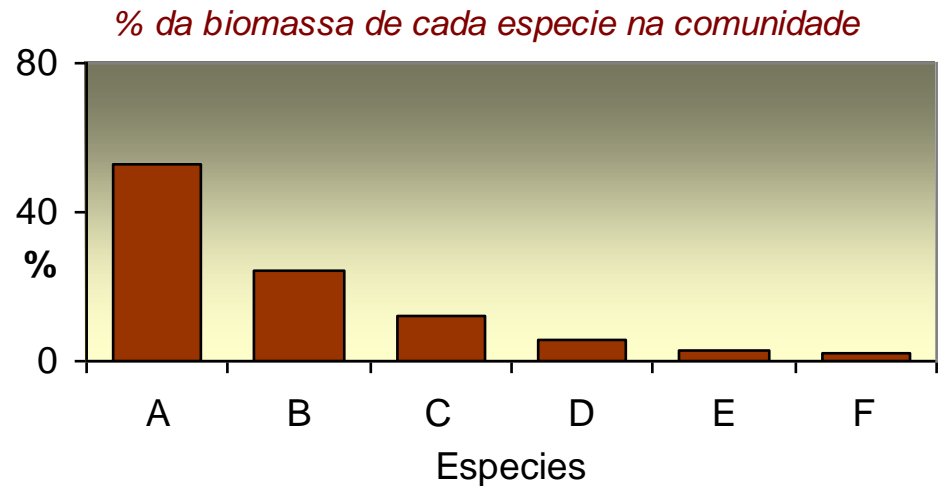
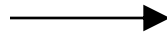
(Associada aos mecanismos de RDD)

Competição *interespecífica*

(Pode ou não regular o crescimento populacional)

# Qual a importância da competição na natureza ?

*Papel da competição  
como determinante da  
estrutura das  
comunidades ?*



*Testes de competição – Existe ? de que forma ?*

## Aspectos operacionais da definição

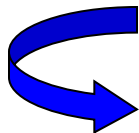
→ Existem **efeitos negativos** entre indivíduos ...



Diminuição da t. sobrevivência  
Diminuição da fecundidade média  
Diminuição do tamanho médio indivíduos  
Aumento do tempo em pesquisa de presa, etc etc.

(Aspecto fenomenológico)

→ ... influenciando **acesso a recurso limitado**



Demonstrar - que o recurso é limitado  
- mecanismos que produzem os efeitos

(Aspecto explicativo)

## *Complicações habituais*

Intensidade dos efeitos negativos variam entre habitats

Intensidade da competição é afectada por alterações na composição da restante comunidade

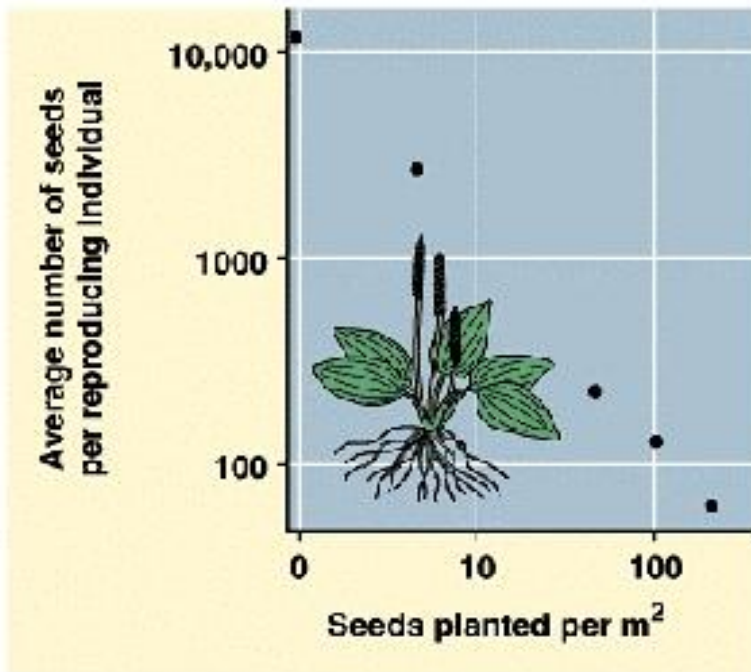
Os efeitos negativos só se fazem sentir em alguns factores

Explo: diminui a sobrevivência mas não a fecundidade

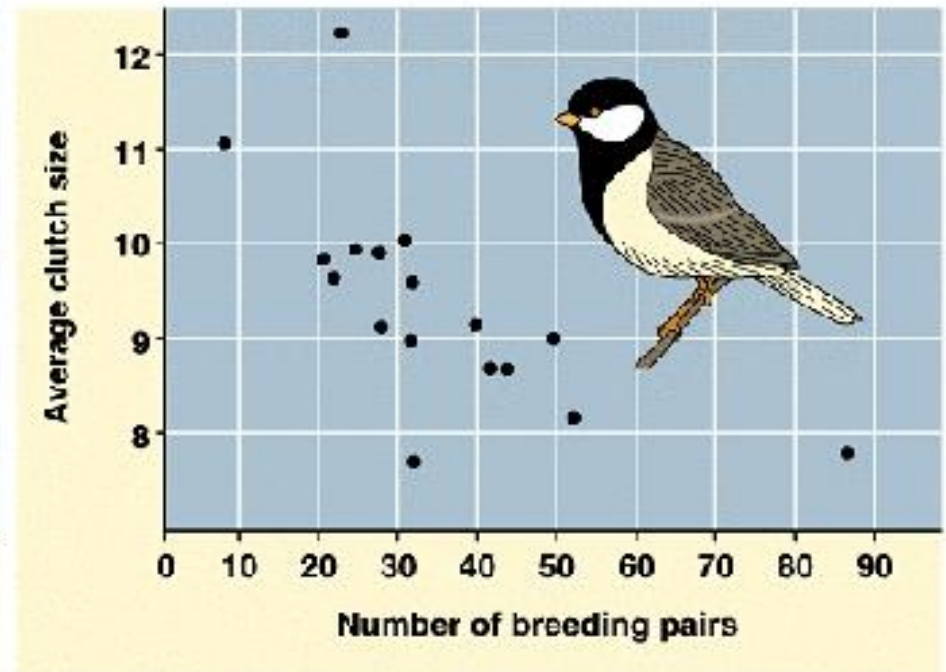
→ Pistas para os mecanismos

Figure 52.16 Decreased fecundity at high population densities

## *Competição intra-específica*



(a) Plantain

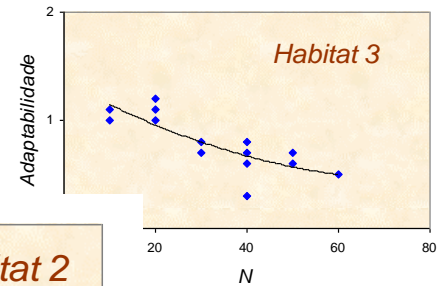
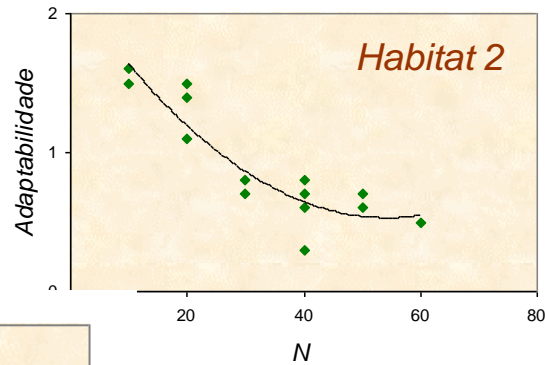
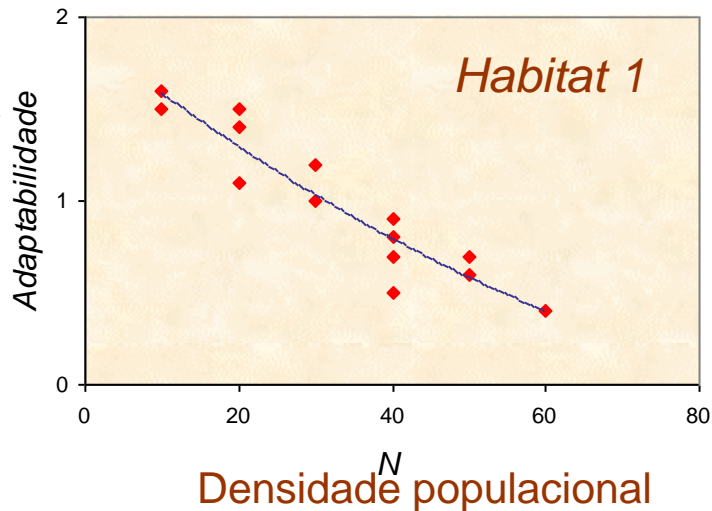


(b) Great tit



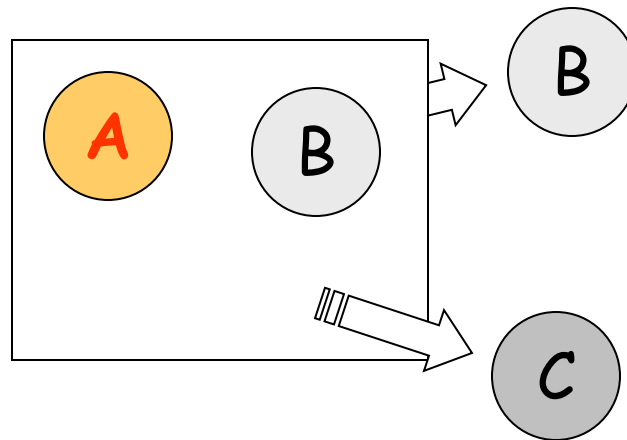
# Competição intra-específica II

T. Sobrevivência  
Fecundidade  
Peso corporal médio  
Etc.

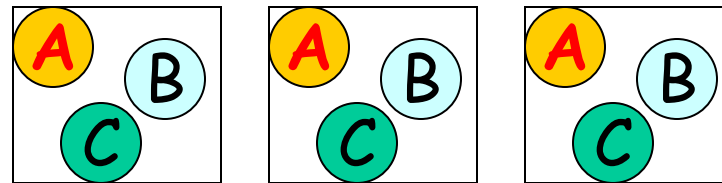


# Competição inter-específica

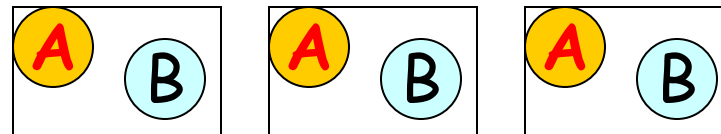
Experiências de remoção



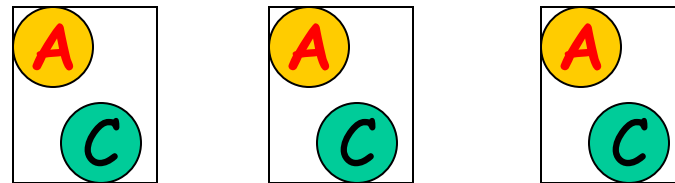
# Réplicas e controles



Controles



Tratamento "sem C"



Tratamento "sem B"



Réplicas

# *Sobre planificação de experiências ecológicas*

Underwood, AJ. 1997. *Experiments in Ecology*. Cambridge Univ Press.

Hairston, NG. 1989. *Ecological Experiments*. Cambridge Univ Press,

Scheiner SM, J Gurevitch (Eds). 1993. *Design and Analysis of Ecological Experiments*. Chapman & Hall.

# *Revisões da literatura sobre medição de competição*

Branch, GM. 1984. Competition between marine organisms: ecological and evolutionary implications. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **22**:429-593.

Connell, JH. 1983. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: Evidence from field experiments. *American Naturalist* **122**:661-696.

Keddy, PA 1989. *Competition*. Chapman and Hall, NY, NY, USA.

Schoener, TW. 1983. Field experiments on interspecific competition. *American Naturalist* **122**:240-285.

## *Conclusões (muito vagas) destas revisões*

As espécies/habitats mais estudados são:

Carnívoros terrestres

Filtradores marinhos (fauna séssil)

Plantas terrestres

Herbívoros terrestres

Existe evidência de competição interespecífica em habitats muito diferentes

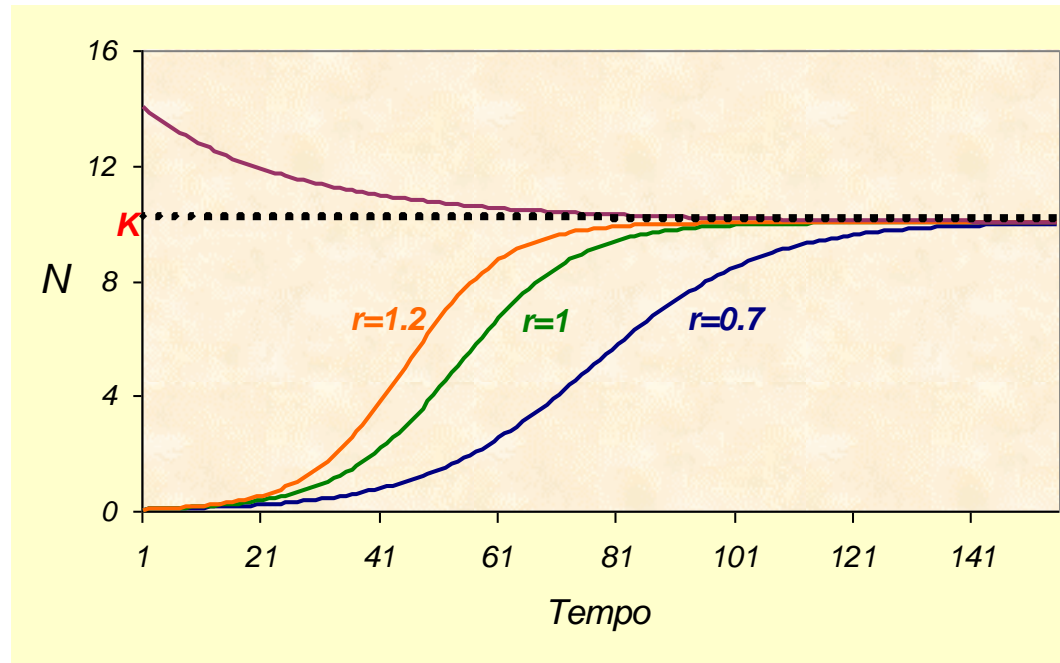
Não existem regras gerais que permitam prever quando existe/não-existe competição

*Representação teórica da  
competição*

# *X e Y isoladamente*

Reprodutores contínuos

$$\frac{dN}{dt} = rN \left( 1 - \frac{N}{K} \right)$$





## Dissecando a Eq. Logística

$$\frac{dX}{dt} = r_x X \left( 1 - \frac{X}{K_x} \right) \equiv \underbrace{\frac{1}{X} \frac{dX}{dt}}_{\text{T. crescimento por indivíduo}} = r_x - \underbrace{\frac{r_x}{K_x} X}_{\text{Efeito da competição intraespecífica}}$$

T. crescimento  
por indivíduo

Efeito da competição intraespecífica  
Efeito por indivíduo =  $r/K$

T. intrínseca crescimento  
( $r$  máximo)

Como introduzir o efeito negativo da competição com  $Y$  ?

# O coeficiente de competição $c_{xy}$

Coeficiente de competição de Y com X

$$c_{xy} = \frac{\text{Efeito negativo de 1 Y sobre 1 X}}{\text{Efeito negativo de 1 X sobre 1 X}}$$

*Incorporação na equação de X :*

$$\frac{1}{X} \frac{dX}{dt} = r_x - \frac{r_x}{K_x} X - \underbrace{\frac{r_x}{K_x} c_{xy} Y}_{\text{Efeito de 1 Y sobre 1 X}}$$

Efeito de 1 Y sobre 1 X

Efeito total  
de Y sobre X

Ainda  $c_{xy}$

$$\frac{1}{X} \frac{dX}{dt} = r_x - \frac{r_x}{K_x} X - \underbrace{\frac{r_x}{K_x} c_{xy} Y}_{\text{Efeito de 1 Y sobre 1 X}}$$

$c_{xy}$



Se

$c_{xy} = 0$  não há competição

$c_{xy} = 1$  competição *interespecífica* = *intraespecífica*

$c_{xy} > 1$  competição *interespecífica* > *intraespecífica*

$c_{xy} < 1$  competição *interespecífica* < *intraespecífica*

# Equações Lotka-Volterra de Competição

$$\frac{1}{X} \frac{dX}{dt} = r_x - \frac{r_x}{K_x} X - \frac{r_x}{K_x} c_{xy} Y$$

$$\frac{1}{Y} \frac{dY}{dt} = r_y - \frac{r_y}{K_y} Y - \frac{r_y}{K_y} c_{yx} X$$

Isto é'

$$\frac{1}{X} \frac{dX}{dt} = \frac{r_x}{K_x} (K_x - X - c_{xy} Y)$$

$$\frac{1}{Y} \frac{dY}{dt} = \frac{r_y}{K_y} (K_y - Y - c_{yx} X)$$

# Generalização das equações a $n$ espécies

3 espécies

$$\frac{1}{X} \frac{dX}{dt} = \frac{r_x}{K_x} (K_x - X - c_{xy}Y - c_{xz}Z)$$

$$\frac{1}{Y} \frac{dY}{dt} = \frac{r_y}{K_y} (K_y - Y - c_{yx}X - c_{yz}Z)$$

$$\frac{1}{Z} \frac{dZ}{dt} = \frac{r_z}{K_z} (K_z - Z - c_{zx}X - c_{zy}Y)$$

Em geral ...

$$\frac{1}{N_i} \frac{dN_i}{dt} = \frac{r_i}{K_i} \left( K_i - N_i - \sum_{i \neq j}^{n-1} c_{ij} N_j \right)$$

## *Objectivos do estudo das eqs L-V*

Em que condições é que X e Y podem coexistir competindo ?

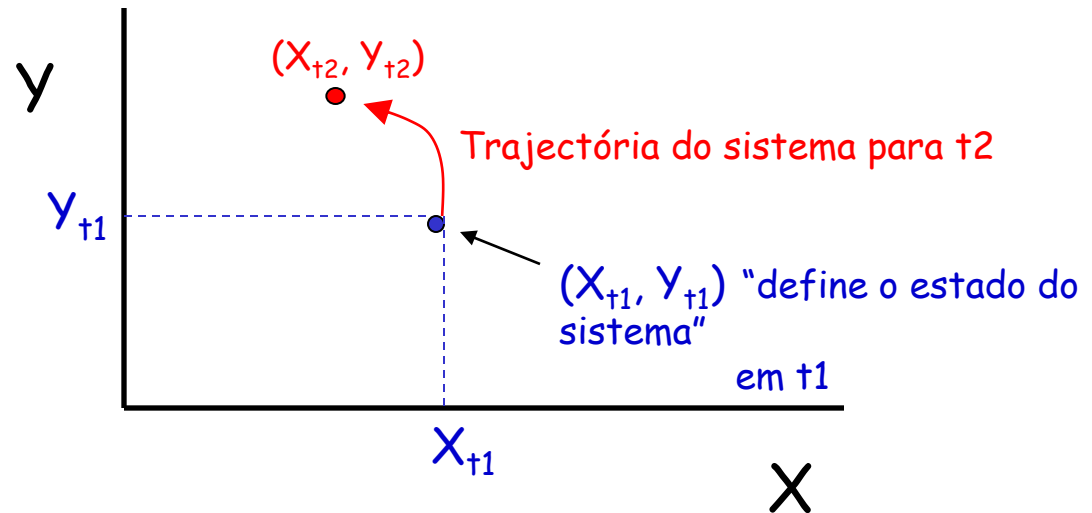
Se não podem competir, qual é eliminada ?

# O espaço de fase

$$\frac{dX}{dt} = \frac{r_x}{K_x} (K_x - X - c_{xy}Y)X$$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{r_y}{K_y} (K_y - Y - c_{yx}X)Y$$

X e Y são as variáveis dependentes



## Nulclina de X

$$\frac{dX}{dt} = \frac{r_x}{K_x} (K_x - X - c_{xy}Y)X$$

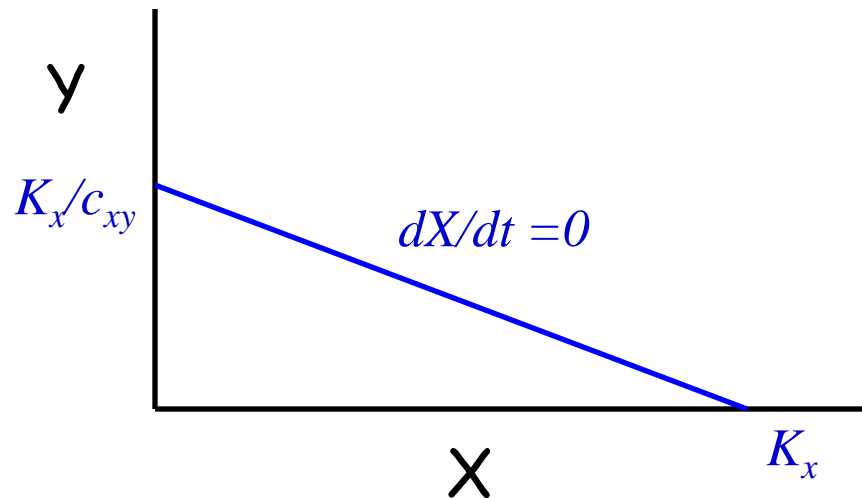
$$\frac{dX}{dt} = 0$$

?

$$X=0$$

$$(K_x - X - c_{xy}Y) = 0$$

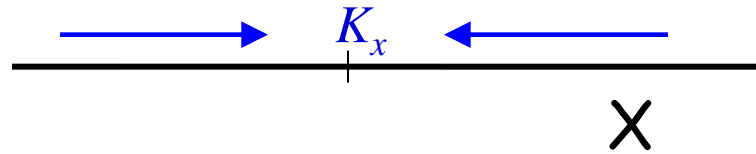
$$X = K_x - c_{xy}Y$$



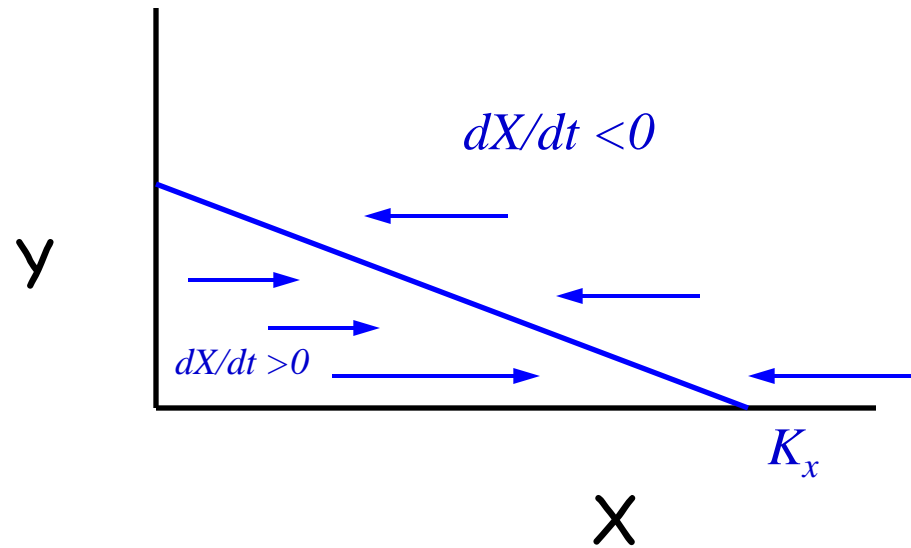


# Dinâmica de $X$

*Sem  $Y$*



*Com  $Y$*



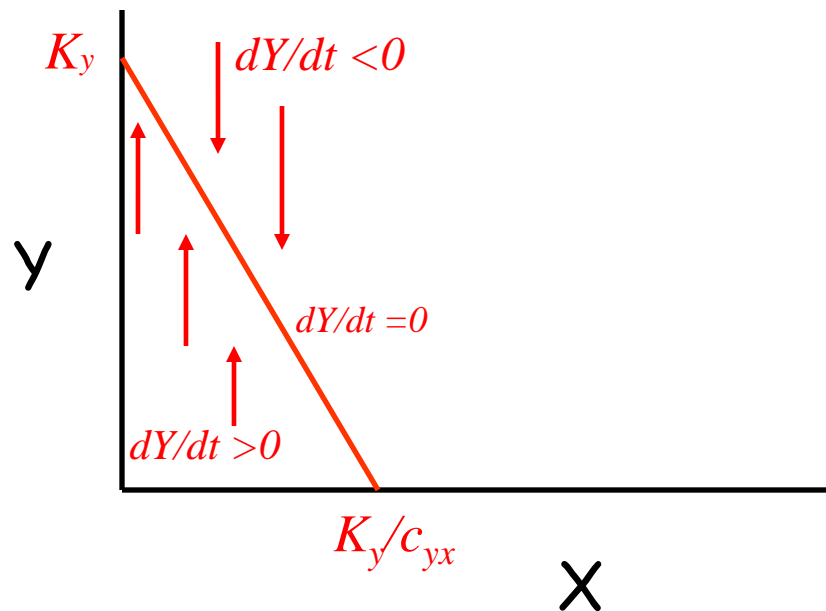
# Nulclina e dinâmica de $Y$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{r_y}{K_y} (K_y - Y - c_{yx}X)Y$$

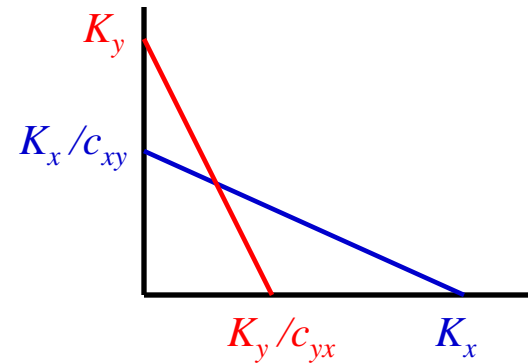
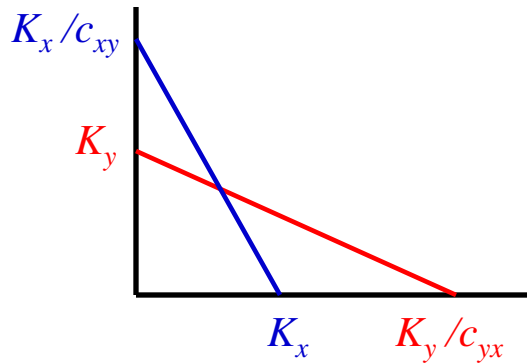
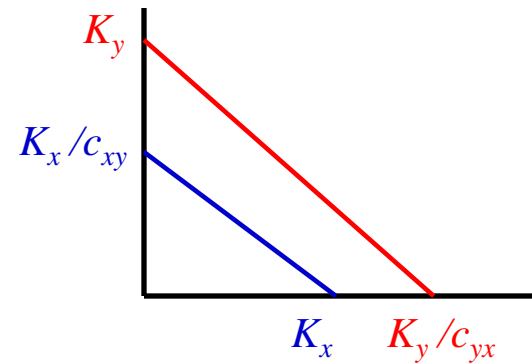
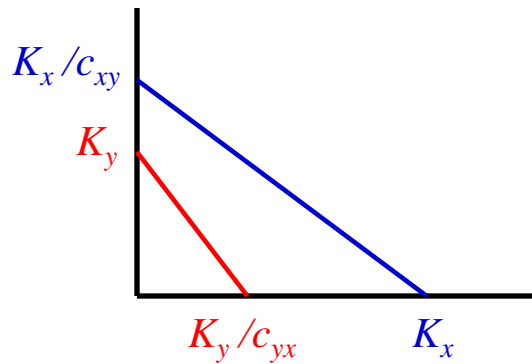
$$\frac{dY}{dt} = 0 \quad ?$$

$$Y=0$$

$$(K_y - Y - c_{yx}X) = 0$$
$$Y = K_y - c_{yx}X$$

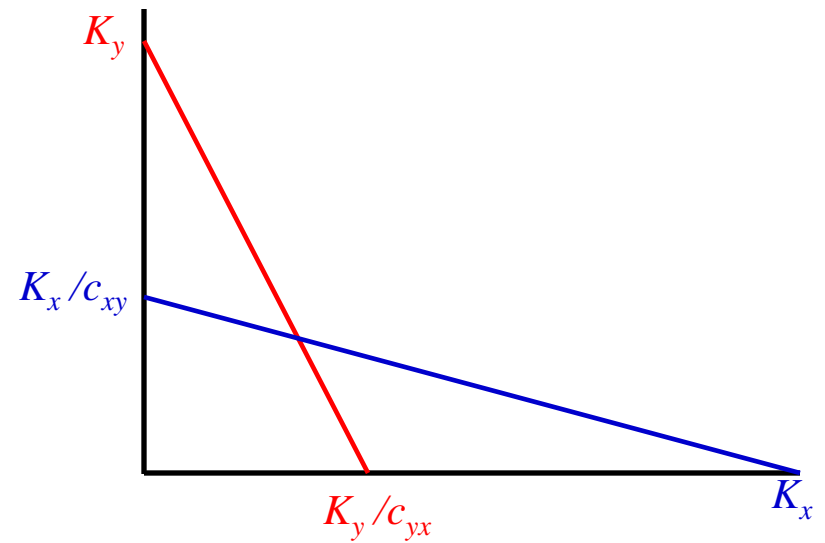
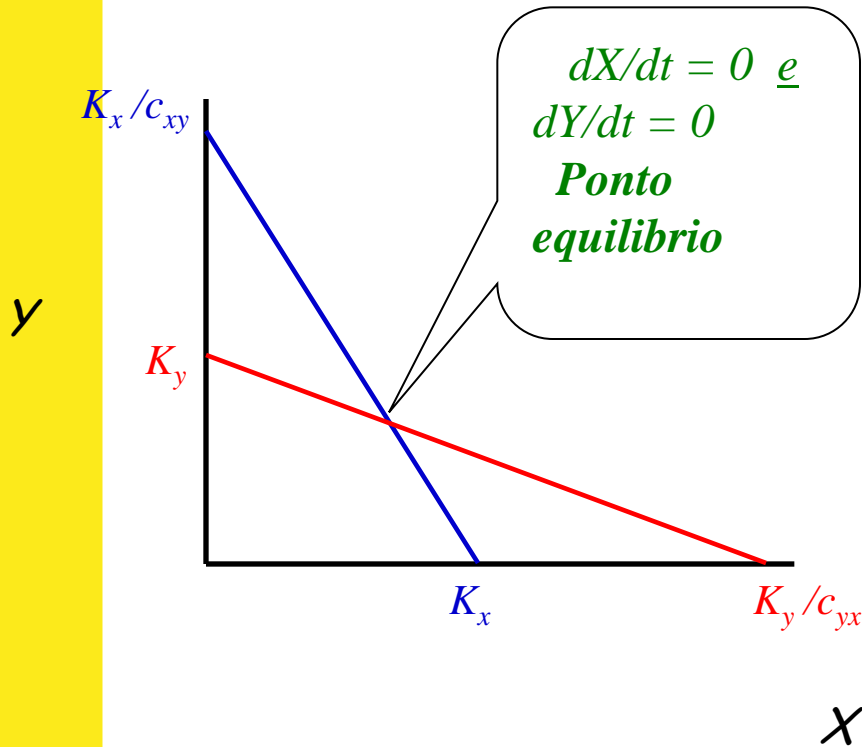


# 4 possibilidades

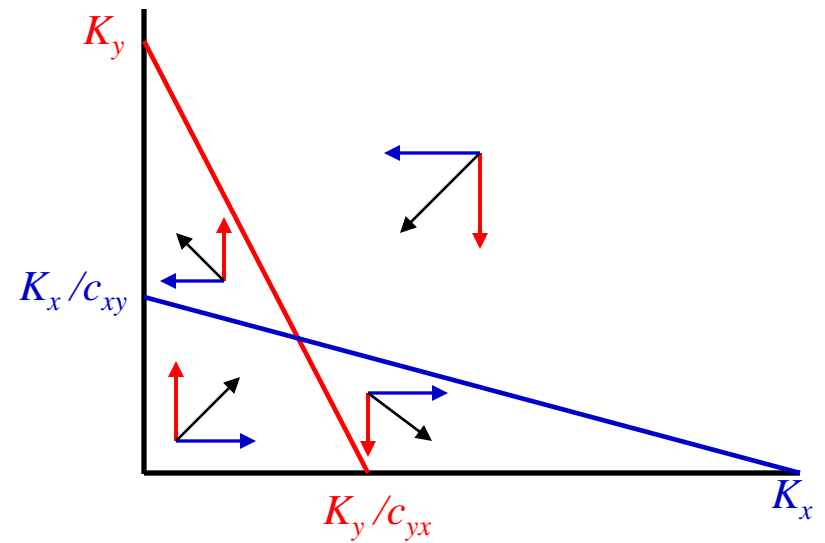
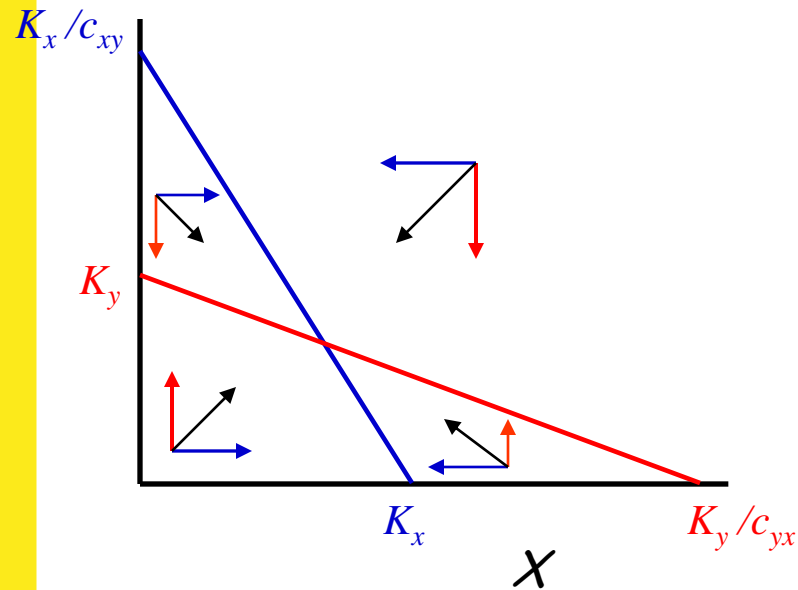


*Interpretação biológica ?*

# Pontos de equilíbrio e coexistência

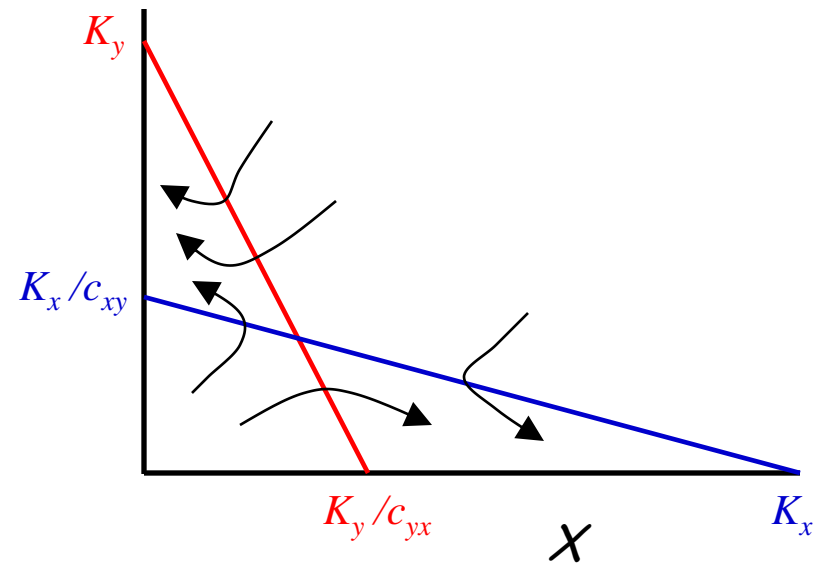
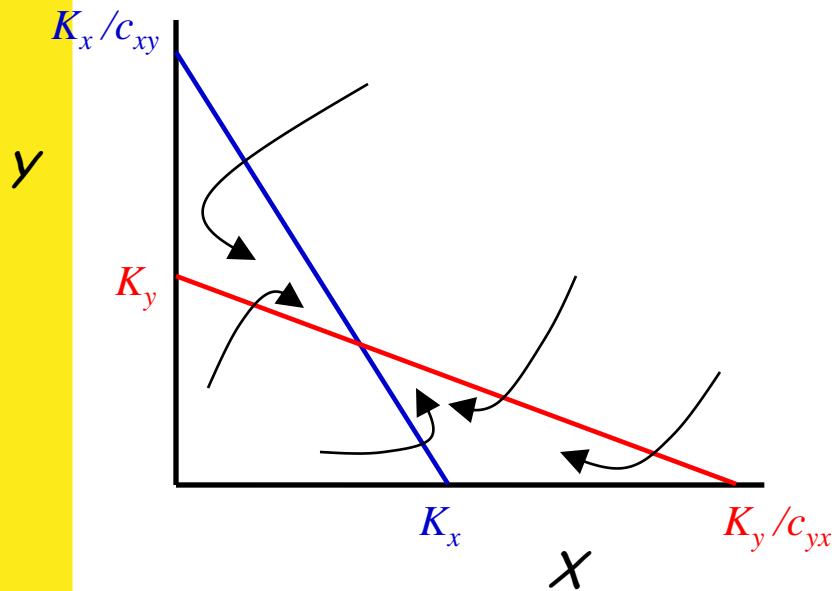


# Pontos de equilíbrio e coexistência

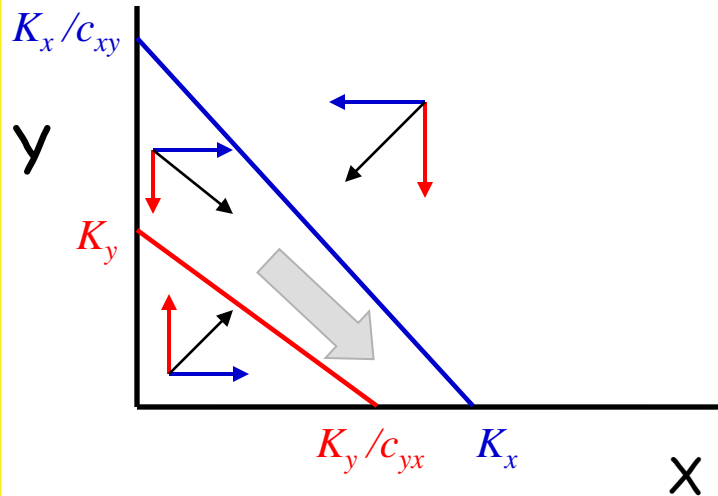


*X e Y tendem para o  $p^{\text{to}}$  equilíbrio e coexistem*

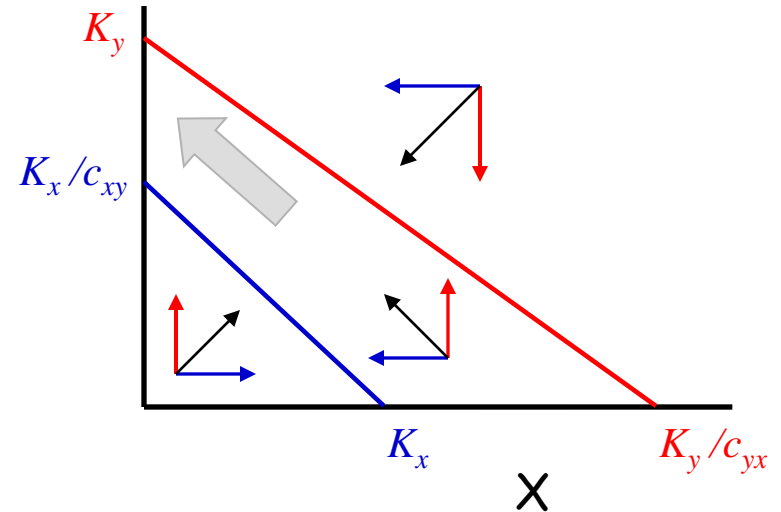
# Trajectórias do sistema



# Coexistência impossível

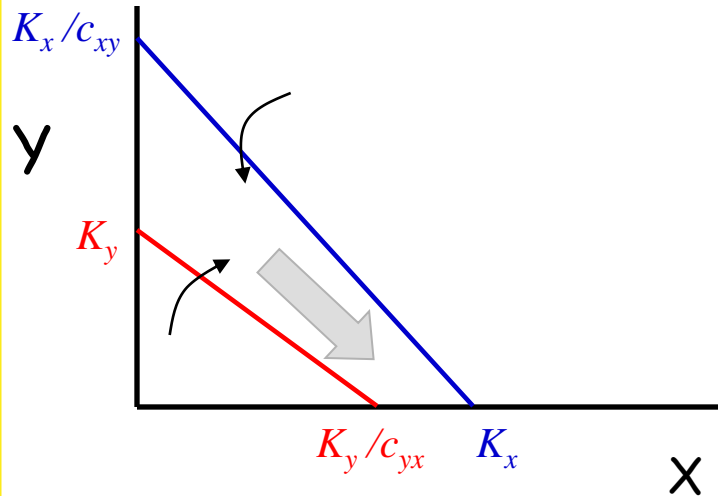


Y extingue-se

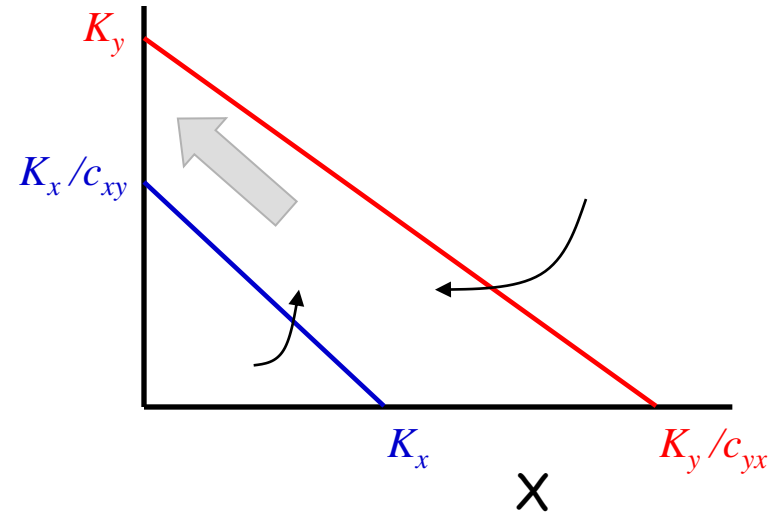


X extingue-se

# Coexistência impossível



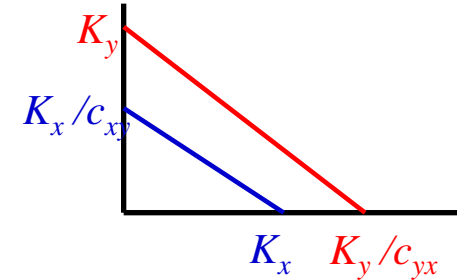
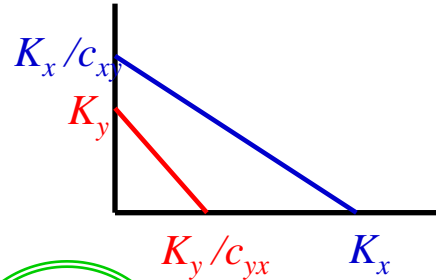
Y extingue-se



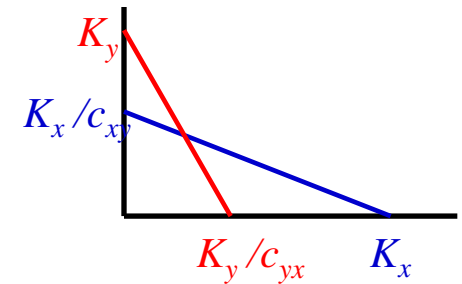
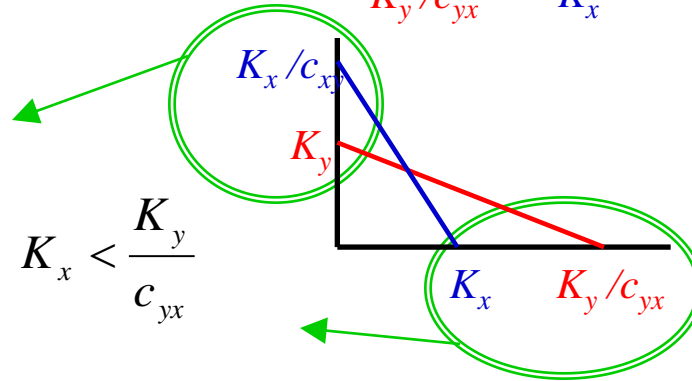
X extingue-se



# Interpretação biológica



$$\frac{K_x}{c_{xy}} > K_y \quad e \quad K_x < \frac{K_y}{c_{yx}}$$



$$c_{yx} < \frac{K_y}{K_x} < \frac{1}{c_{xy}}$$

Condições biológicas para coexistência !

# Condições para a coexistência

$$c_{yx} < \frac{K_y}{K_x} < \frac{1}{c_{xy}}$$

Assumindo  $K_x \approx K_y$

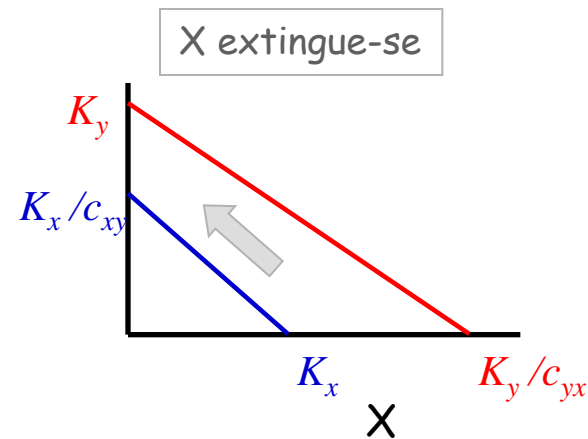
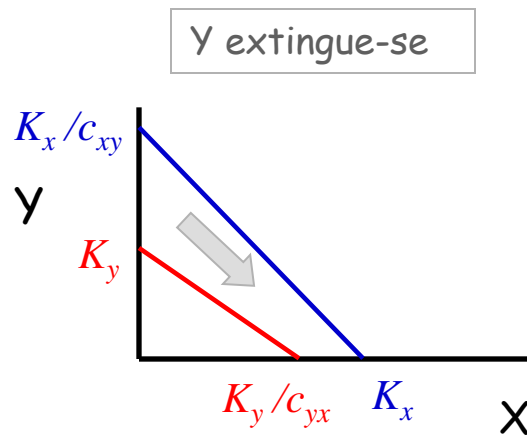
Coexistência possível se  $c_{yx} < 1$

$$c_{xy} < 1$$

Competição *inter-específica* < *intra-específica*

As espécies competidoras devem ter requisitos ecológicos suficientemente diferentes !

# Competição inter-específica > intra-específica



Assumindo  $K_x \approx K_y$

$$c_{yx} > 1$$

$$c_{xy} < 1$$

$$c_{yx} < 1$$

$$c_{xy} > 1$$

## *Princípio da exclusão por competição (competitive exclusion principle)*

*"Two species of approximately the same food habits are not likely to remain long evenly balanced in numbers in the same region. One will crowd out the other; the one longest exposed to local conditions, and hence best fitted, though ever so slightly, will survive, to the exclusion of any less favored would-be invader."*

Grinnell (1904)

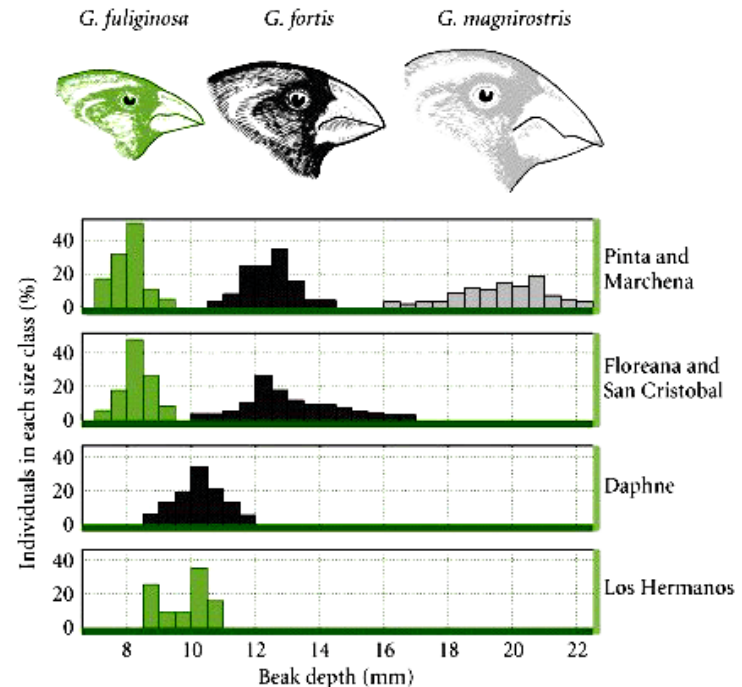
# Consequências evolutivas da competição: divergência de caracteres fenotípicos

**Deslocamento de caracteres:** *divergência das características comuns em duas espécies que vivem na mesma área, causada pela partição de recursos*

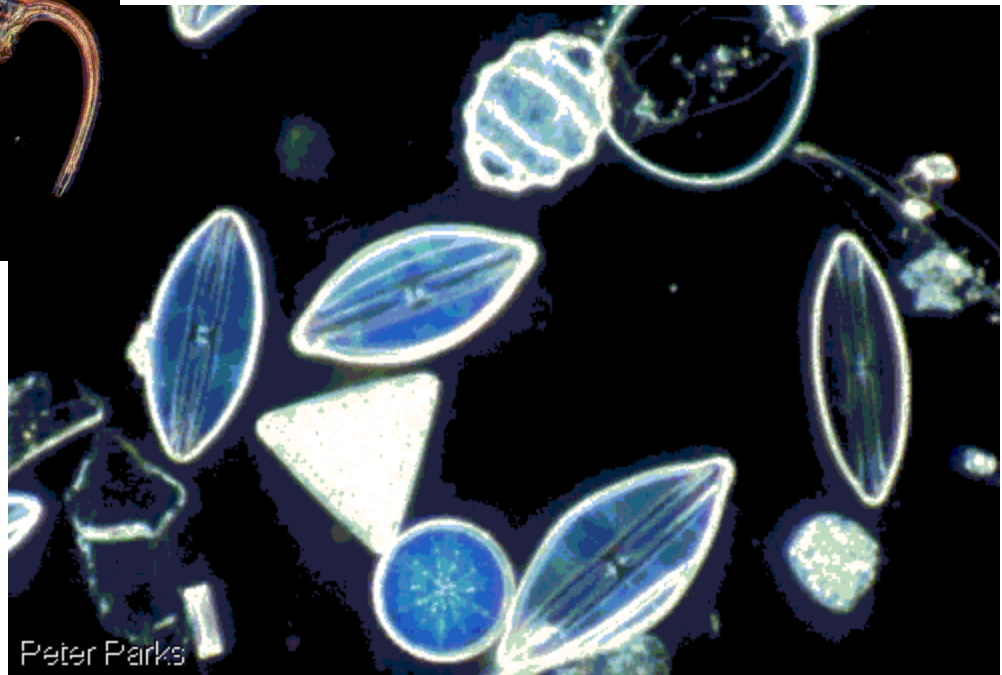
Evidência: duas ou mais espécies filogeneticamente próximas diferem mais em um carácter quando ocupam a mesma área (simpatria) do que quando ocupam áreas geográficas diferentes ou vivem em isolamento (alopatria.)

Um dos melhores exemplos é o dos tentilhões de Darwin (Darwin's finches), das Ilhas Galápagos.

Duas espécies próximas de tentilhões das Galapagos (*Geospiza fuliginosa* & *G. fortis*) têm bico de tamanho semelhante quando as populações são alopátricas. Nas ilhas onde as populações são simpátricas, encontra-se uma diferença significativa no tamanho do bico.



# O “paradoxo do plâncton”

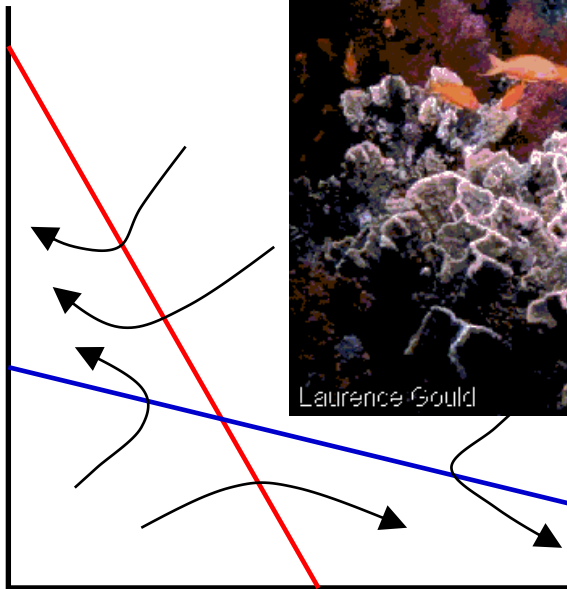


# Competição “contingente”, Yodzis 1989



$K_x/c_{xy}$

$K_y$



$K_y/c_{yx}$





Alfred Lotka, 1880-1949



Vito Volterra, 1860-1940