

Modelos de Consumidor- Recurso

Competição interespecífica

Competição por exploração

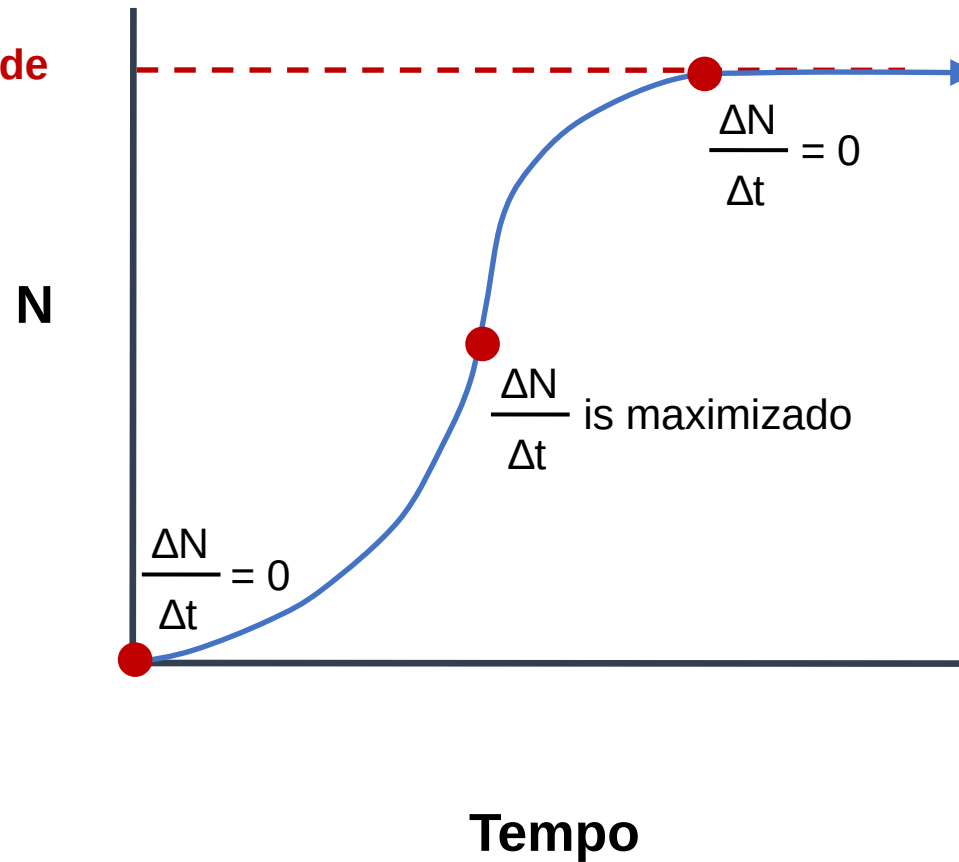
- Relembrando modelo fenomenológico de competição: Lotka e Volterra
- Modelo mecanicista de competição: R^* de Tilman
- Abordagem do Chase-Leibold

Dinâmica de População

Crescimento Logístico

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = r \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

K = capacidade de suporte



Competição

Equações de Competição de Lotka-Volterra:

No **modelo de crescimento populacional logístico**, a taxa de crescimento é reduzida por **competição intraspecífica**:

$$\text{Espécie 1: } dN_1/dt = r_1 N_1 [(K_1 - N_1)/K_1]$$

$$\text{Espécie 2: } dN_2/dt = r_2 N_2 [(K_2 - N_2)/K_2]$$

Equações de Lotka & Volterra incluem funções para reduzir ainda mais As taxas de crescimento como consequência da **competição interspecífica**:

$$\text{Espécie 1: } dN_1/dt = r_1 N_1 [(K_1 - N_1 - f(N_2))/K_1]$$

$$\text{Espécie 2: } dN_2/dt = r_2 N_2 [(K_2 - N_2 - f(N_1))/K_2]$$

Competição

Equações de Competição de Lotka-Volterra:

A função (f) poderia tomar qualquer forma, e.g.:

$$\text{Espécie 1: } dN_1/dt = r_1 N_1 [(K_1 - N_1 - \alpha N_2)/K_1]$$

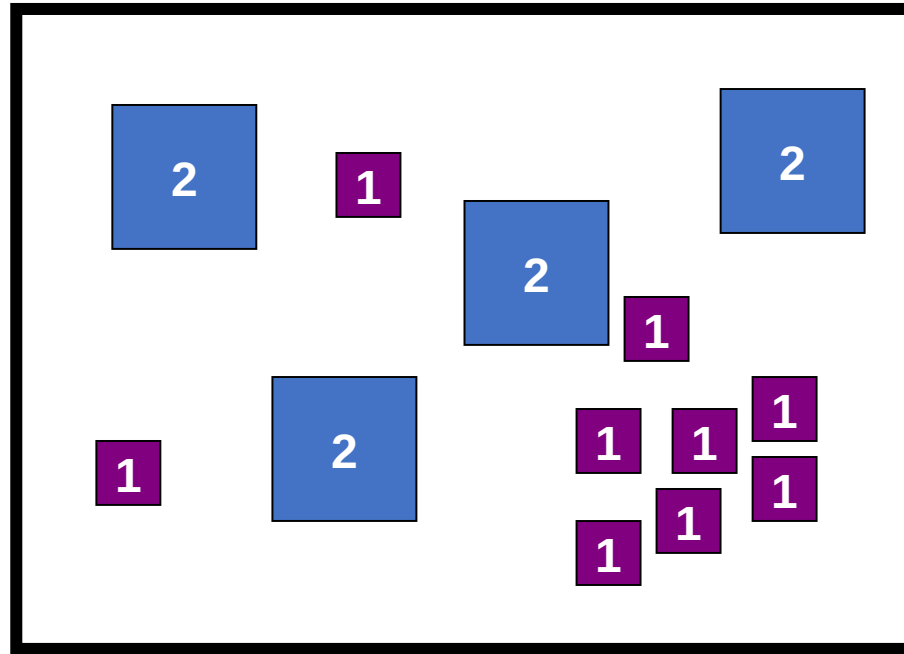
$$\text{Espécie 2: } dN_2/dt = r_2 N_2 [(K_2 - N_2 - \beta N_1)/K_2]$$

Os **coeficientes de competição** α & β medem o efeito *per capita* de uma espécie no crescimento populacional de outra, relativa ao efeito da competição intraespecífica

Se $\alpha = 1$, então os efeitos intraespecíficos *per capita* = efeitos interespecíficos

Se $\alpha < 1$, então os efeitos intraespecíficos são mais deletérios para espécie 1 do que os efeitos interespecíficos

Se $\alpha > 1$, então os efeitos intraespecíficos são mais deletérios

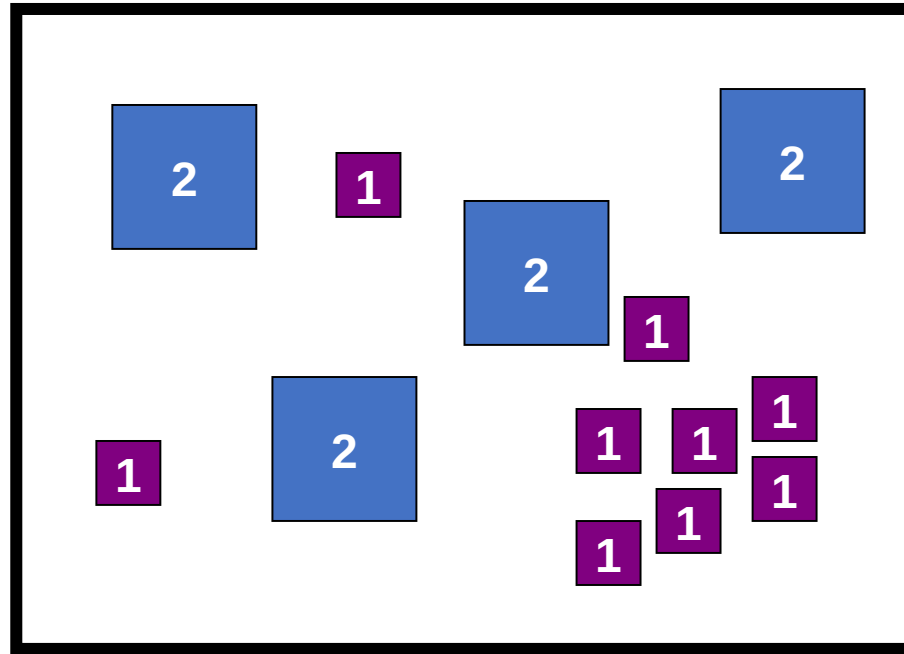


Área dentro do quadrado representa a **capacidade de suporte (K)** das duas espécies

O tamanho do quadrado é proporcional aos recursos que cada indivíduo consome e torna indisponível para os outros (Sp. 1 = rosa, Sp. 2 = verde)

Indivíduos da Sp. 2 consomem 4x recursos do que os da Sp. 1

Para espécie 1: $dN_1/dt = r_1 N_1 [(K_1 - N_1 - \alpha N_2) / K_1]$... onde $\alpha = 4$.



Competição ocorre porque tanto α & $\beta > 0 \rightarrow \alpha = 4$ & $\beta = \frac{1}{4}$

Neste caso, adicionar um indivíduo da Espécie 2 é *mais* deletério para Espécie 1 do que adicionar um indivíduo da própria Espécie 1...

Modelo de Competição Phenomenológico de Lotka-Volterra

Encontre soluções de equilíbrio para as equações, *i.e.*, torne $dN/dt = 0$:

$$\text{Espécie 1: } \hat{N}_1 = K_1 - \alpha N_2$$

$$\text{Espécie 2: } \hat{N}_2 = K_2 - \beta N_1$$

Isso faz sentido intuitivamente: O equilíbrio para N_1 é a capacidade de suporte da Espécie 1 (K_1) reduzido em alguma quantidade devido à presença da Espécie 2 (αN_2)

No entanto, o equilíbrio de cada espécie depende do equilíbrio das outras espécies! Logo, por substituição...

$$\text{Espécie 1: } \hat{N}_1 = K_1 - \alpha(K_2 - \beta \hat{N}_1)$$

$$\text{Espécie 2: } \hat{N}_2 = K_2 - \beta(K_1 - \alpha \hat{N}_2)$$

Modelo de Competição Phenomenológico de Lotka-Volterra

As soluções das equações no equiíbrio se tornam:

$$\text{Espécie 1: } \hat{N}_1 = [K_1 - \alpha K_2] / [1 - \alpha \beta]$$

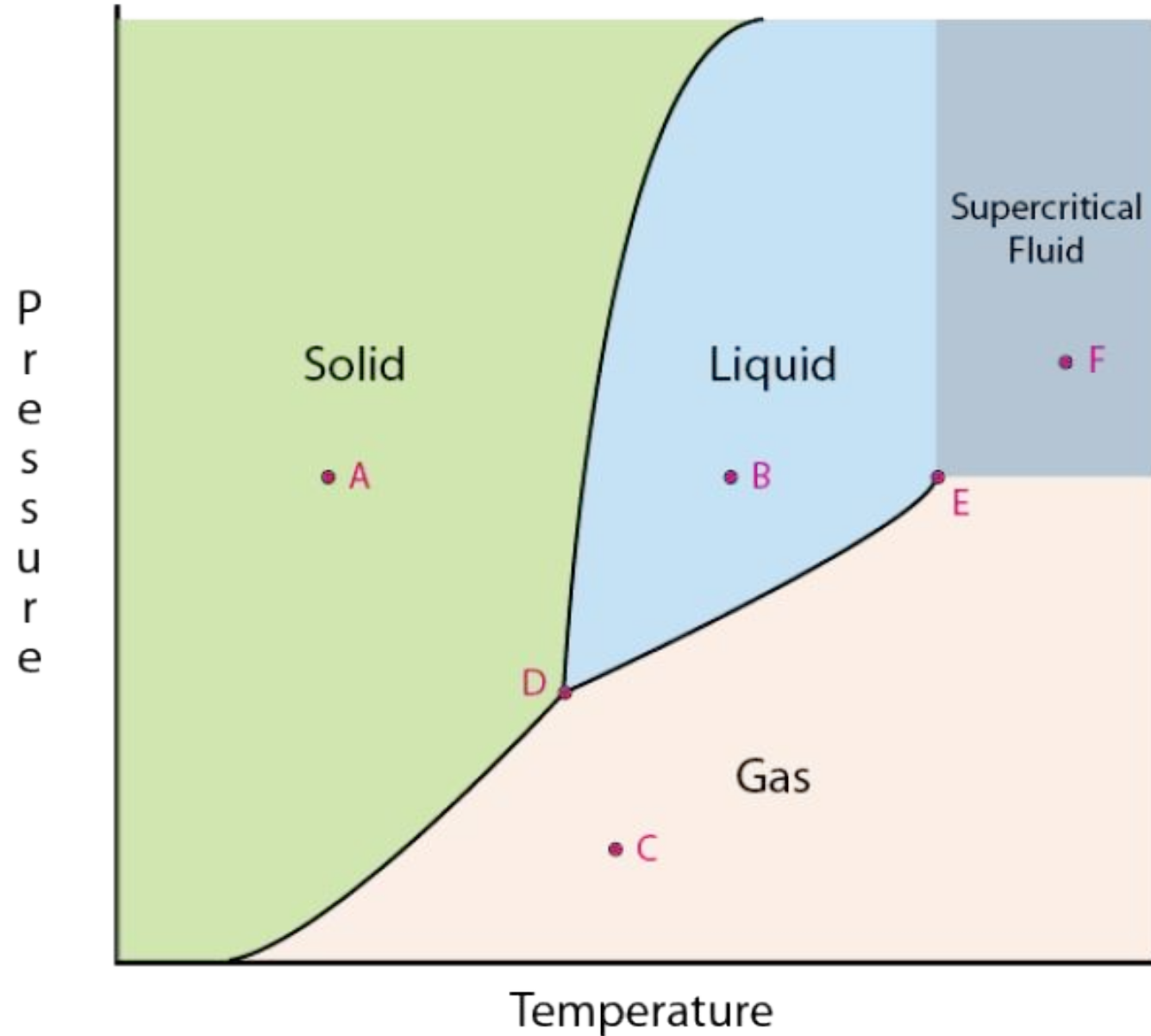
$$\text{Espécie 2: } \hat{N}_2 = [K_2 - \beta K_1] / [1 - \alpha \beta]$$

Estas equações fornecem alguns insights sobre condições necessárias para coexistência sobre os pressupostos do modelo

E.g., o produto $\alpha\beta$ tem de ser < 1 para N ser > 0 para ambas as espécies (uma condição necessária para coexistência)

Mas as equações não ajudam muito a entender a dinâmica de interações competitivas, *e.g.*, os pontos de equilíbrio são estáveis?

Exemplo de diagrama de fase para um elemento químico



Modelo de Lotka-Volterra

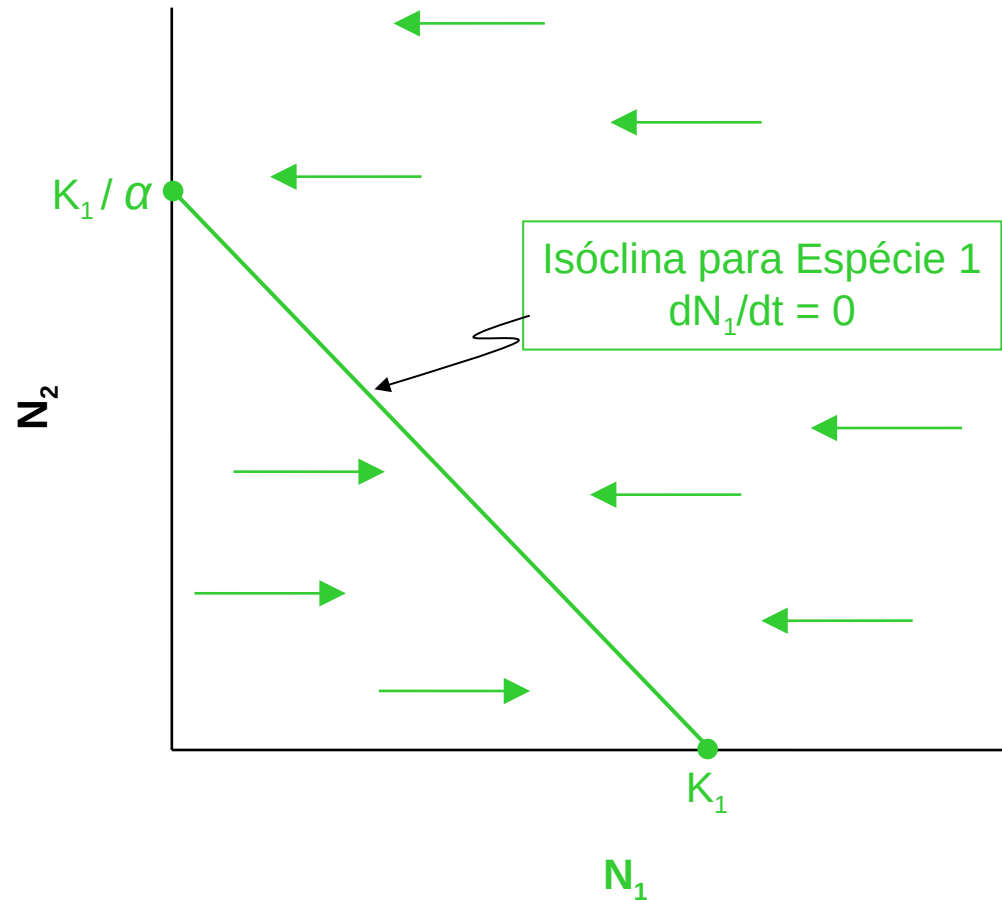
Lembre-se de que
as soluções de equilíbrio
requerem $dN/dt = 0$

Espécie 1: $\hat{N}_1 = K_1 - \alpha N_2$

Logo:

Quando $N_2 = 0$, $N_1 = K_1$

Quando $N_1 = 0$, $N_2 = K_1/\alpha$



Modelo Lotka-Volterra

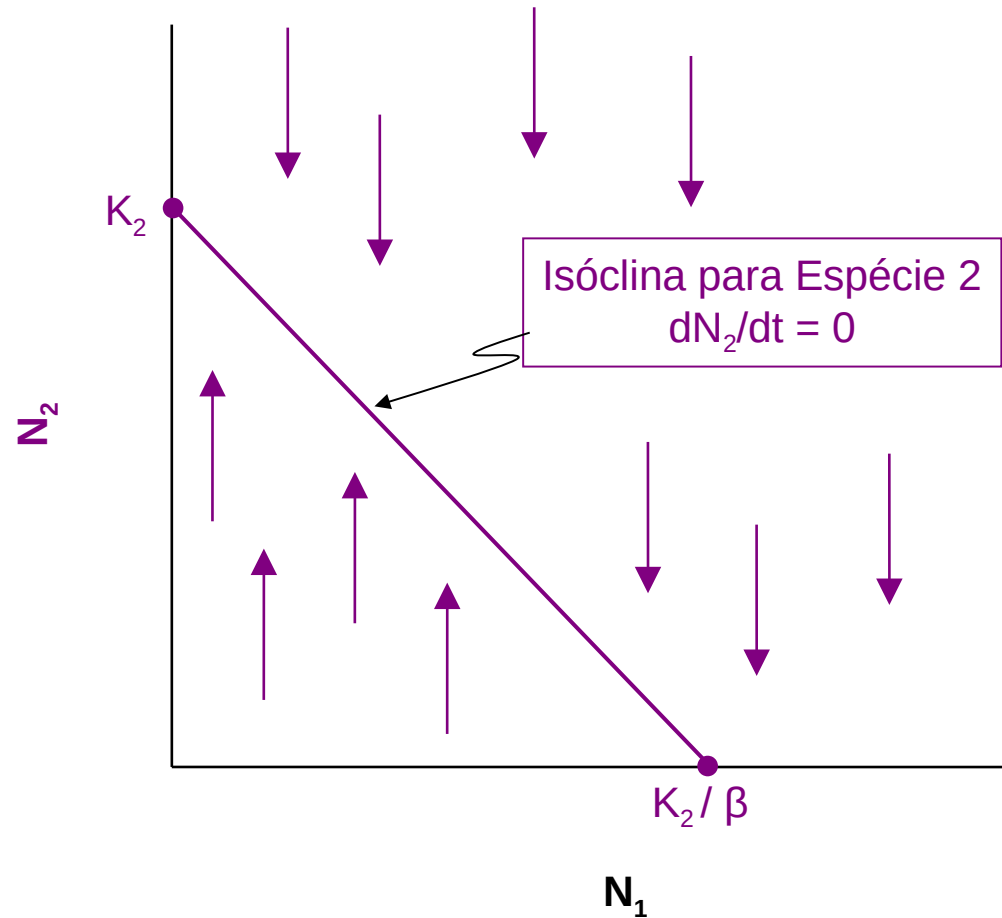
Lembre-se de que
as soluções de equilíbrio
requerem $dN/dt = 0$

Espécie 2: $\dot{N}_2 = K_2 - \beta N_1$

Logo:

Quando $N_1 = 0$, $N_2 = K_2$

Quando $N_2 = 0$, $N_1 = K_2/\beta$



Modelo Lotka-Volterra

Faça um gráfico conjunto das isóclinas para as 2 espécies para examinar trajetórias das populações

$$K_1/\alpha > K_2$$

$$K_1 > K_2/\beta$$

Para Espécie 1:

$$K_1 > K_2\alpha$$

(intrasp. > intersp.)

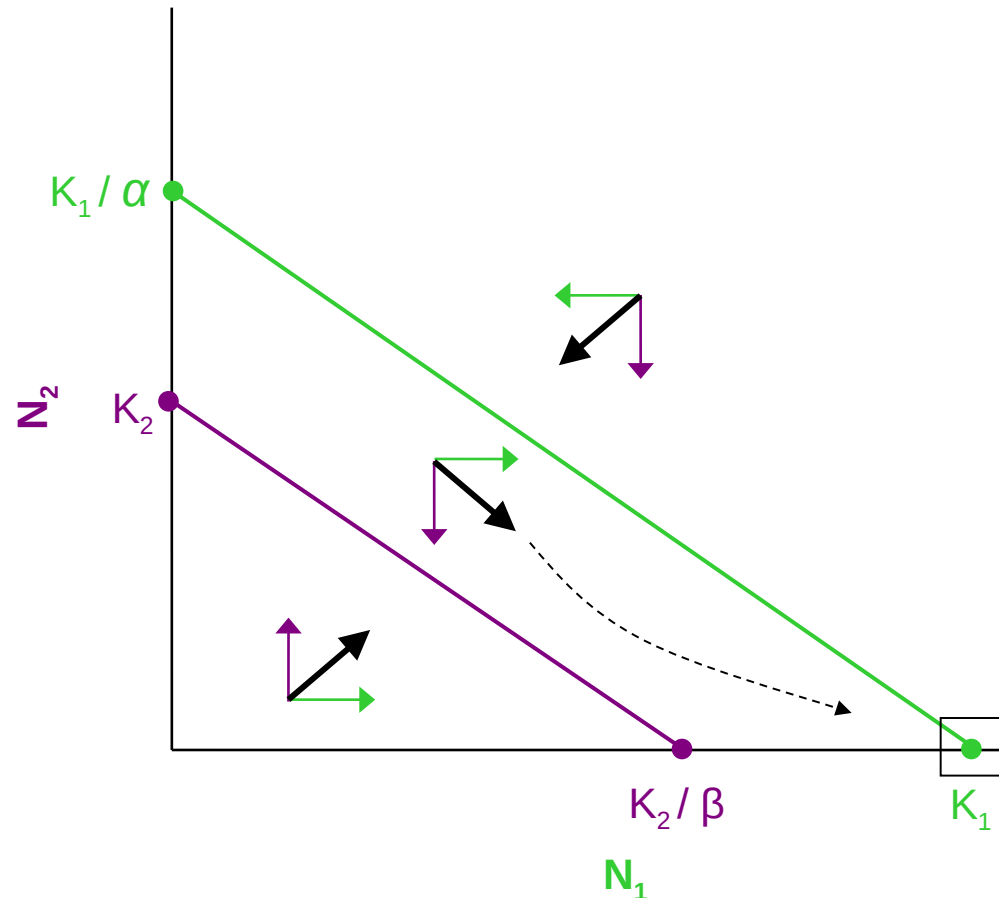
Para espécie 2:

$$K_1\beta > K_2$$

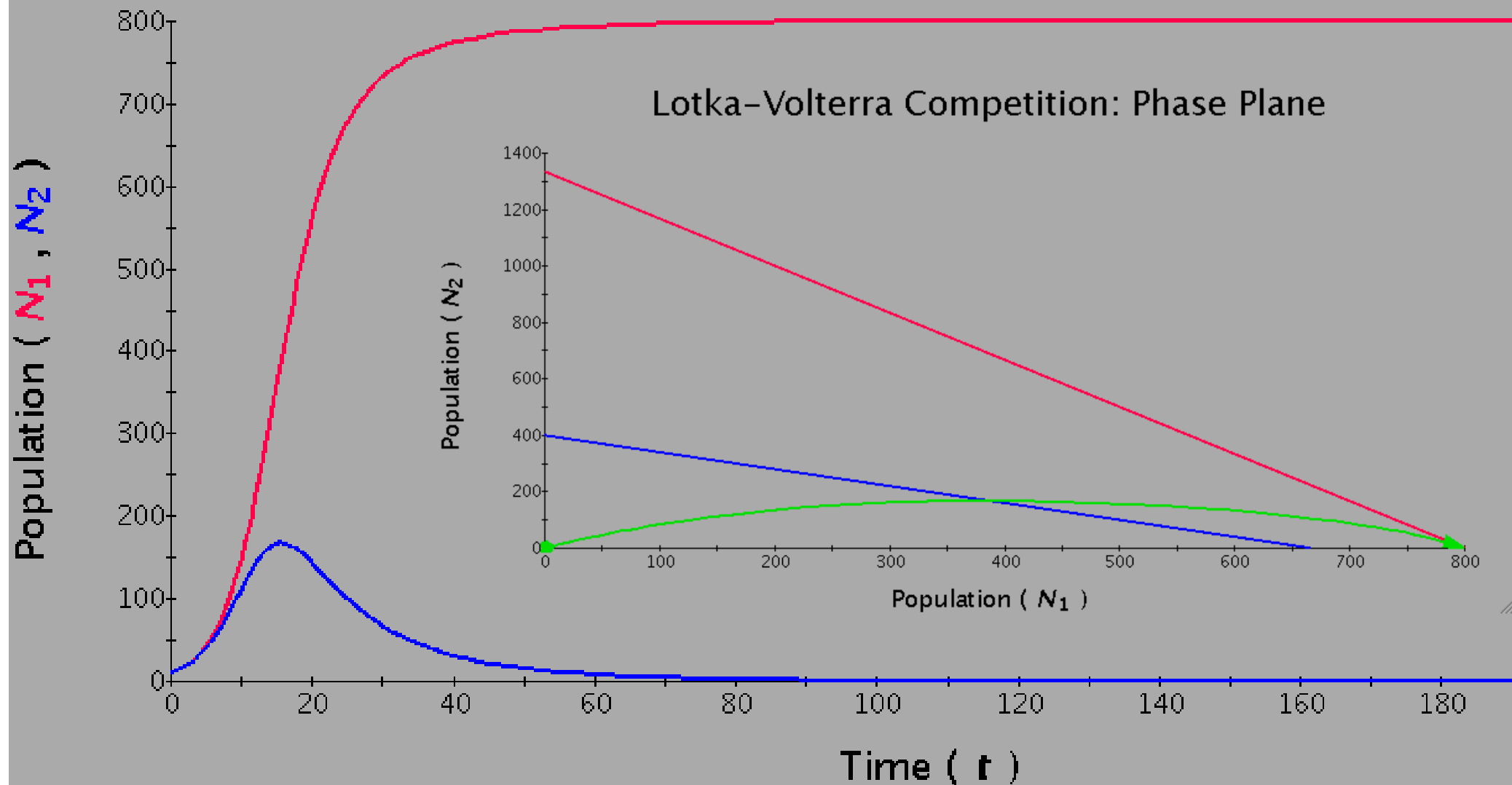
(intersp. > intrasp.)

□ = Equilíbrio estável

Exclusão competitiva da Espécie 2 pela Espécie 1



Lotka-Volterra Competition: Time Trajectory



Lotka-Volterra Model

Faça um gráfico conjunto das isóclinas para as 2 espécies para examinar trajetórias das populações

$$K_2 > K_1/\alpha$$

$$K_2/\beta > K_1$$

Para sp 1:

$$K_2\alpha > K_1$$

(intersp. > intrasp.)

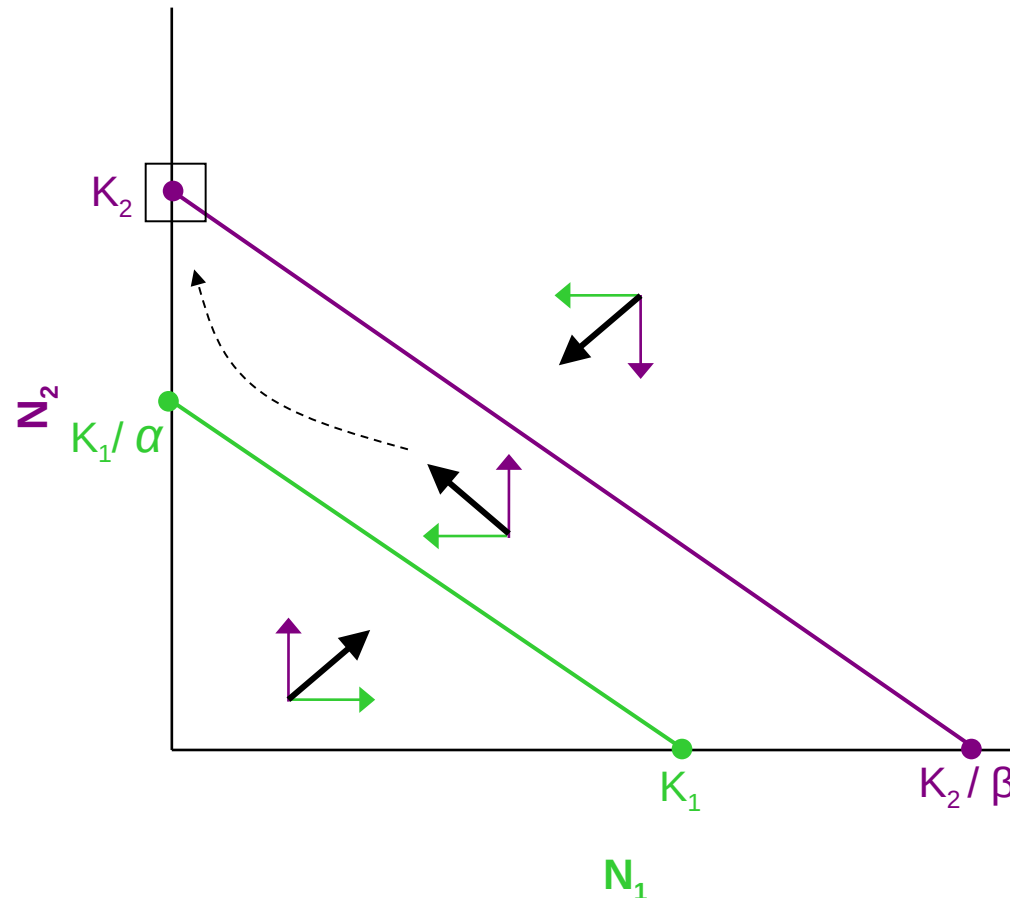
Para sp 2:

$$K_2 > K_1\beta$$

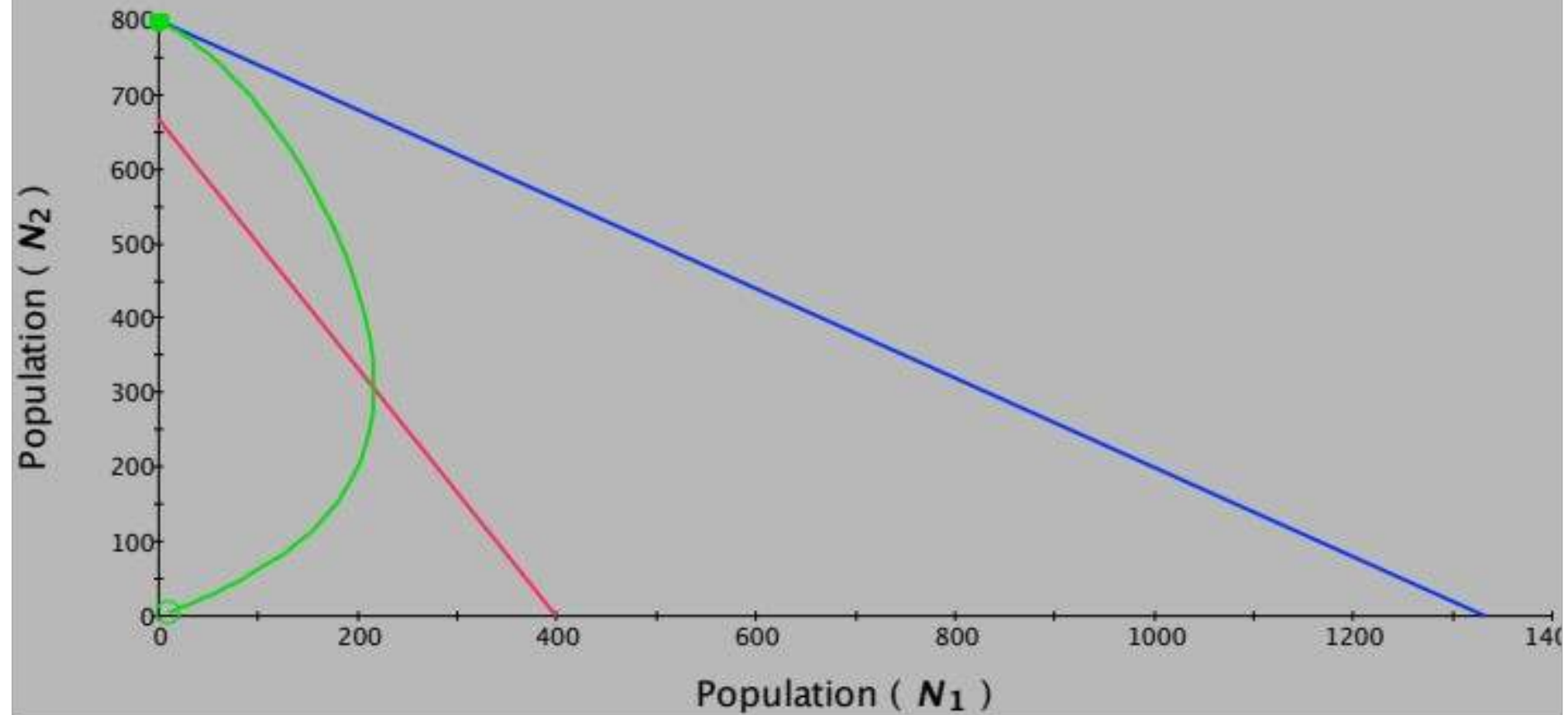
(intrasp. > intersp.)

□ = Equilíbrio estável

Exclusão Competitiva da Espécie 1 pela Espécie 2



Lotka-Volterra Competition: Phase Plane



Lotka-Volterra Competition: Input



View



File



Help



Print



Close

Model Parameters

Species #1

$N_1(0) =$

$r =$

$K_1 =$

$\alpha =$

Species #2

$N_2(0) =$

$r =$

$K_2 =$

$\beta =$

Plot Type

☒ N vs t

☐ N_2 vs N_1

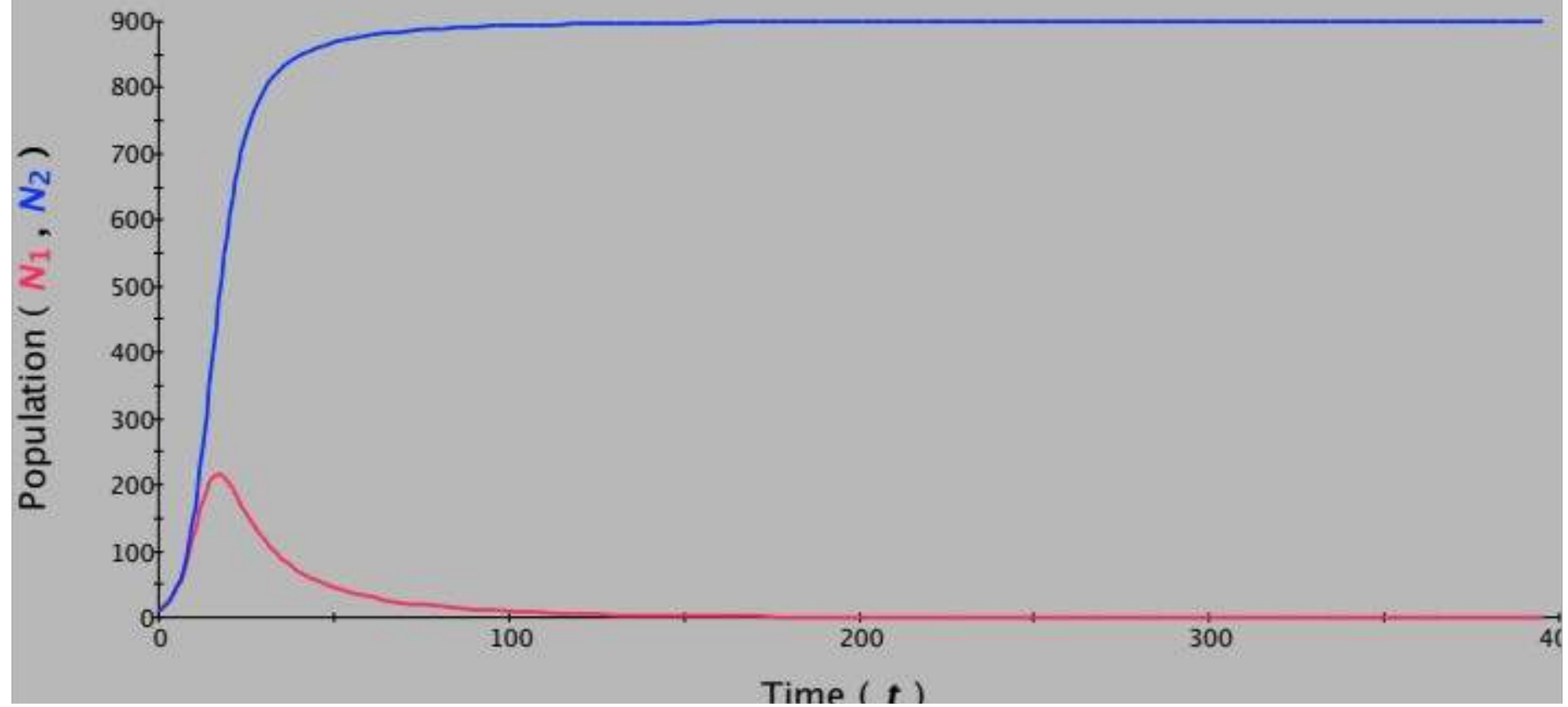
Termination Conditions

☒ Run until steady state

☐ Run until time:

Time =

Lotka-Volterra Competition: Time Trajectory



Modelo Lotka-Volterra

Faça um gráfico conjunto das isóclinas para as 2 espécies para examinar trajetórias das populações

$$K_2 > K_1/\alpha$$

$$K_1 > K_2/\beta$$

Para sp 1:

$$K_2\alpha > K_1$$

(intersp. > intrasp.)

Para sp 2:

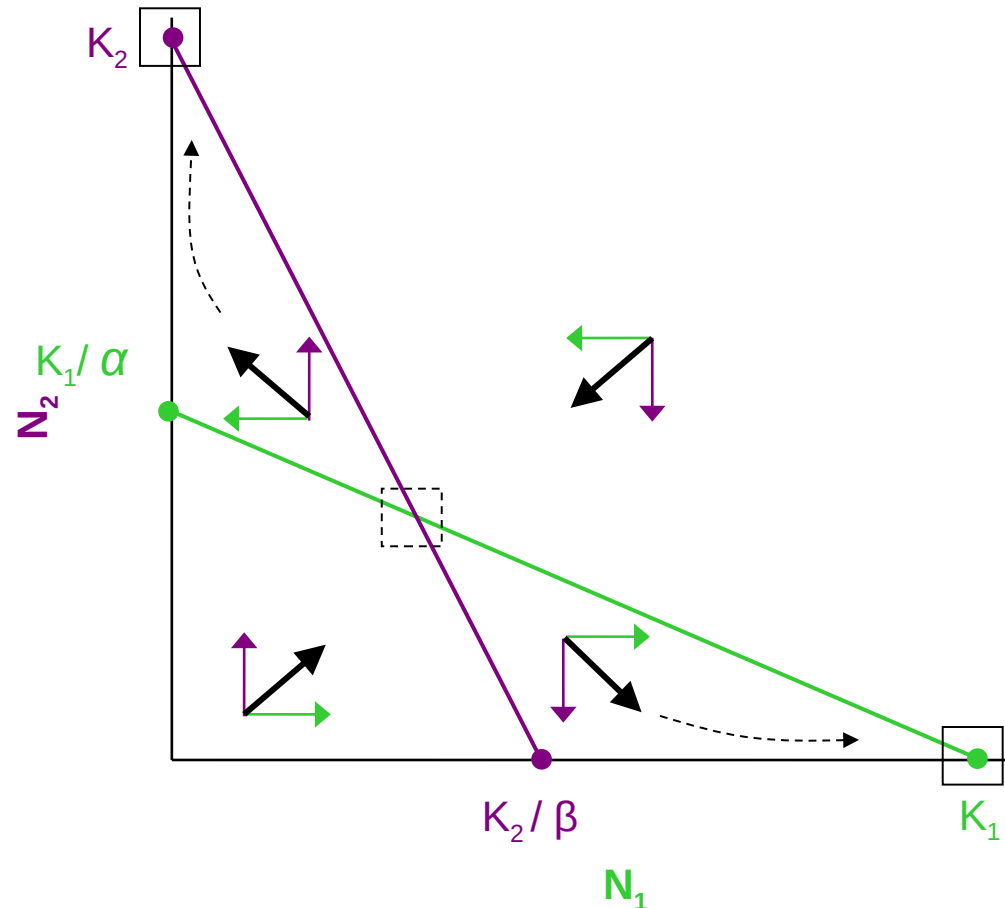
$$K_1\beta > K_2$$

(intersp. > intrasp.)

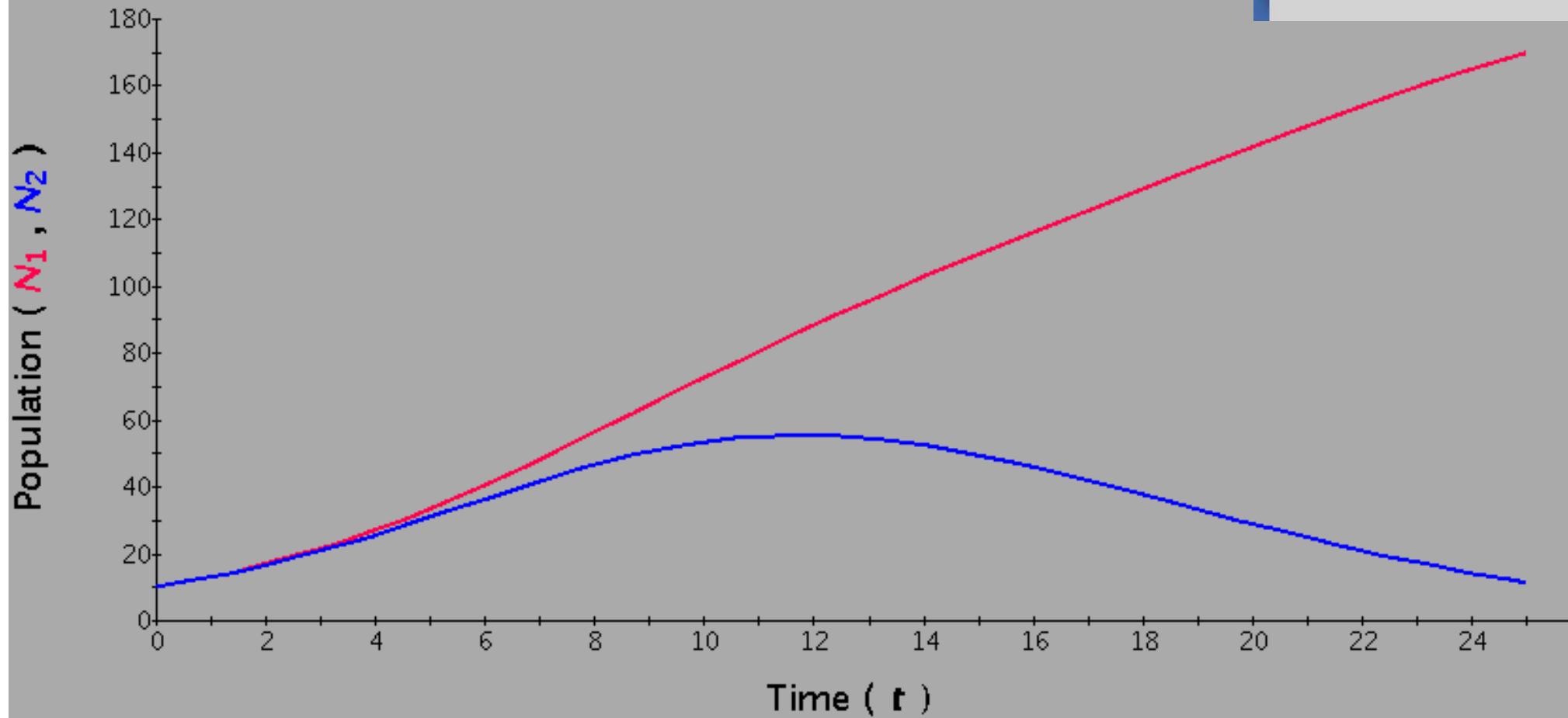
 = equilíbrio estável

 = equilíbrio instável

Exclusão competitiva num equilíbrio instável



Lotka-Volterra Competition: Time Traj



Lotka-Volterra Competition: Input

View Save Help Print Close

Model Parameters

Species #1	Species #2
$N_1(0) = 20$	$N_2(0) = 20$
$r = 0.3$	$r = 1$
$K_1 = 200$	$K_2 = 400$
$\alpha = 2$	$\beta = 4$

Plot Type

- ☒ N vs t
- ☐ N_2 vs N_1

Termination Condition

- ☐ Run until steady state
- ☒ Run until time: Time = 25

Modelo Lotka-Volterra

Faça um gráfico conjunto das isóclinas para as 2 espécies para examinar trajetórias das populações

Coexistência num equilíbrio estável

$$K_1/\alpha > K_2$$

$$K_2/\beta > K_1$$

Para sp 1:

$$K_1 > K_2\alpha$$

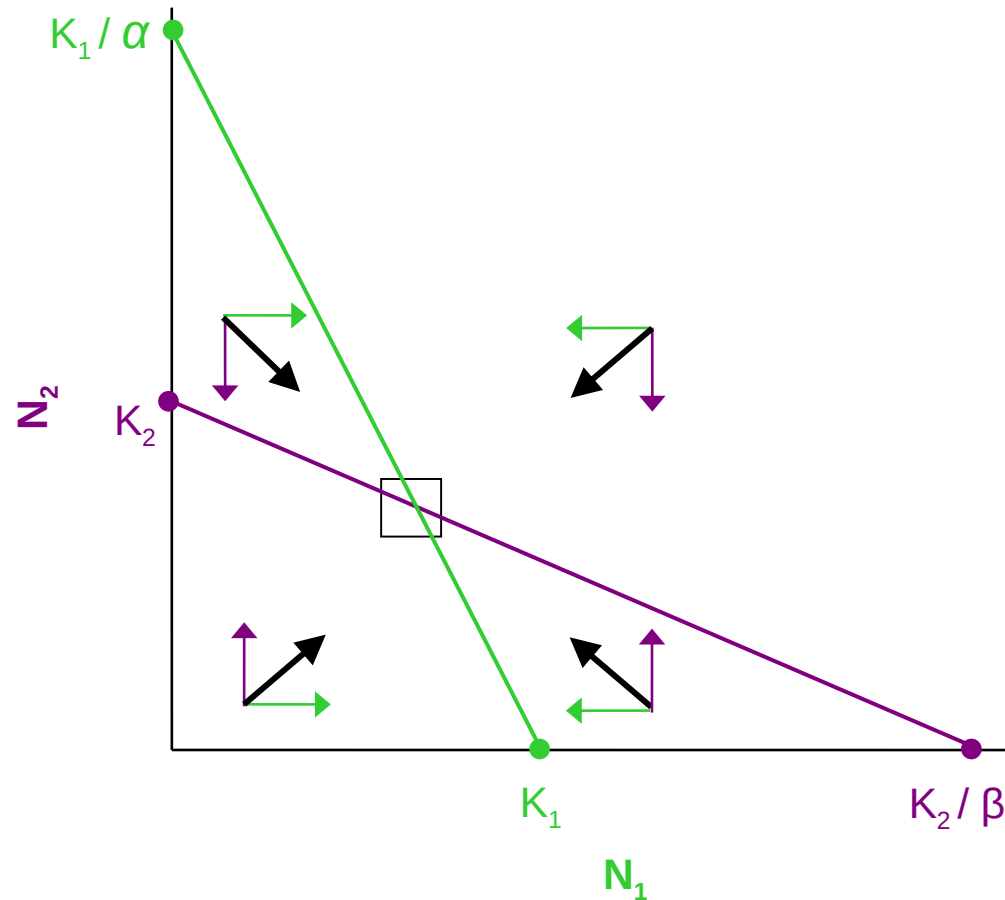
(intrasp. > intersp.)

Para sp 2:

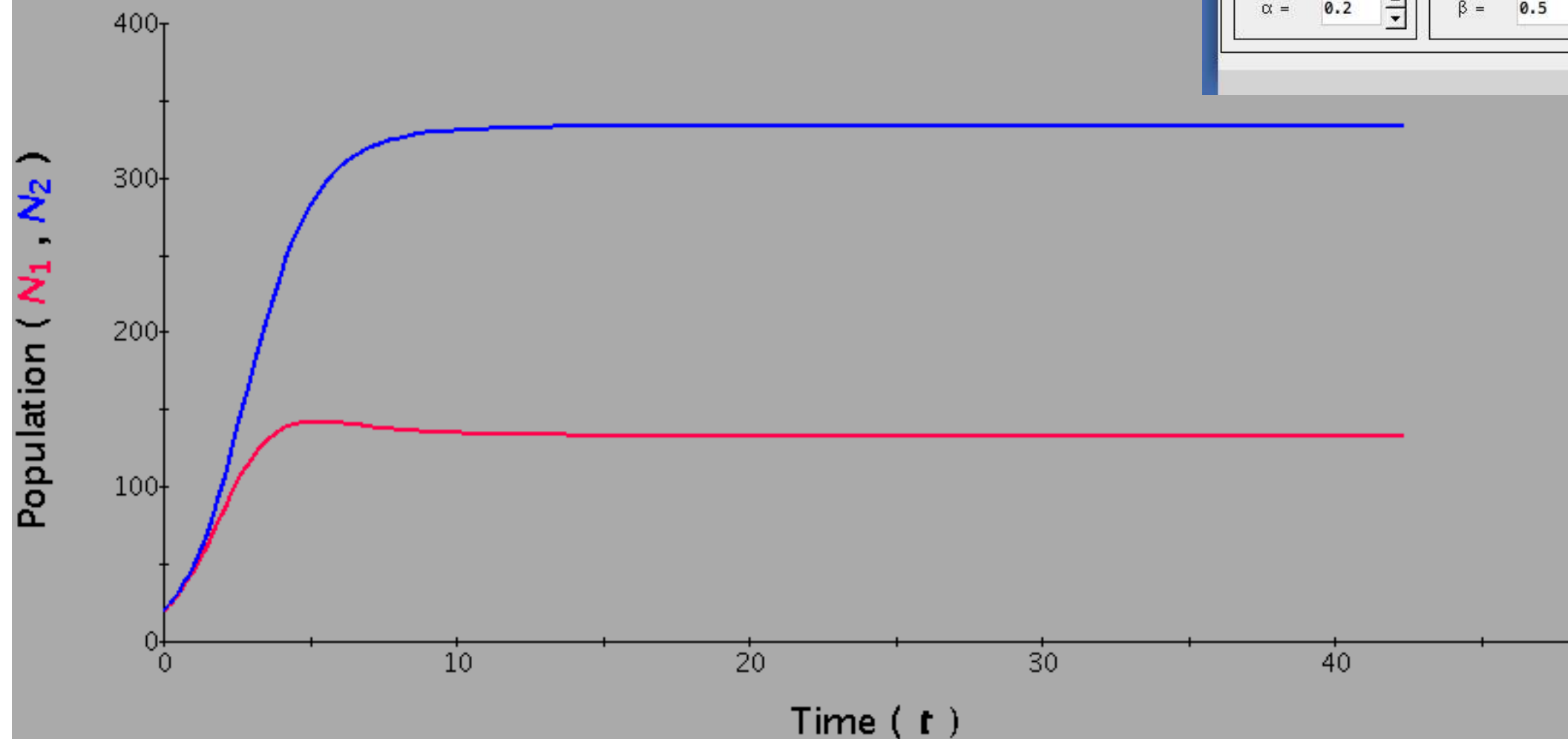
$$K_2 > K_1\beta$$

(intrasp. > intersp.)

□ = equilíbrio estável



Lotka-Volterra Competition: Time



Lotka-Volterra Competition: Input

View Save Help Print Close

Model Parameters

Species #1

$N_1(0) = 20$

$r = 1$

$K_1 = 200$

$\alpha = 0.2$

Species #2

$N_2(0) = 20$

$r = 1$

$K_2 = 200$

$\beta = 0.5$

Plot Type

☐ N vs t

☒ N_2 vs N_1

Termination Conditions

☐ Run until steady state

☒ Run until time:

Time = 25

Competição

Principal predição do modelo de competição de Lotka-Volterra: Duas espécies só podem coexistir se ***a competição intraespecífica for mais forte do que a interespecífica para ambas as espécies***

Primeiros experimentos inspirados pelo modelo:

Gause (1932) – protozoários consumindo cultura de bactérias

Os modelos de **Lotka-Volterra**, acoplados com os resultados de experimentos simples sugeriram um princípio geral em ecologia:

O Princípio da Exclusão Competição Lotka-Volterra-Gause
“Competidores completos não podem existir” (Hardin 1960)

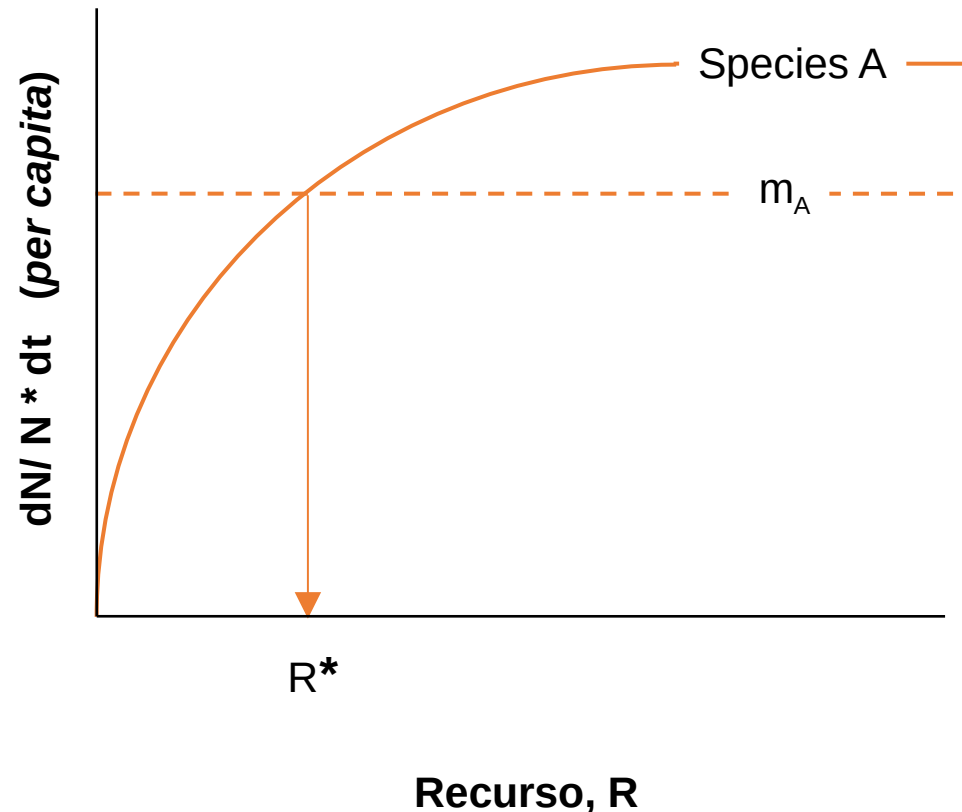
Modelo de competição por recursos (R^* de Tilman)

Modelo de Competição Baseado em Recursos de Tilman

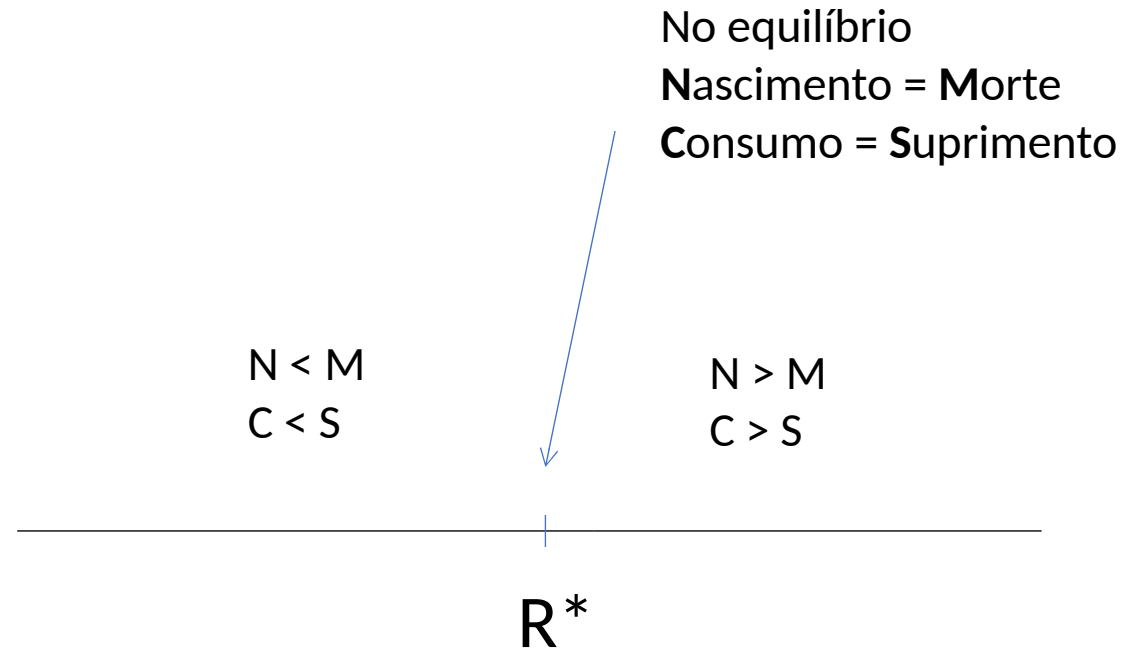
Taxa reprodutiva *per capita* da Sp 1
($dN/(N \cdot dt)$) é a função de disponibilidade de recursos, R

Assume-se que a taxa de mortalidade, m_A , permanece constante com a mudança de R

R^* = concentração de recurso no ambiente no qual a população da espécie A está em equilíbrio, ou seja, taxa de natalidade e mortalidade são iguais



Modelo R^* - 1 espécie e 1 recurso

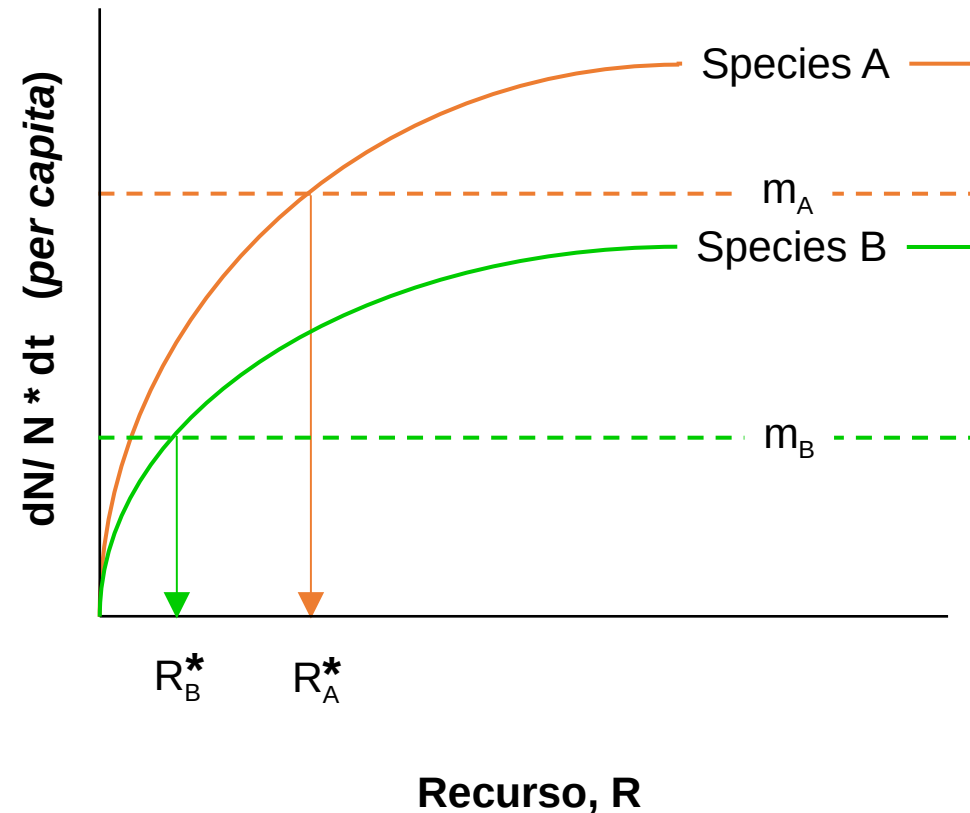


Nível de Recurso

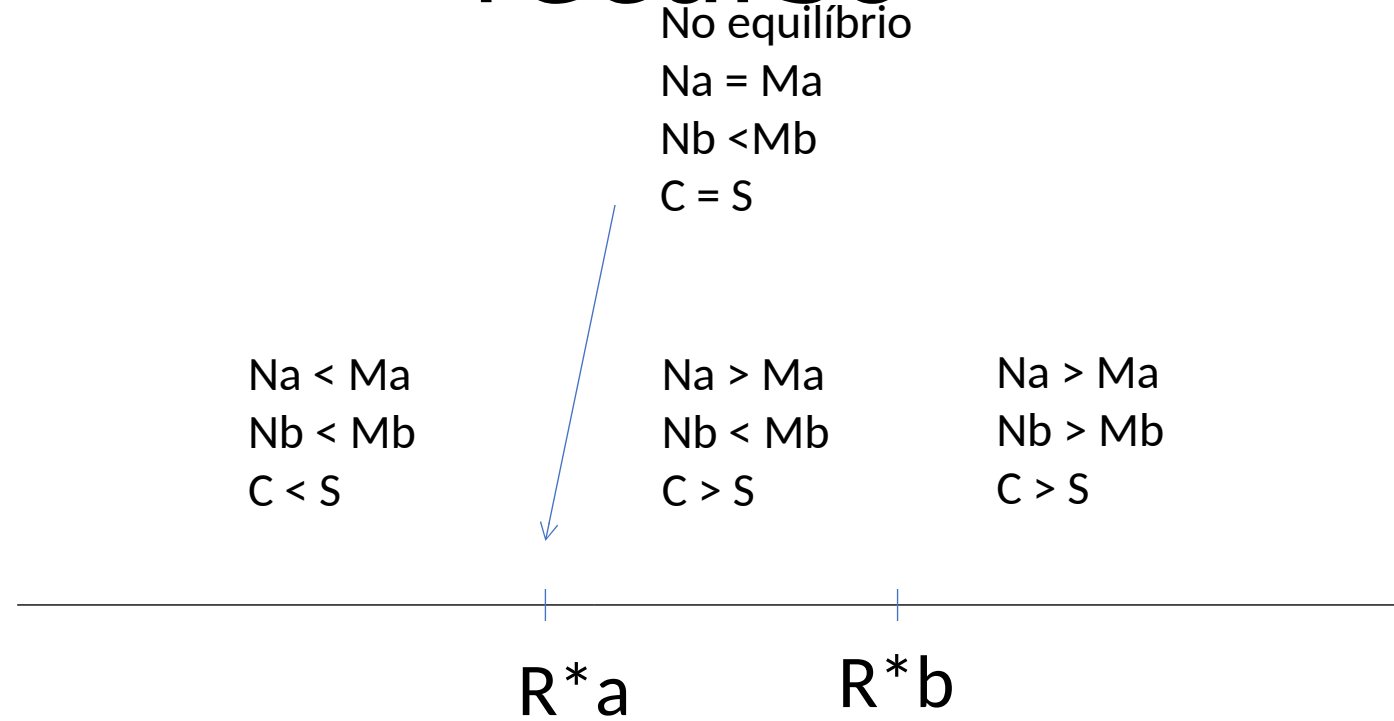
Modelo de Competição Baseado em Recursos de Tilman

Quando duas espécies competem por **um recurso limitante**, a espécie com o menor R^* determinísticamente ganha a competição

Espécie B ganha neste caso



Modelo R^* - 2 espécies e 1 recurso



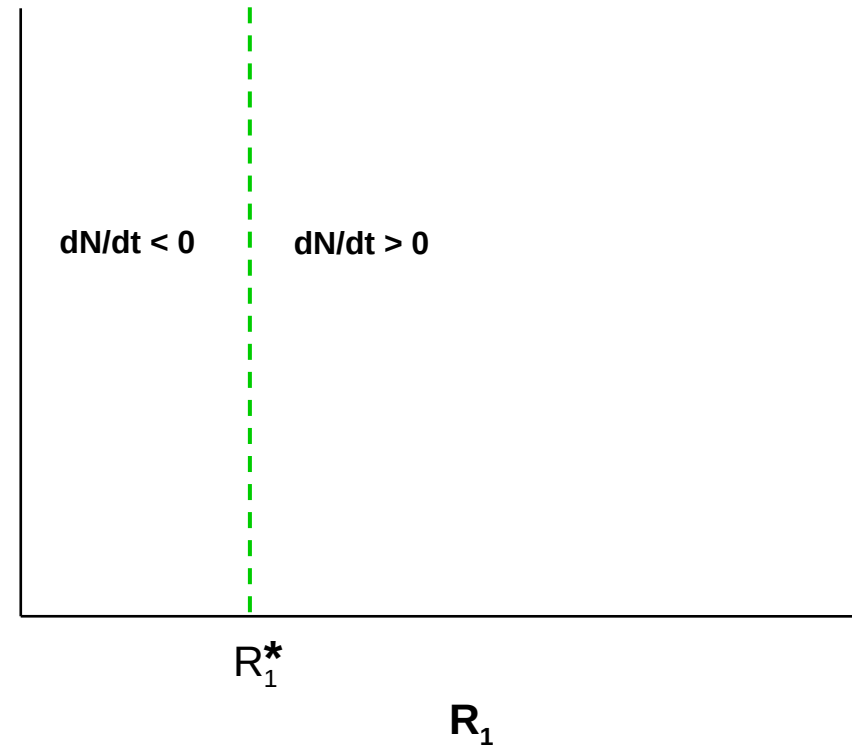
Nível do Recurso

Espécie A ganha porque ela tem o menor R^*

1 espécie e 2 recursos

Agora considere a resposta de crescimento de uma espécie em relação à dois recursos essenciais

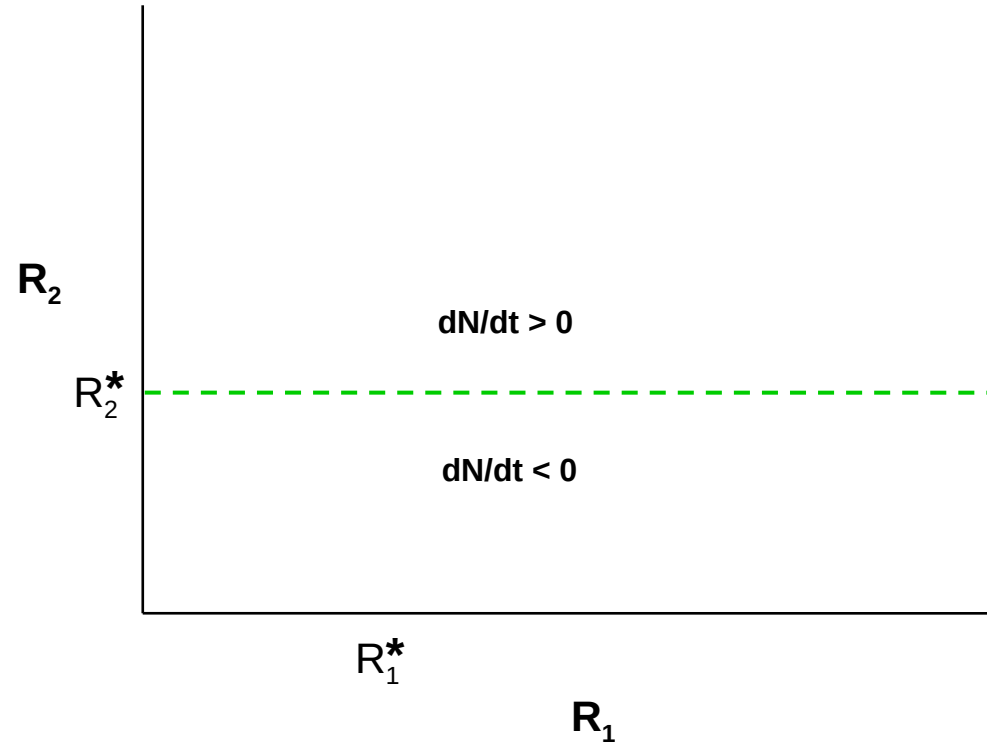
R^* divide a região em duas porções: favorável e desfavorável para o crescimento populacional



Modelo de Competição Baseado em Recursos de Tilman

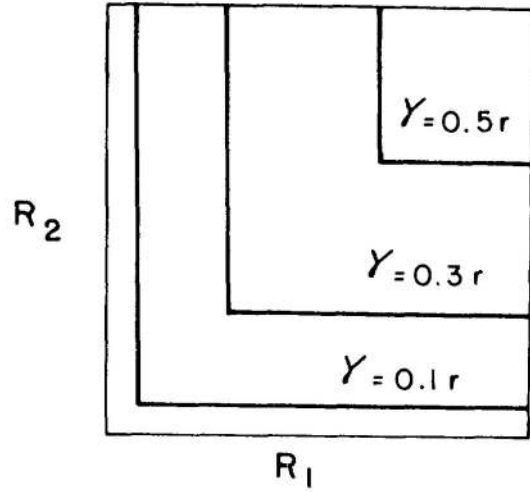
Agora considere a resposta de crescimento de uma espécie em relação à dois recursos essenciais

R^* divide a região em duas porções: favorável e desfavorável para o crescimento populacional

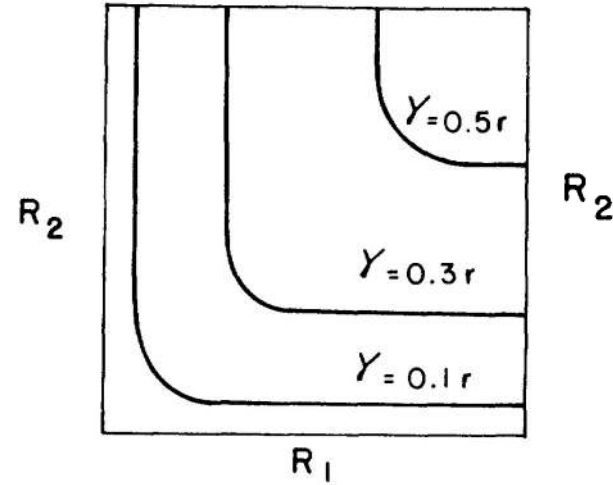


Tipos de recursos e isóclinas

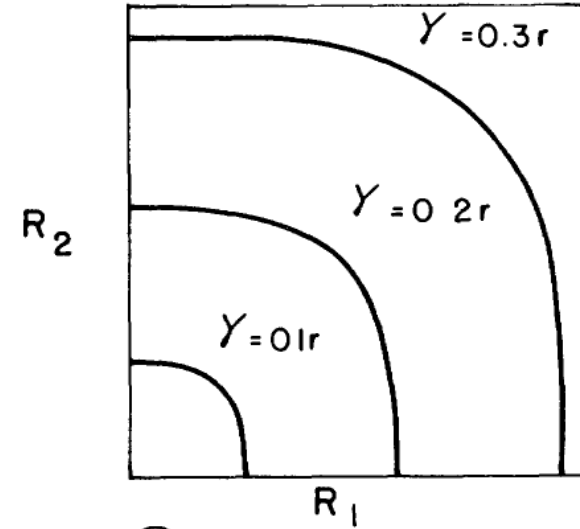
Ⓐ ESSENTIAL



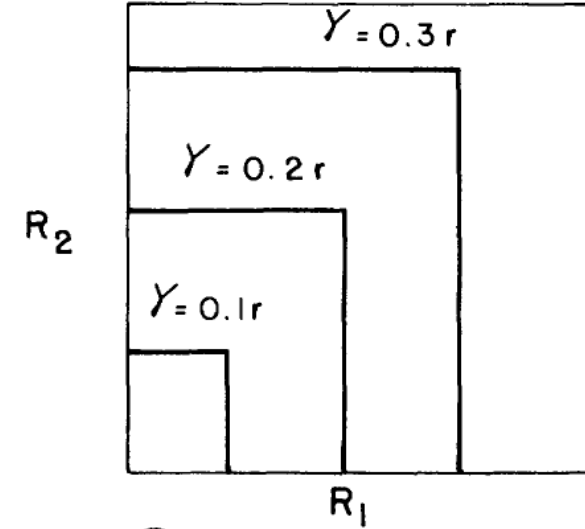
Ⓑ INTERACTIVE - ESSENTIAL



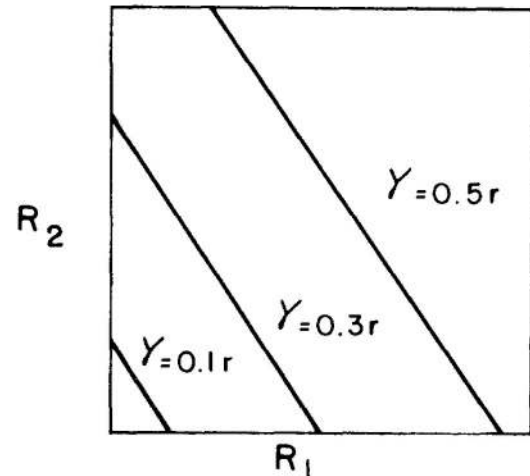
Ⓔ ANTAGONISTIC



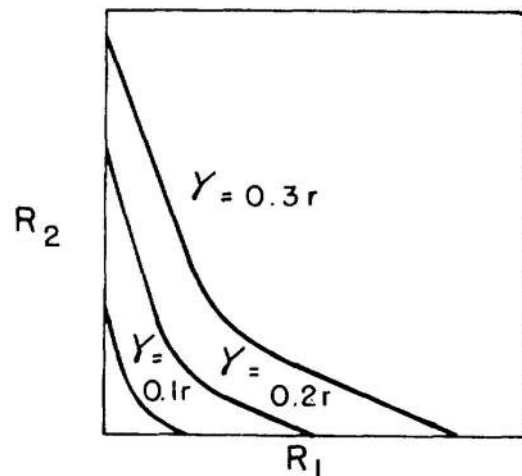
Ⓕ SWITCHING



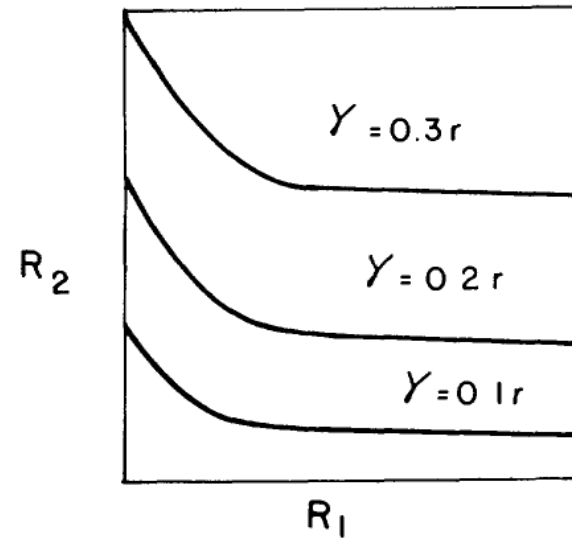
Ⓒ PERFECTLY SUBSTITUTABLE



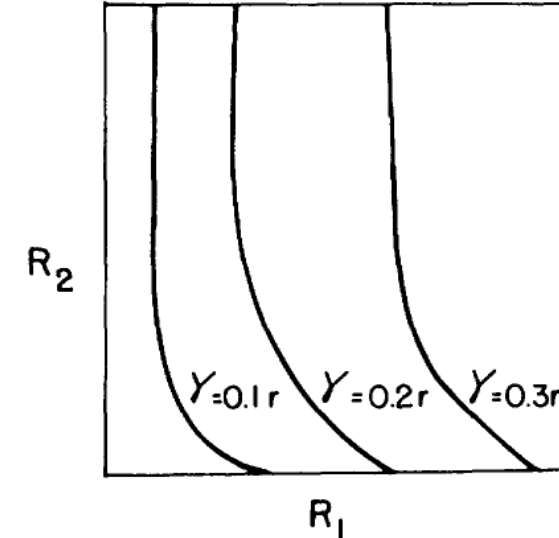
Ⓓ COMPLEMENTARY



Ⓖ HEMI-ESSENTIAL



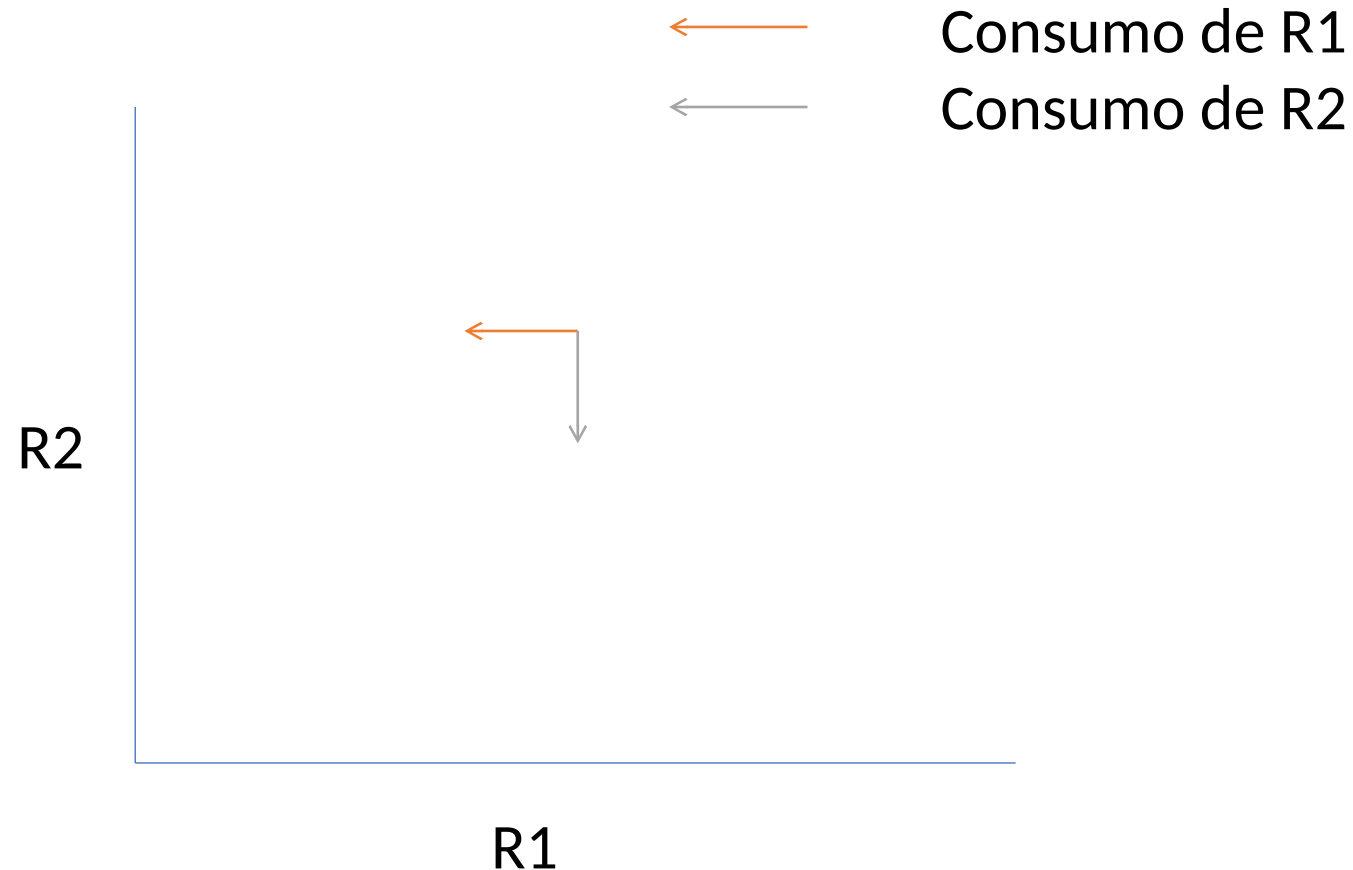
Ⓗ HEMI-ESSENTIAL



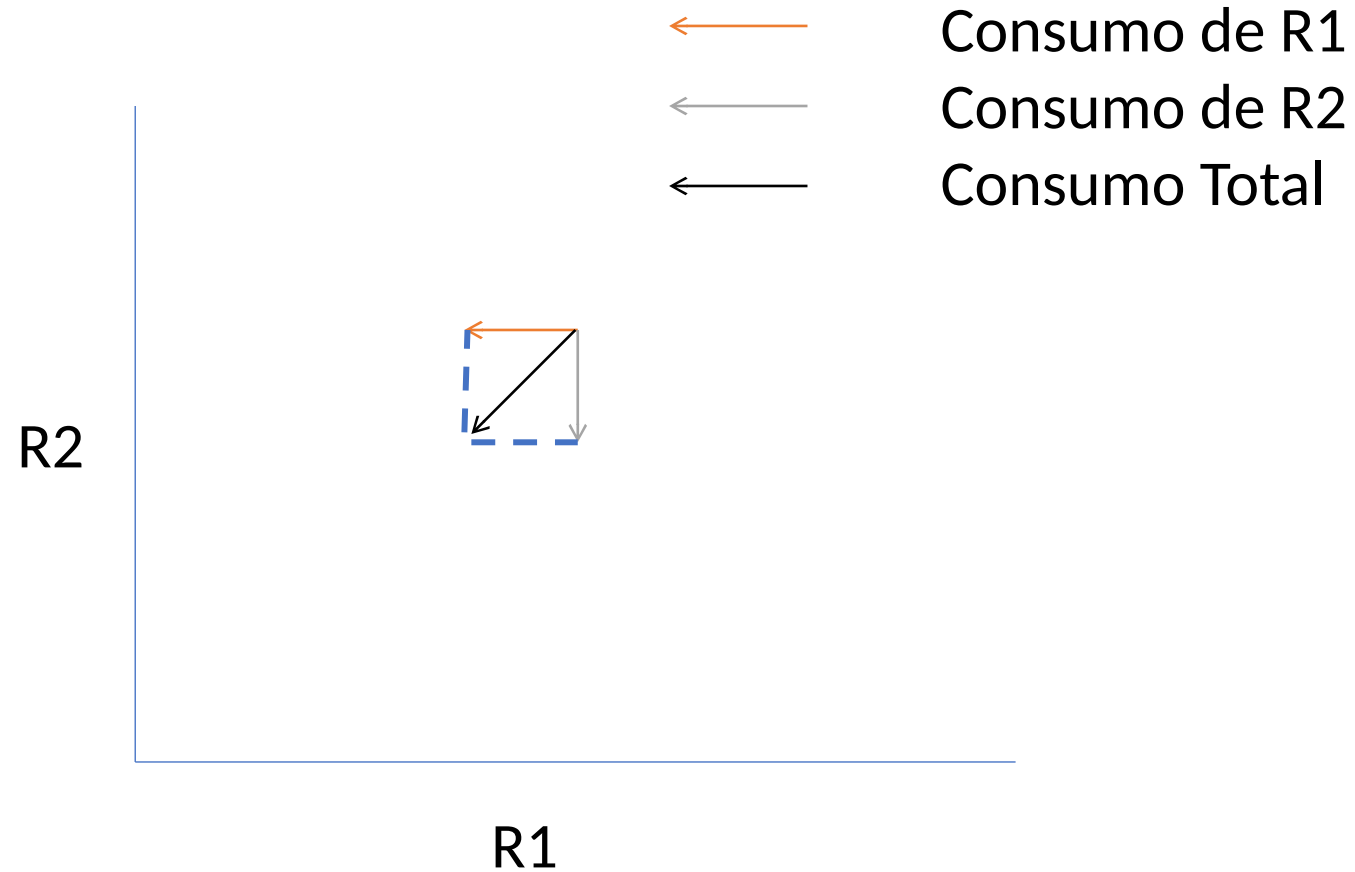
Vetores de Consumo

- Vetores de Consumo mostram a mudança na disponibilidade de recursos devido ao consumo
- A quantidade total de consumo depende de
 - Consumo de um indivíduo
 - Número de indivíduos
- Esses vetores são características das espécies e precisam ser medidos

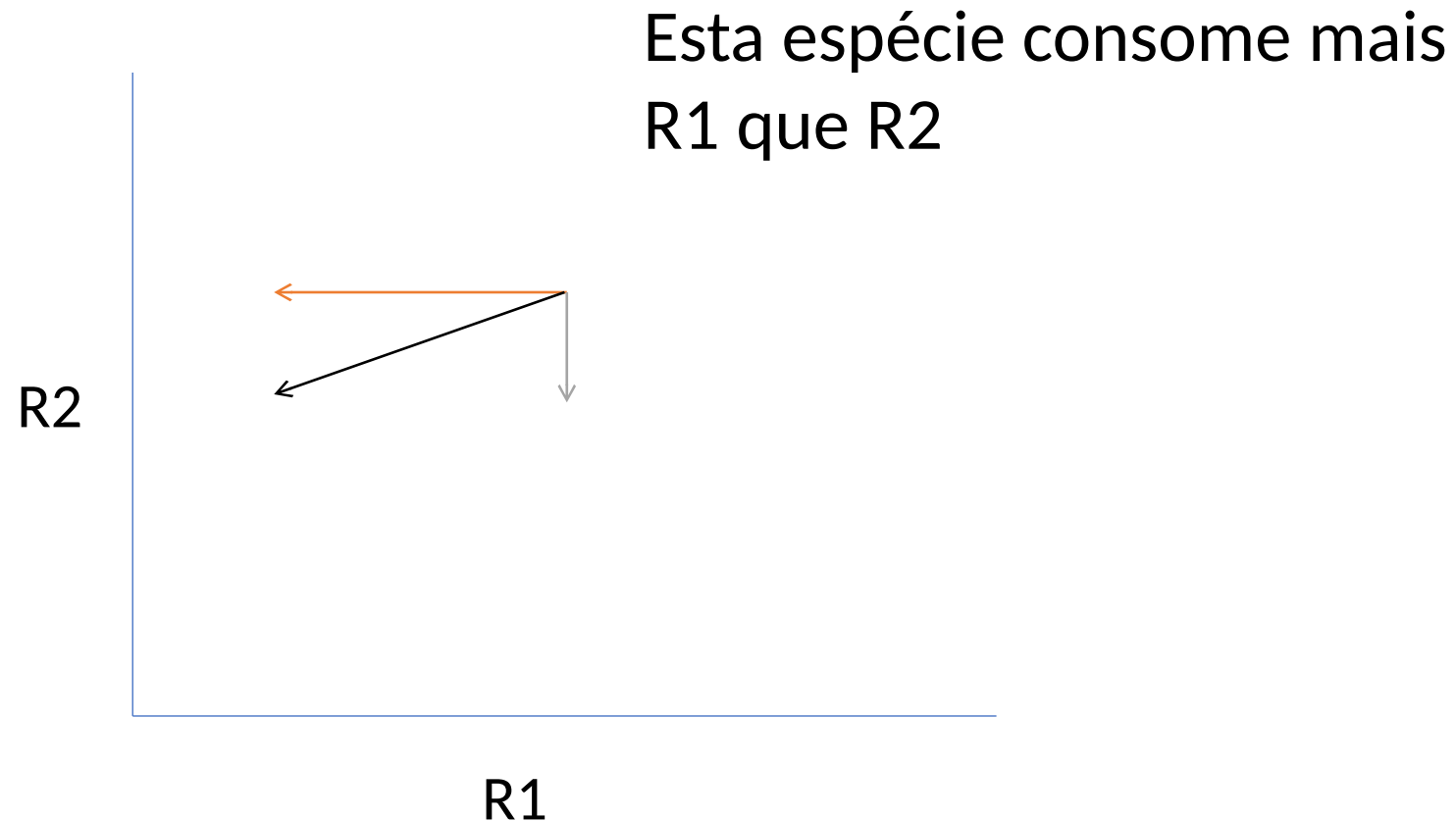
Vetores de Consumo - 1 espécie e 2 recursos



Vetores de Consumo



Interpretando Vetores de Consumo



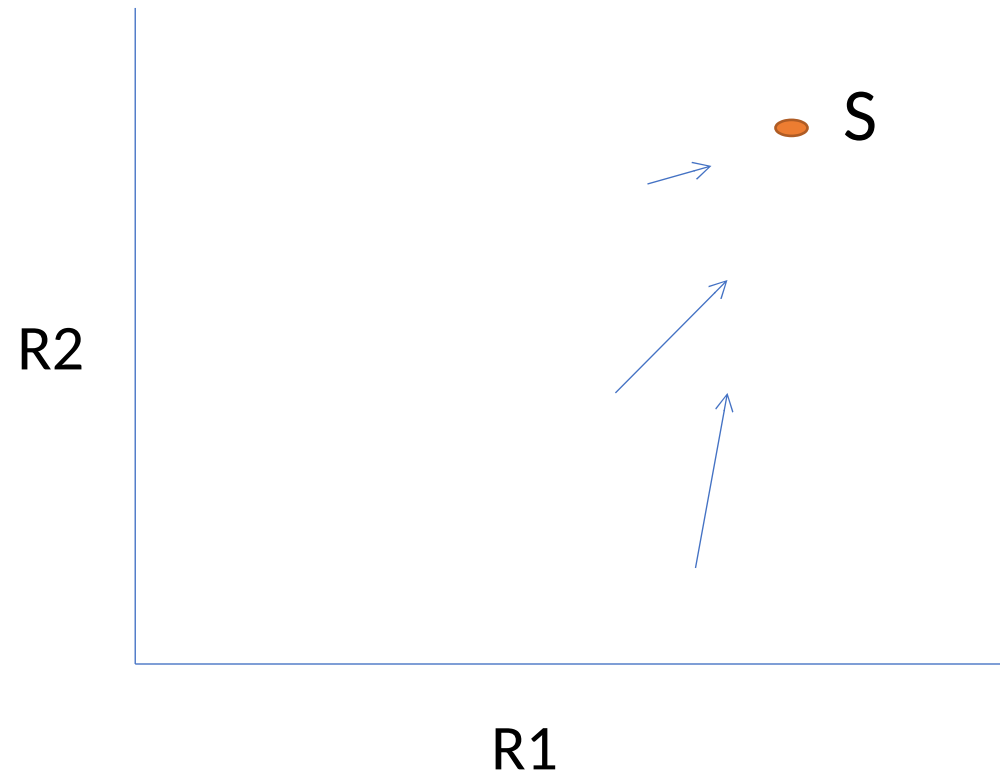
Vetores de Suprimento (fornecimento)

- Os vetores de suprimento medem a taxa de fornecimento de recursos no ambiente
- Os vetores dependem de
 - Nível atual de recursos
 - Ponto de fornecimento de recursos (S)

Ponto de Suprimento de Recursos (S)

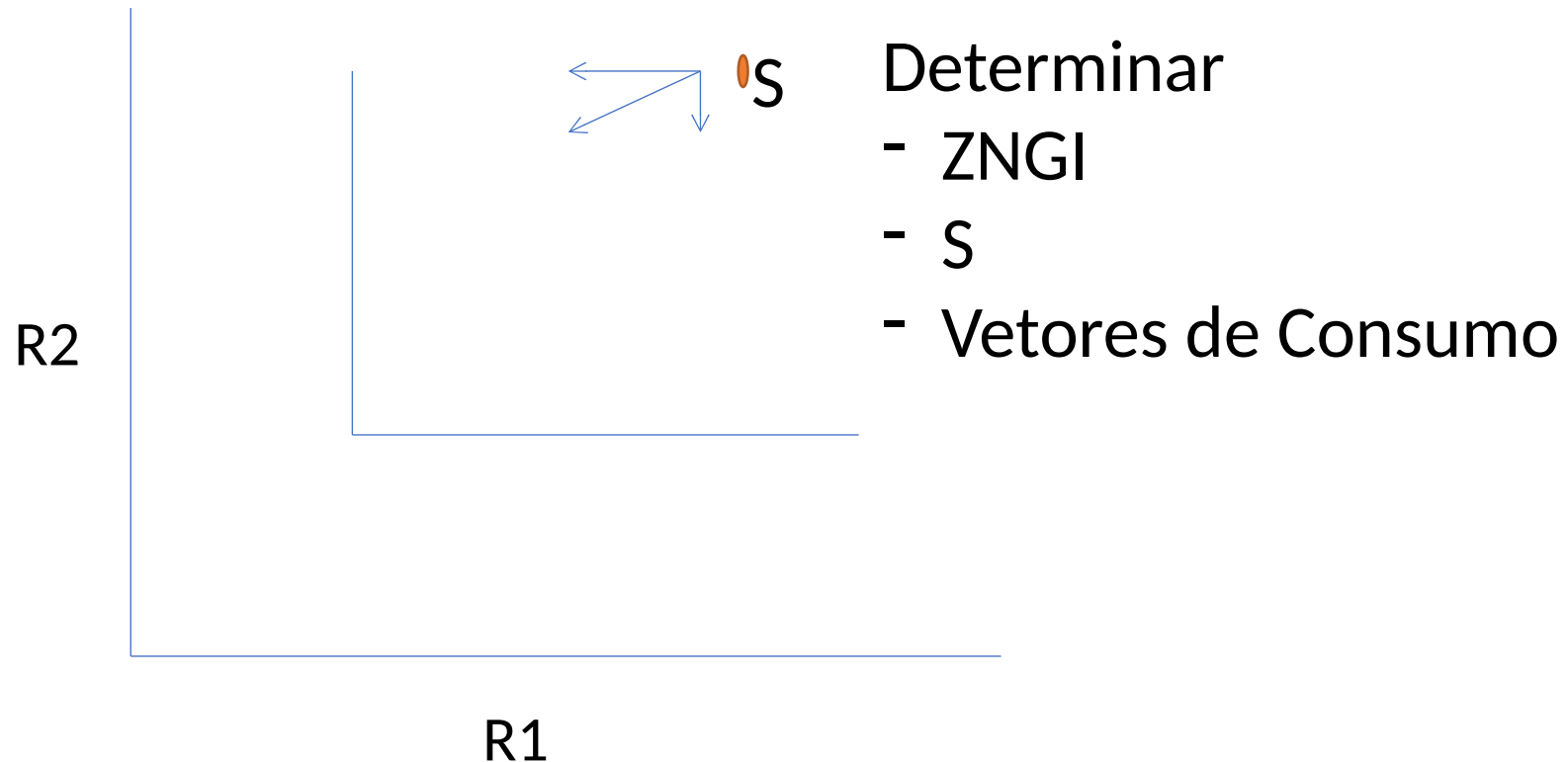
- Mede a quantidade total de recursos num ambiente
- Recursos podem ser encontrados
 - No ambiente
 - Em organismos vivos
- Ponto de Suprimento de Recursos é uma característica do ambiente e pode ser medido

Vetores de Suprimento

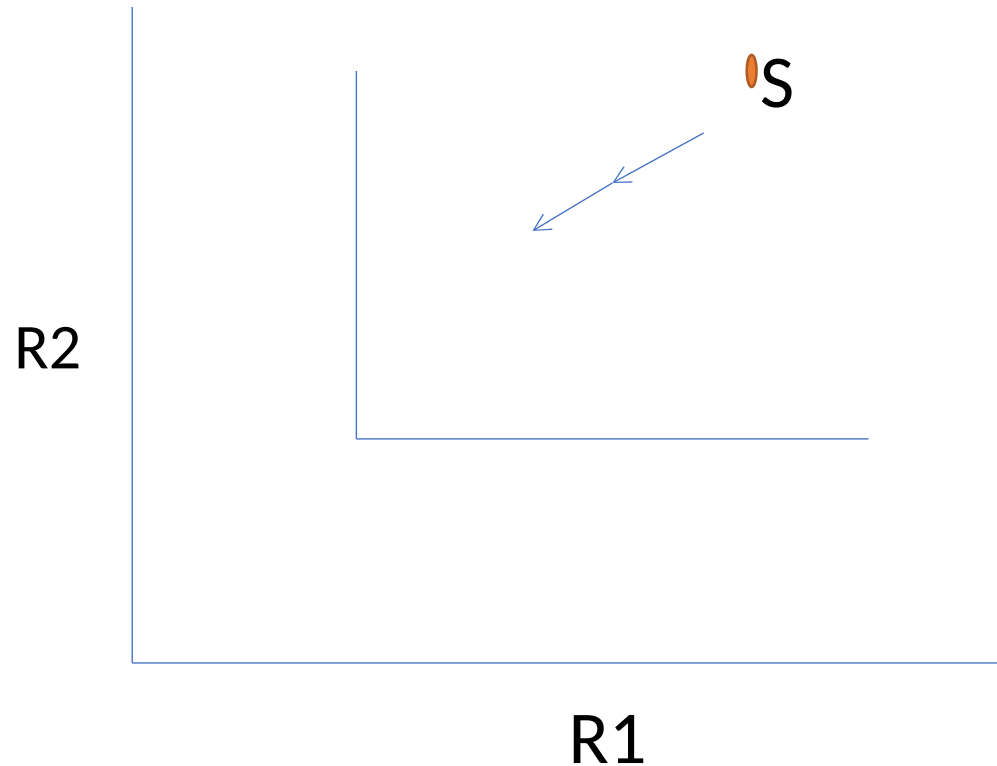


Apontam do nível atual de recursos
Para o ponto de suprimento

O que precisamos medir para determinar o padrão de uso de 2 recursos por 1 espécie?

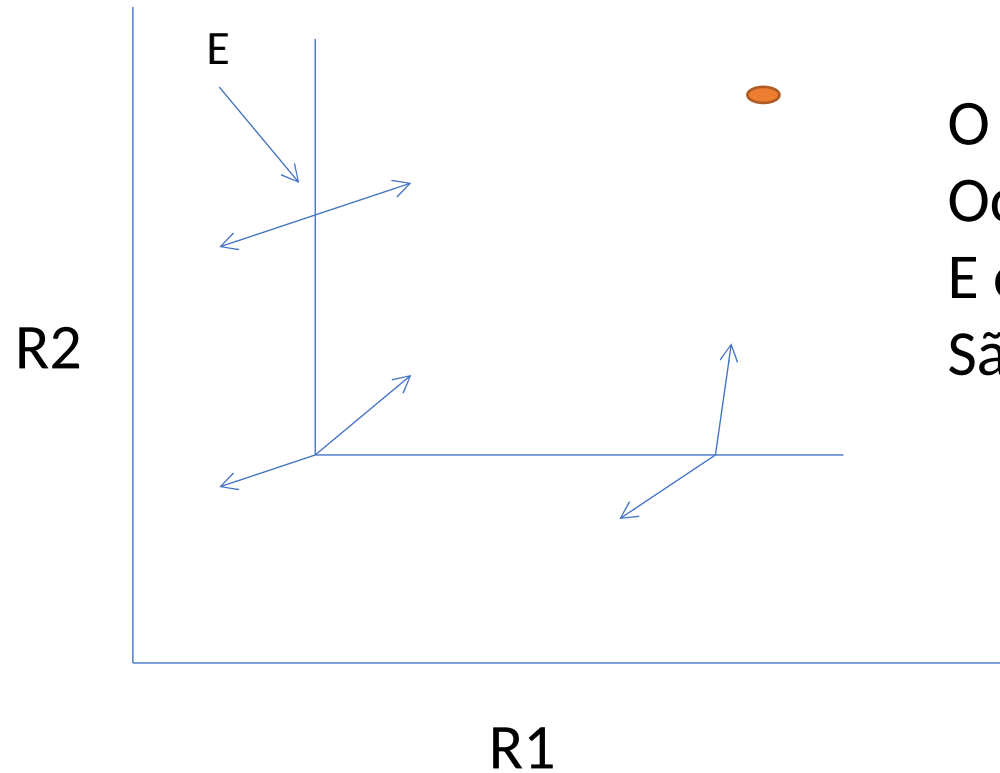


2 recursos, 1 espécie



Se adicionarmos alguns indivíduos ao ambiente cujo nível de recursos
Se iguala ao ponto de suprimento, então esperamos que **o nível de recursos diminua**
ao longo do tempo. O nível de recursos deve alcançar o equilíbrio em algum lugar
Ao longo do Zero Net Growth Isoclines (ZNGI), mas onde??

2 recursos, 1 espécie

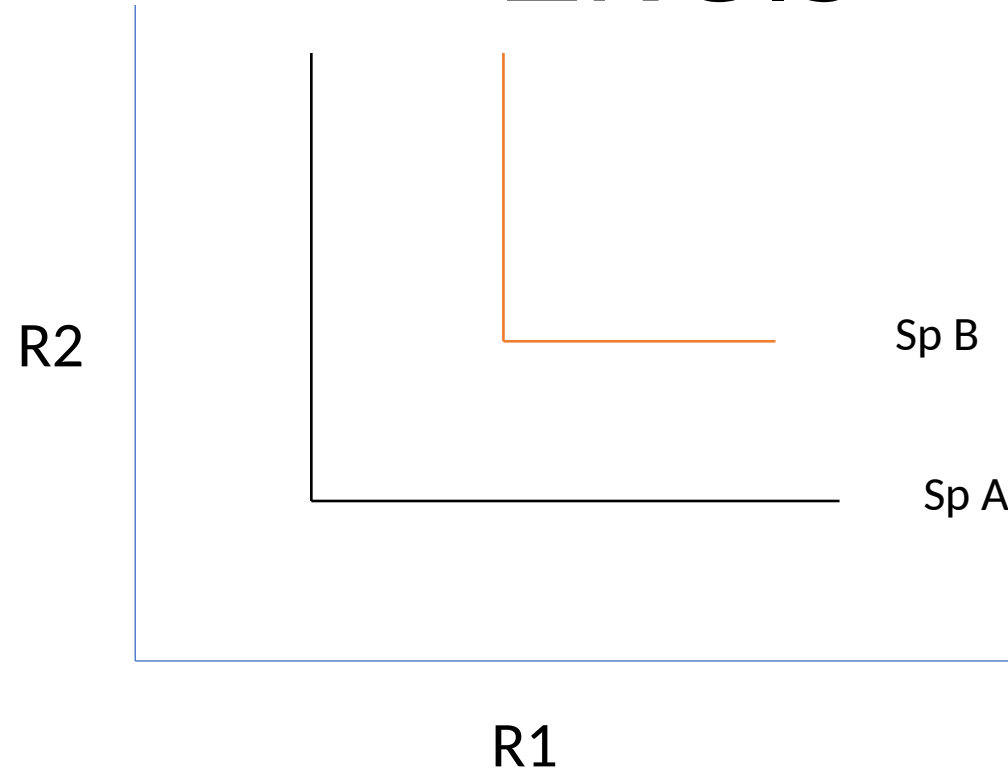


O nível de recursos em equilíbrio (E)
Ocorre onde os vetores de consumo
E os de suprimento
São iguais e opostos.

Quando o nível de recursos é em equilíbrio então
Nasc = morte and Consumo = Suprimento.
Este é um equilíbrio estável.

2 recursos, 2 espécies

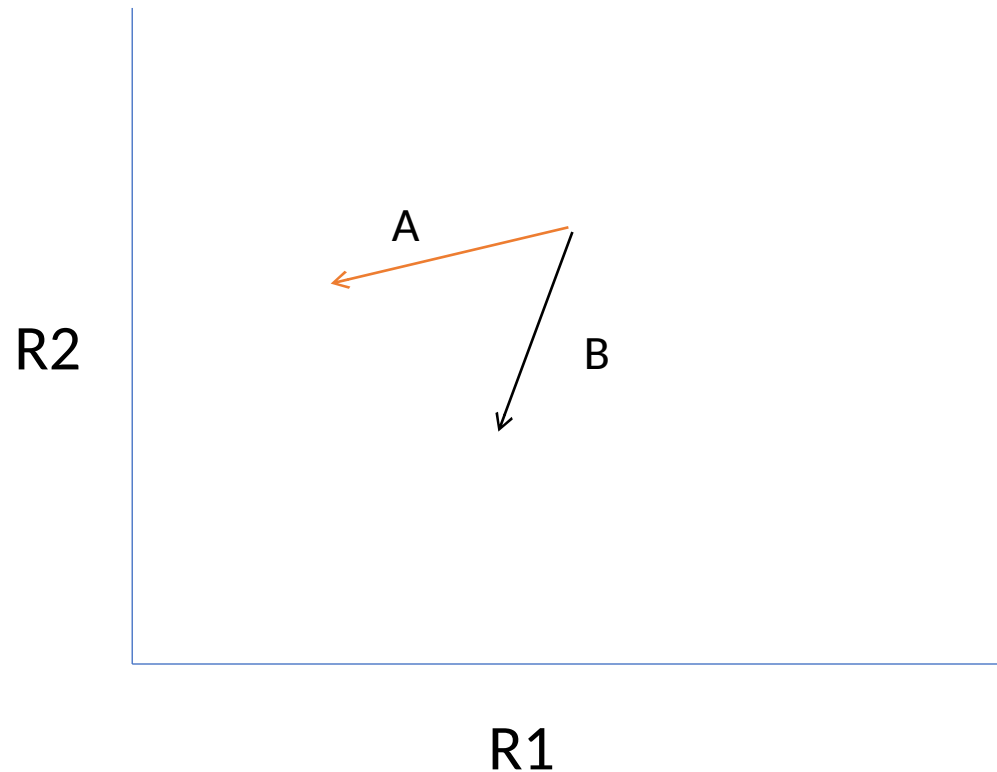
ZNGIs



Espécie B é mais limitada por R1 que Espécie A
Espécie B é mais limitada por R2 que Espécie A

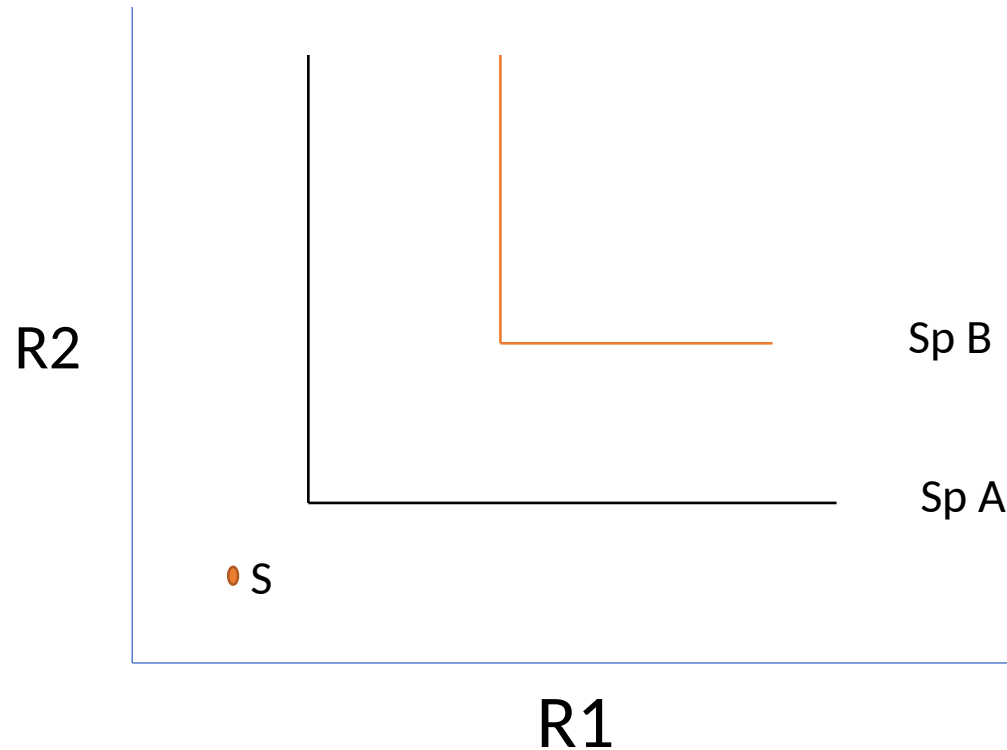
2 recursos, 2 espécies

Vetores de Consumo



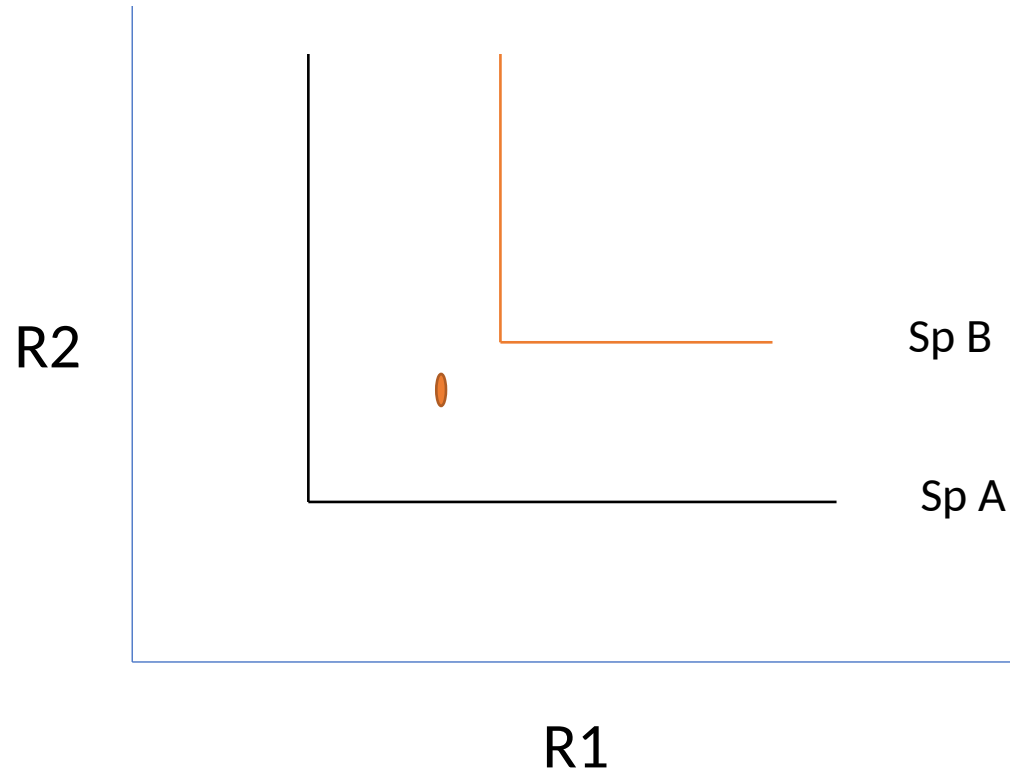
Espécie A consome mais R1 do que R2
Espécie B consome mais R2 do que R1

2 recursos, 2 espécies
Qual o resultado da competição?
Depende do S.



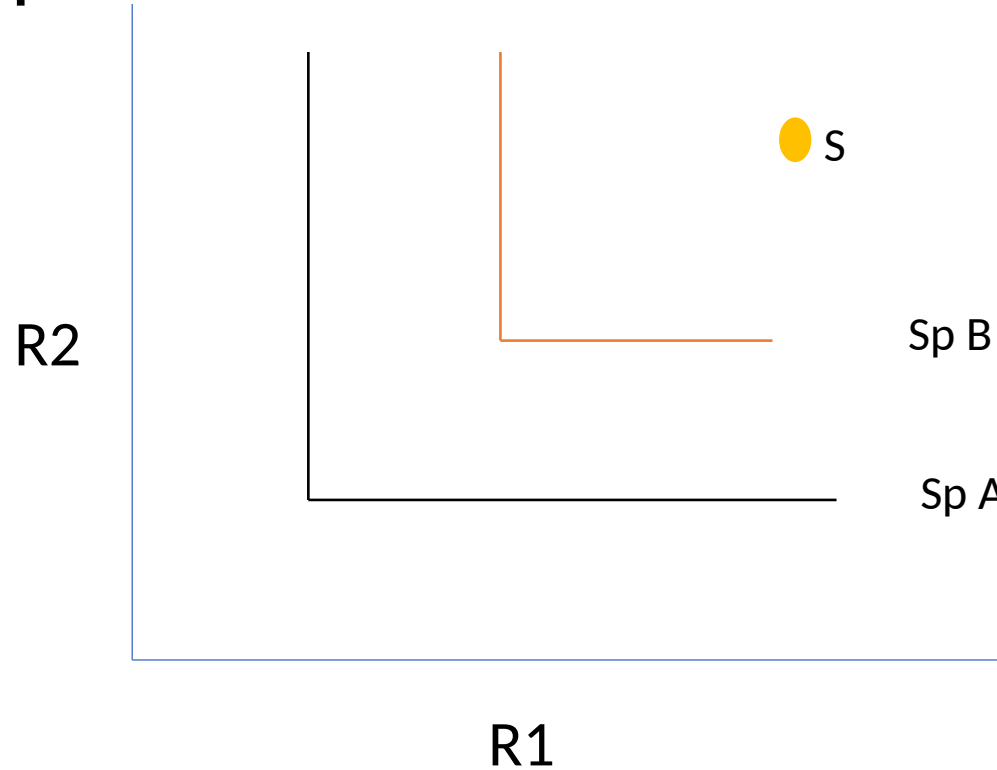
S abaixo das duas isóclinas, logo nenhuma espécie consegue sobreviver

2 recursos, 2 espécies qual o resultado da competição?



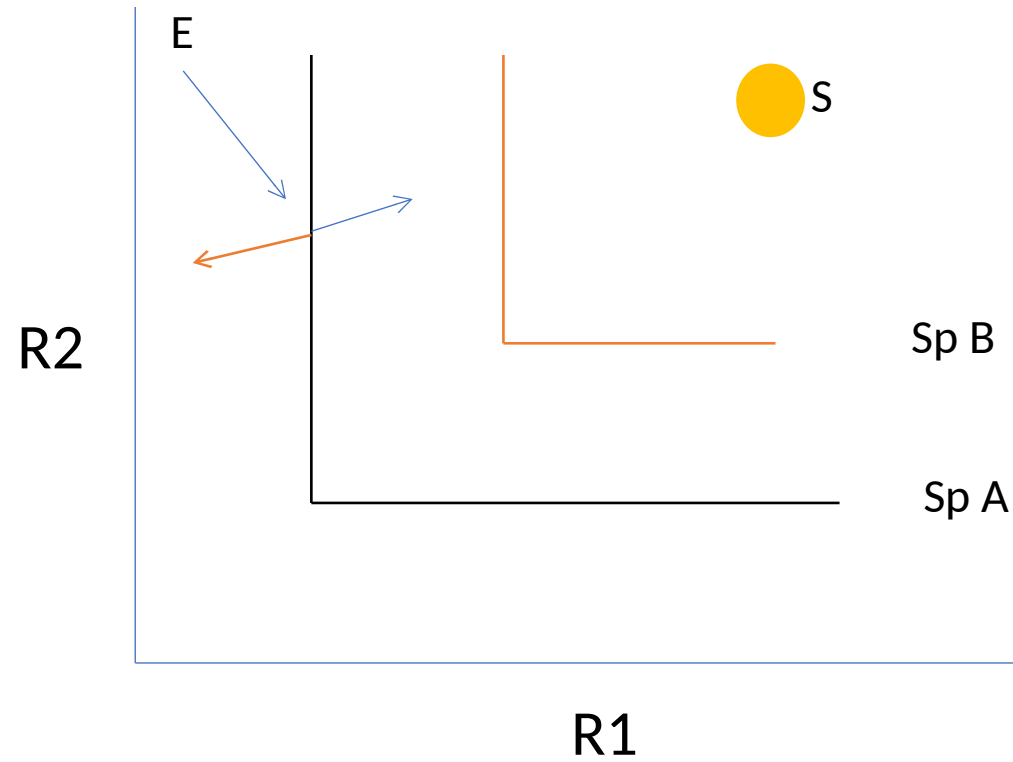
Espécie B não consegue sobreviver, mas Espécie A sim

2 recursos, 2 espécies qual o resultado da competição?



Coexistência só é potencialmente possível se S cair nessa região.
Porque a espécie A consegue reduzir os níveis de R1 e R2 abaixo do ZNGI para a B, a espécie A extinguirá a B e ganhará a competição.
Qual será o nível de recursos em equilíbrio?

Espécie A ganha

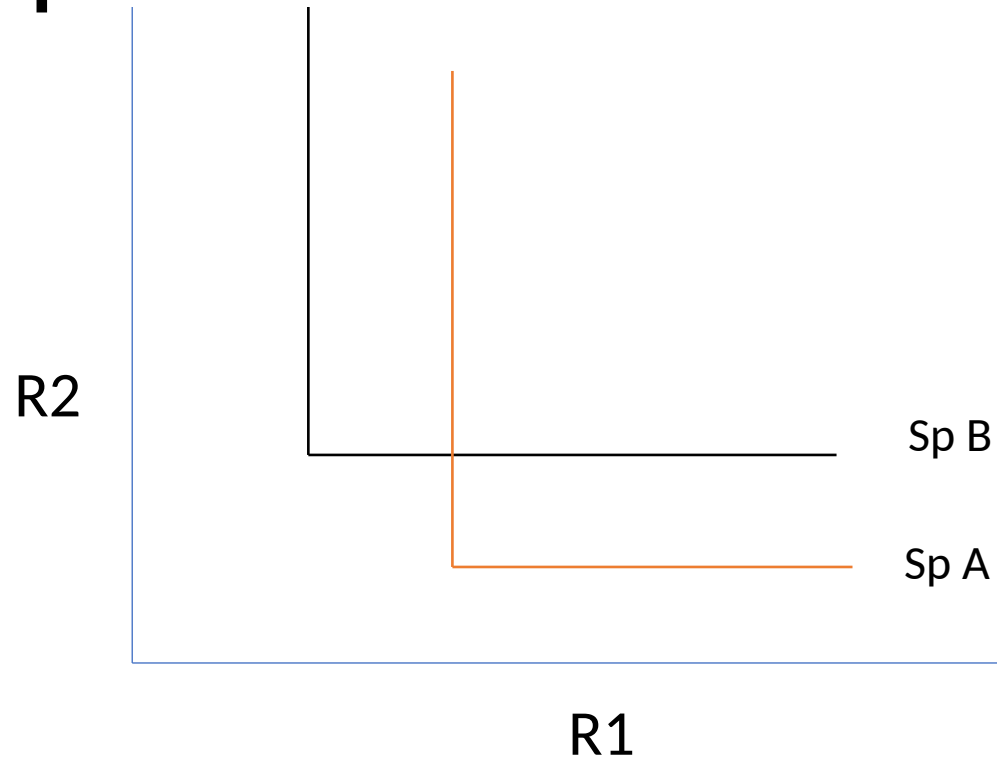


2 recursos, 2 espécies

Qual o critério pra coexistência?

- Para que ambas espécies coexistam é preciso que o nível de recursos no ambiente no qual a taxa de crescimento para ambas as espécies seja zero.
- Isso só pode ocorrer se as isóclinas (ou ZNGIs) *se cruzarem*

2 recursos, 2 espécies ZNGIs que se cruzam



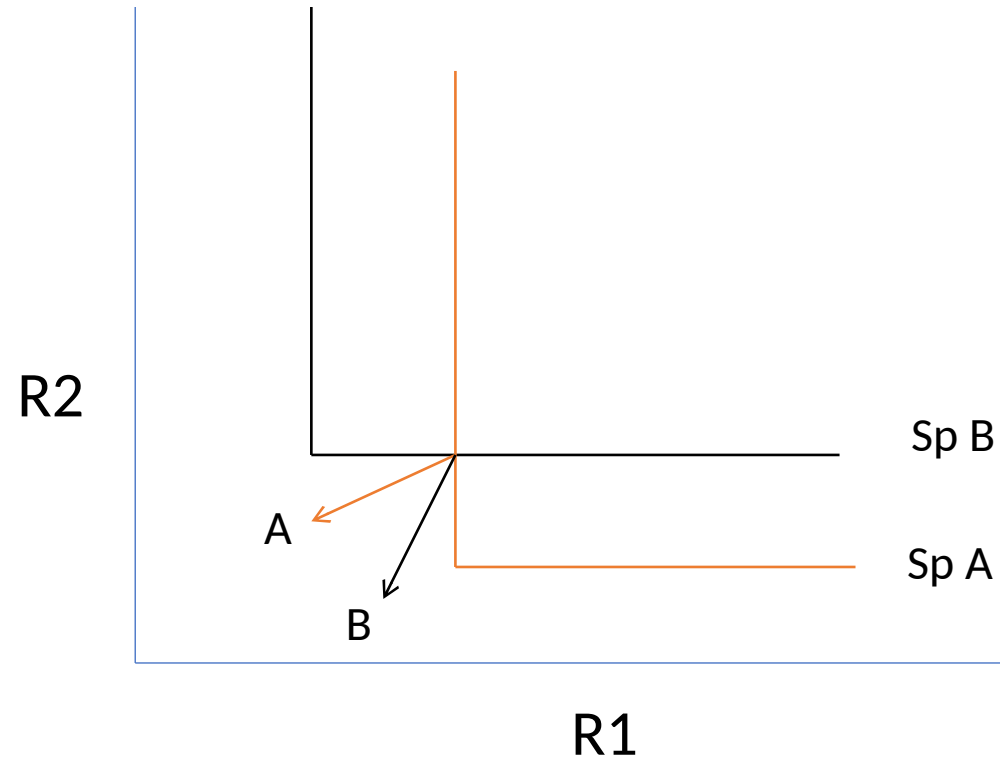
Espécie A é mais limitada por R1 que Espécie B
Espécie B é mais limitada por R2 que Espécie A

2 recursos, 2 espécies

ZNGIs que se cruzam

- O resultado final da competição entre 2 espécies quando as suas isóclinas (ZNGIs) se cruzam depende de:
 - Vetores de consumo
 - Ponto de Suprimento de recursos

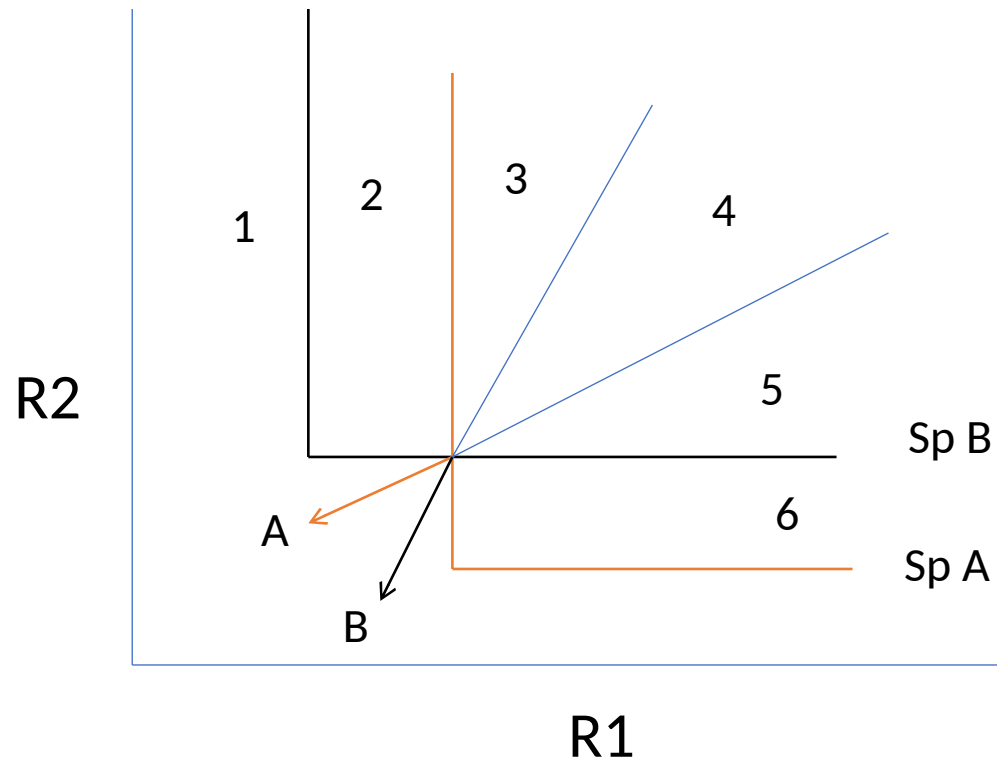
Adicione vetores de consumo



Espécie A consome mais R1 que R2

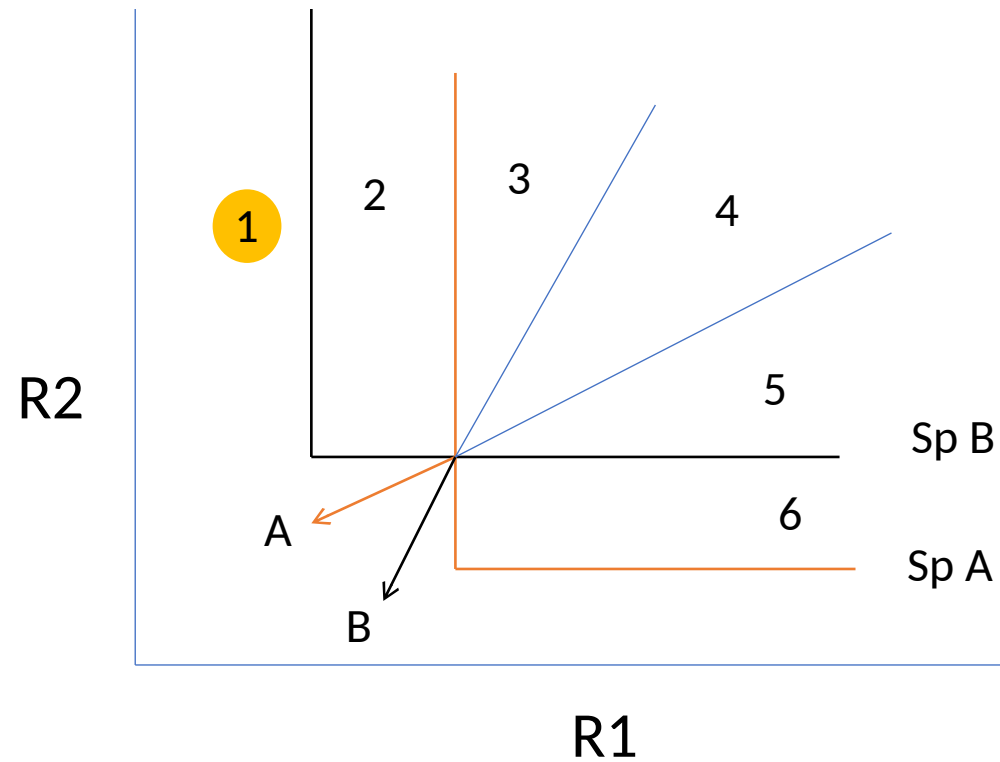
Espécie B consome mais R2 que R1

Importância da posição de S



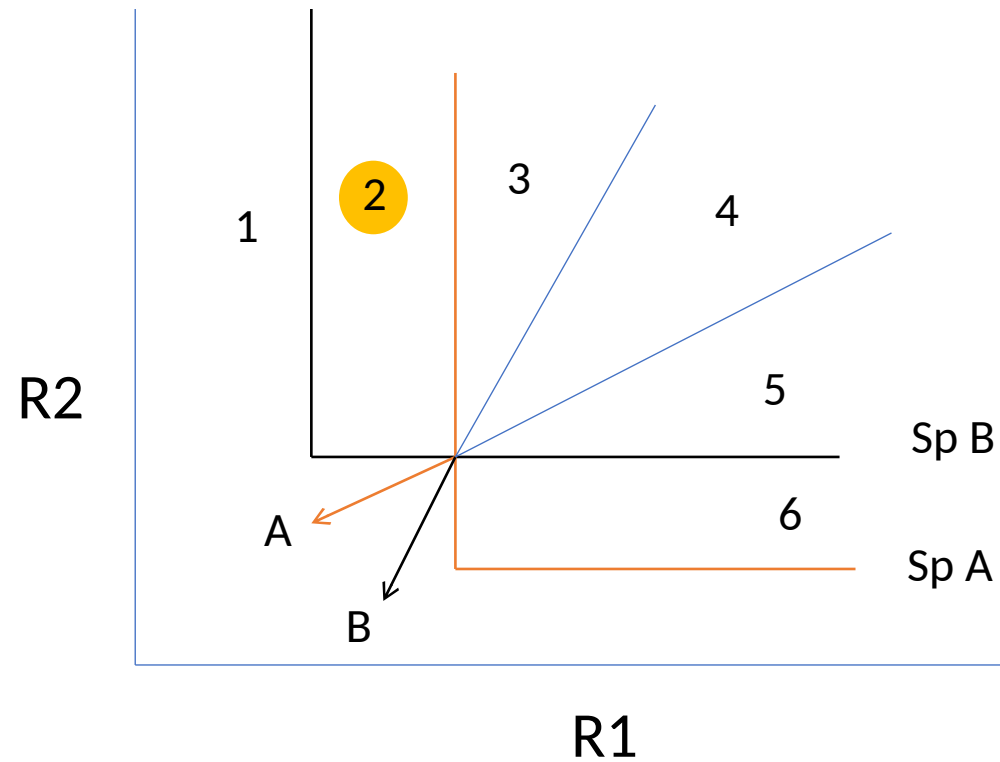
Extendendo as curvas de consumo é possível dividir o gráfico
Em 6 regiões. **O resultado da competição depende em qual
região o suprimento de recursos cai.**

S cai na região 1



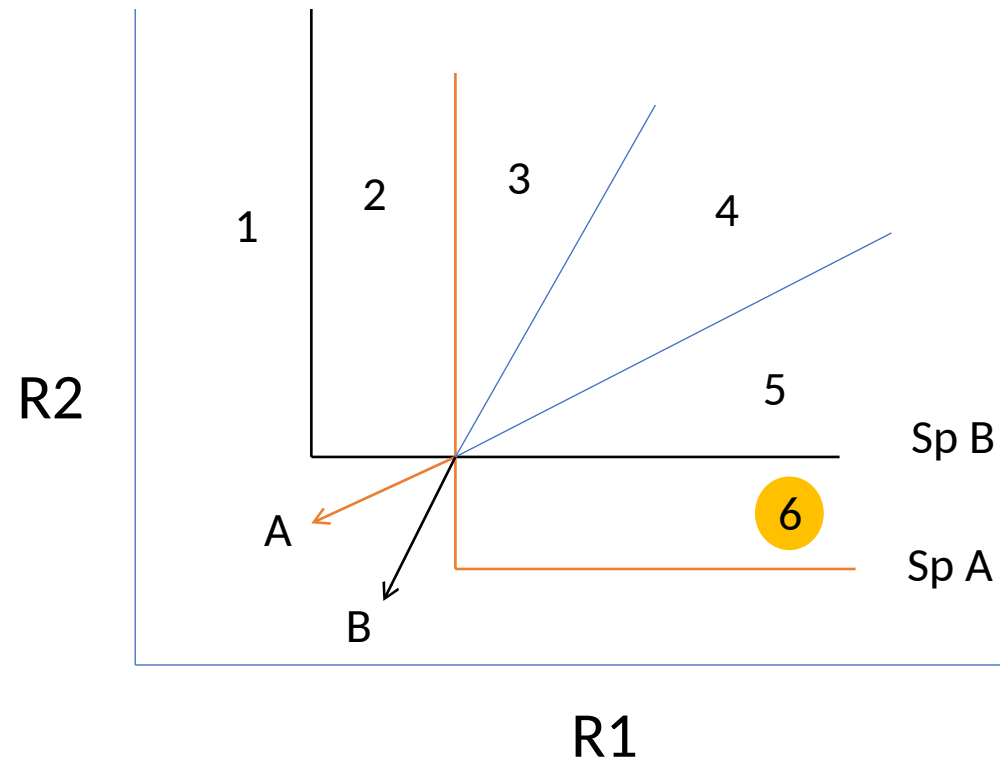
Nenhuma espécie A ou B consegue sobreviver

S cai na região 2



Somente espécie B consegue sobreviver

S cai na regiãõ 6



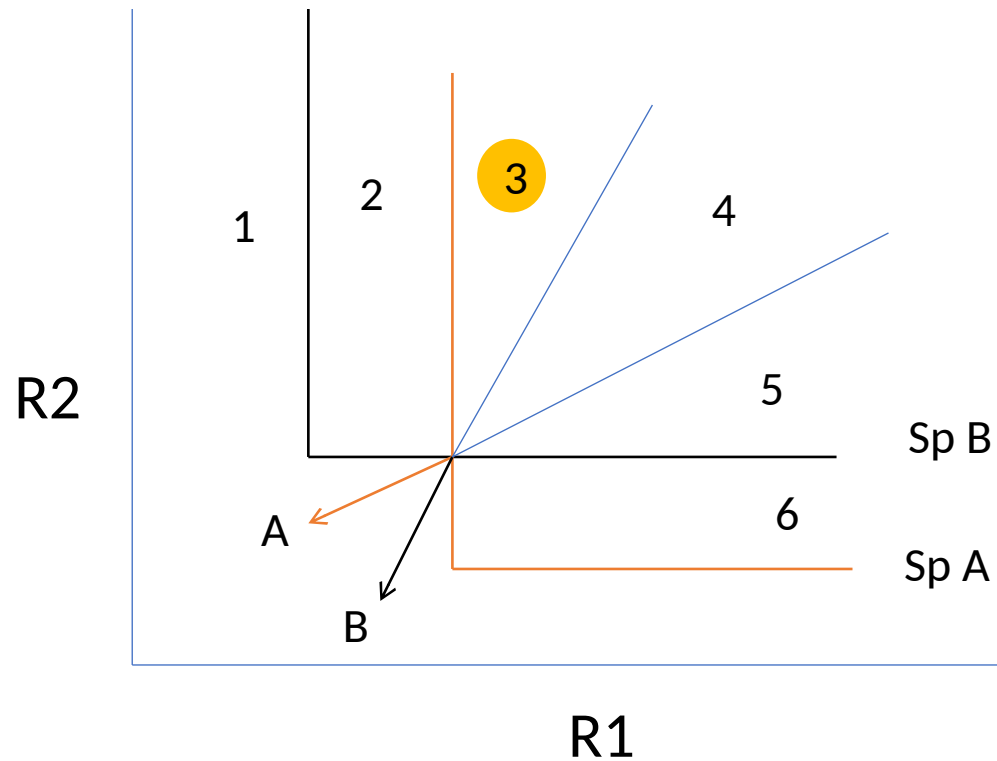
Somente espécie A consegue sobreviver

Qual coexistência é possível?

Ambas espécies tem de ter crescimento positivo para coexistir

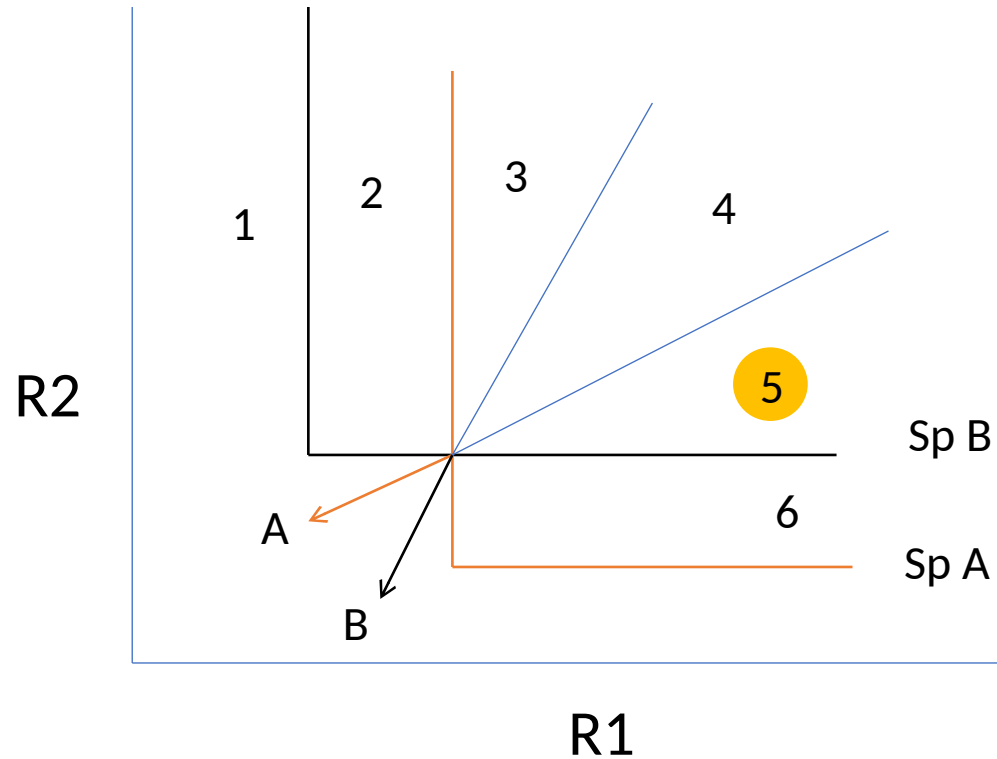
Logo, coexistência só é potencialmente possível se S cair na região 3, 4, ou 5.

S na região 3



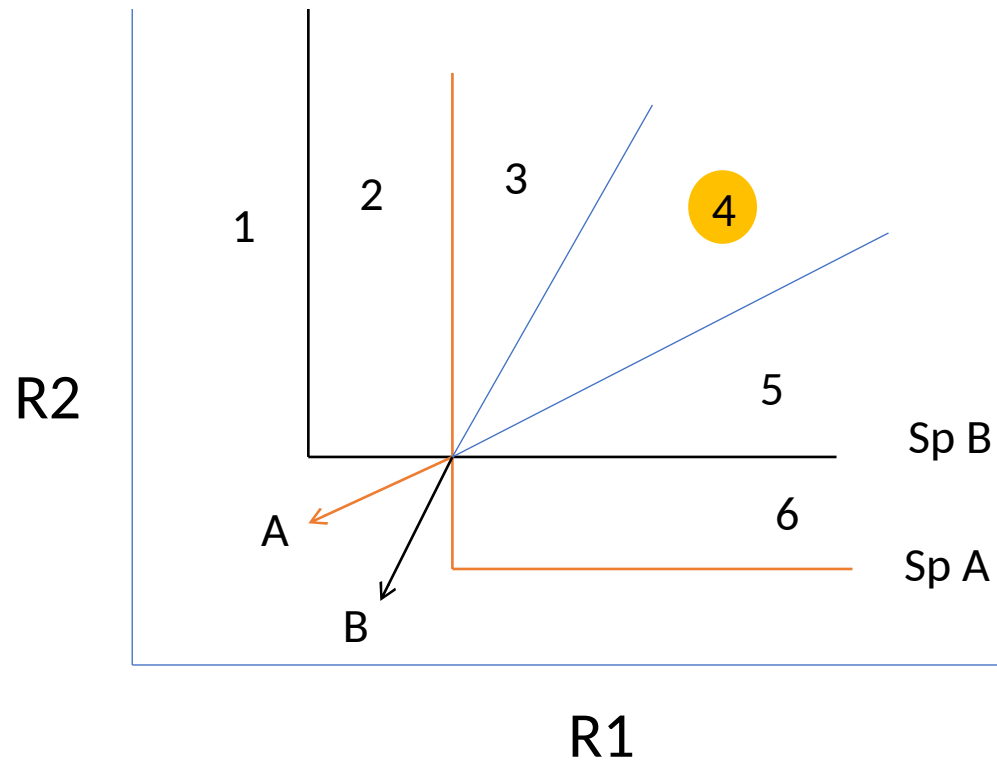
Se S estiver na região 3, o consumo de recursos moverá o nível de recursos para a região 2. Quando isso acontecer, será impossível da espécie A sobreviver, então a espécie B ganha.

S na região 5



Se S estiver na região 5, o consumo de recursos moverá o nível de recursos para a região 6. Quando isso acontecer será impossível a espécie B sobreviver e a espécie A ganha.

Coexistência só é possível se S estiver na região 4

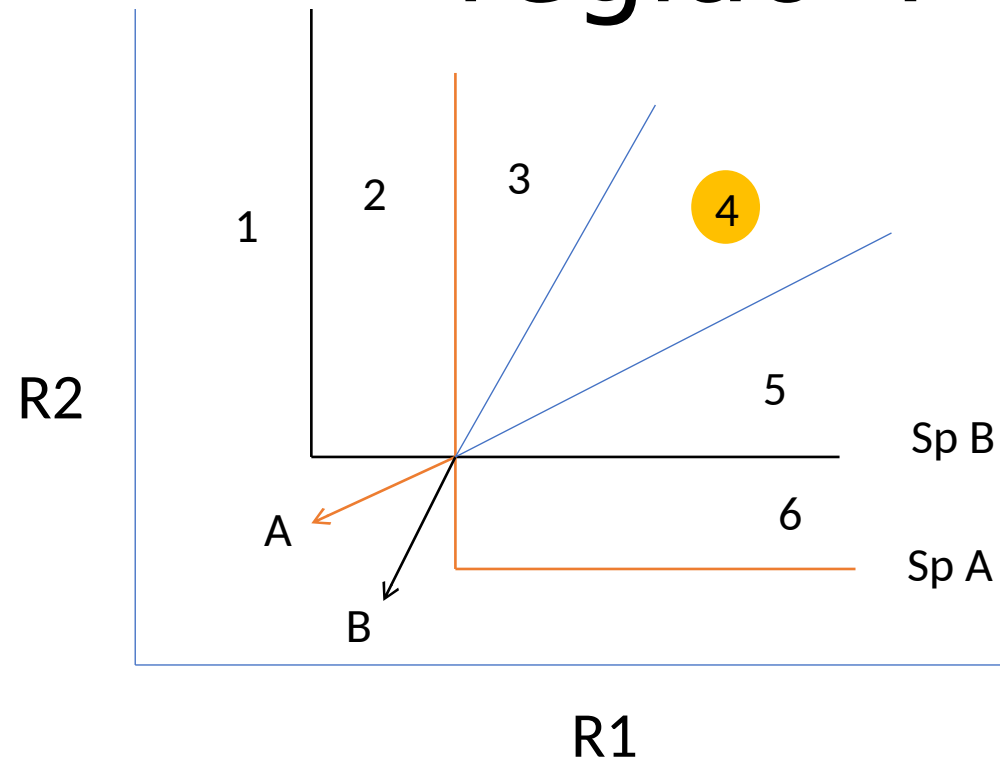


Se S estiver na região 4, o nível de recursos será reduzido
Ao ponto onde as isóclinas (ZNGIs) se cruzam. Neste ponto:
Consumo = suprimento e taxa de crescimento de ambas espécies
É igual a zero.

Se **S** estiver na região 4, então a coexistência é possível

- Mas esse equilíbrio é estável ou instável?
 - Se o equilíbrio é instável, então esperamos que qualquer mínima mudança no tamanho da população ou nível do recurso desequilibre o sistema
 - Se o equilíbrio é estável, então esperamos que a situação continue na como está
- **O equilíbrio é estável ou instável dependendo dos vetores de consumo**
 - Difícil de provar matematicamente (Veja apêndice Cap 7 Tilman 1982)

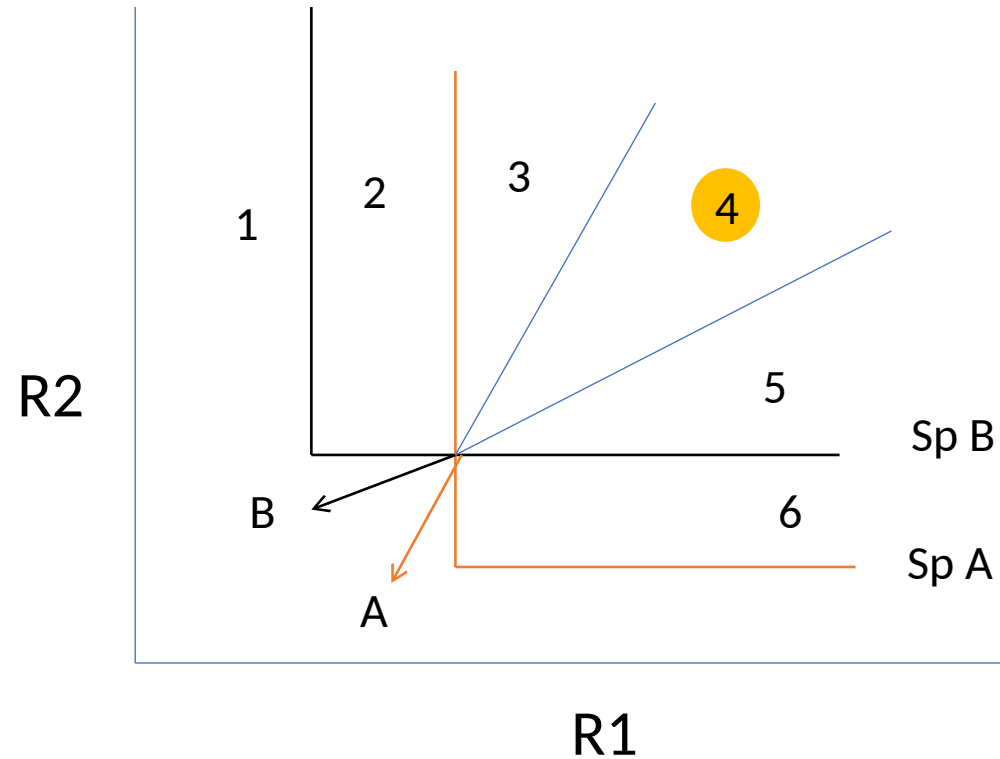
Equilíbrio estável se S estiver na região 4



Espécie A consome mais R_1 que R_2

Espécie B consome mais R_2 que R_1

Equilíbrio instável se S estiver na região 4



Espécie A consome mais R2 que R1

Espécie B consome mais R1 que R2

Coexistência

- É possível quando a competição intraespecífica $>$ interespecífica
 - Espécies consomem recursos diferentes
 - Cada espécie consome o recurso que mais limita o seu próprio crescimento

THE NICHE CONCEPT REVISITED: MECHANISTIC MODELS AND COMMUNITY CONTEXT¹

Mathew A. Leibold

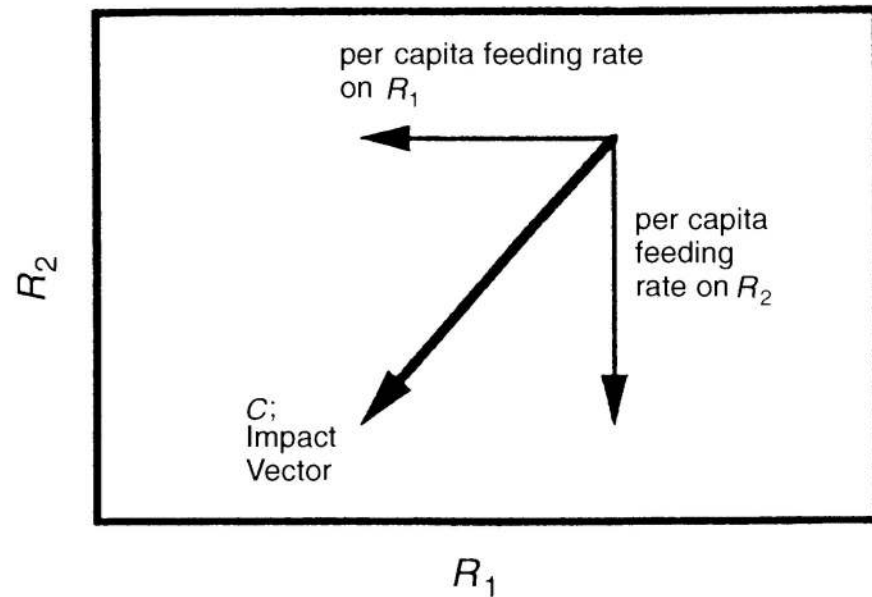


FIG. 3. Per capita effects of a consumer on two substitutable resources. Axes as in Fig. 2. Each individual consumer has an expected impact on each resource described by the vectors with thin lines. The magnitude of the vector is proportional to the feeding rate of the consumer on each resource. The total impact of the consumer on the two resources is described by the sum of these components, shown by the thick arrow labeled *C*.

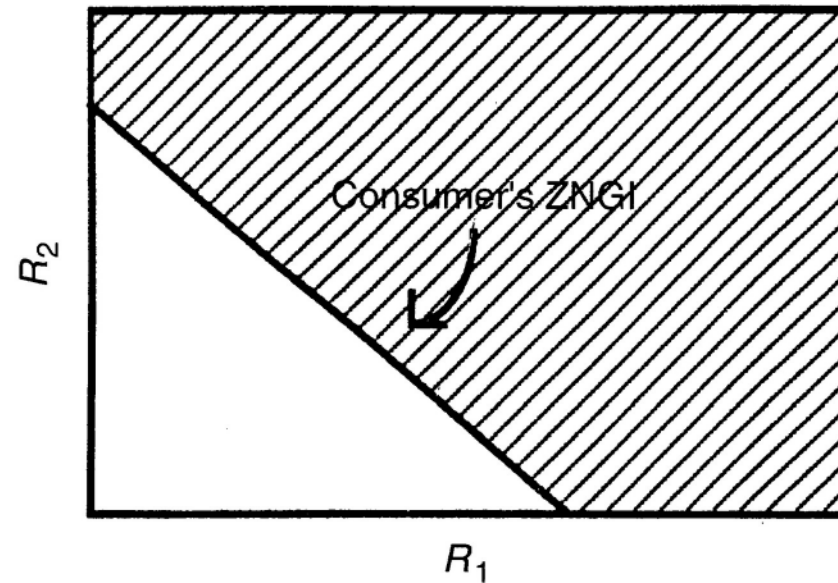


FIG. 2. Resource-dependent fitness of a consumer feeding substitutably on two resources. Resource densities are shown on the two axes. The line shows the combination of resource densities that allow the consumer to have an absolute fitness of zero (labeled ZNGI) and delimits conditions where the consumer's fitness is less than zero (open area) and greater than zero (hatched area). Using Hutchinson's formal definition, the consumer's niche is described by the hatched area.

A GRAPHICAL MODEL OF KEYSTONE PREDATORS IN FOOD WEBS:
TROPHIC REGULATION OF ABUNDANCE, INCIDENCE, AND
DIVERSITY PATTERNS IN COMMUNITIES

MATHEW A. LEIBOLD*

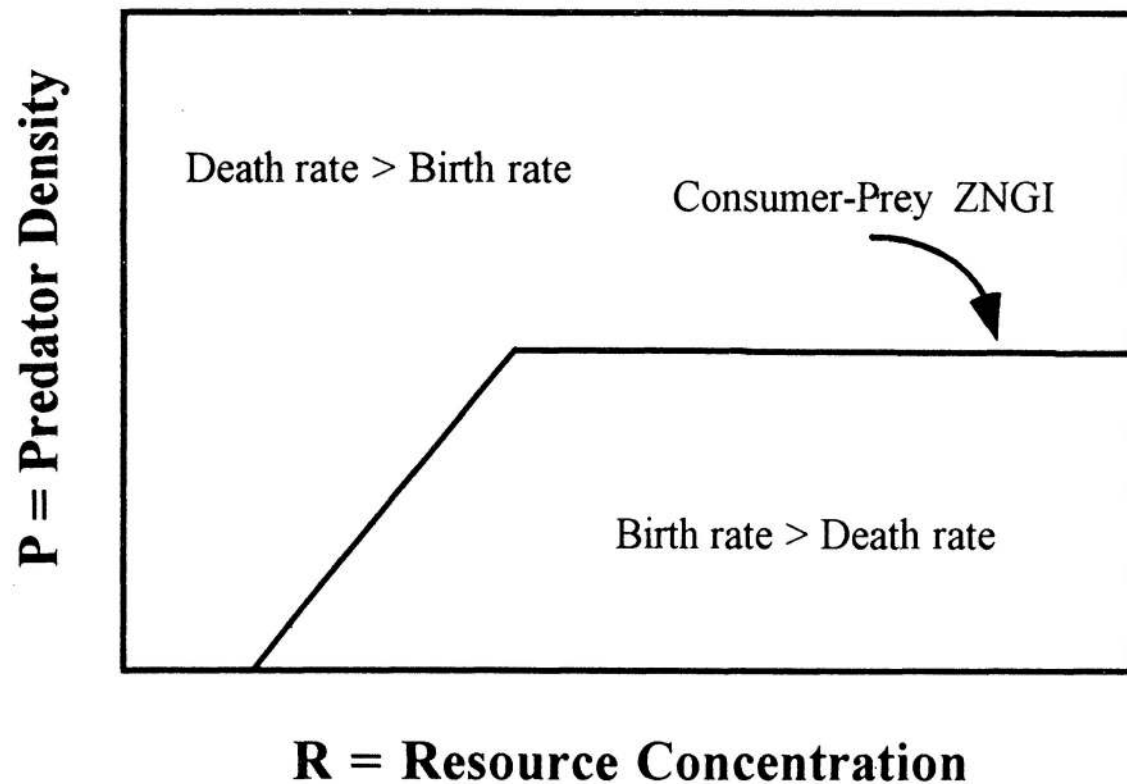


FIG. 2.—Relationships between predator density (P) and resource density (R) for an intermediate consumer-prey. In the lower region, birth rates exceed death rates, and in the upper region, death exceeds birth. The line labeled ZNGI is a zero net population growth isocline since birth rates equal death rates and satisfy conditions for an equilibrium involving the consumer-prey population.

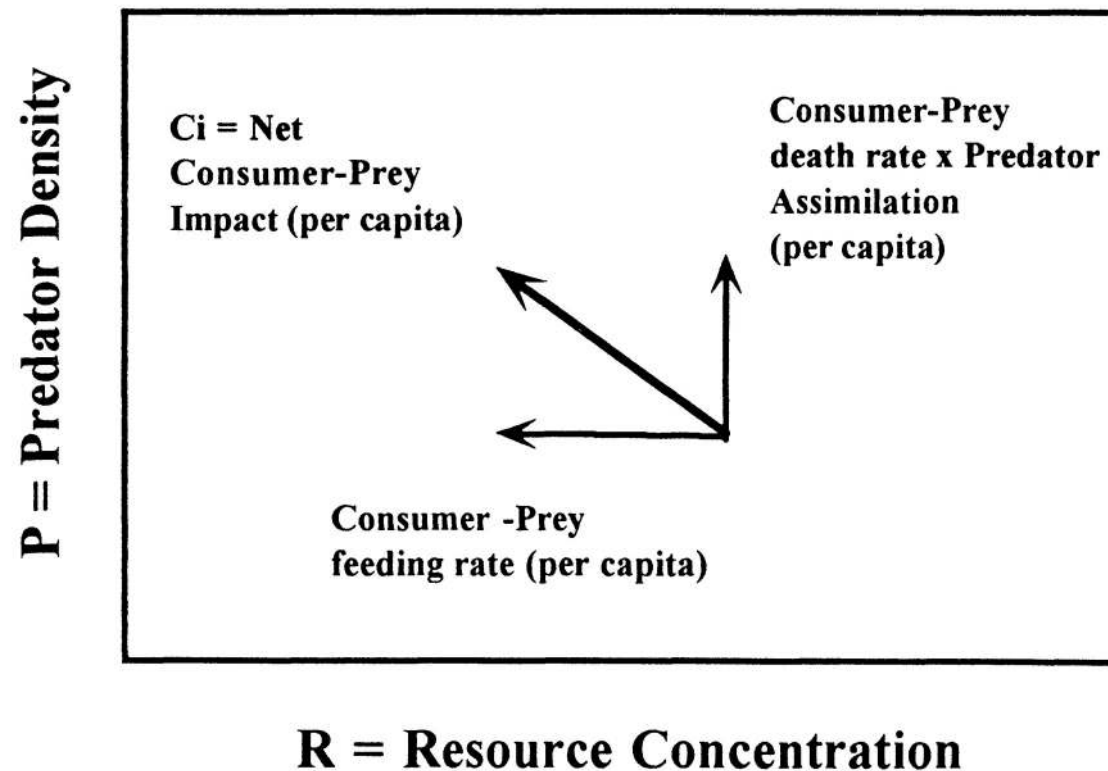


FIG. 3.—The net consumer-prey impact vector c_i . The vector has two components: a horizontal component describing the per-individual feeding rate of the consumer on the resource (gR) and a vertical one describing the per-individual contribution to the predator's birth rate via the consumer-prey's mortality rate (faP). The total per capita impact of the consumer-prey is described by the vector sum of these two components (c_i). See text for more details.

Abordagem de Chase-Leibold

- Eixos de nicho são medidas quantitativas de fatores ambientais
- Nicho definido por
 - Requerimentos (isóclinas – quantidade necessária para Crescimento Populacional Zero)
 - Impactos (vetores – efeitos sobre um fator)
- Trade-offs são necessários para coexistência

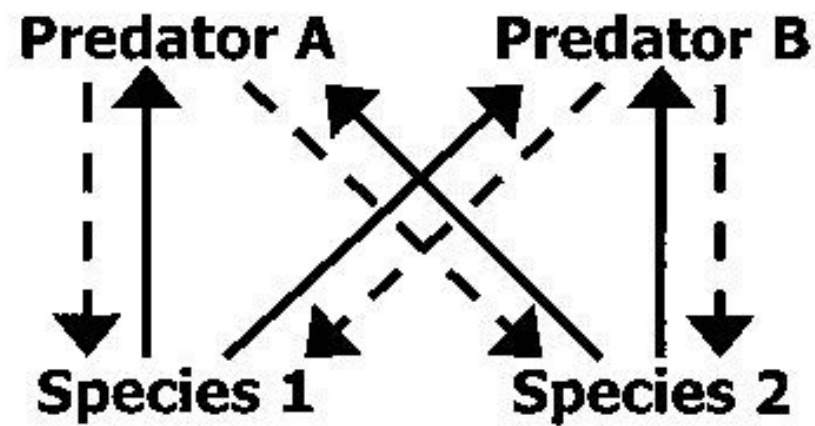
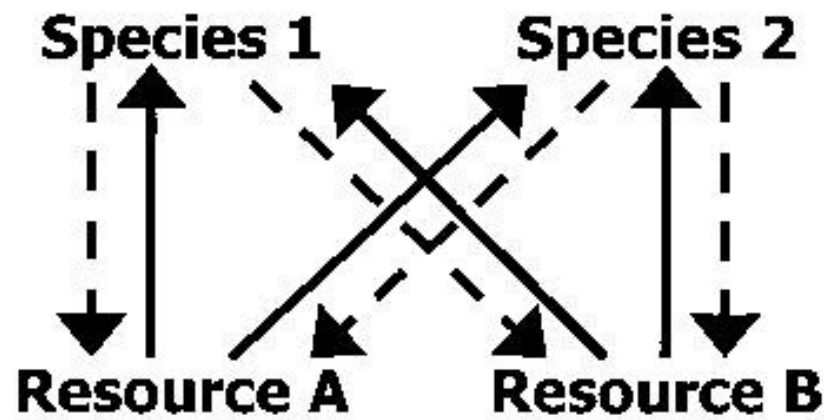
Ecological Niches

Linking Classical and
Contemporary Approaches

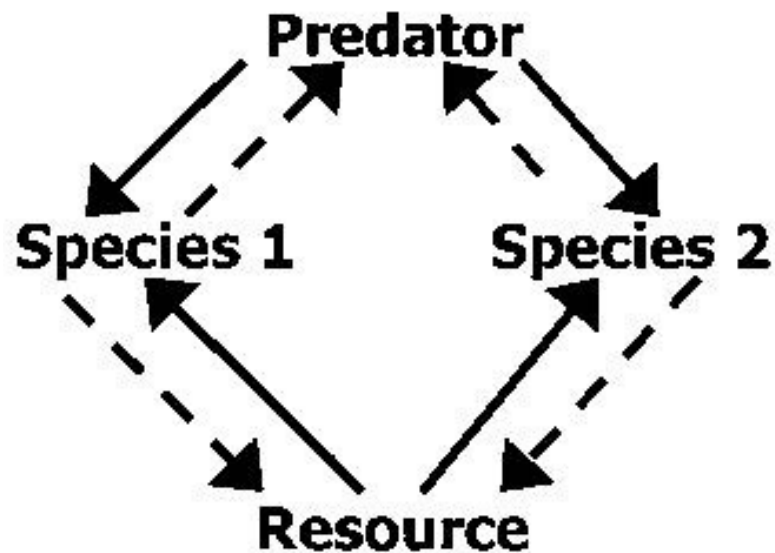


Jonathan M. Chase and
Mathew A. Leibold

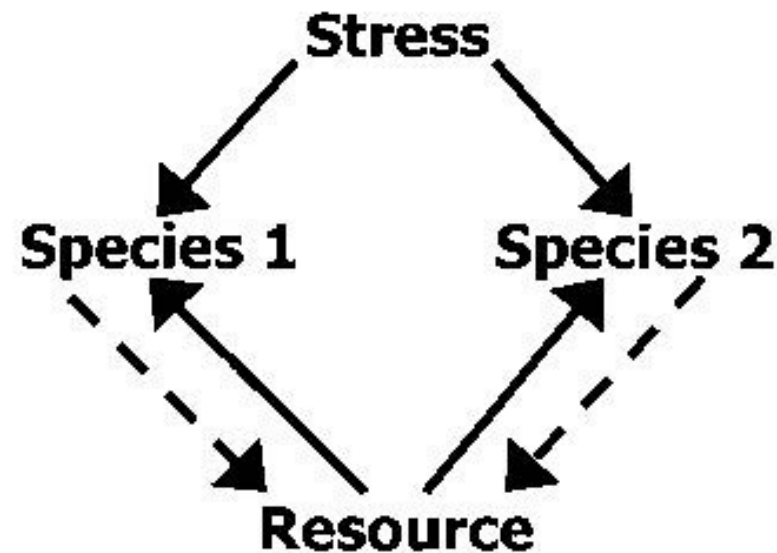
(a) *Exploitative Competition* **(b) *Apparent Competition***



(c) *Keystone Predation*



(d) *Environmental Stress*



REQUERIMENTOS

IMPACTOS

