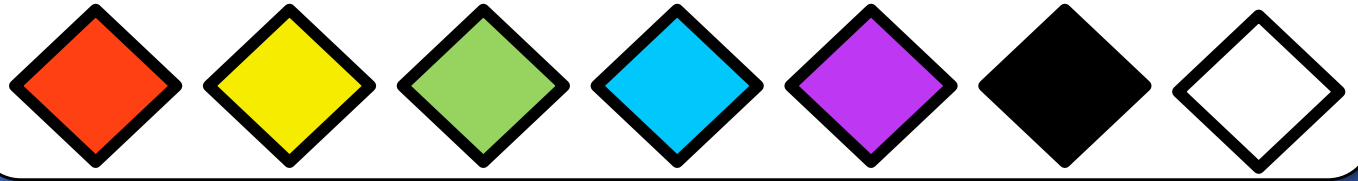
Facilitação e Mutualismo

Paulo R. Guimarães Jr (Miúdo)

www.guimaraes.bio.br

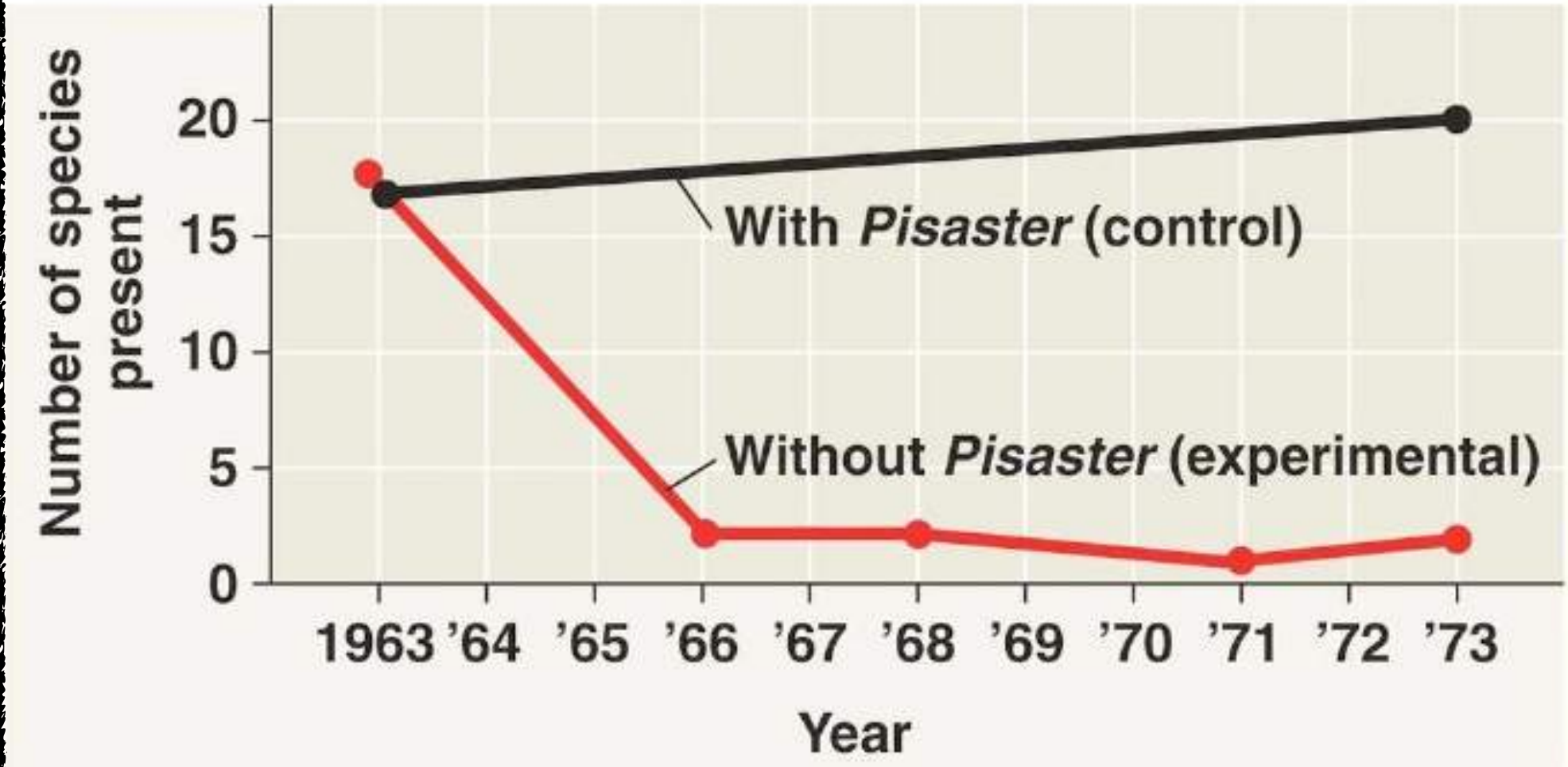
Competição interespecífica (-/-)

capacidade competitiva das presas



Antagonismo (+/-)

RESULTS



Facilitação e Mutualismo

1. Facilitação, comensalismo e mutualismo
2. Interações positivas modulando a diversidade
3. Interações positivas definindo a diversidade
4. Resumo
5. Para saber mais...

Ao final da aula, nós teremos aprendido:

1. a relação entre competição, antagonismos e interações positivas

2. como interações positivas estruturam a diversidade

3. um padrão invariante em interações ecológicas

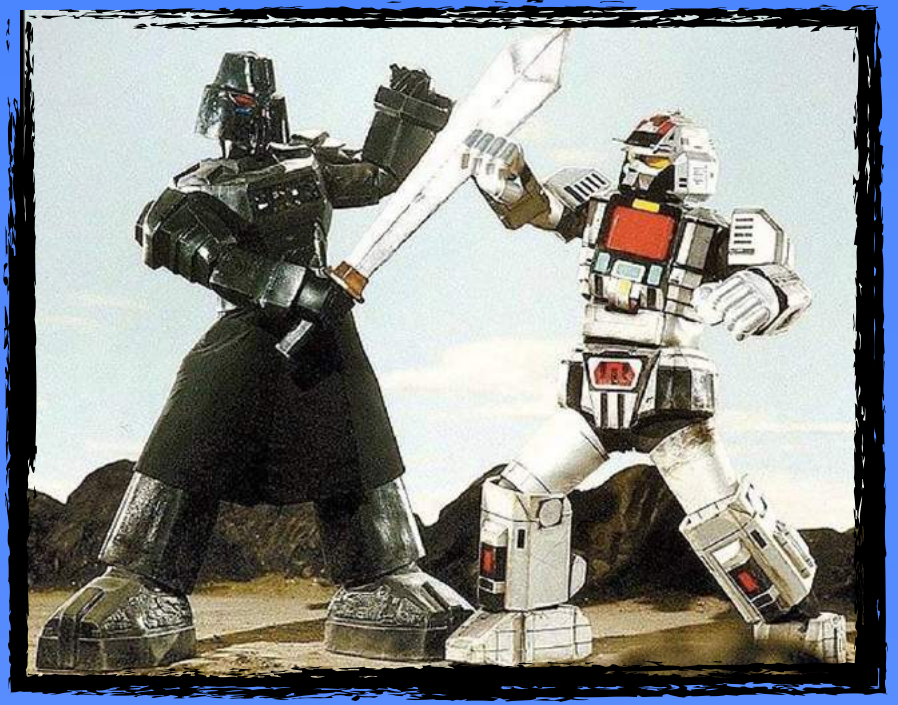
Facilitação e Mutualismo

1. **Facilitação, comensalismo e mutualismo**
2. Interações positivas modulando a diversidade
3. Interações positivas definindo a diversidade
4. Resumo
5. Para saber mais...

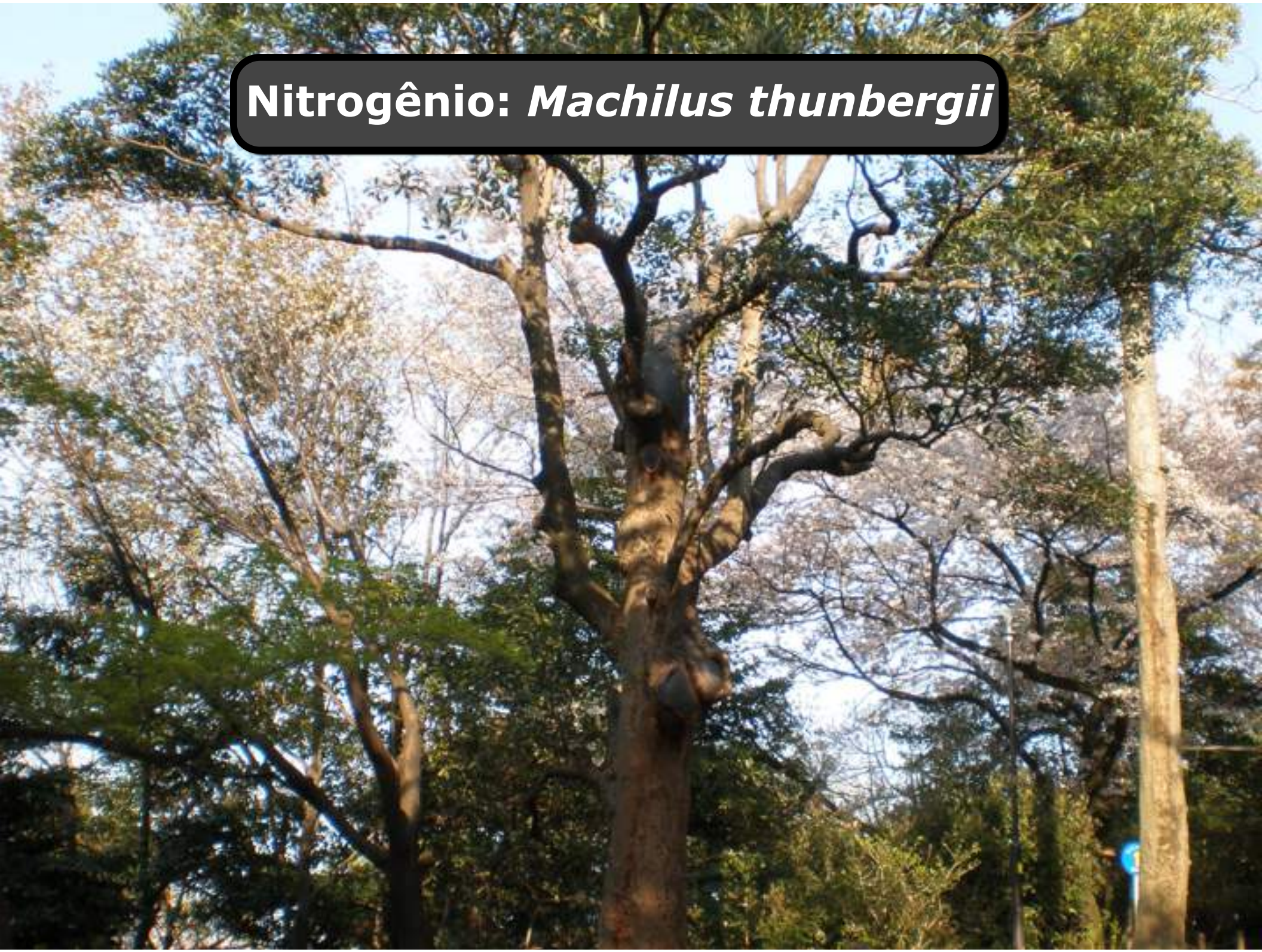
Os quatro processos fundamentais:

1. **Seleção**
2. Deriva ecológica
3. Dispersão
4. Especiação

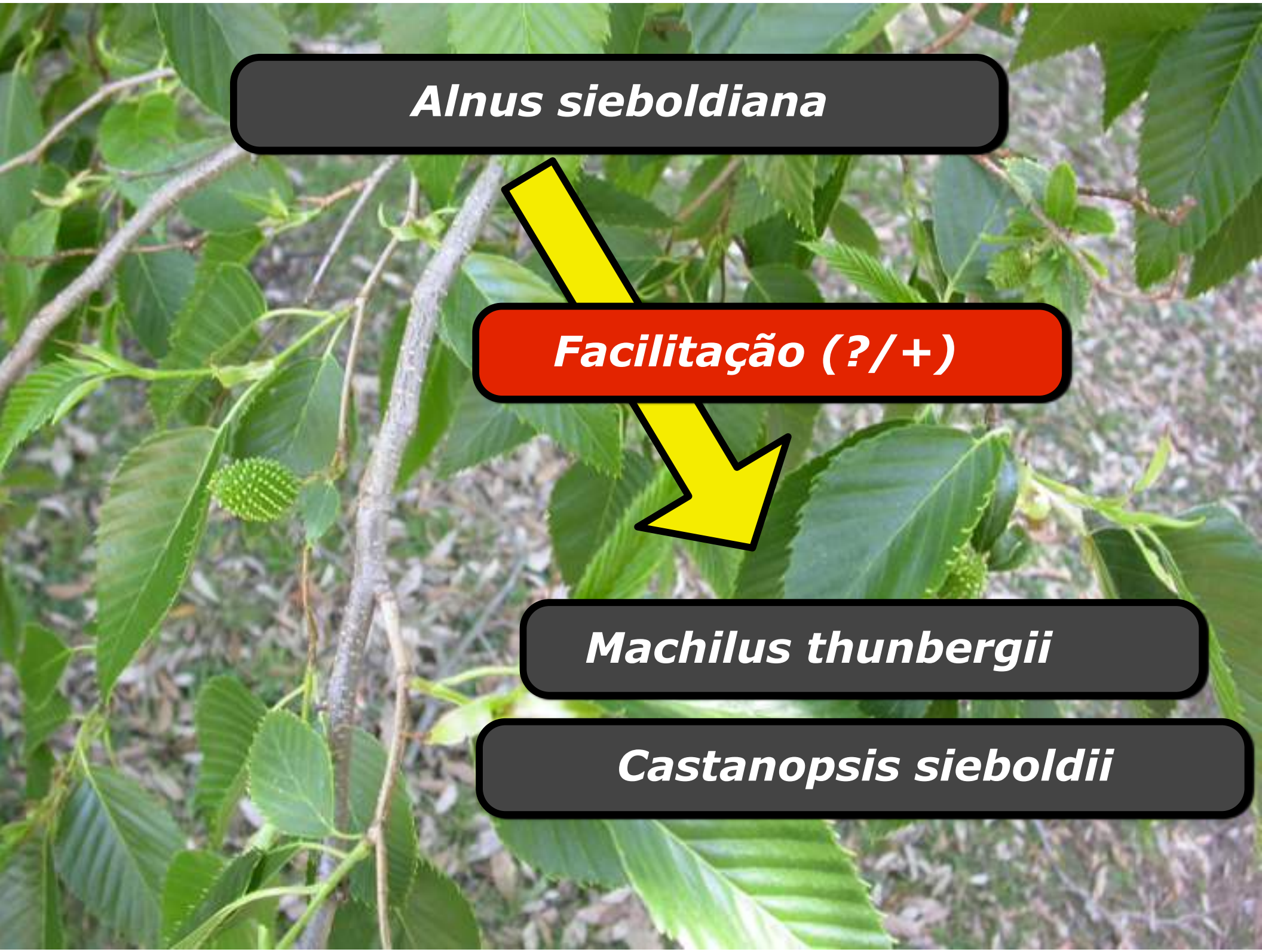
Um exemplo de facilitação




facilitadora *Alnus sieboldiana*


Nitrogênio: *Machilus thunbergii*


Castanopsis sieboldii

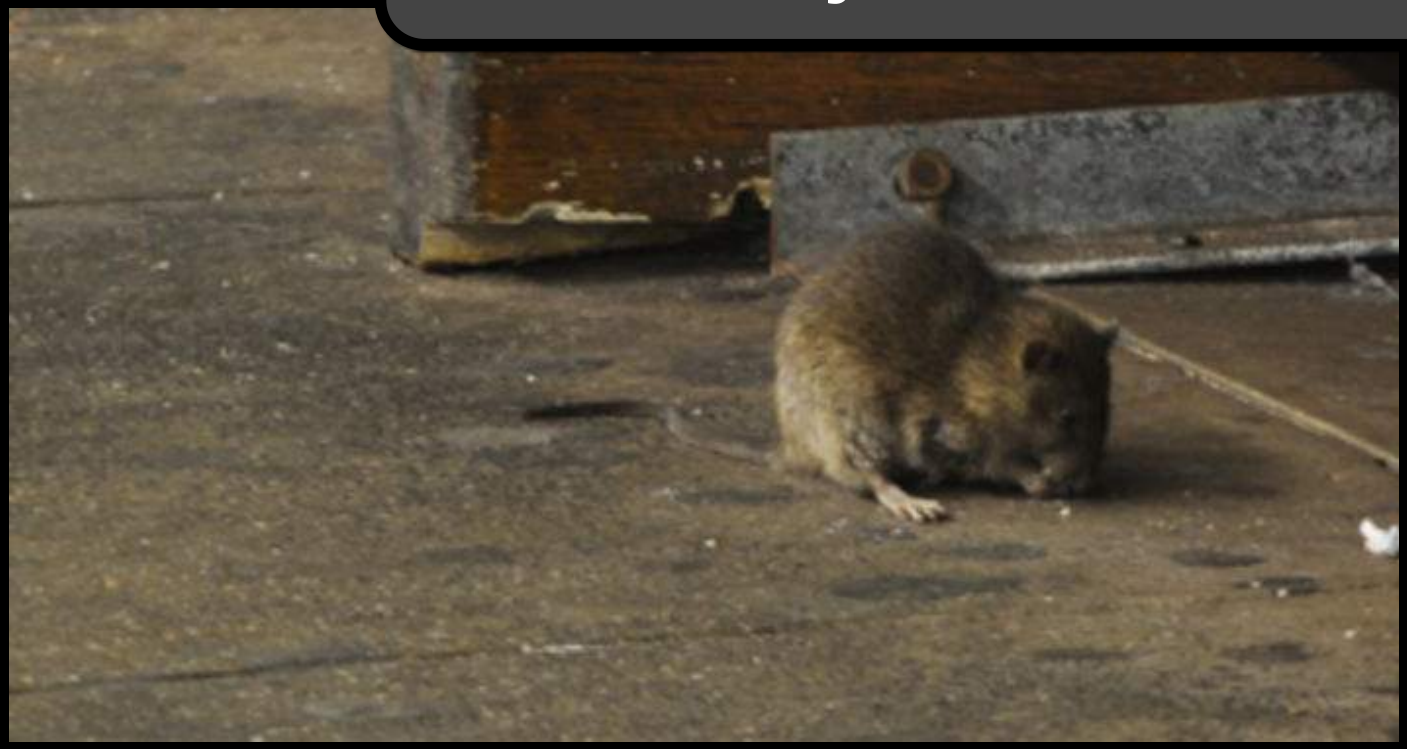

Alnus sieboldiana
Facilitação (?/+)
Machilus thunbergii
Castanopsis sieboldii

Facilitação (?/+) é:

uma interação entre indivíduos de espécies diferentes e que aumenta a aptidão de indivíduos de pelo menos uma das espécies

Restingas

Facilitação entre animais

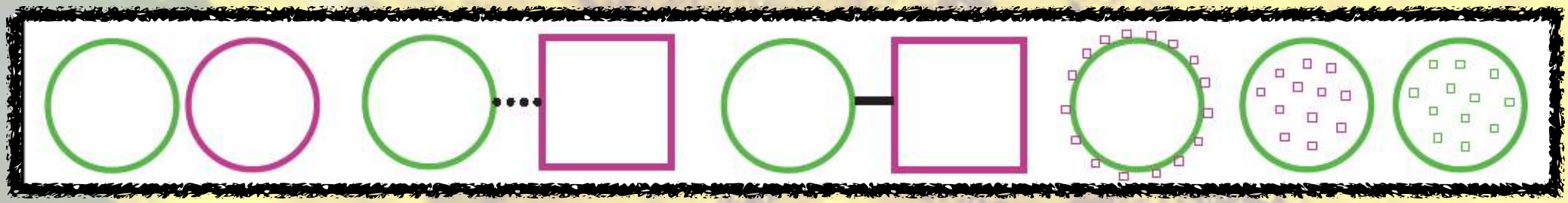


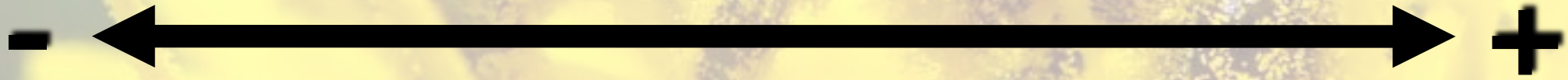
Comensalismo (0/+) é:

uma interação entre indivíduos de espécies diferentes e que aumenta a aptidão de indivíduos de uma das espécies e não influencia a aptidão do indivíduo da outra espécie.

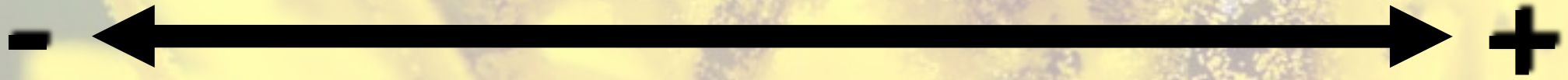
Mutualismo é:

uma interação que aumenta a aptidão dos indivíduos de espécies diferentes que interagem

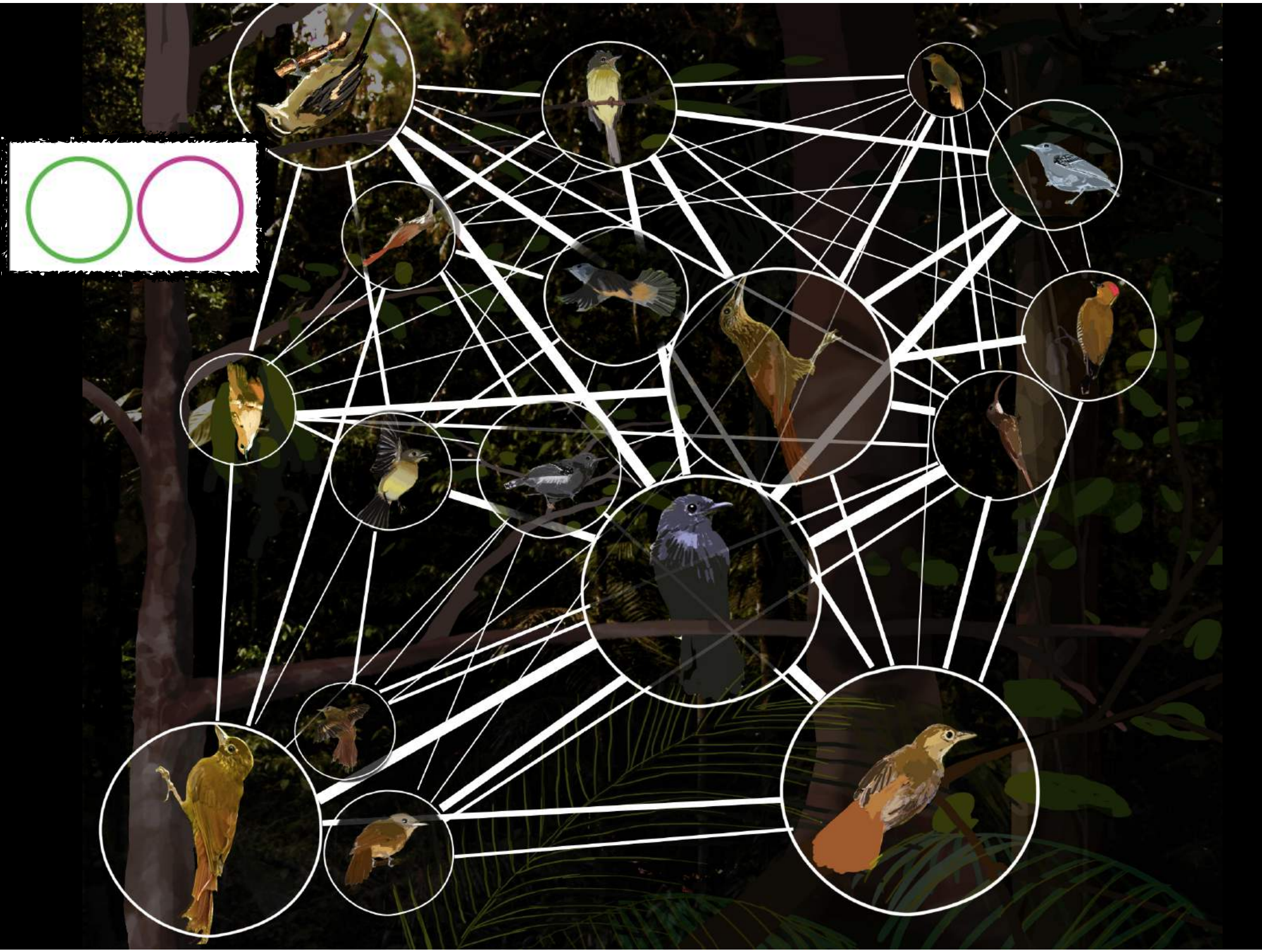




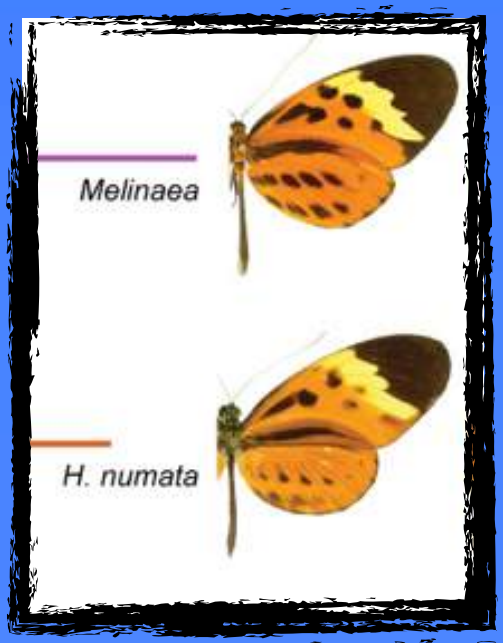
intimidade de interações

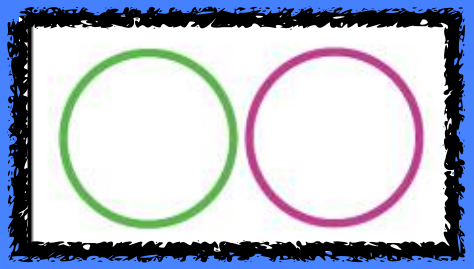


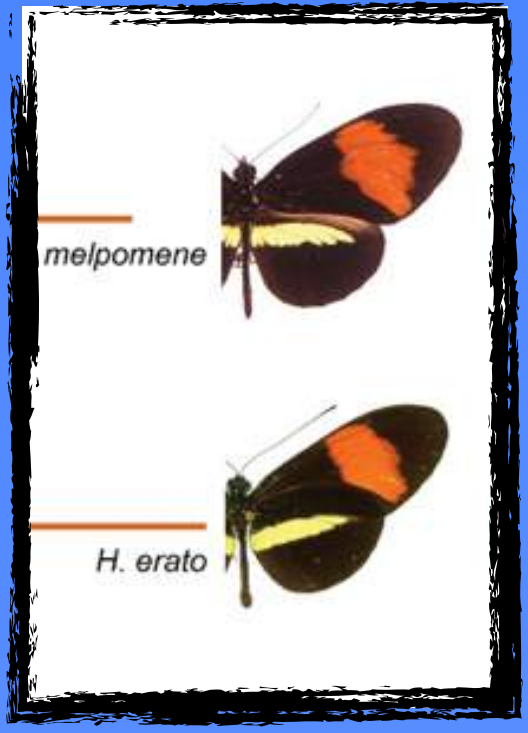
intimidade de interações

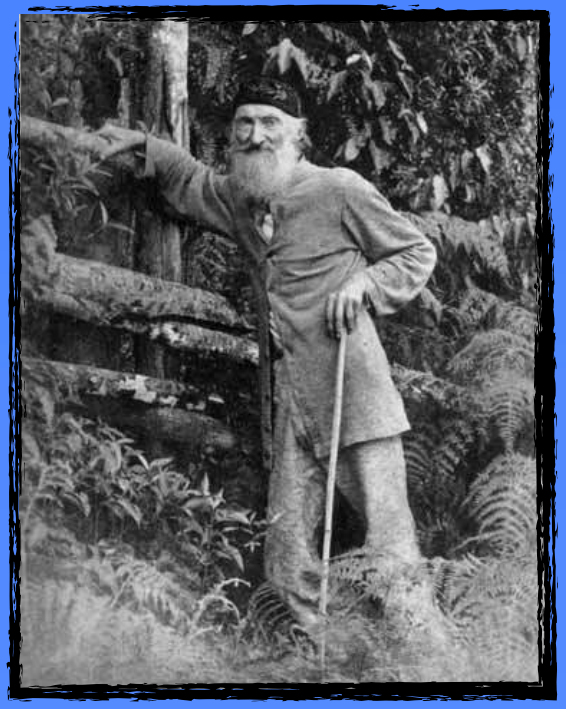


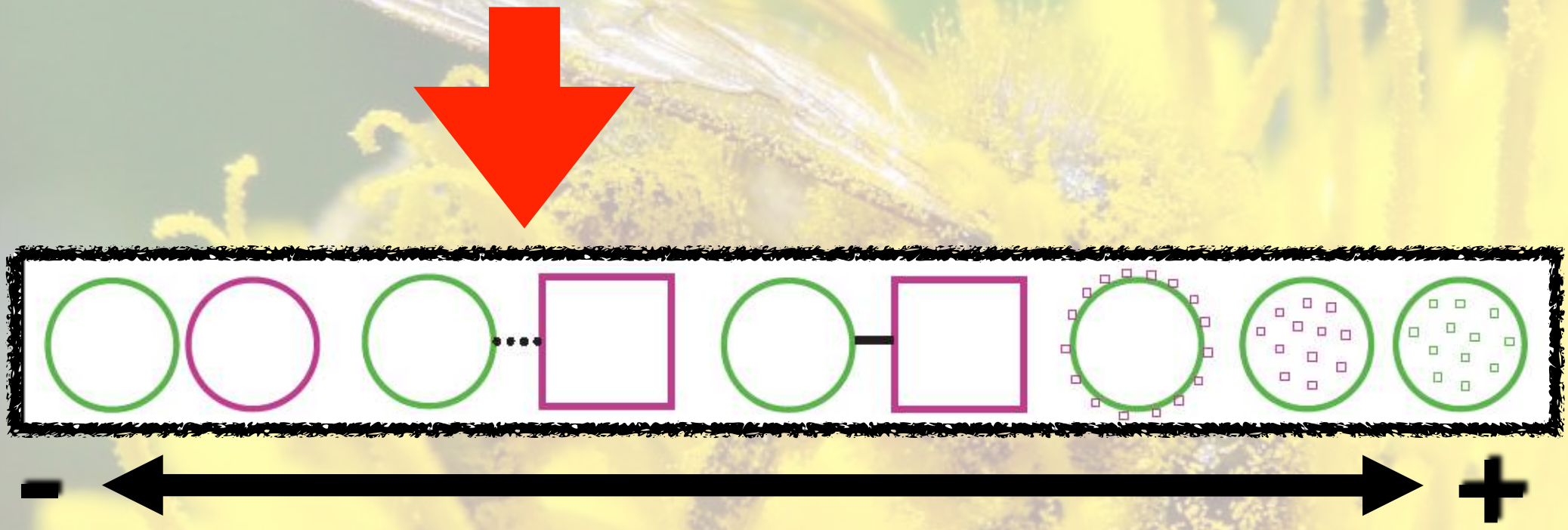
Mimetismo mülleriano



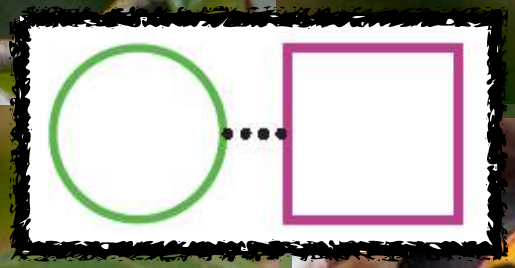




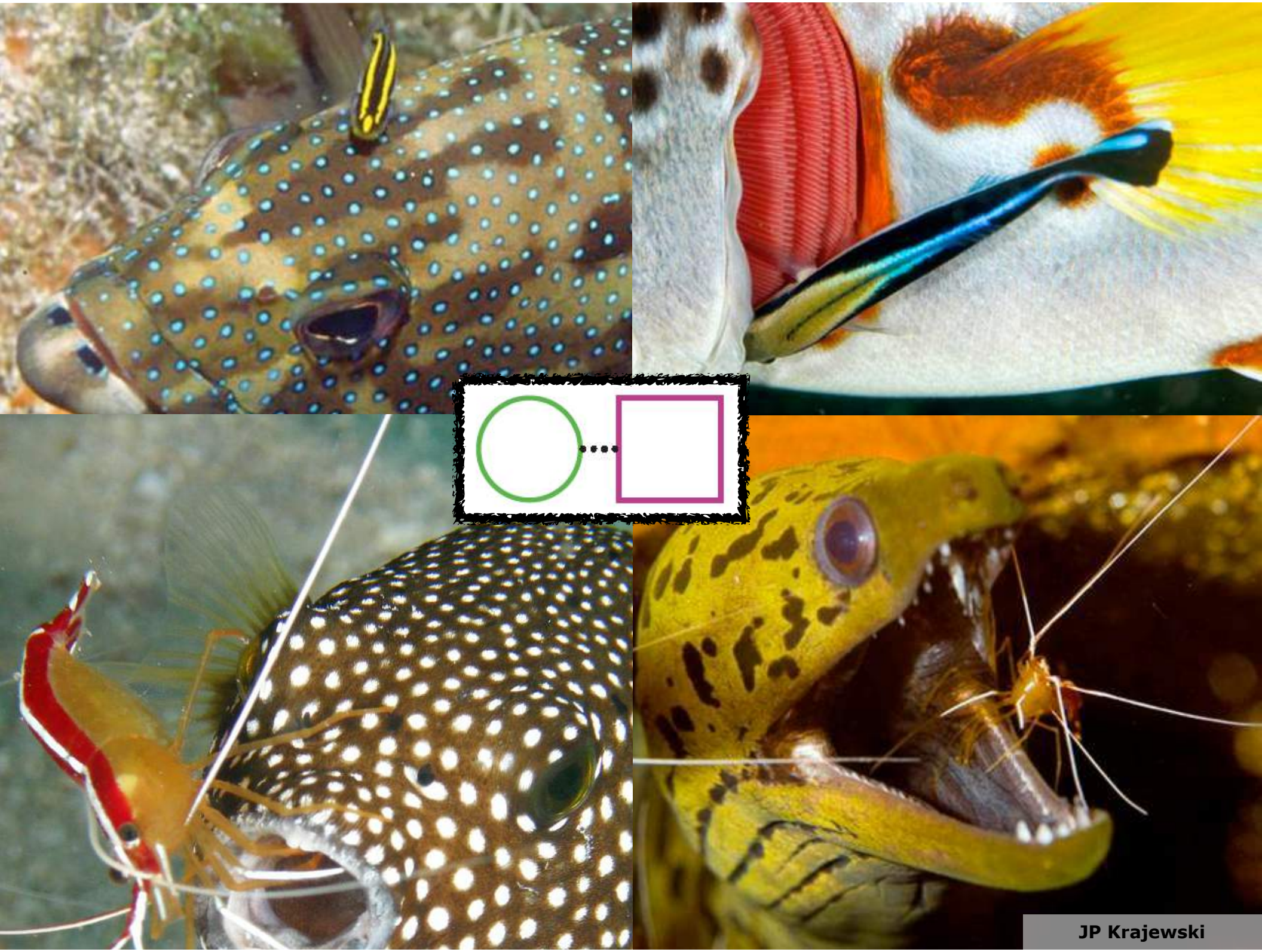


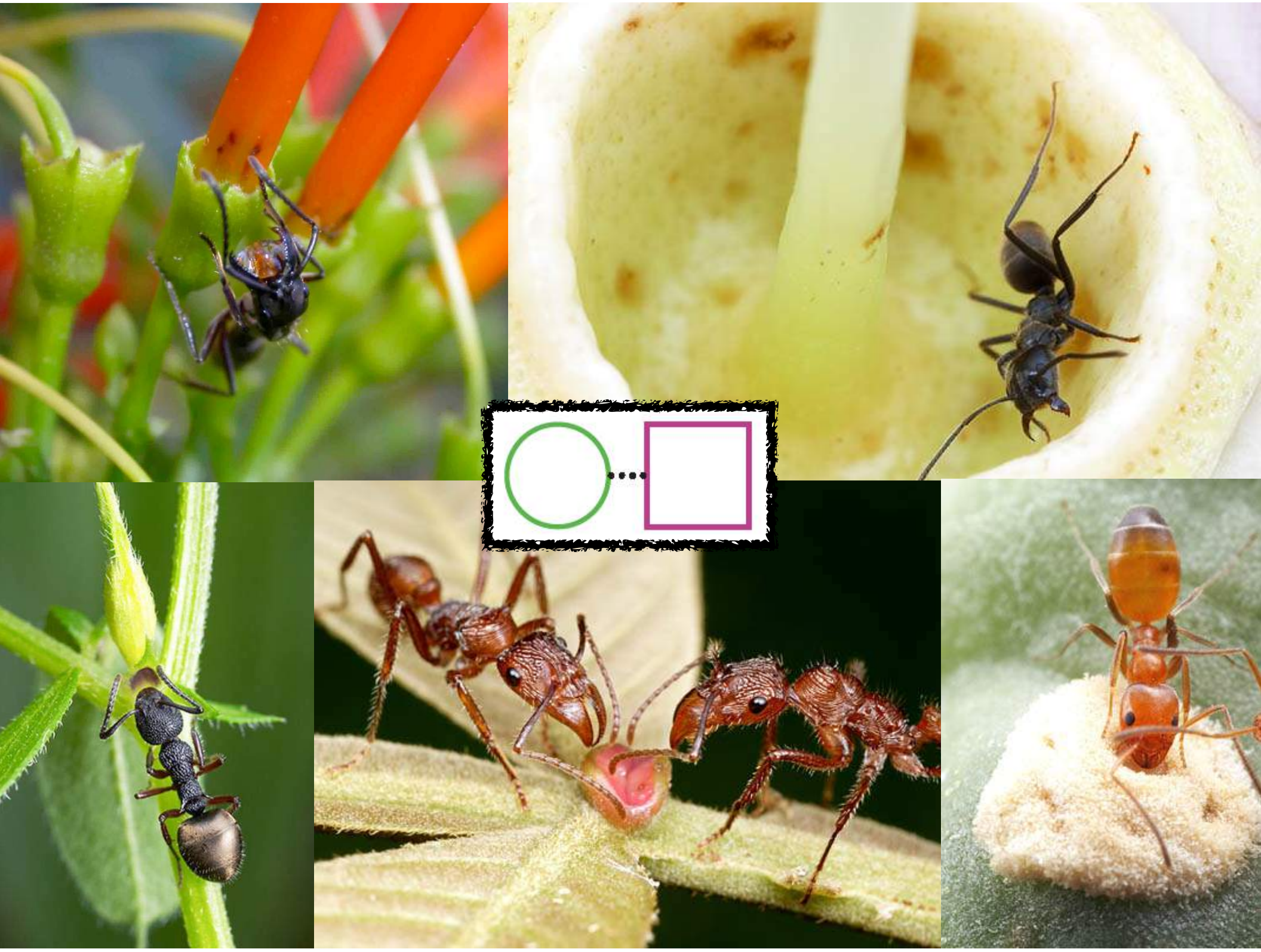


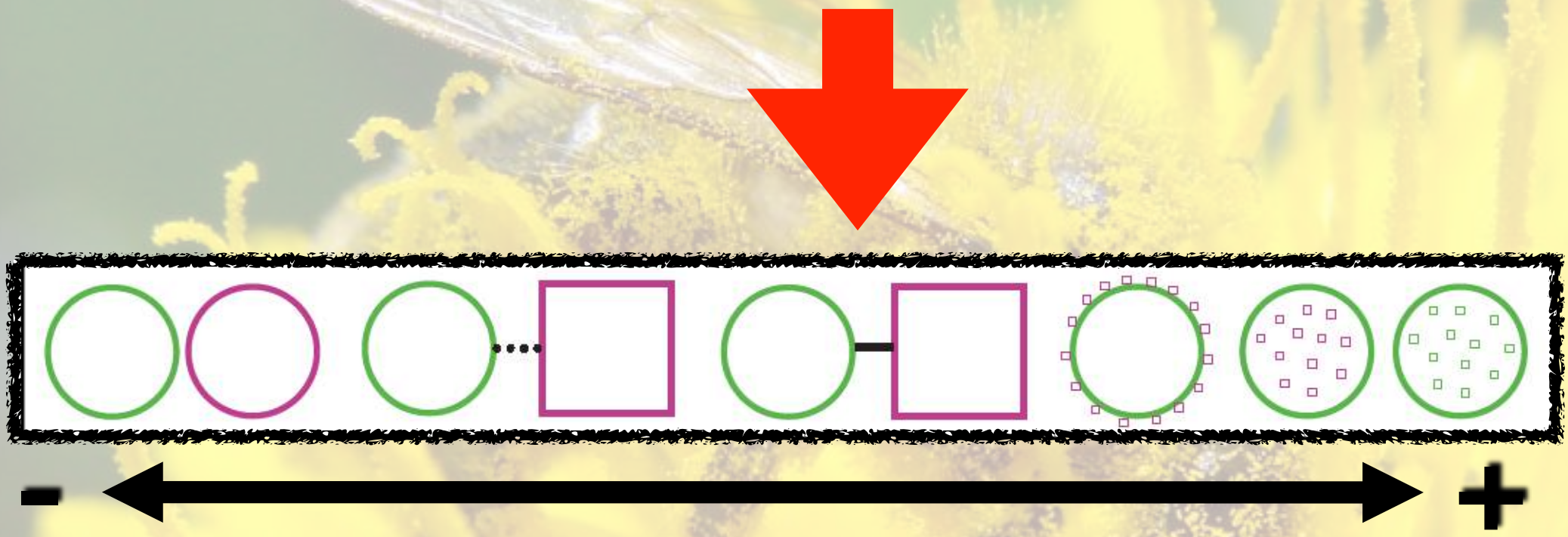
intimidade de interações




VN PLEASURES


JP Krajewski

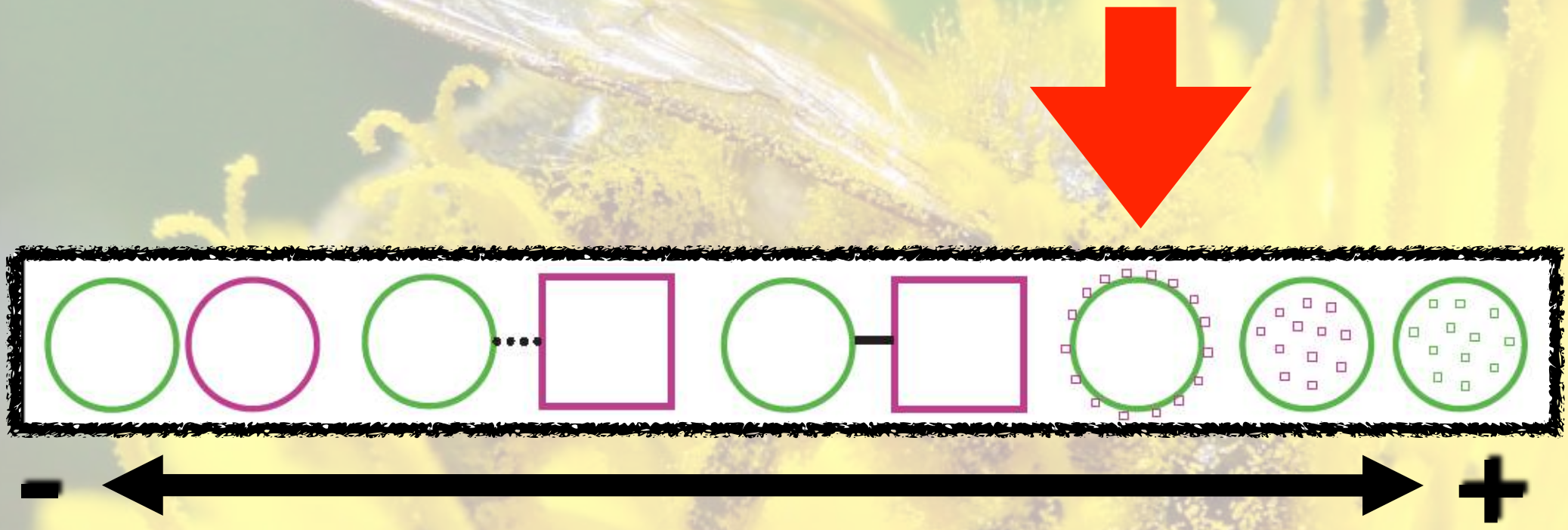




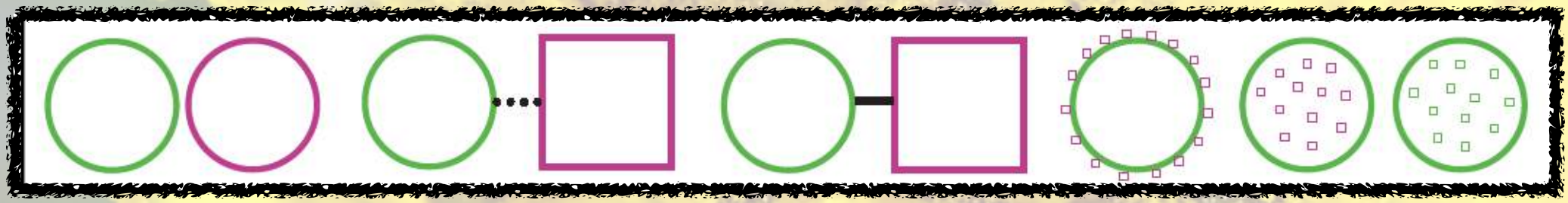
intimidade de interações

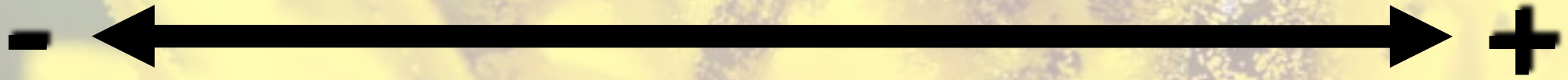






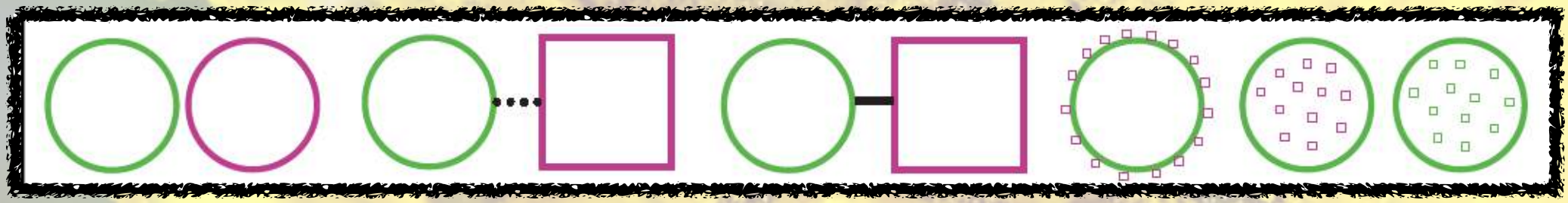
intimidade de interações

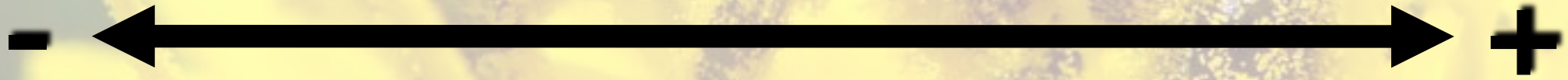




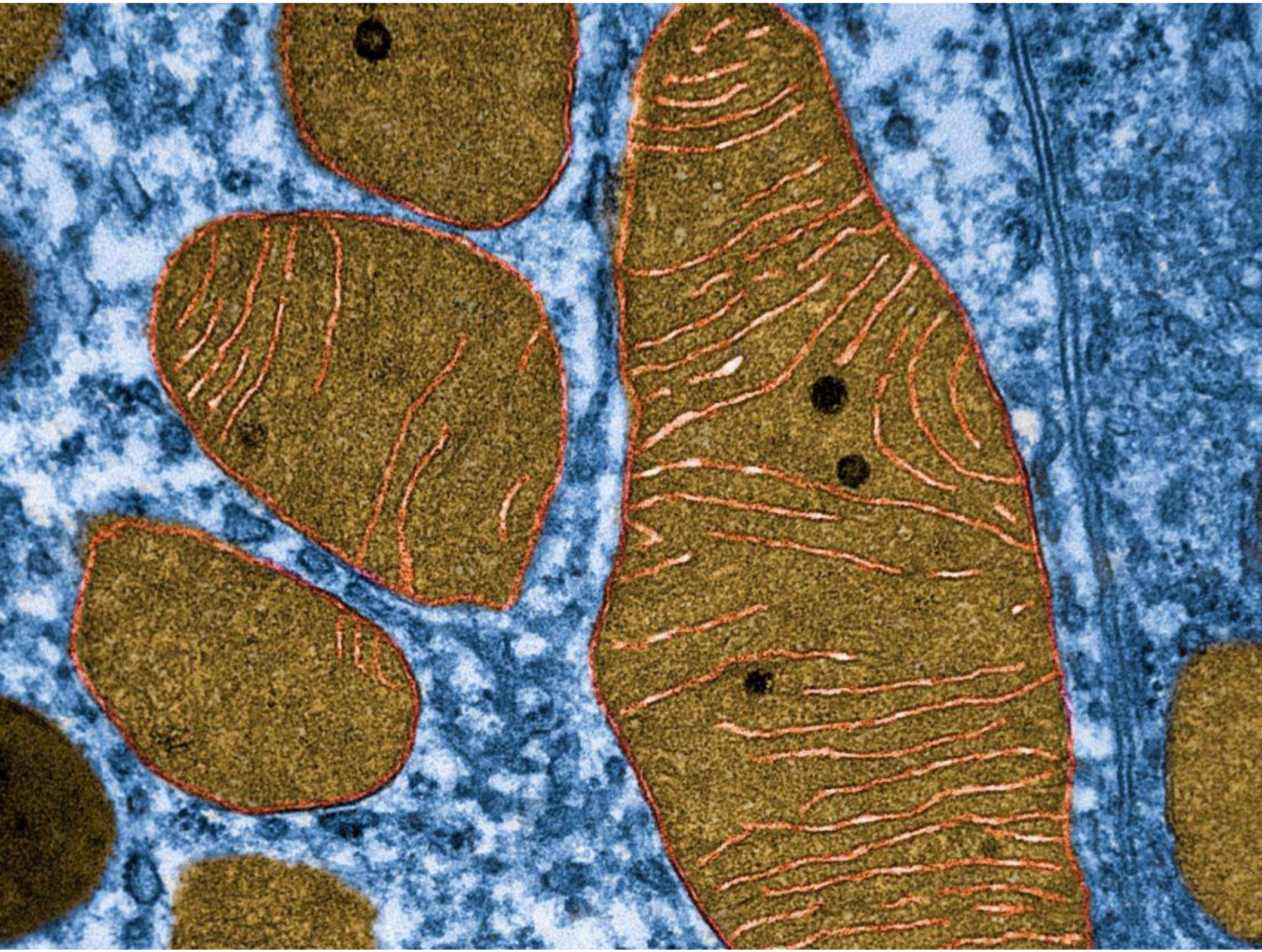
intimidade de interações

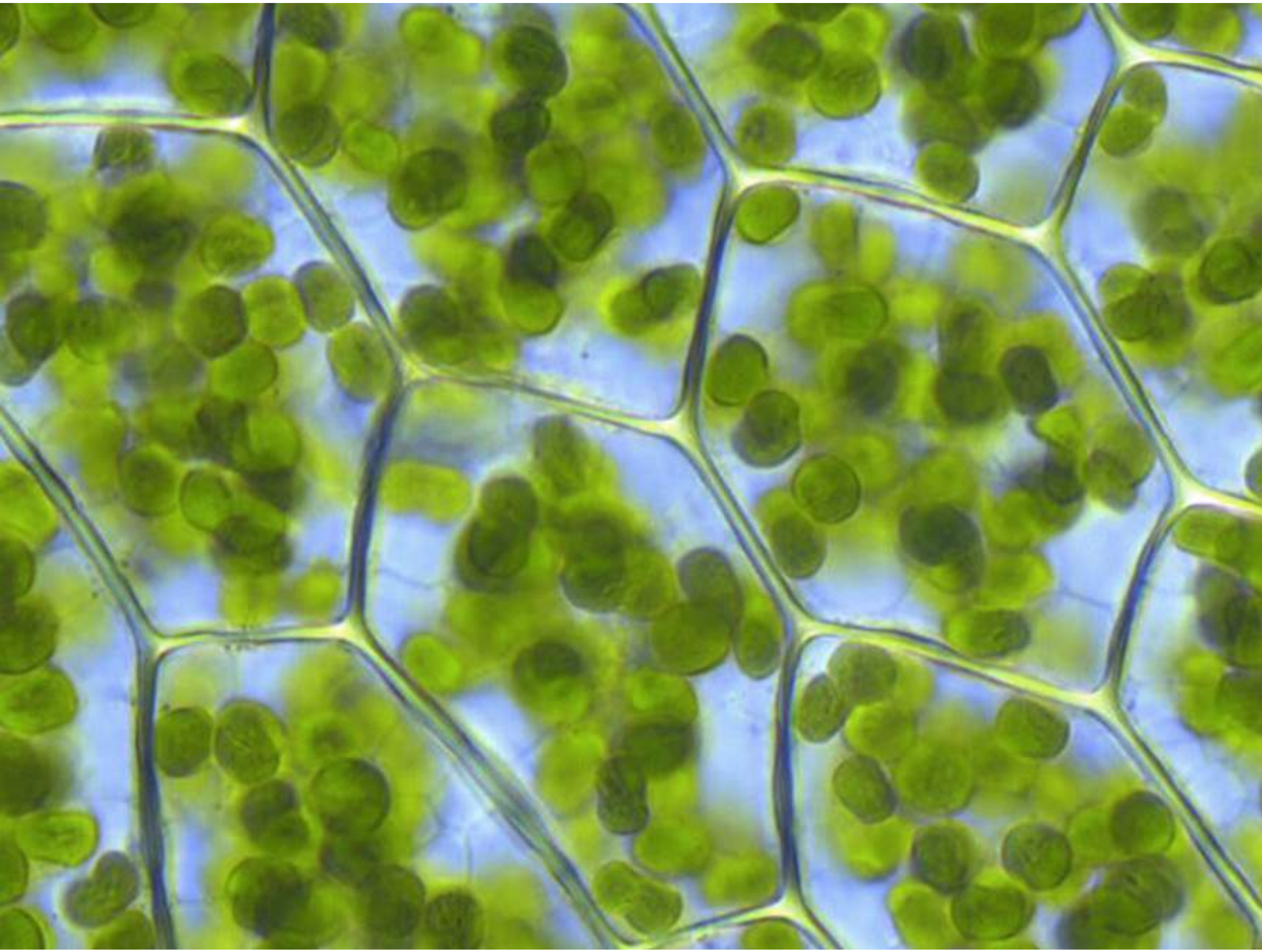
Zooxanthellae





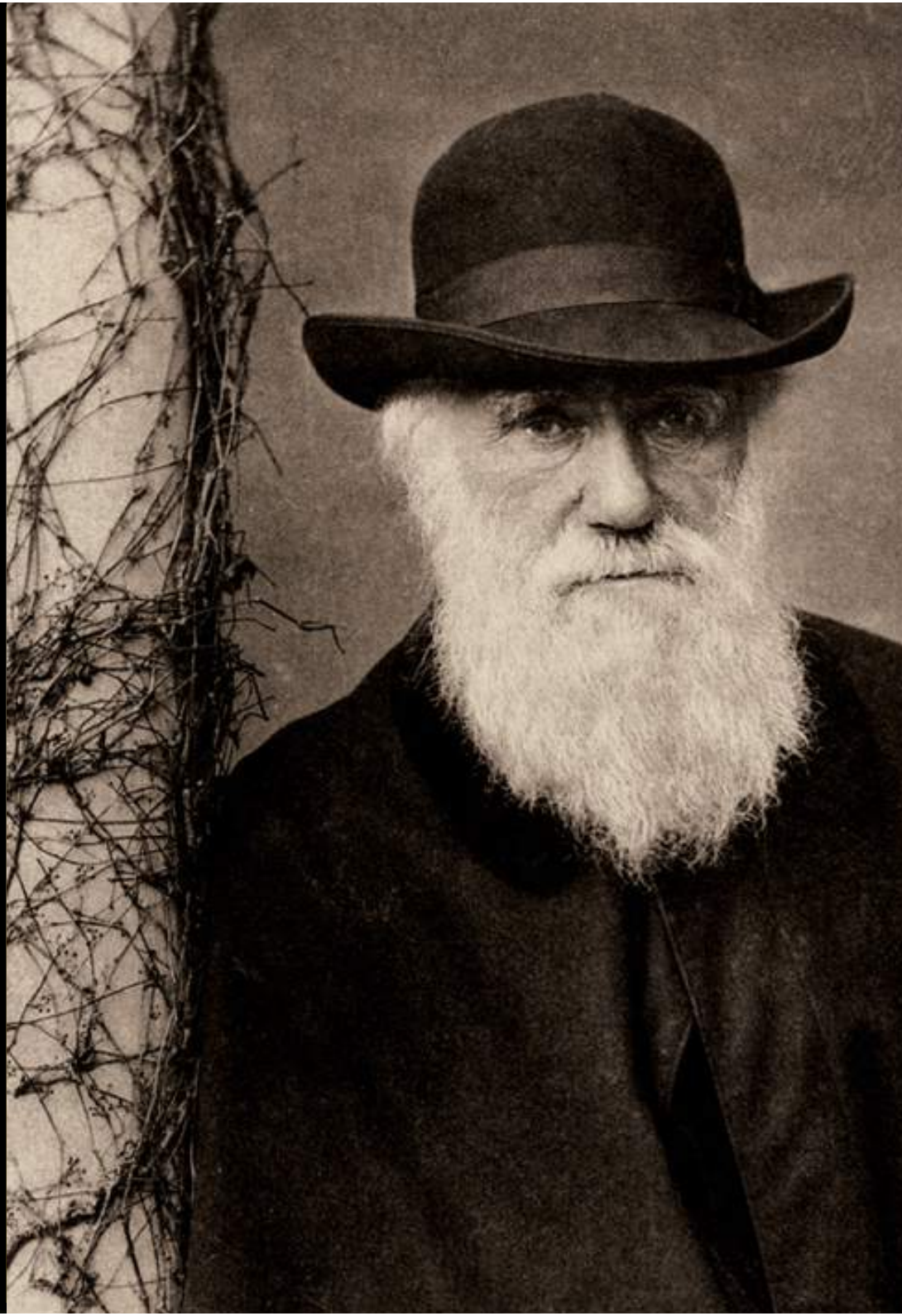
intimidade de interações

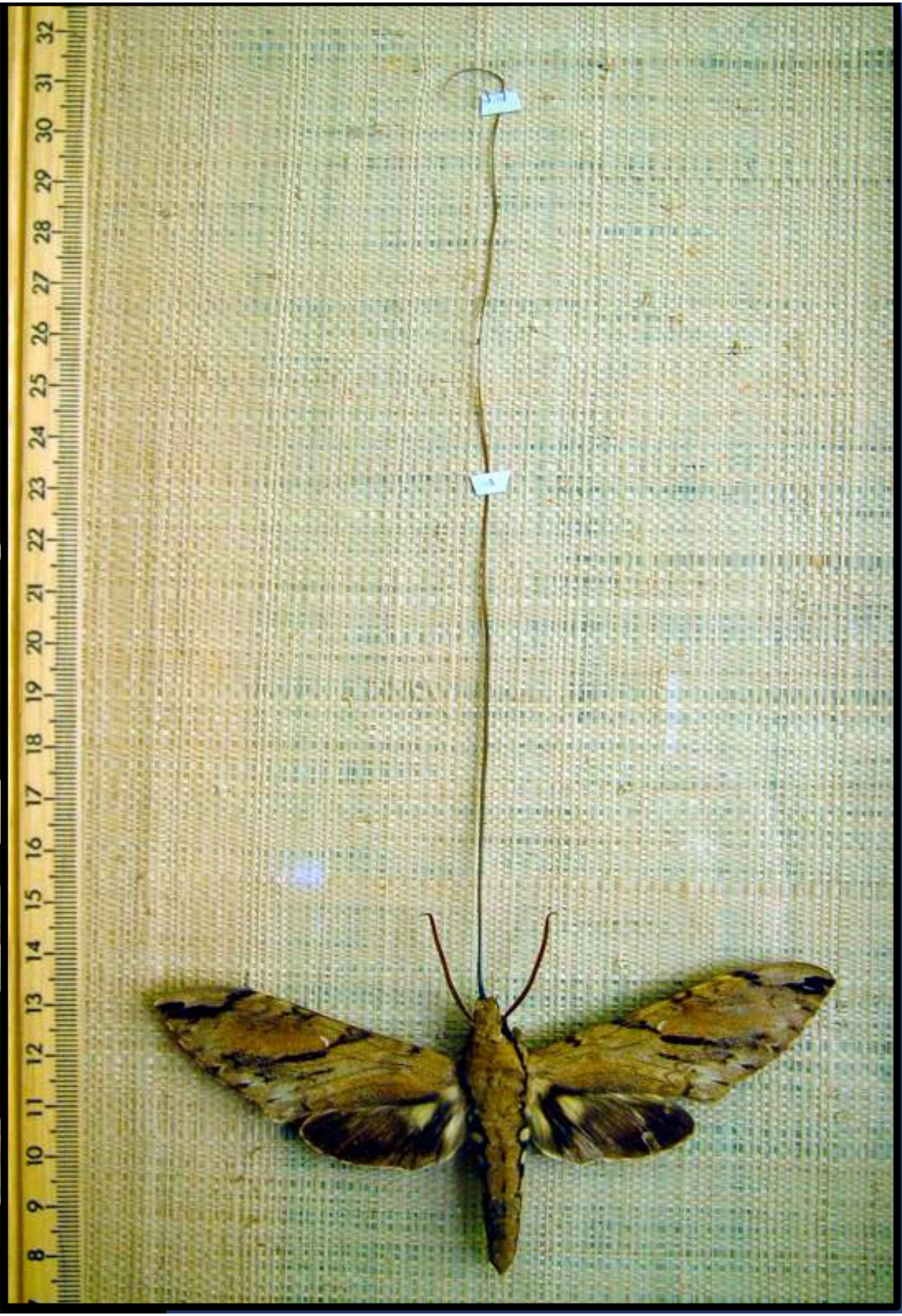




Lynn Margulis


KMOS





1 *Schinus terebinthifolius*
Anacardiaceae

2 *Tapirira guianensis*
Anacardiaceae

3 *Guatteria australis*
Annonaceae

4 *Xylopia langsdorfiana*
Annonaceae

5 *Astrocaryum aculeatissimum*
Arecaceae

6 *Attalea dubia*
Arecaceae

7 *Bactris setosa*
Arecaceae

8 *Euterpe edulis*
Arecaceae

9 *Geonoma pauciflora*
Arecaceae

10 *Syagrus romanzoffiana*
Arecaeceae

11 *Varronia curassavica*

12 *Calophyllum brasiliense*

13 *Maytenus robusta*

14 *Hedyosmum brasiliense*

15 *Doliocarpus glomeratus*

Mas e em ecologia?

(< 1990)

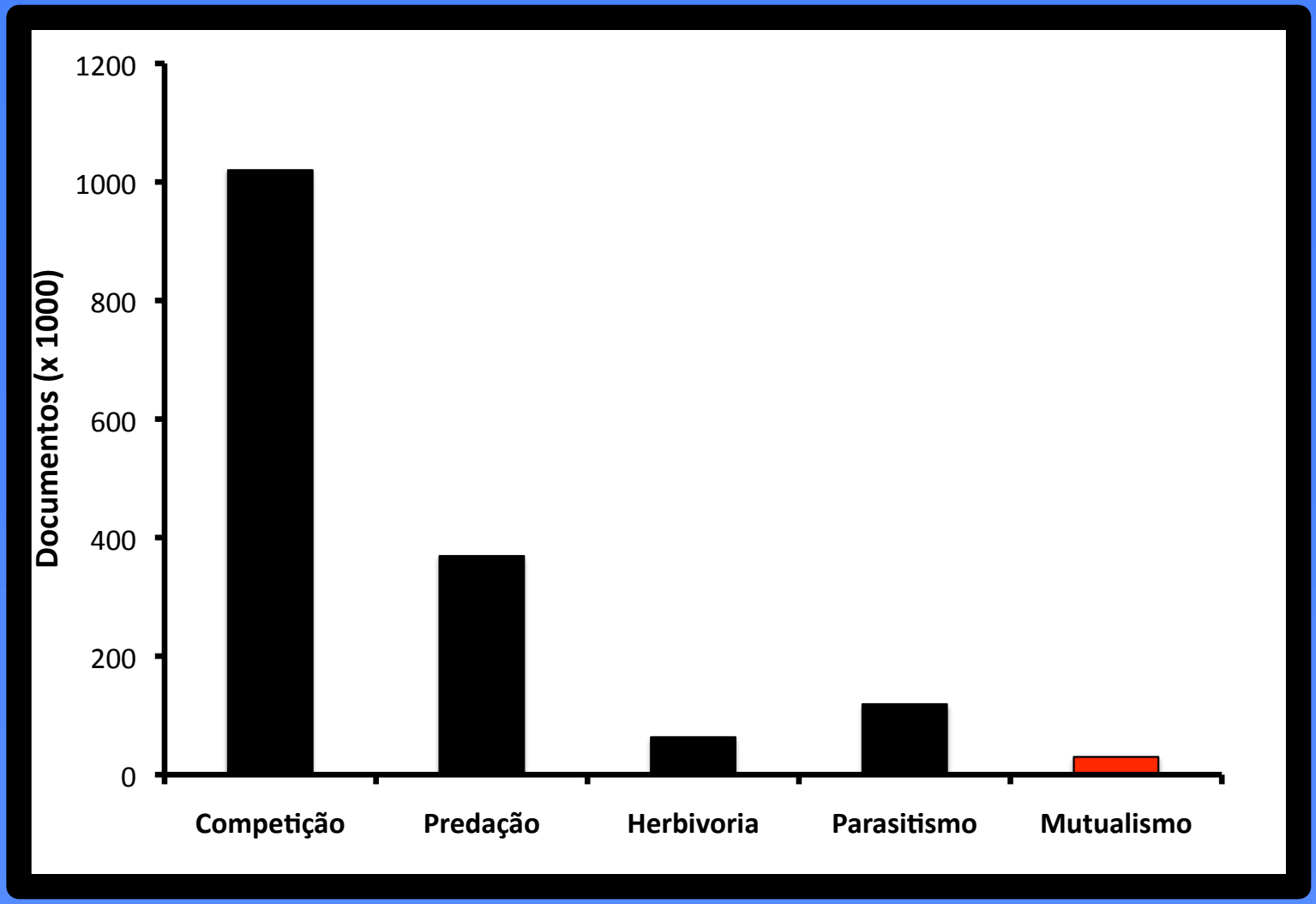
Table 1. The impressions given to students regarding the importance of the three major ecological interactions in the biosphere, as assessed by the number of pages on the topic referred to in the index of current textbooks on introductory ecology.

Textbook	Mutualism	Competition	Predation
Colinvaux (1986)	1	33	70
Collier et al. (1973)	0 (1)*	45	30
Hutchinson (1978)	0 (9)	59	6
Krebs (1978)	3	50	32
Lederer (1984)	5	21	4
McNaughton and Wolf (1979)	20	77	71
Odum (1983)	15	17	15
Pianka (1983)	3	74	41
Ricklefs (1979)	3	38	30
Ricklefs (1983)	2	11	14
Smith (1986)	2† (1)	19	24
Whittaker (1975)	5 (9)	18	22

* Number in brackets is symbiosis, which some authors appear to equate with mutualism.
† Mutualism not in index, but present in text.

Bronstein 1990 Bull. Ecol. Soc. Amer. 71:101-102

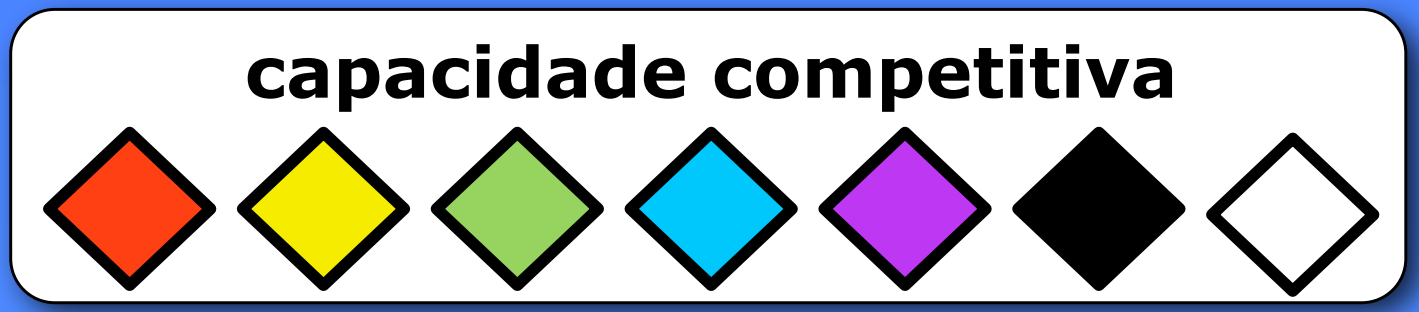
2011


Documentos (x 1000)
1200
1000
800
600
400
200
0
Competição
Predação
Herbivoria
Parasitismo
Mutualismo

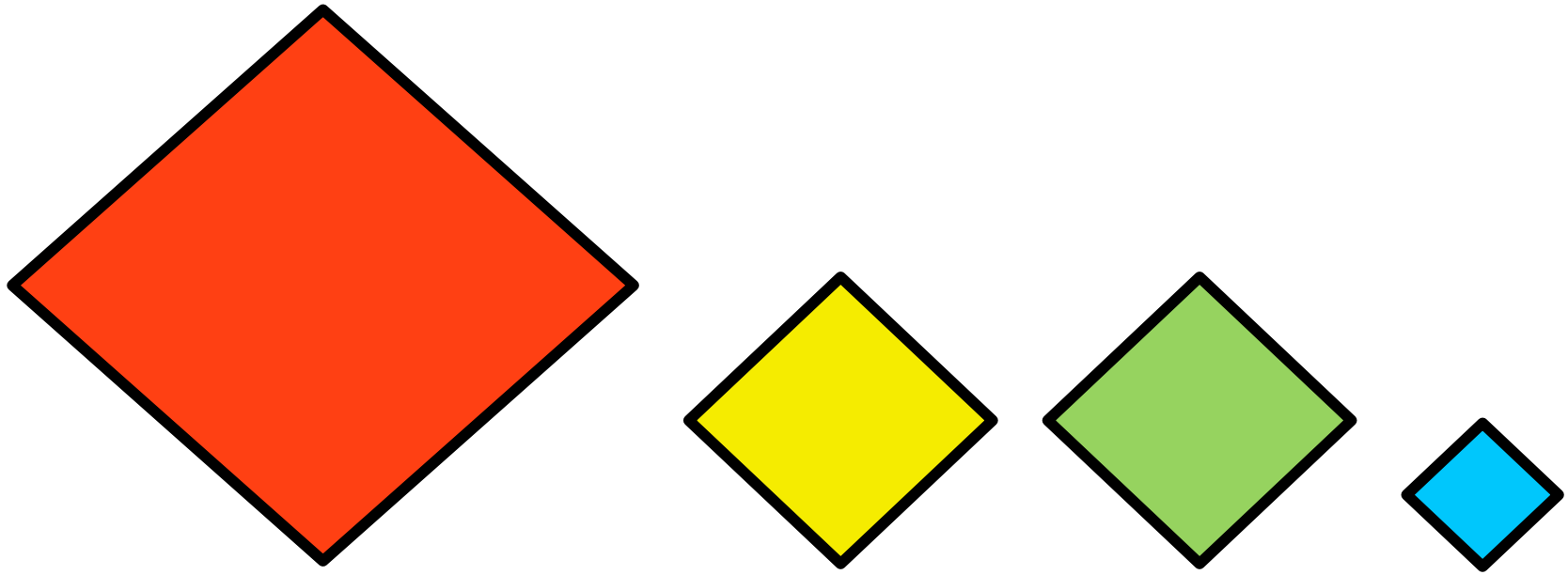
Facilitação e Mutualismo

1. Facilitação, comensalismo e mutualismo
2. **Interações positivas modulando a diversidade**
3. Interações positivas definindo a diversidade
4. Resumo
5. Para saber mais...

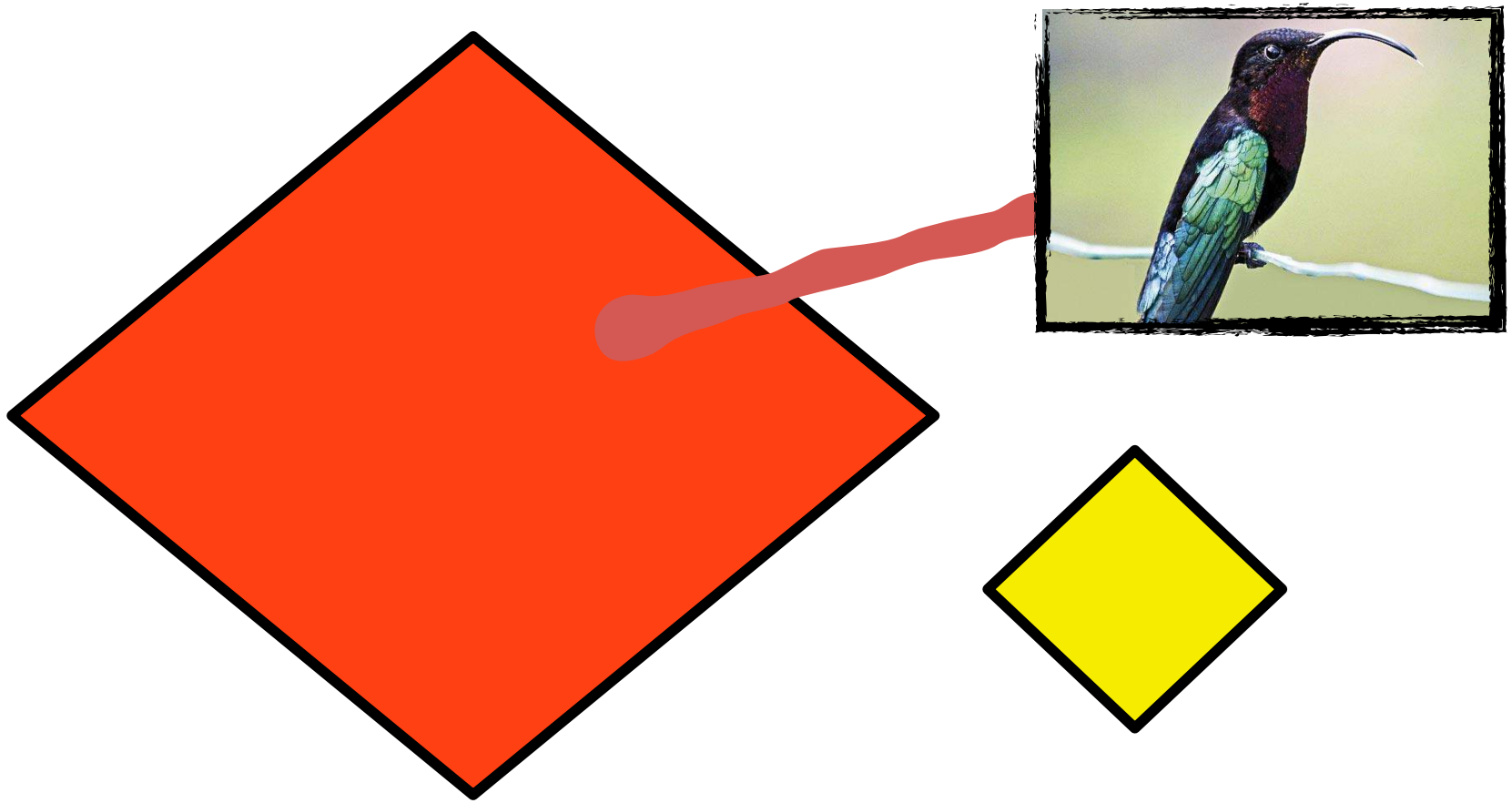
Interações positivas podem diminuir a diversidade influenciando a competição



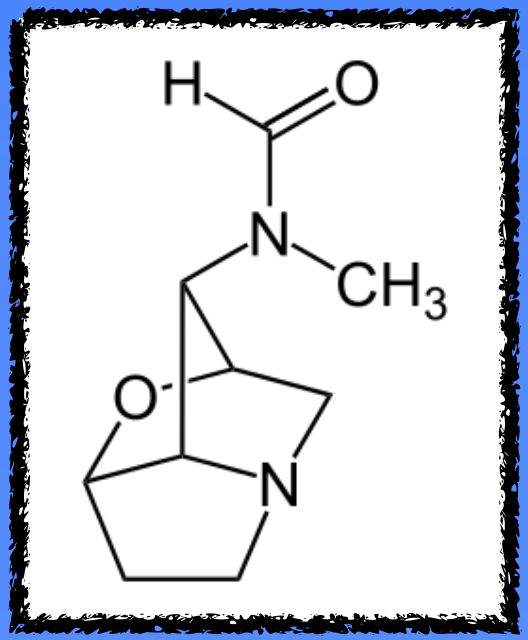
Uma espécie dominante ...

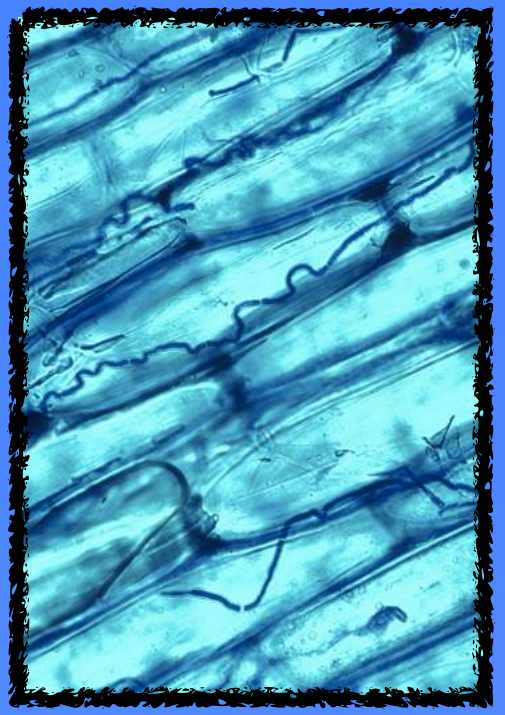


... é beneficiada por um mutualista

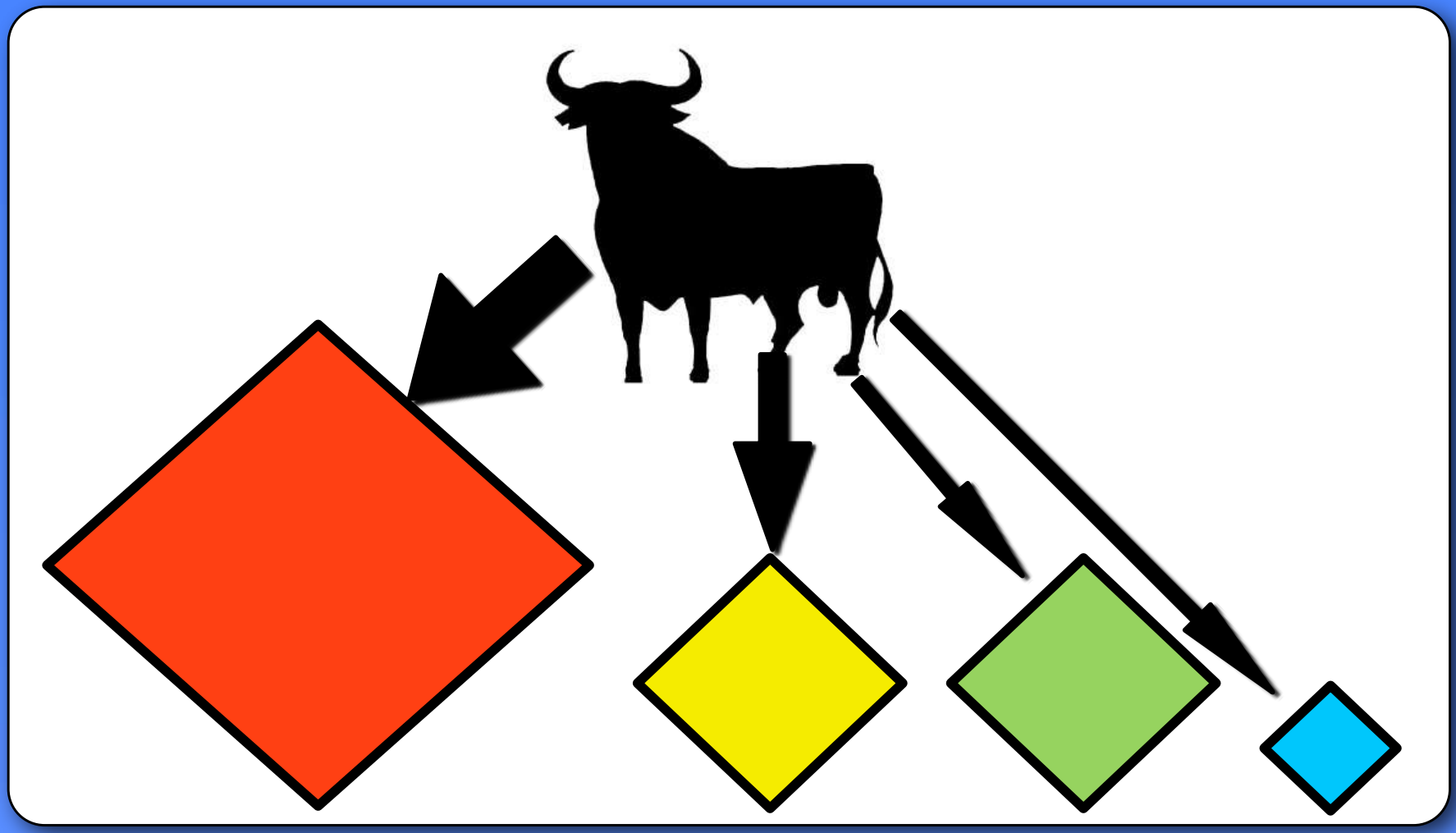


Lolium arundinaceum - Epichloë coenophiala





Interações positivas podem diminuir a coexistência mediada por exploração



Elefantes atacam acácias

Formigas protegem as acácias

Aumentando a diversidade

1. Alterando condições abióticas

Parkinsonia microphylla

Sombra

Parkinsonia microphylla

Parkinsonia microphylla

Sombra

Carnegiea gigantea

Parkinsonia microphylla

planta-berçário

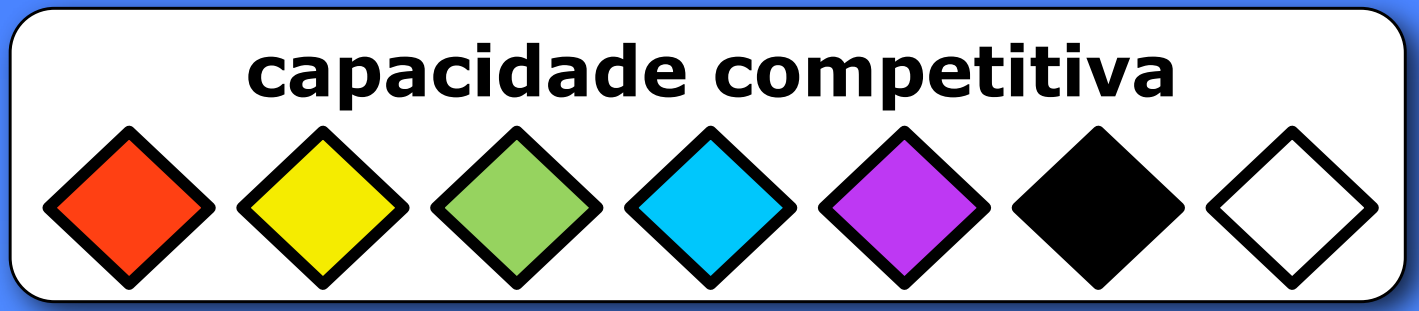
Sombra

Carnegiea gigantea

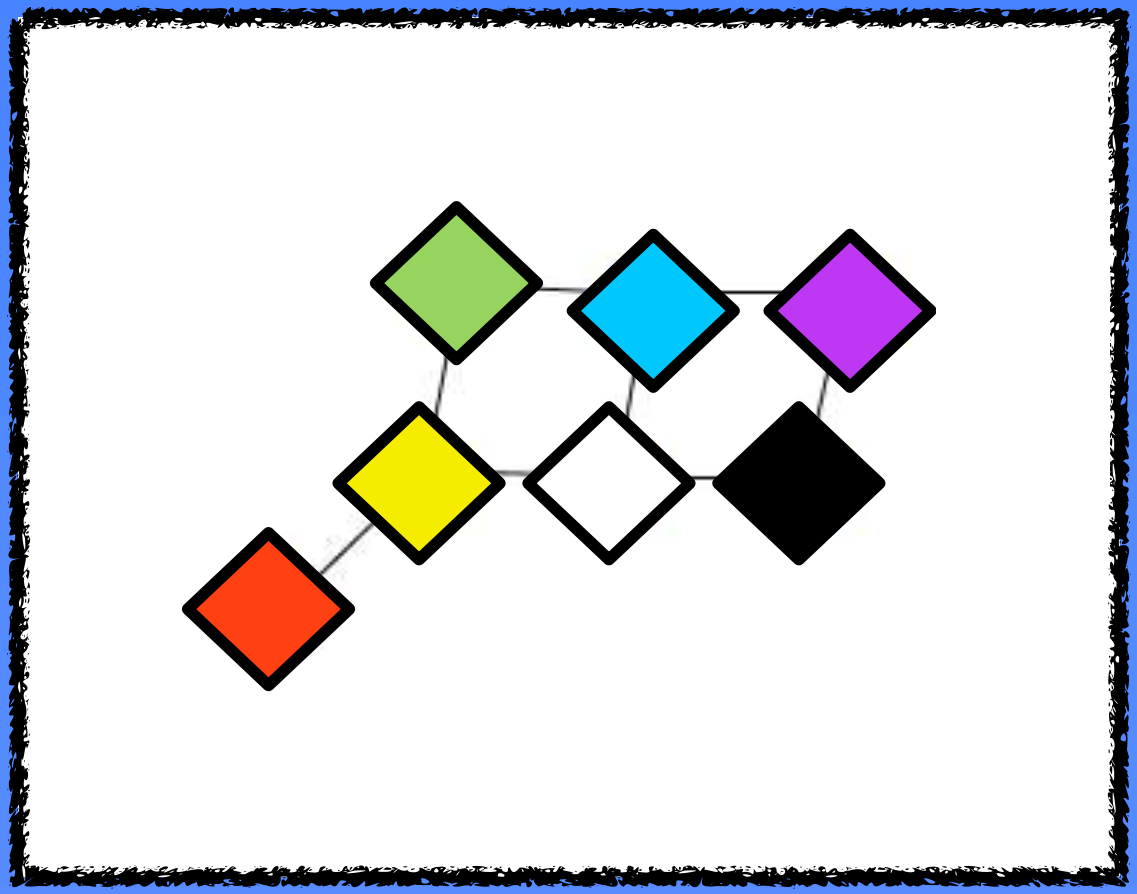
Aumentando a diversidade

1. Alterando condições abióticas
2. **Competidores como facilitadores?**

Interações competitivas não precisam formar uma seqüência linear



Interações competitivas não precisam formar uma seqüência linear



Ambrosia artemisiifolia

Experimento par-a-par

redução > 90%

Chenopodium album

Ambrosia artemisiifolia

Chenopodium album

Ambrosia artemisiifolia

Chenopodium album

Outras espécies

Ambrosia artemisiifolia

Experimento com outras espécies redução ~ 17%

Chenopodium album

Outras espécies

Ambrosia artemisiifolia

Chenopodium album

Outras espécies

Ambrosia artemisiifolia

Chenopodium album

Outras espécies

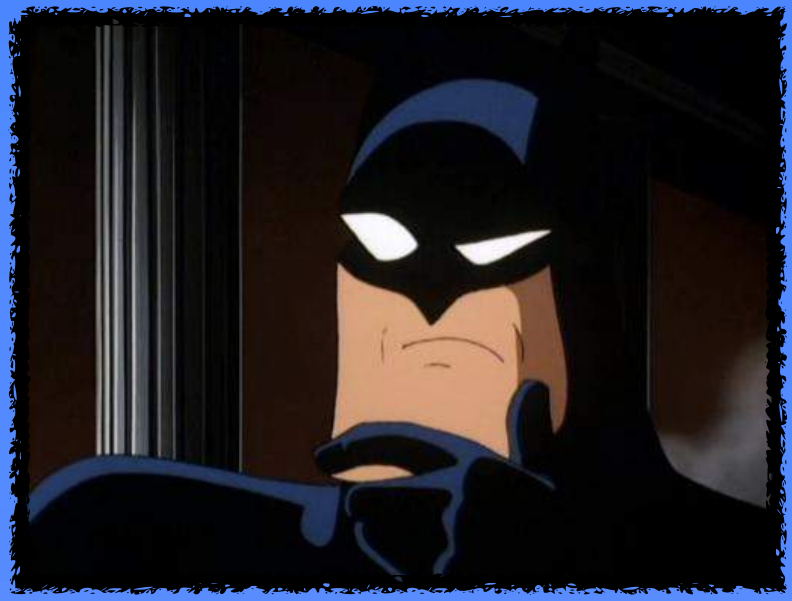
Ambrosia artemisiifolia

Outras espécies

Chenopodium album

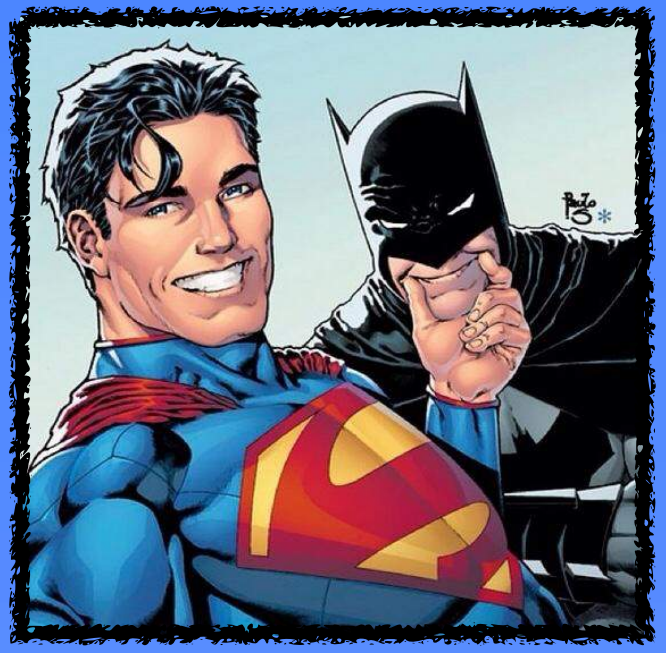
Aumentando a diversidade

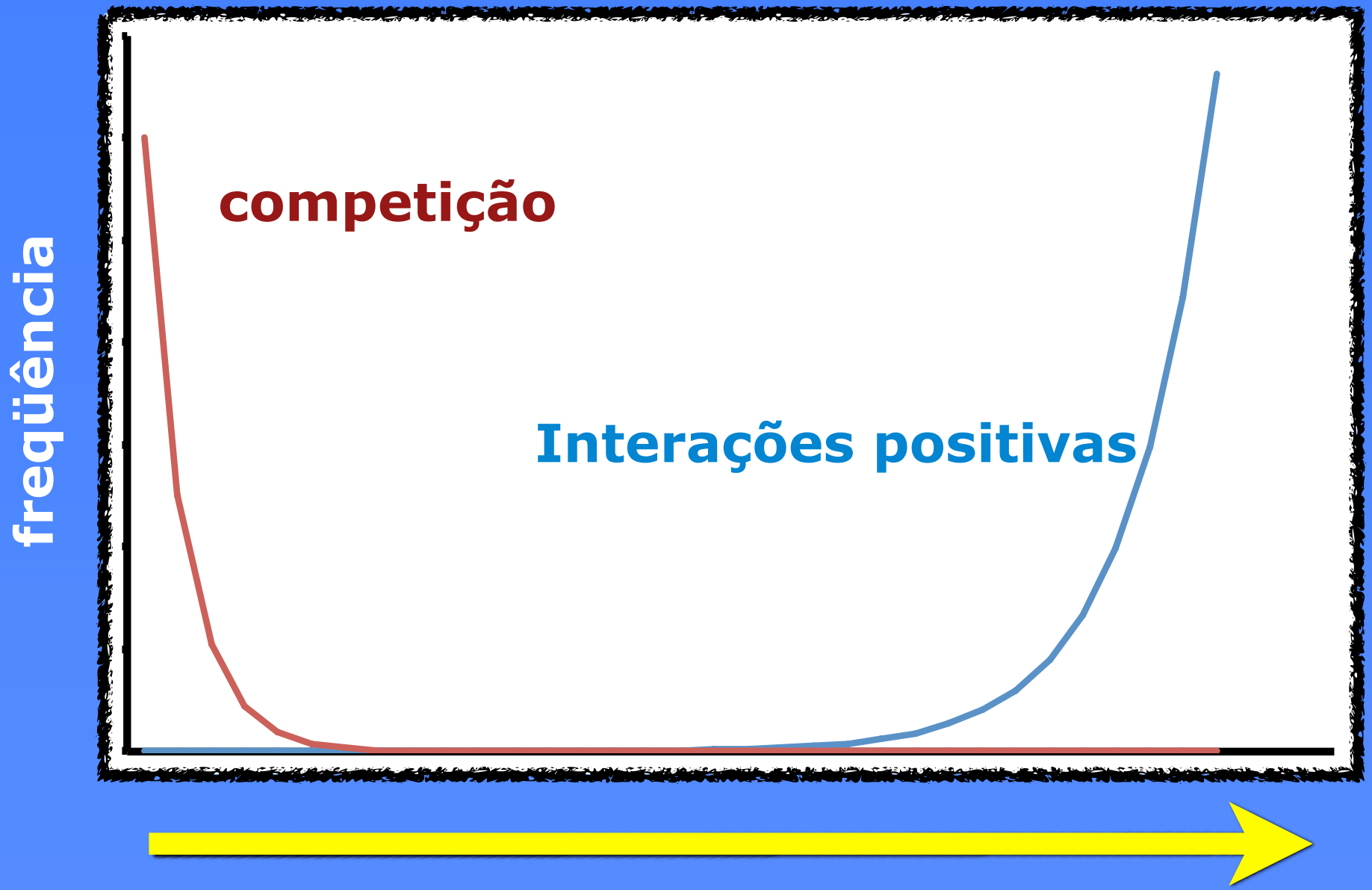
1. Alterando condições abióticas
2. **Competidores como facilitadores?**



Aumentando a diversidade

1. Alterando condições abióticas
2. **Competidores como facilitadores?**
   O inimigo do meu inimigo é meu amigo




freqüência
competição
Interações positivas
aumento no estresse

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i$$

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i$$

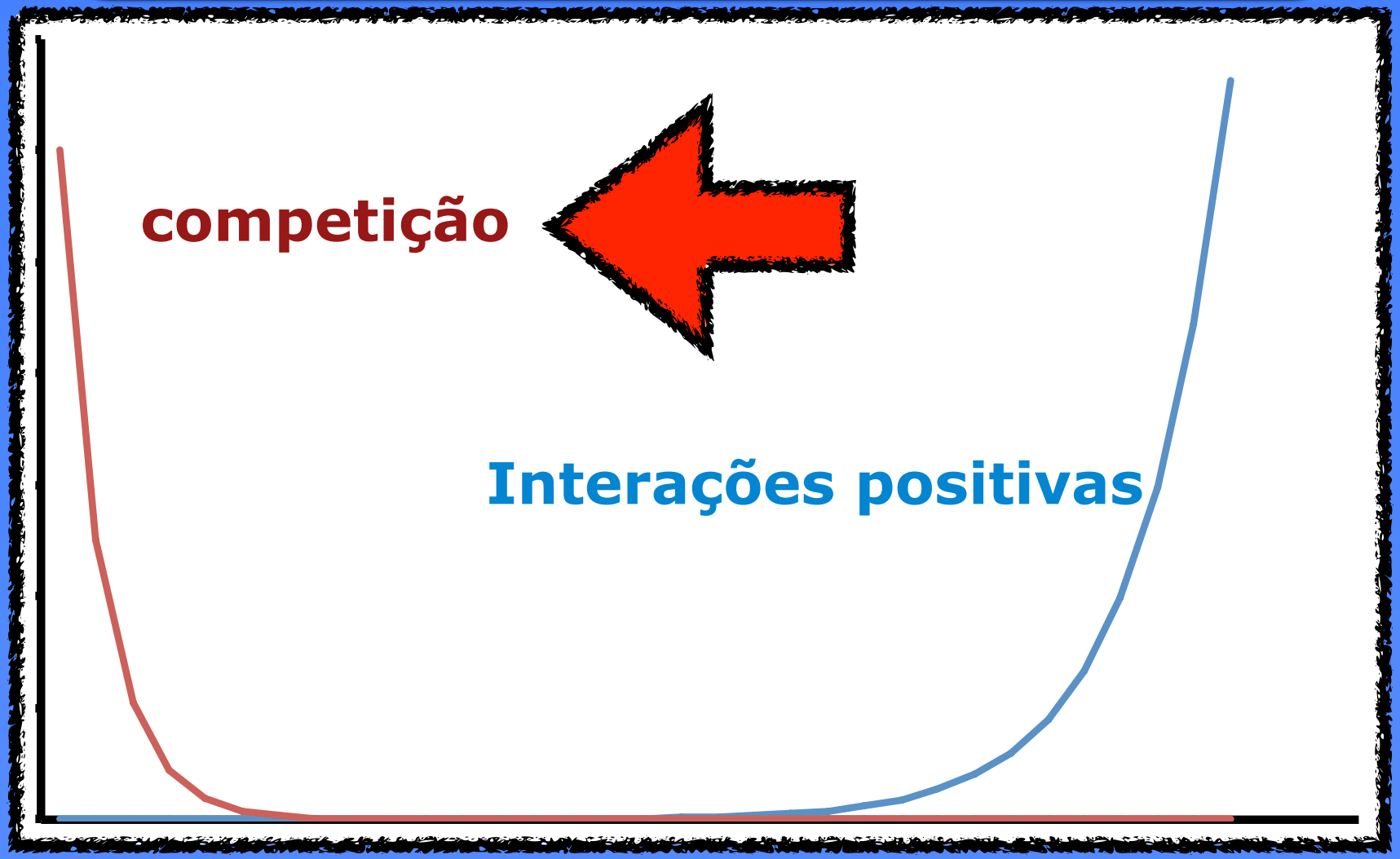
$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i - \sum_{j=1}^{S} \alpha_{ij} N_i N_j$$

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i - \sum_{j=1}^{S} \alpha_{ij} N_i N_j$$

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i - \sum_{j=1}^{S} \alpha_{ij} N_i N_j + \sum_{k=1}^{S} \frac{\beta_{ik} N_k}{1 + \sum_{l=1}^{S} \beta_{il} N_l} N_i$$

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i - \sum_{j=1}^{S} \alpha_{ij} N_i N_j + \sum_{k=1}^{S} \frac{\beta_{ik} N_k}{1 + \sum_{l=1}^{S} \beta_{il} N_l} N_i$$

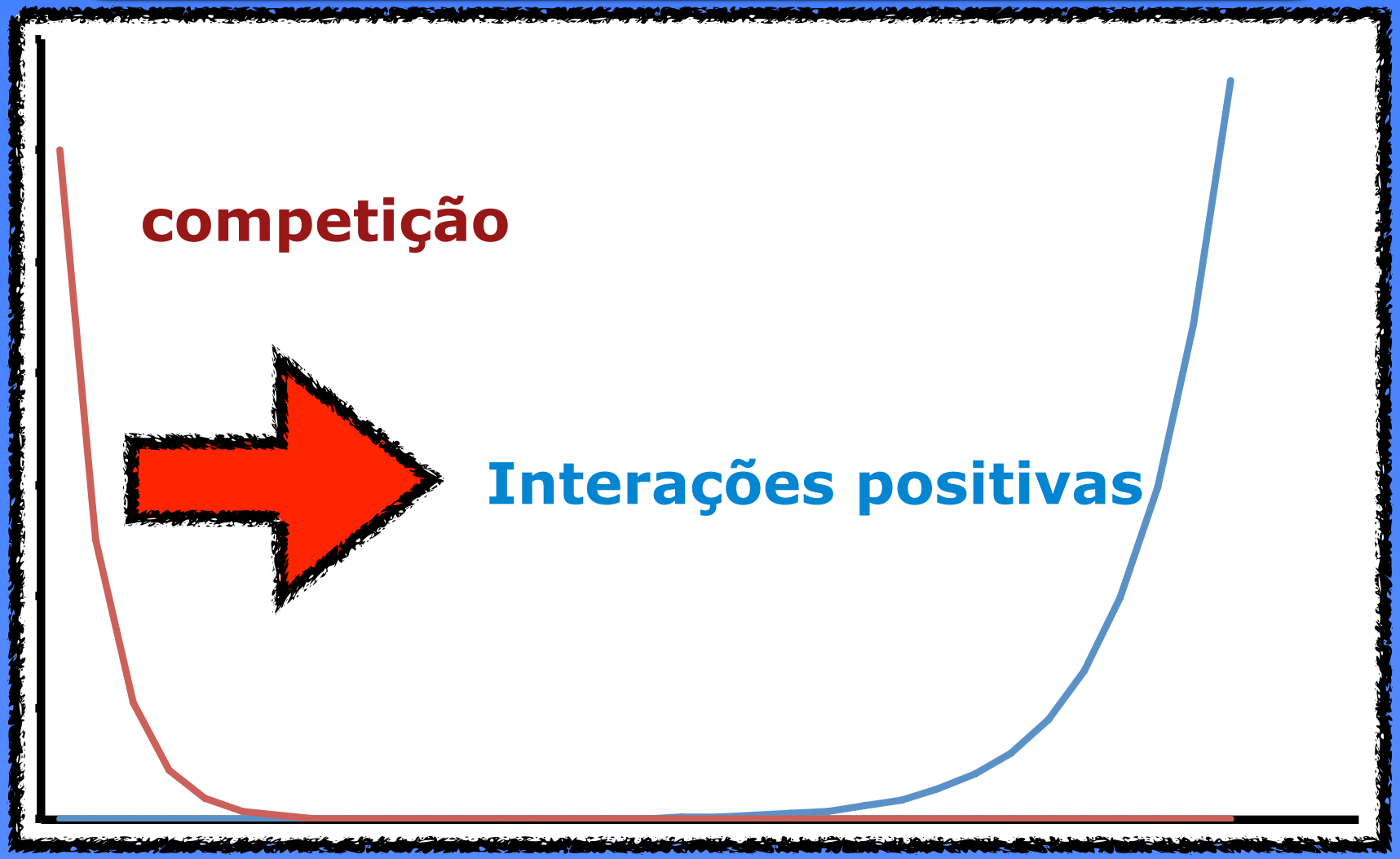
Hipótese do gradiente de estresse



$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i$$

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i - \sum_{j=1}^{S} \alpha_{ij} N_i N_j$$

Hipótese do gradiente de estresse



$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i - \sum_{j=1}^{S} \alpha_{ij} N_i N_j + \sum_{k=1}^{S} \frac{\beta_{ik} N_k}{1 + \sum_{l=1}^{S} \beta_{il} N_l} N_i$$

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i - \sum_{j=1}^{S} \alpha_{ij} N_i N_j + \sum_{k=1}^{S} \frac{\beta_{ik} N_k}{1 + \sum_{l=1}^{S} \beta_{il} N_l} N_i$$

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i - \sum_{j=1}^{S} \alpha_{ij} N_i N_j + \sum_{k=1}^{S} \frac{\beta_{ik} N_k}{1 + \sum_{l=1}^{S} \beta_{il} N_l} N_i$$

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i - \sum_{j=1}^{S} \alpha_{ij} N_i N_j + \sum_{k=1}^{S} \frac{\beta_{ik} N_k}{1 + \sum_{l=1}^{S} \beta_{il} N_l} N_i$$

facilitação em comunidades alpinas

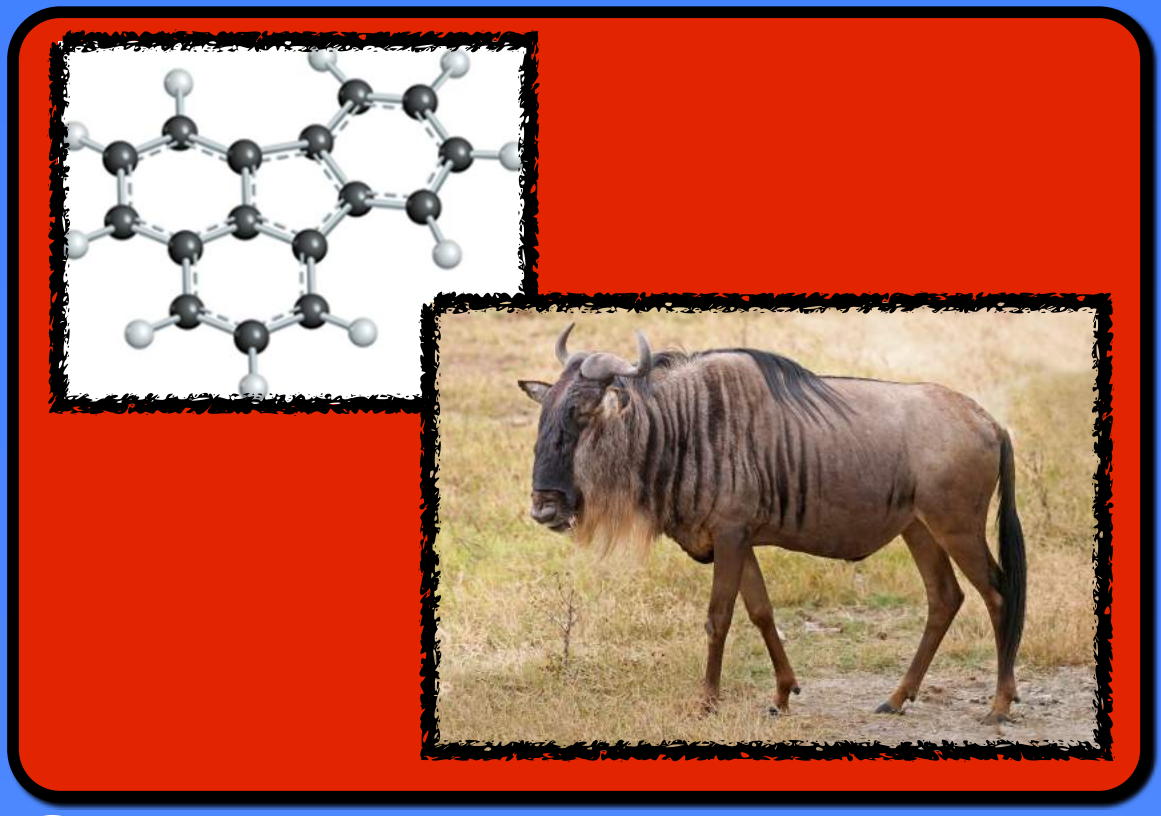
Poucos recursos limitantes, mas muito rica

Poucos recursos limitantes, mas muito rica

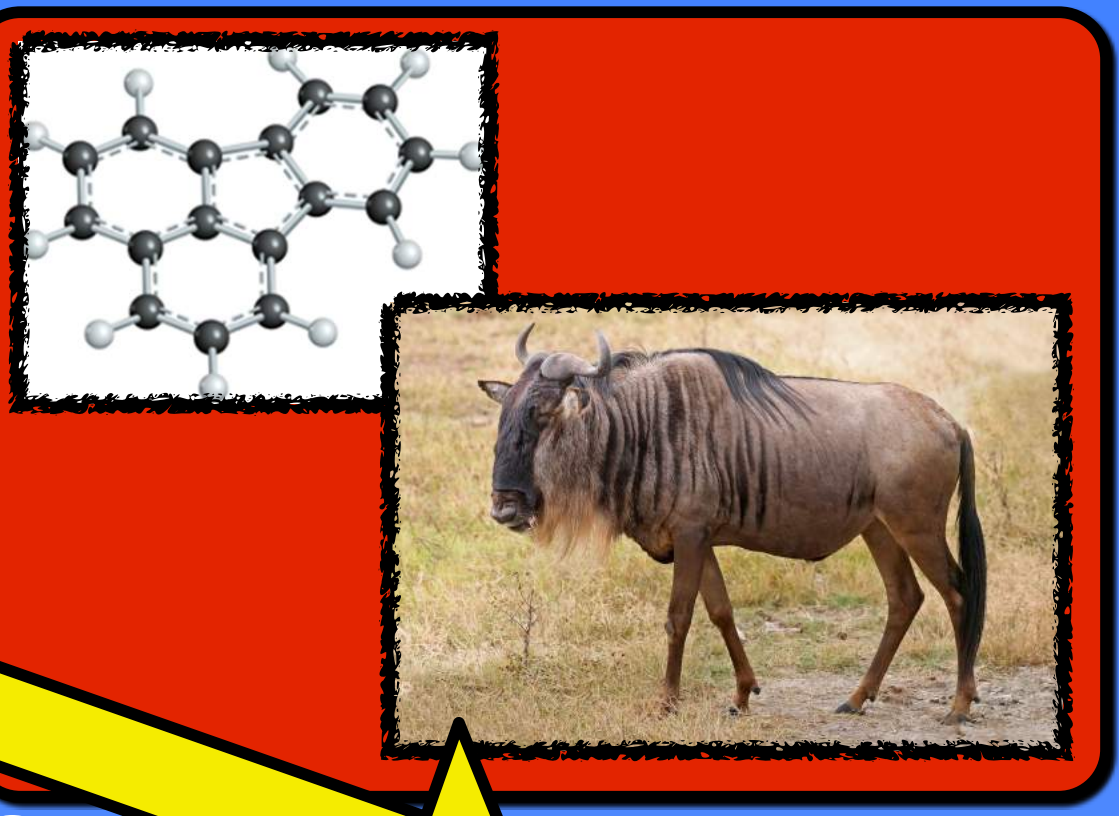
Aumentando a diversidade

1. Alterando condições abióticas
2. Competidores dos meus competidores são facilitadores?
3. **Minimizando o efeito de antagonistas**

Cymbopogon excavatus



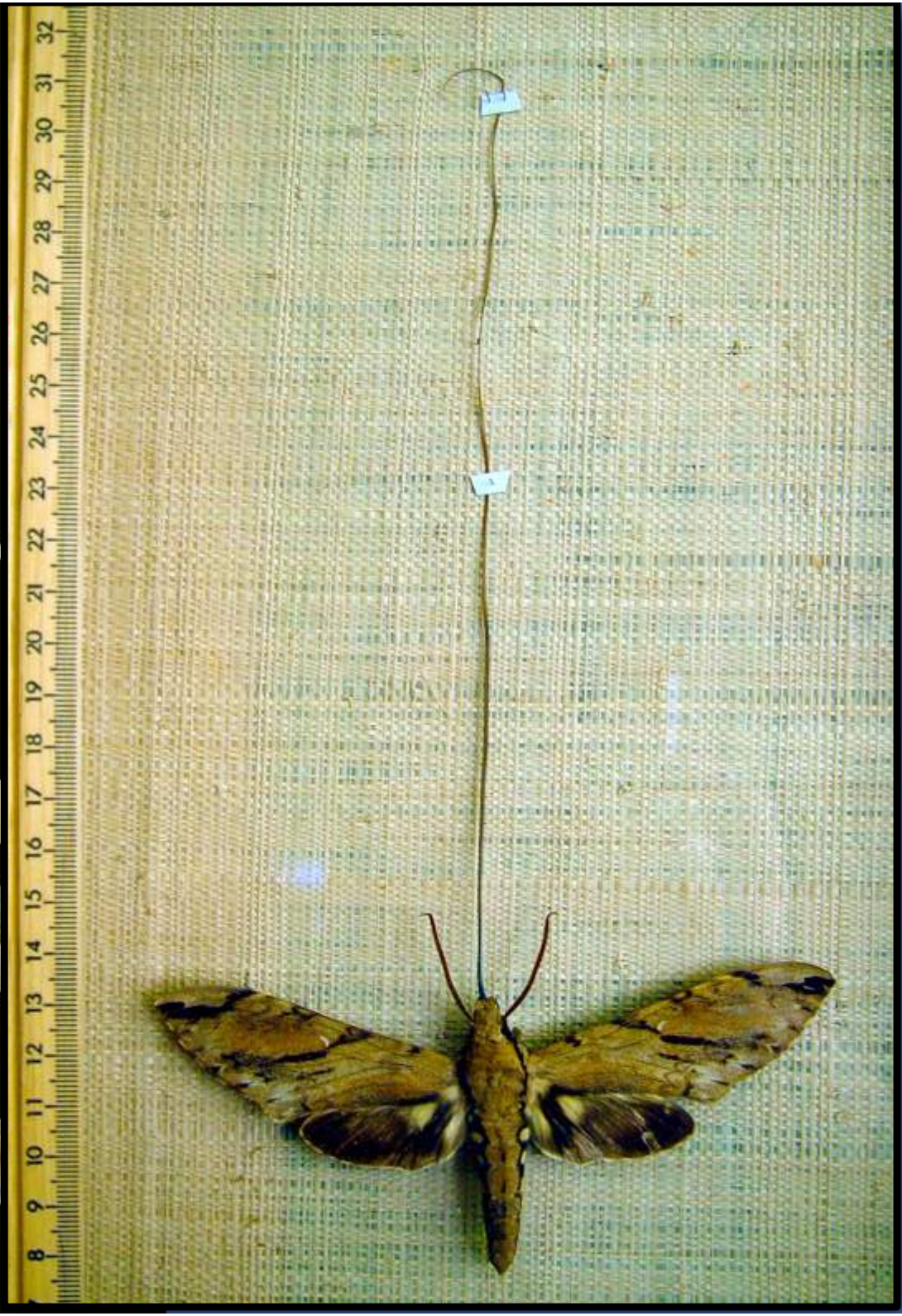
Cymbopogon excavatus



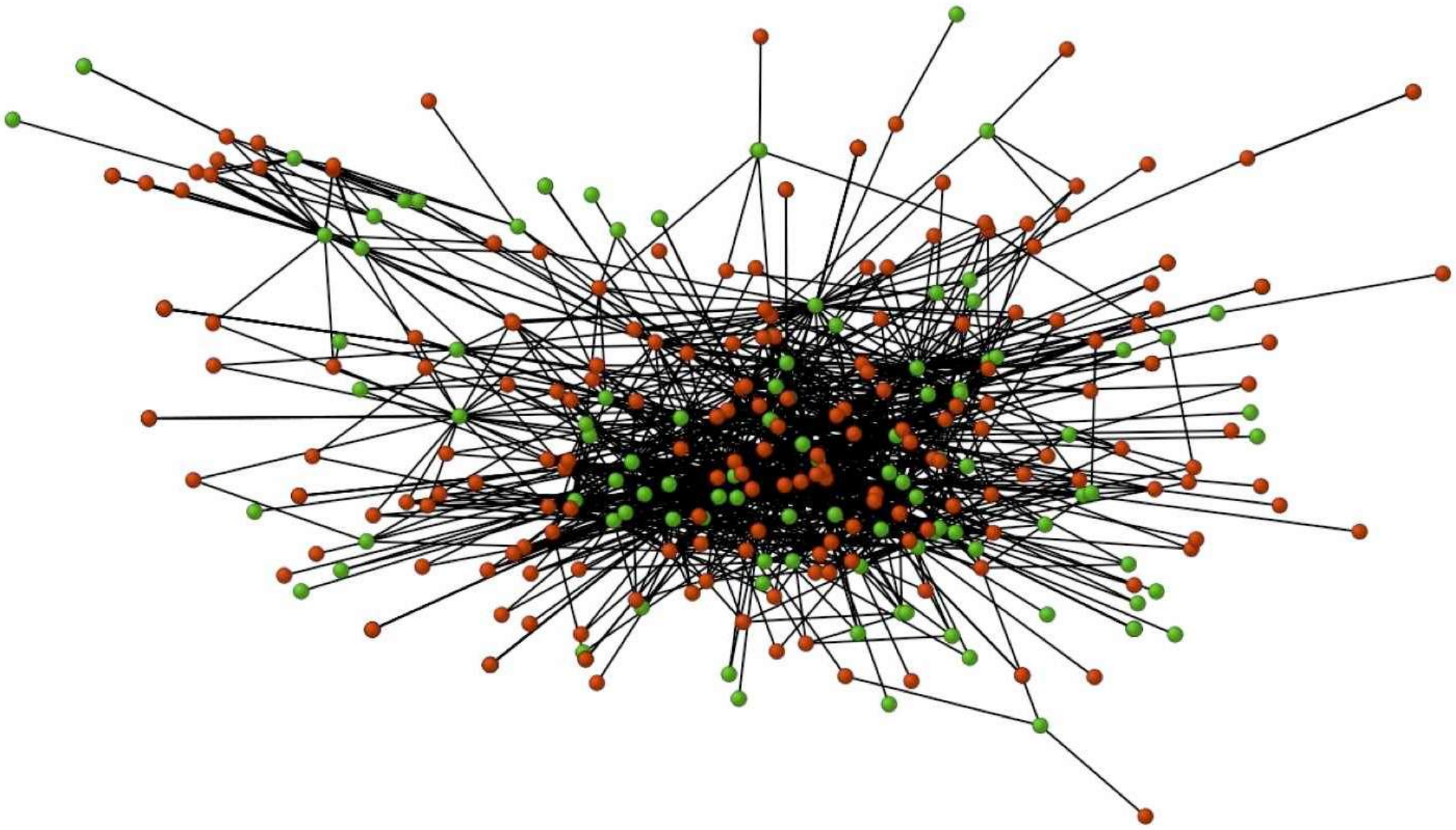
Cymbopogon excavatus

Themeda triandra

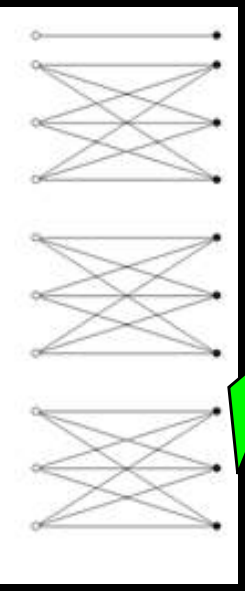
Mantendo a diversidade: redes mutualistas

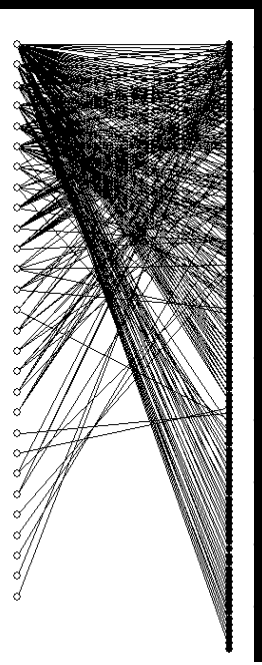


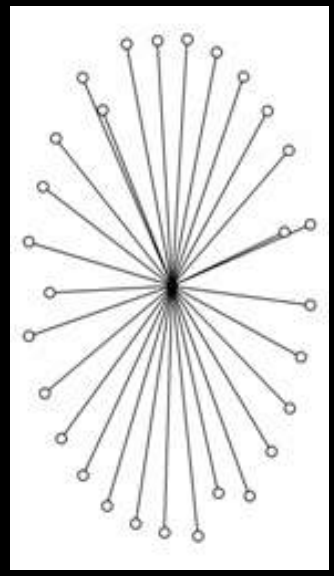
Edson Endrigo

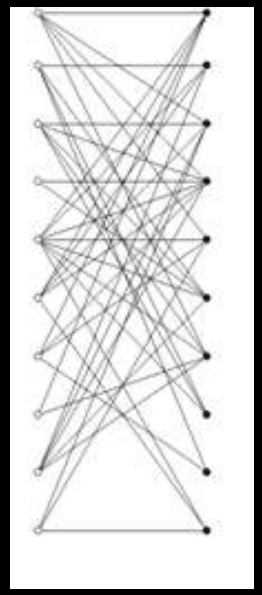


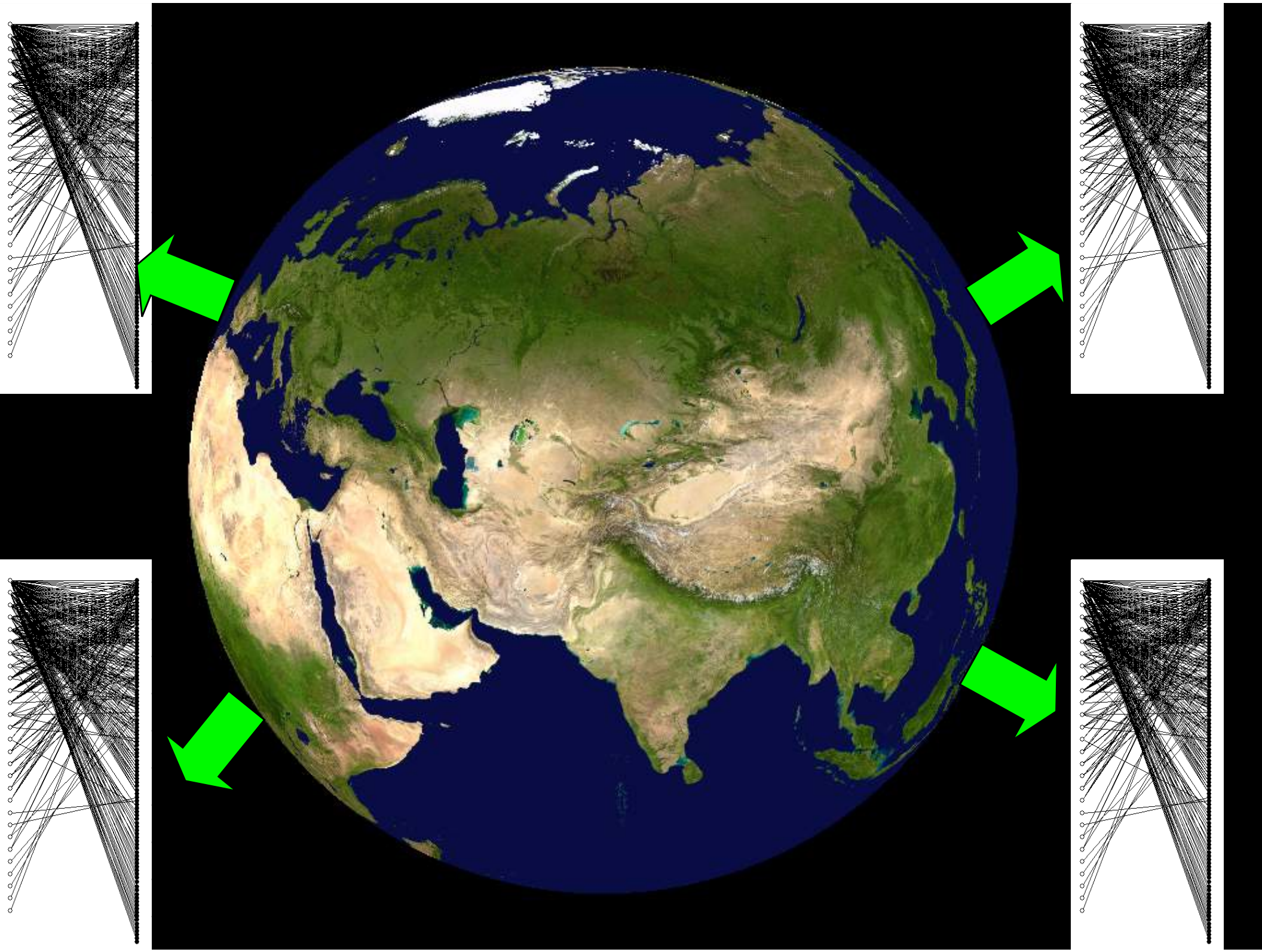
Redes mutualísticas



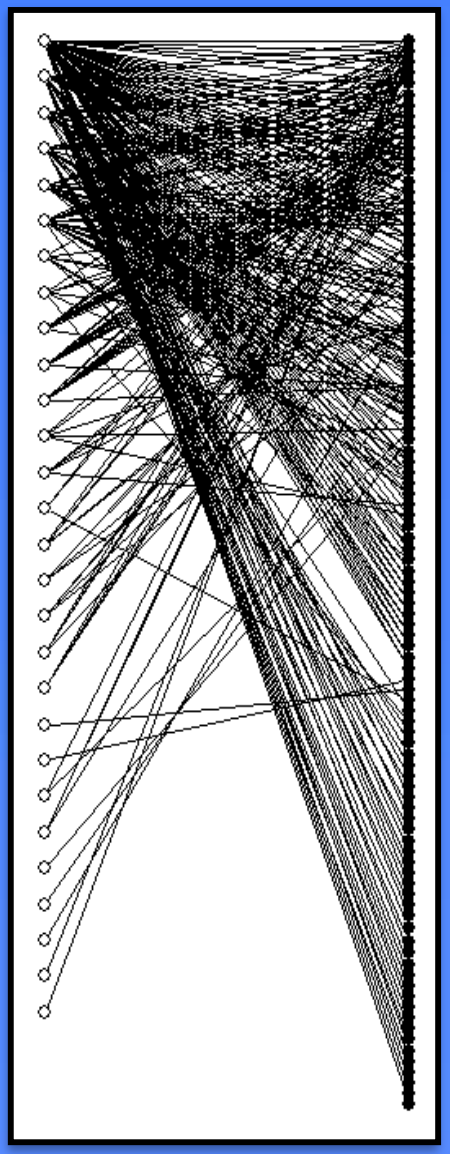








Aninhamento

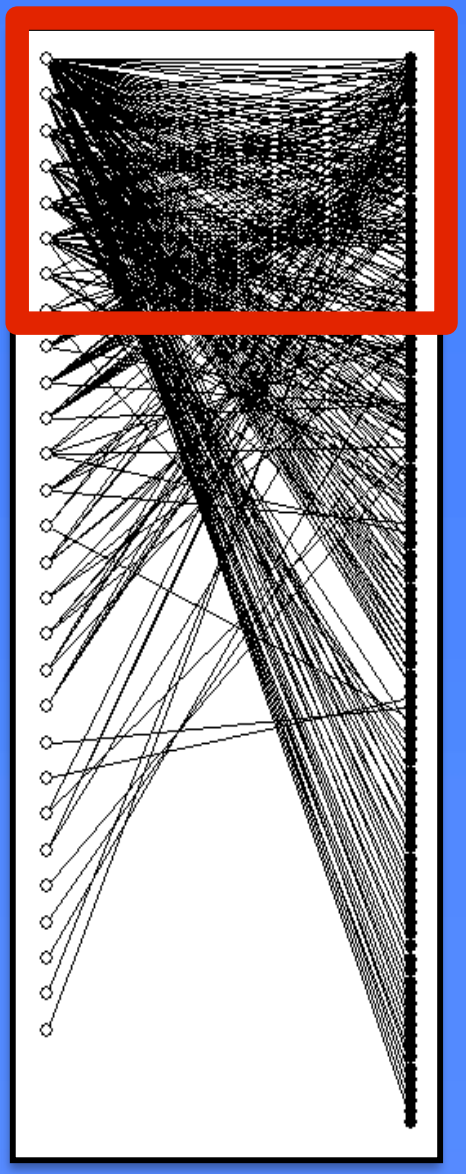


Generalistas

Especialistas

Bascompte et al. 2003. *PNAS*

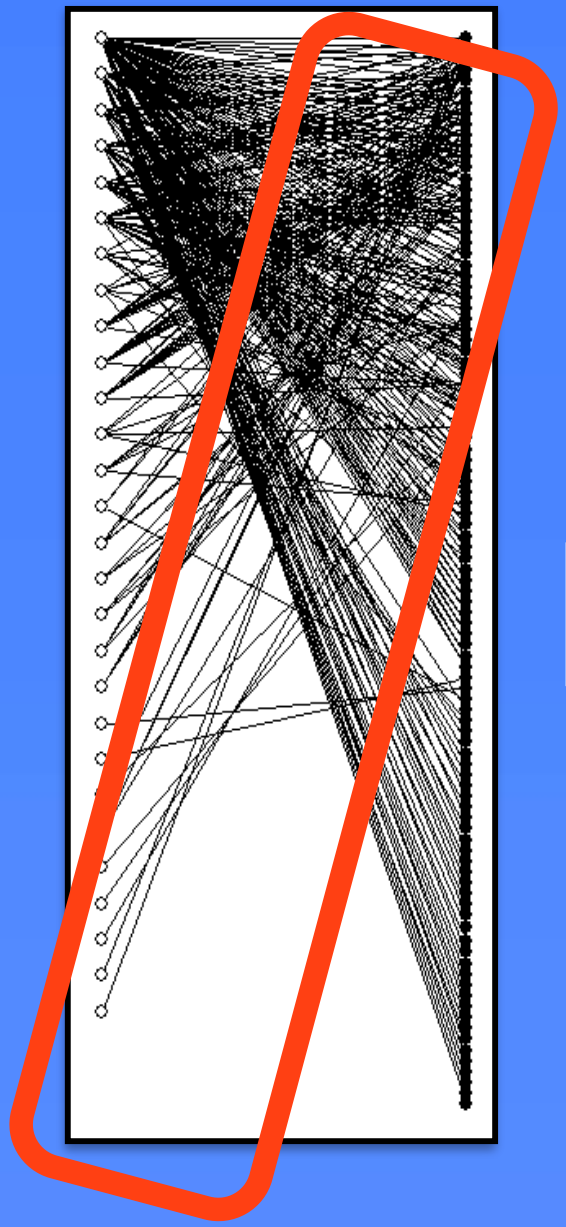
Aninhamento



Núcleo de generalistas

Bascompte et al. 2003. *PNAS*

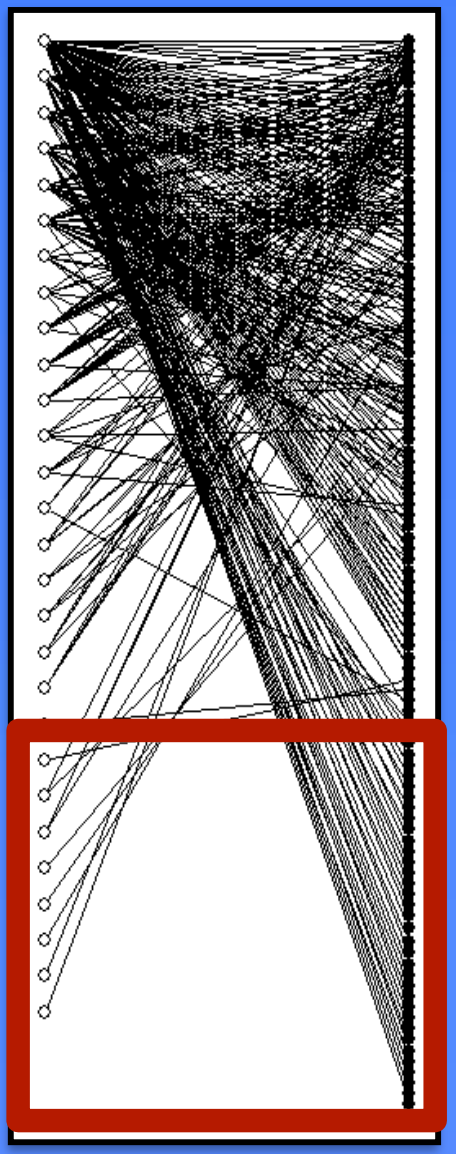
Aninhamento



Assimetrias

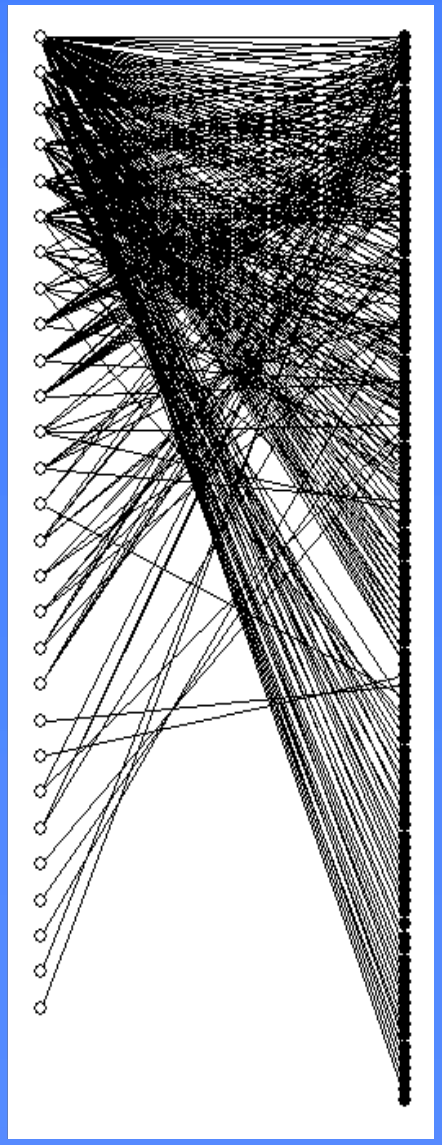
Bascompte et al. 2003. *PNAS*

Aninhamento



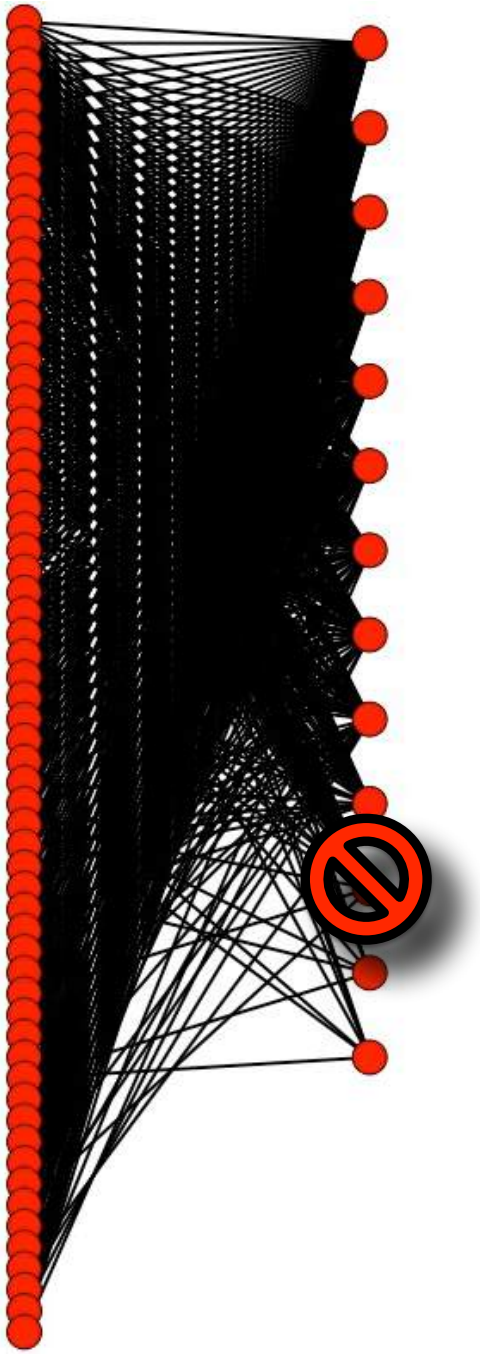
Sem interação entre especialistas

Bascompte et al. 2003. *PNAS*



Aninhamento

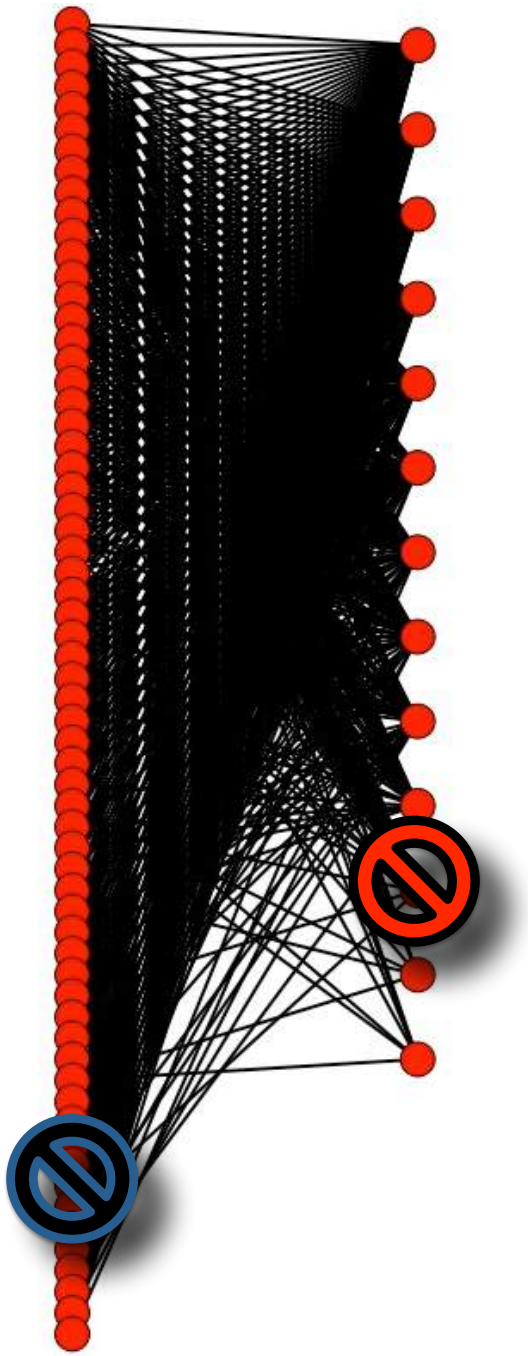
Robusta a extinções aleatórias



Jane Memmott

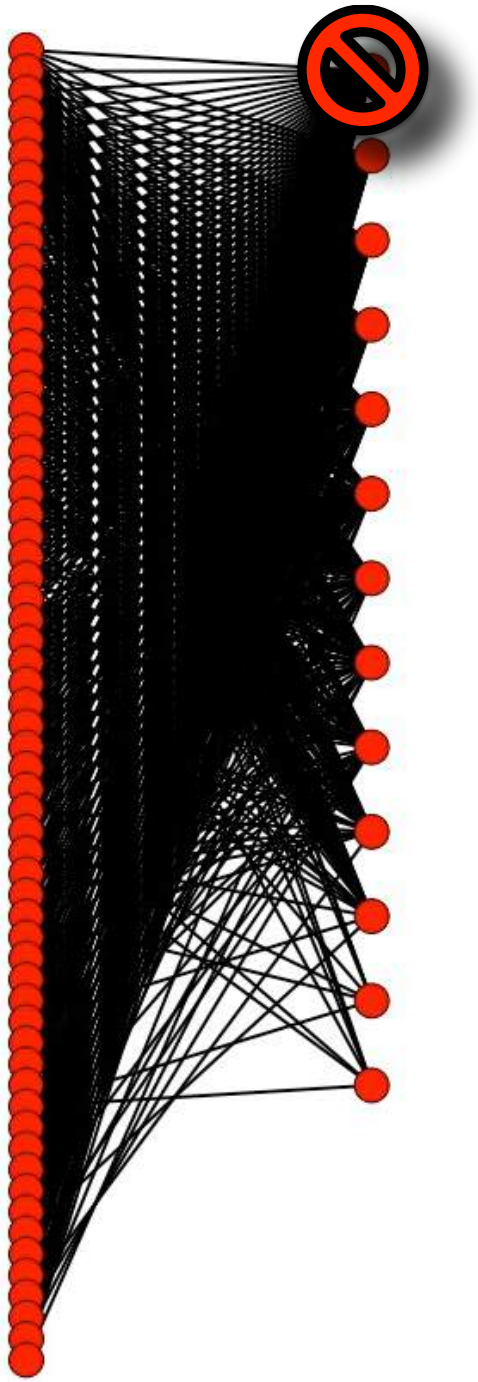
Memmott et al. 2004. *Proc. Royal Soc. B*

Robusta a extinções aleatórias



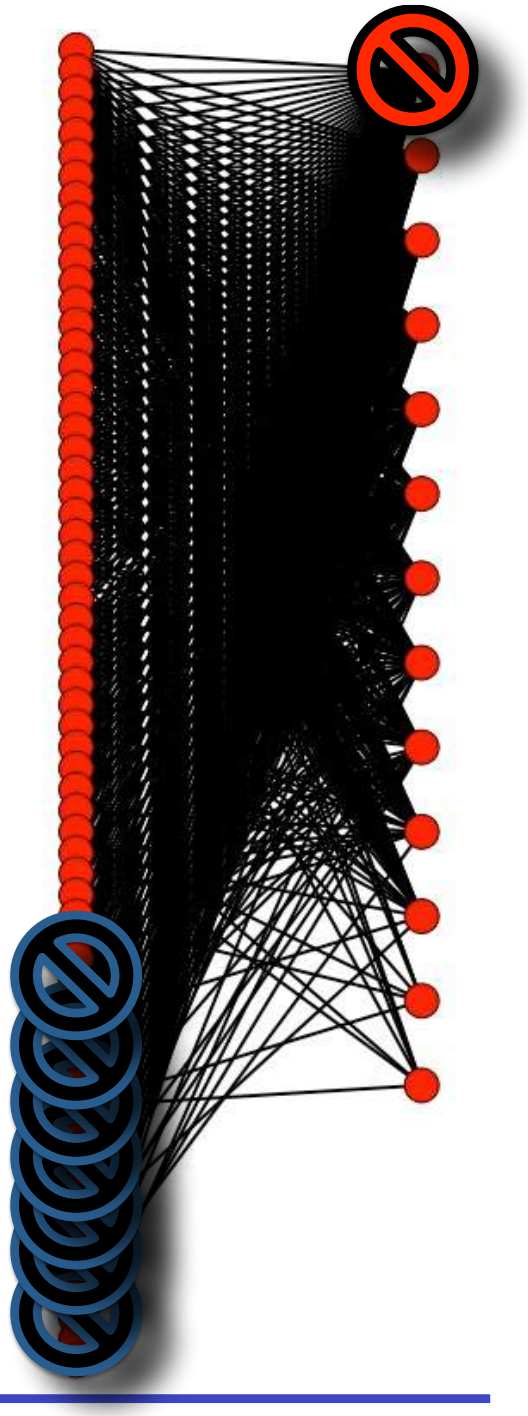
Memmott et al. 2004. *Proc. Royal Soc. B*

Frágil a extinções de espécies generalistas



Memmott et al. 2004. *Proc. Royal Soc. B*

Frágil a extinções de espécies generalistas



Memmott et al. 2004. *Proc. Royal Soc. B*

Facilitação e Mutualismo

1. Facilitação, comensalismo e mutualismo
2. Interações positivas modulam a diversidade
3. **Interações positivas definindo a diversidade**
4. Resumo
5. Para saber mais...

Lynn Margulis

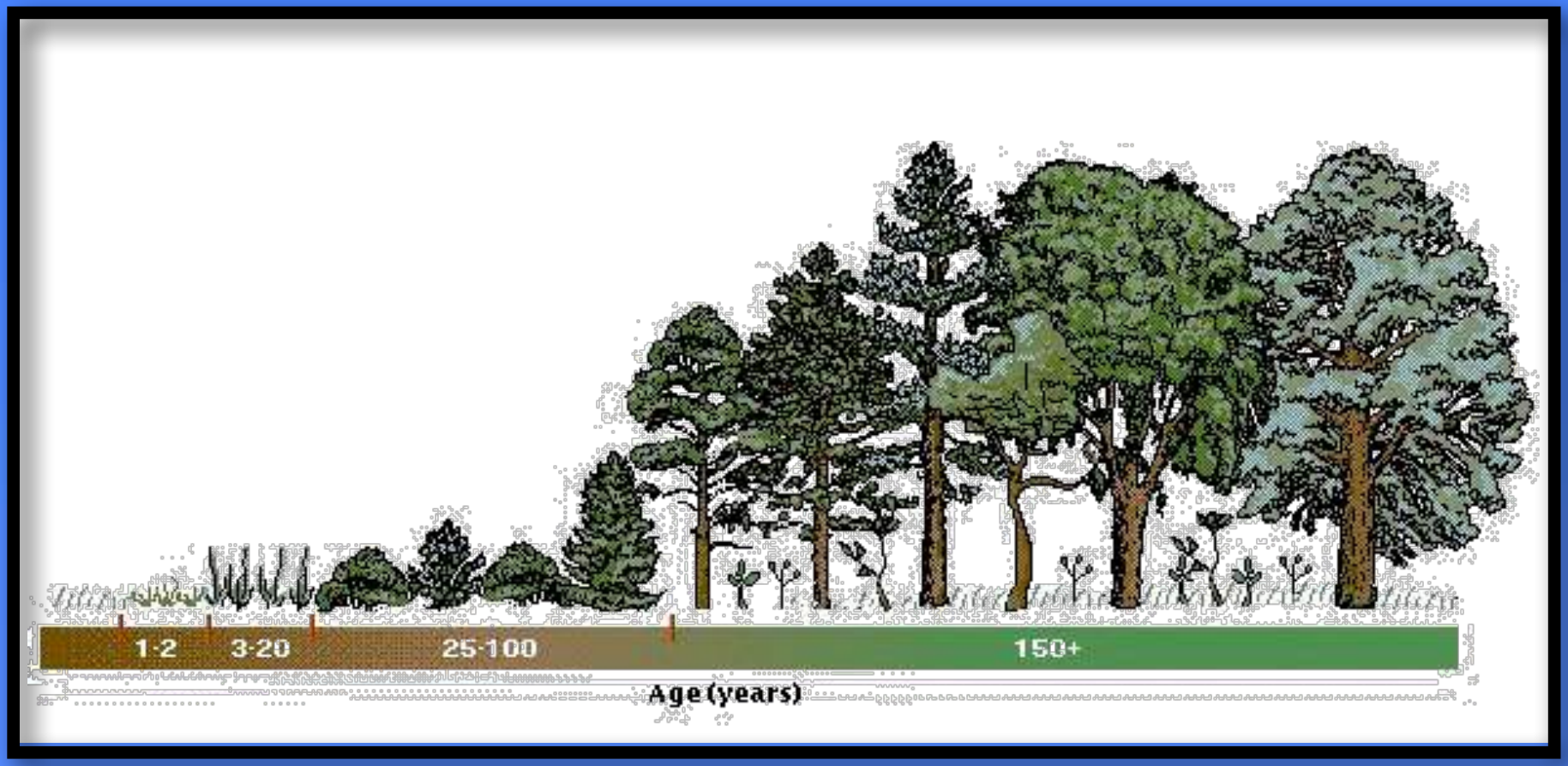
Os quatro processos fundamentais:

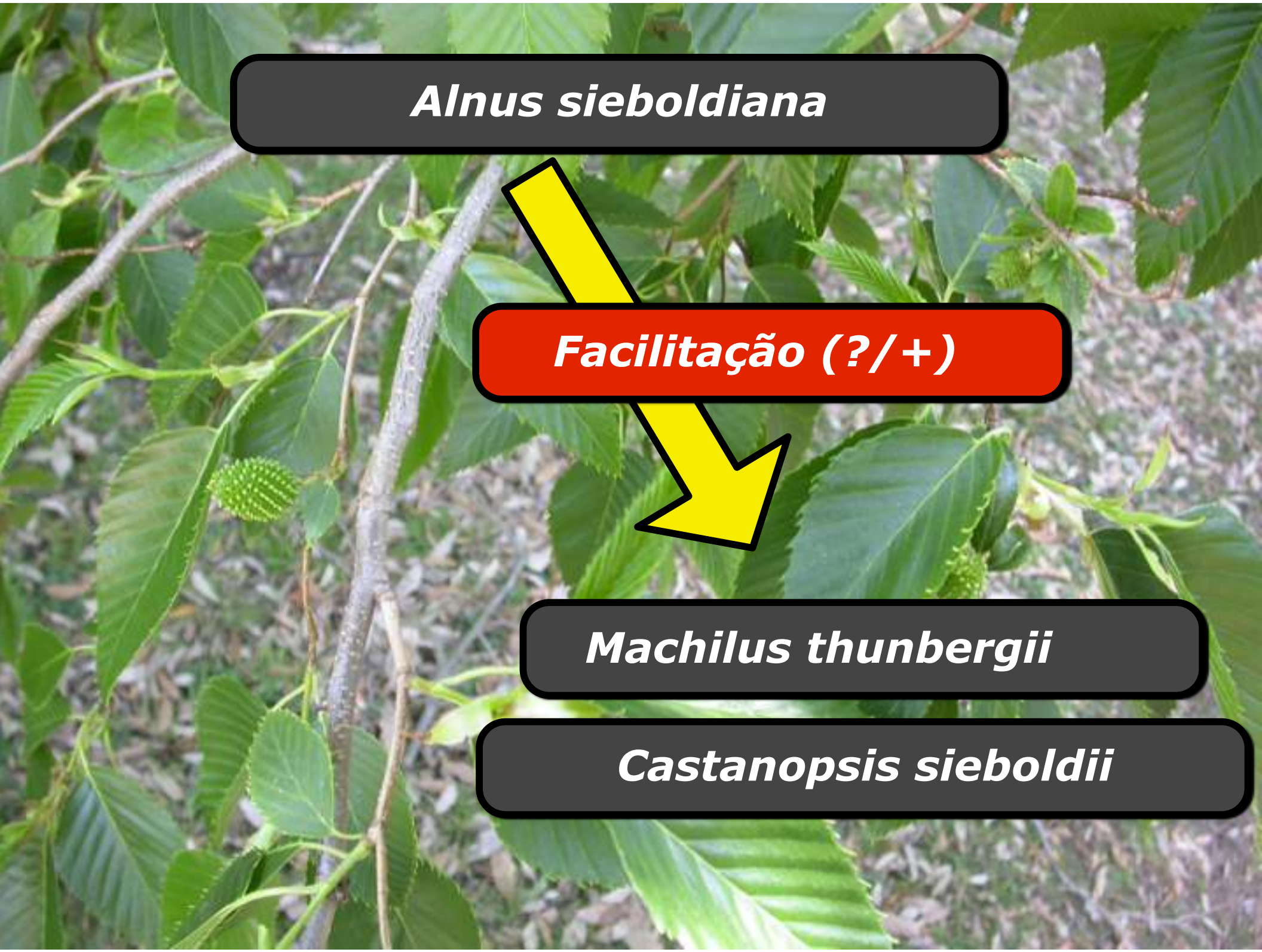
1. **Seleção**
2. Deriva ecológica
3. Dispersão
4. **Especiação**

~ 90% das plantas

~ 95% das plantas - trópicos

Edson Endrigo


1-2
3-20
25-100
150+
Age (years)


Alnus sieboldiana
Facilitação (?/+)
Machilus thunbergii
Castanopsis sieboldii


dispersão

Os quatro processos fundamentais:

1. **Seleção**
2. Deriva ecológica
3. **Dispersão**
4. Especiação

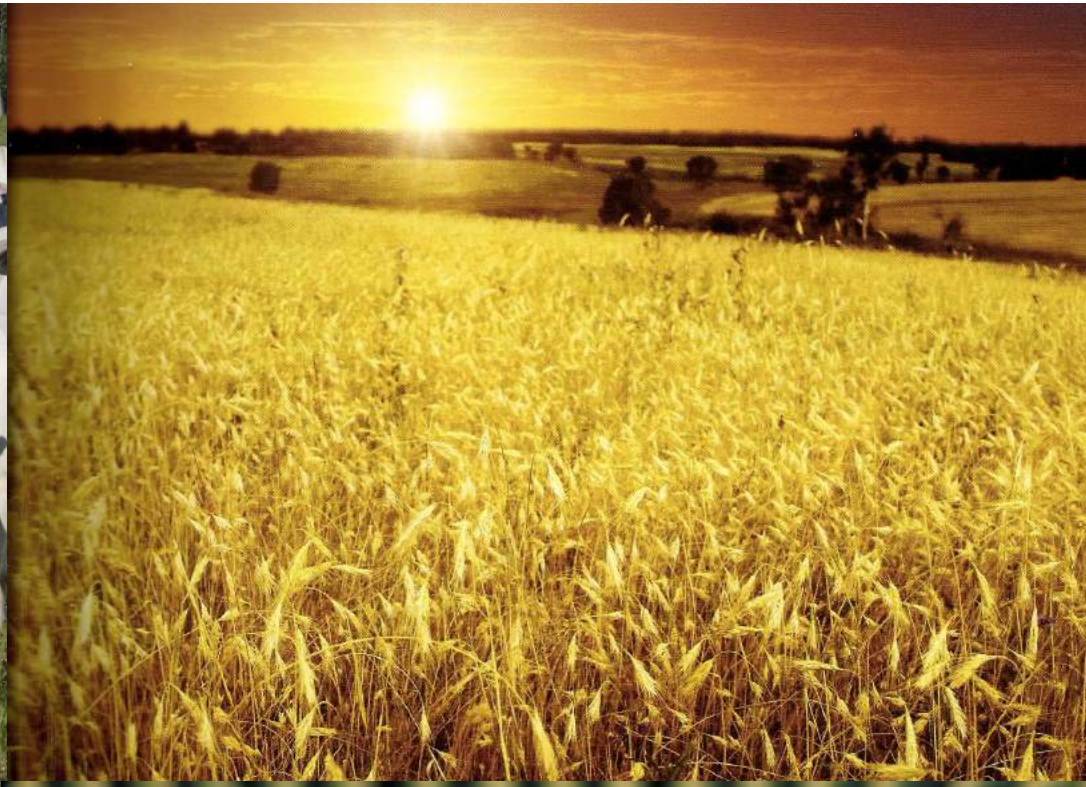

líquen

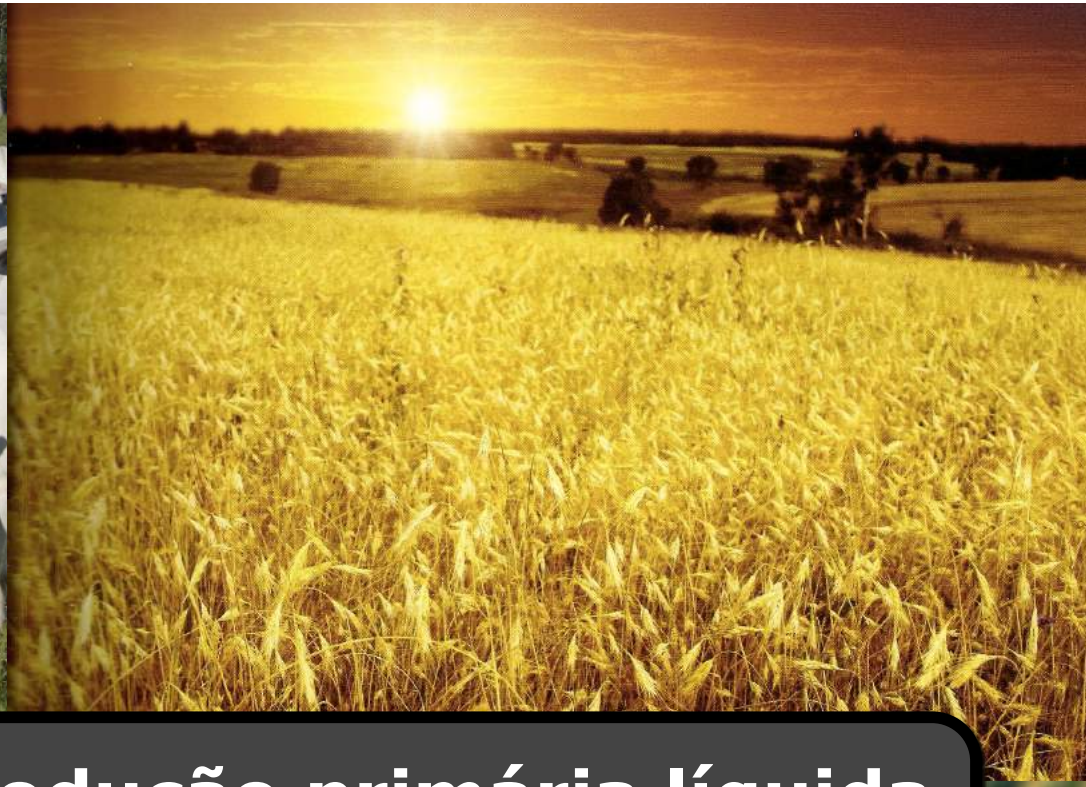
Fixadores de nitrogênio

Mycorrhiza

Suzanne Simard

Zooxanthellae





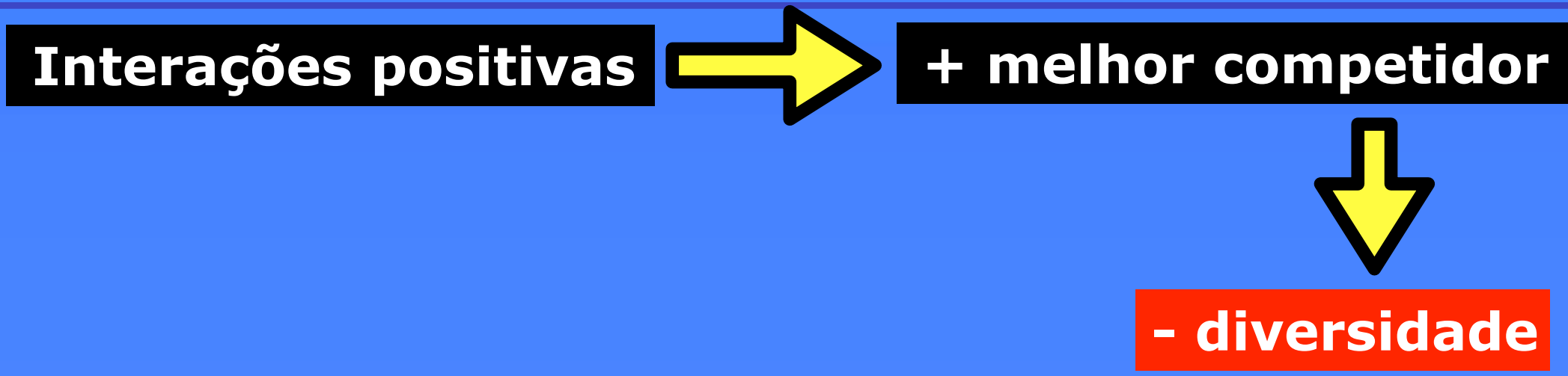
20% - 40% da produção primária líquida

Facilitação e Mutualismo

1. Facilitação, comensalismo e mutualismo
2. Interações positivas modulam a diversidade
3. Interações positivas definindo a diversidade
4. **Resumo**
5. Para saber mais...

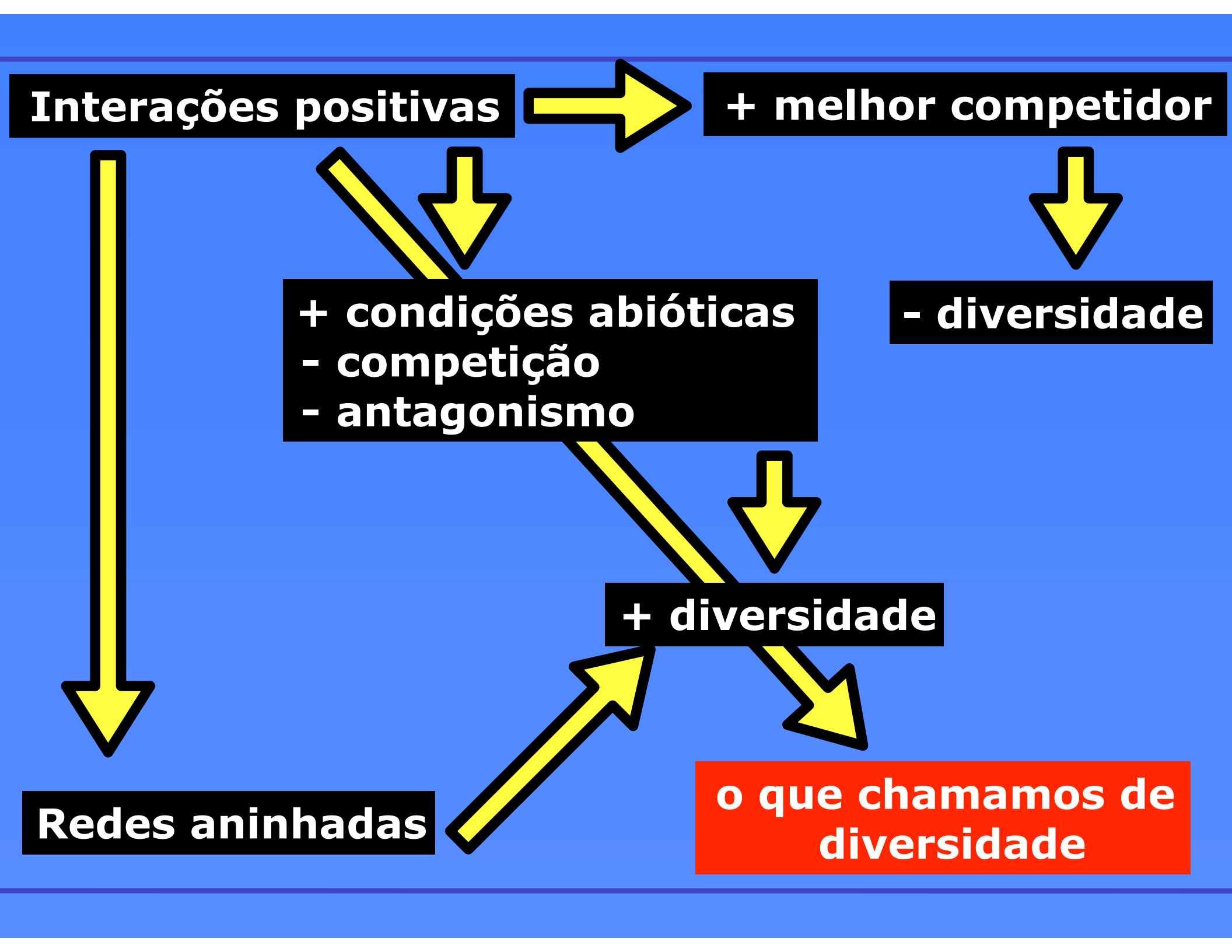
Interações positivas

Interações positivas → **+ melhor competidor**


Interações positivas
+ melhor competidor
- diversidade

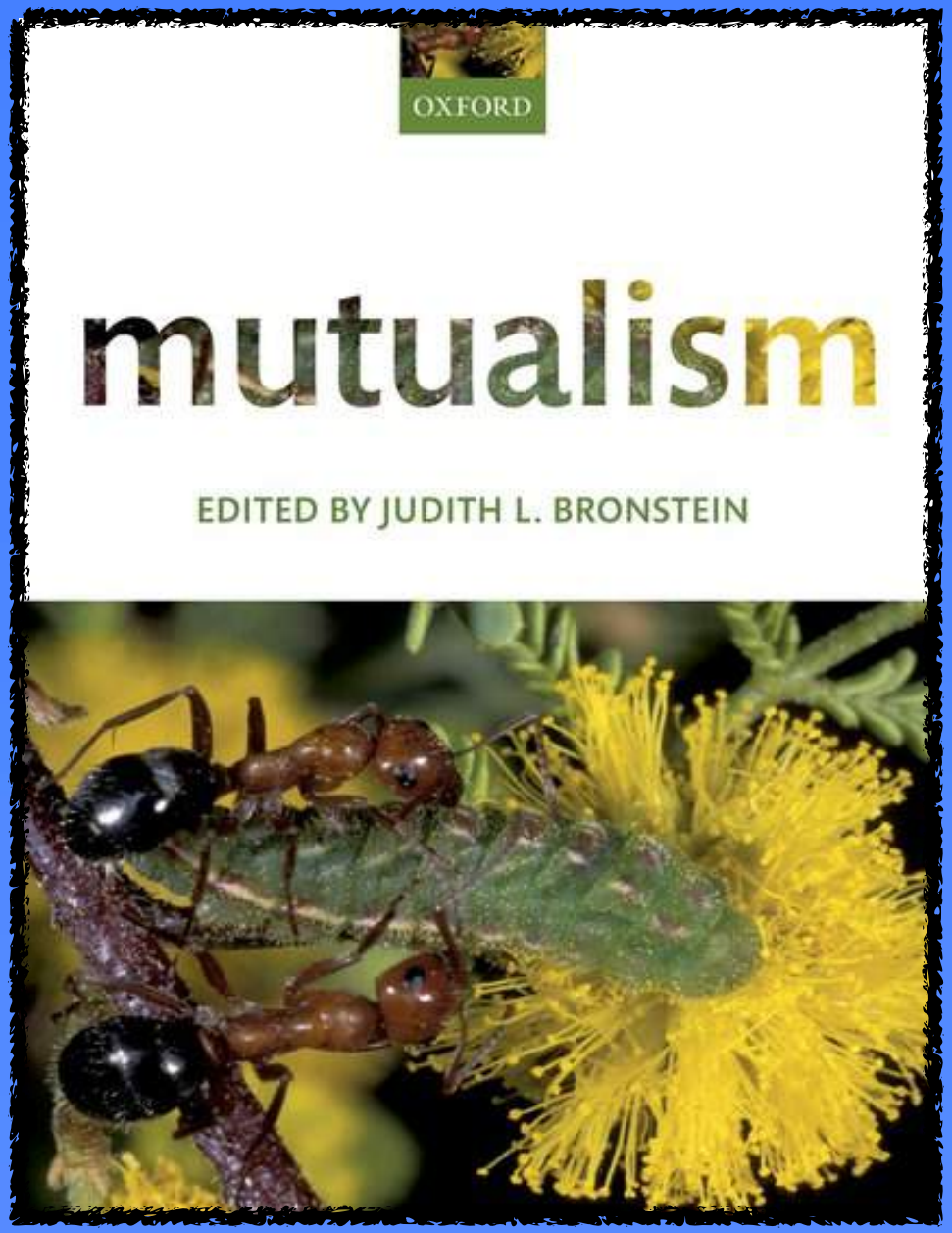

Interações positivas
+ melhor competidor
+ condições abióticas
- competição
- antagonismo
- diversidade
Redes aninhadas


Interações positivas
+ melhor competidor
+ condições abióticas
- competição
- antagonismo
- diversidade
+ diversidade
Redes aninhadas


Interações positivas
+ melhor competidor
+ condições abióticas
- competição
- antagonismo
- diversidade
+ diversidade
Redes aninhadas
o que chamamos de diversidade

Facilitação e Mutualismo

1. Facilitação, comensalismo e mutualismo
2. Interações positivas modulam a diversidade
3. Interações positivas definindo a diversidade
4. Resumo
5. **Para saber mais...**



Ecology of Mutualisms

Paulo R Guimarães Jr, *Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil*

Mathias M Pires, *Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil*

Flavia MD Marquitti, *Departamento de Física da Matéria Condensada, Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil*

Rafael LG Raimundo, *Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil*

Mutualisms are interactions among individuals of different species that benefit both sides and encompass a wide diversity of interspecific exchanges of resources or services. The effects of mutualisms pervade multiple levels of biological organisation. At the individual level, mutualisms provide fitness benefits for interacting partners, creating novel metabolic pathways and providing dispersal services, trophic rewards or defence against natural enemies. At the population level, the positive effects of mutualisms have the potential to increase population densities above the limits imposed by resource availability. At the community level, mutualisms form networks of interacting species that impact the persistence of local populations as well as their evolutionary and ecological dynamics. The broader implications of mutualisms to biodiversity are illustrated by the fact that mutualistic interactions are the backbone of species-rich ecological communities, such as tropical rainforests and coral reefs, and by how mutualisms fueled the spreading of humankind around the world.

individuals of dif
effects for both si
times referred to
marine ecology lit
sense adopted in t
symbiosis denotes
tight biological in
alisms (+/+), anta
glas, 1994). **See a**

Mutualisms enc
vice exchanges be
belong to dispara
ous mutualisms er
doms and whose i
benefits (Leigh, 2
resources that may
ents, and a variety
the transport of pr
ral enemies (Olle
uitous across aqu
aquatic ecosystem
isms form symbio
produce carbohyd
calcification and, i
access to nutrient