

Inimigos das plantas

- Pragas
- Doenças
- Infestantes

Principais grupos de organismos animais que podem assumir o estatuto de praga

- **Artrópodes:** insectos, ácaros, bichos-conta, marias-café
- **Moluscos:** caracóis e lesmas
- **Aves**
- **Mamíferos:** coelhos, ratos e toupeiras

O que é uma praga ?

- O CONCEITO DE PRAGA É UMA CRIAÇÃO HUMANA!!!!!!!
- PRESSUPÕE JUÍZOS DE VALOR E CRITÉRIOS DE NATUREZA CULTURAL.
- Os organismos animais tornam-se pragas **quando competem com o Homem** por recursos comuns ou as suas actividades interferem com os interesses humanos

O que é uma praga ?

- O grau de importância dos problemas provocados pelas pragas é definido por:

1- critérios económicos específicos

2- sistema de valores culturais

e.g., *Pediculus humanus* L.

Etiópia

Americanos e Europeus

O que é uma praga ?

Problemas têm-se tornado mais complicados e difíceis de resolver devido a:

- 1- espécies imigrantes
- 2- resistência aos pesticidas
- 3- factores económicos
- 4- degradação ambiental

Poderão agravar-se em resultado das alterações do clima a nível global

Origem do problema

Unidade básica de estudo em:

ECOLOGIA = ecossistema

PROTECÇÃO DAS PLANTAS
= ecossistema agrário

Origem do problema

Ecosistemas agrários - *características únicas*

- Frequente **ausência de continuidade temporal**
- Domínio de **plantas seleccionadas pelo Homem**, com frequência resultantes de material genético importado
- **baixa diversidade** específica, e culturas com baixa diversidade intraespecífica
- **plantas de tipo e idade semelhante**
- os **nutrientes** são, normalmente, **adicionados ao ecossistema**
- **frequente pululações** de pragas

Origem do problema

O papel ecológico das pragas

os ecossistemas naturais

tendem para um estado de equilíbrio, i.e.,

as espécies interagem entre si e o ambiente físico, de tal forma que, em média, os indivíduos só se substituem a si próprios

RESISTÊNCIA A ALTERAÇÕES

“EQUILÍBRIO DA NATUREZA”

Origem do problema

O papel ecológico das pragas

Quando o **Homem intervém** nos ecossistemas naturais, criando ecossistemas agrários, este **equilíbrio é alterado**.

Em resposta, **um conjunto de forças naturais tende a reagir de forma a repor o sistema original**

As **pululações** de pragas **são um exemplo dessas forças**

Origem do problema

 sistema dinâmico: alterações no espaço e no tempo

 interacção de factores de natureza:

 biogeográfica

 ecológica

 evolutiva

 socio-económica

Em termos biogeográficos, as espécies podem ser:

 **autóctones** = origem local

 **alóctones** = exóticas

 **indígenas** = quando bem estabelecidas numa região

 **endémicas** = restringidas à unidade geográfica em estudo

 **apodémicas** = ocorrem noutras unidades geográficas
(nativas ou introduzidas)

História de dispersão do hospedeiro vegetal

- forma de expansão geográfica
- factores que a determinaram

Situações possíveis a nível regional

- **espécie indígena**, assume estatuto de praga após a introdução de um potencial hospedeiro vegetal
- *Scirtothrips citri* (Moulton): este tripe rapidamente se tornou numa das pragas principais dos citrinos no Vale de S. Joaquim, na Califórnia, após a introdução dos citrinos nesta região, no final do século passado, sendo ainda hoje uma das três pragas mais importantes





Situações possíveis a nível regional

- **espécie alóctone** (em muitos destes casos o insecto e a planta hospedeira estão associados em regiões onde ambos são alóctones)
- *Aleurothrixus floccosus* (Maskell): esta mosquinha-branca, aparentemente de origem neotropical, invadiu a Bacia do Mediterrâneo no final dos anos 60, sendo considerada uma das principais pragas dos citrinos na Região



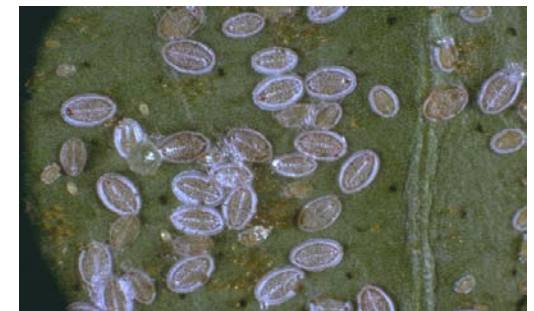
Introdução dum espécie exótica

- **expansão de espécies endémicas**
numa mesma grande região
 - *Ceratitis capitata* (Wiedemann)
 - originária possivelmente da África equatorial, a mosca-do-Mediterrâneo, é uma das pragas mais importantes dos citrinos na Bacia do Mediterrâneo



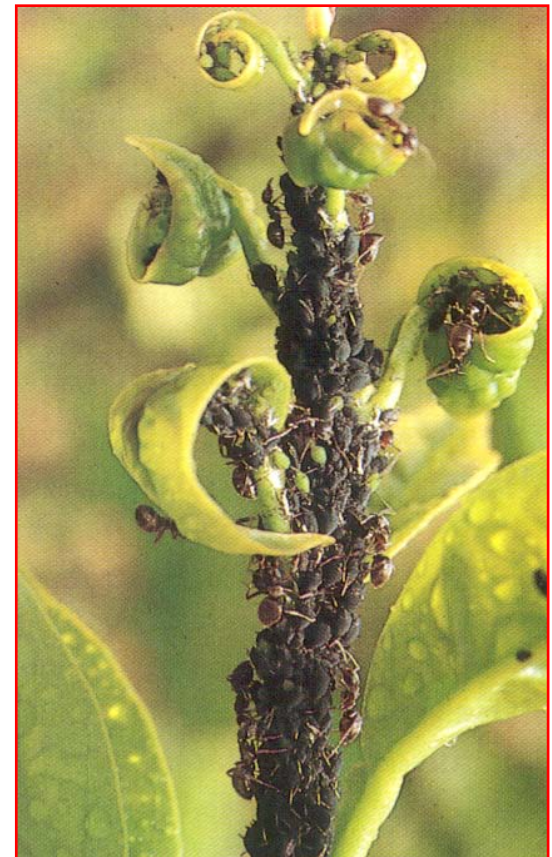
Introdução dum a espécie exótica

- **penetração dum a espécie exótica a partir de uma região vizinha**
 - introdução de *A. floccosus* em Portugal continental, feita, aparentemente, a partir de Espanha



Introdução dum espécie exótica

- **introdução directa dum espécie exótica** a partir de uma região distante
 - introdução de *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) na ilha da Madeira (1994) e Norte de Portugal (2004)



Estrago (injury)

- efeito, normalmente deletério, das actividades dos inimigos das culturas na fisiologia do hospedeiro

Pedigo et al. (1986), Pedigo (1996)

Estrago

- estímulo que produz um **alteração anormal num processo fisiológico de uma planta, i.e., *stress***

Peterson & Higley (2001)

Perda (damage)

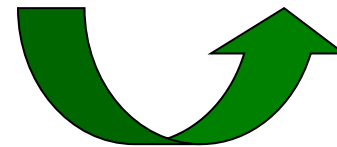
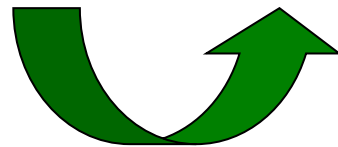
- **redução mensurável do crescimento, desenvolvimento ou reprodução das plantas, resultante do estrago,**
que, em termos agronômicos, se traduz, normalmente, em perda de produção, medida em quantidade ou qualidade

Funderburk et al. (1993)



stress

estrango



perda

estímulo

alteração de
processo
fisiológico da
planta

resposta

Prejuízo (economic damage)

- perda com significado económico
- a quantidade de estrago que justifica o custo dos meios de protecção

Stern et al. (1959)

- ocorre prejuízo quando o custo necessário para suprimir os estragos provocados por determinado inimigo da cultura iguala o valor económico das perdas potenciais que lhe estão associadas

Pedigo (1996)

Limiar de perda (damage threshold)

- intensidade dos estragos (ou densidade populacional, utilizada como índice de estrago) a partir da qual ocorrem perdas

Pedigo et al. (1986)

Limiar de rendibilidade (gain threshold)

- nível de perdas, medido em produção por unidade de área, que é necessário evitar para compensar o custo de uma intervenção fitossanitária
- $LR = C/V$
 - e.g. hipotético, se um tratamento insecticida com buprofezina custar 100 euros/ha (**C**) e o preço de 1 kg de laranjas for 1 euro (**V**), então
$$LR=100 \text{ kg/ha}$$
 - i.e., a aplicação da buprofezina só é compensadora, em termos económicos, se for capaz de evitar perdas iguais ou superiores a 100 kg/ha.

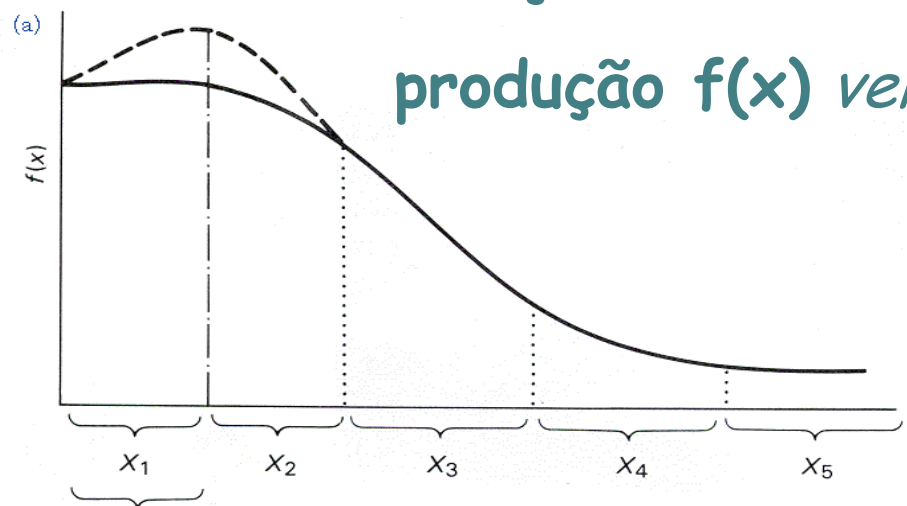
A interacção entre a resposta da planta e os estragos é de natureza complexa, envolvendo cinco factores principais (Pedigo et al. 1986):

- o período do ciclo de desenvolvimento da planta em que ocorre o estrago;
- a parte ou órgão da planta afectados;
- o tipo de estrago;
- a **intensidade do estrago*** (=intensidade de ataque);
- a influência do ambiente sobre a capacidade da planta para se opor aos estragos.

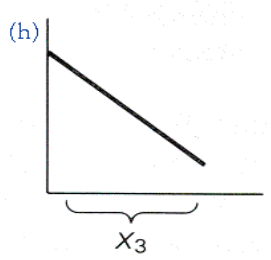
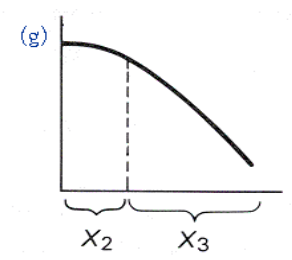
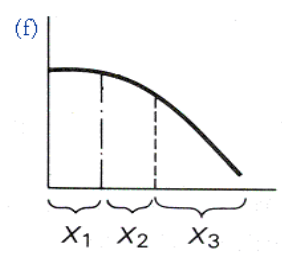
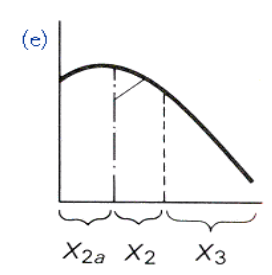
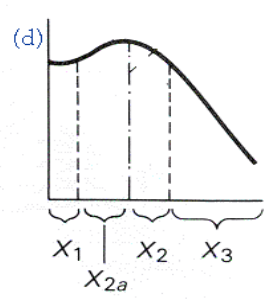
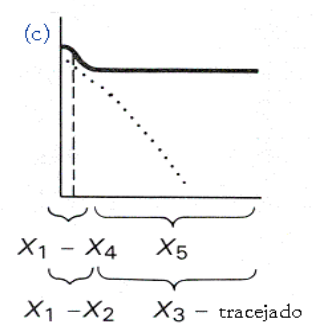
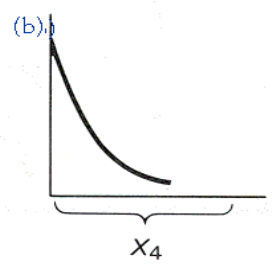
*A relação entre a intensidade dos estragos e a produção é o factor mais importante.

Função

produção $f(x)$ versus intensidade de ataque (x)



X_{2a} - tracejado

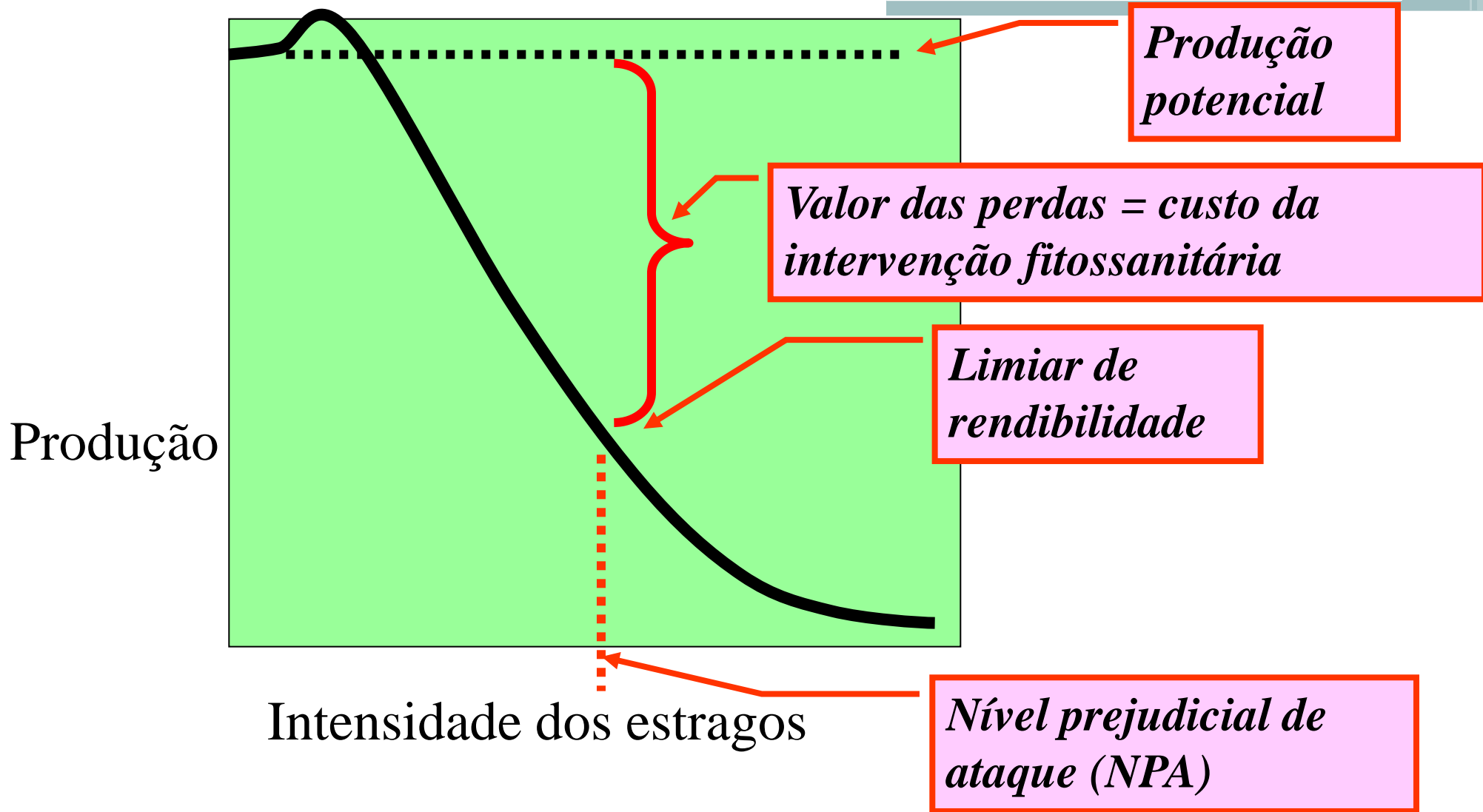


- X1 = tolerância**
- X2 = compensação**
- X2a = sobrecompensação**
- X3 = linearidade**
- X4 = dessensibilização**
- X5 = impunidade**

Caracterização das diferentes partes da função produção (Pedigo et al. 1986)

↓ decrescente; ↑ crescente; k constante; p produção, sem estragos; p_e produção, com estragos

Designação	Identificação (Fig. 1)	Perda por unidade de estrago	Tipo de relação $f(x_i)$			
			constante	linear	não linear	declive
Tolerância	x_1	Nula	x ($p=p_e$)			0
Sobrecompensação	x_{2a}	Negativa			x	> 0 ↓
Compensação	x_2	Crescente			x	< 0 ↓
Linearidade	x_3	Máxima		x		< 0 k
Dessensibilização	x_4	Decrescente			x	< 0 ↑
Impunidade	x_5	Nula	x ($p>p_e$)			0



$$\text{Limiar de rendibilidade} = \frac{\text{Custo da intervenção (\$/ha)}}{\text{Valor de mercado (\$/kg)}}$$

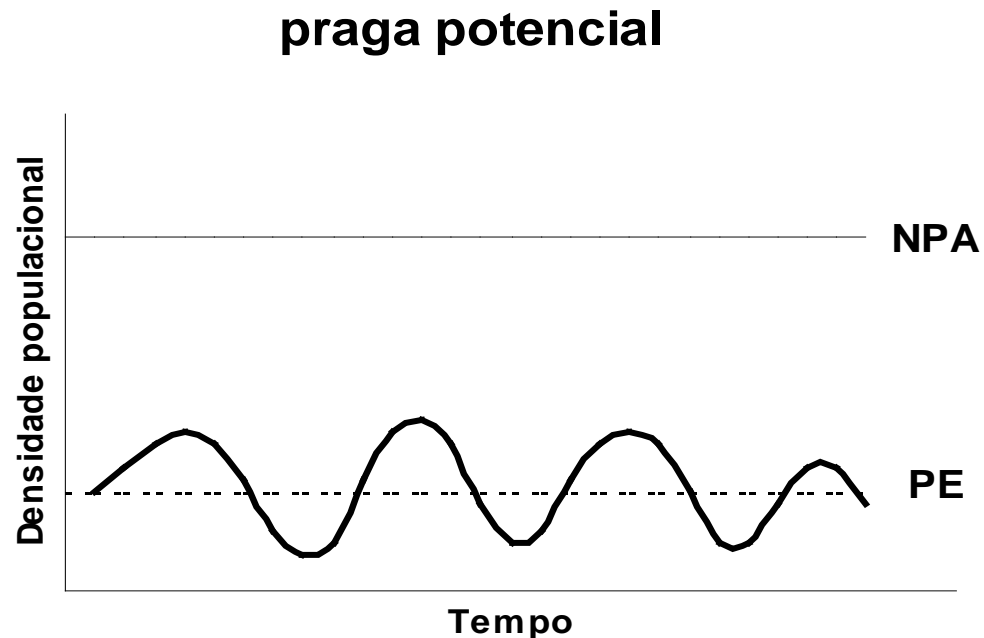
Estatuto de praga

- **Conceito, proposto por Stern et al. (1959) para classificar o potencial impacto económico de uma espécie, tendo como critério a relação entre a posição de equilíbrio da população (PE) e o nível prejudicial de ataque (NPA)**

Estatuto de praga

Classes

- **pragas potenciais**, ou sem importância económica
 - PE muito abaixo do NPA; mesmo as flutuações populacionais mais intensas não atingem o NPA

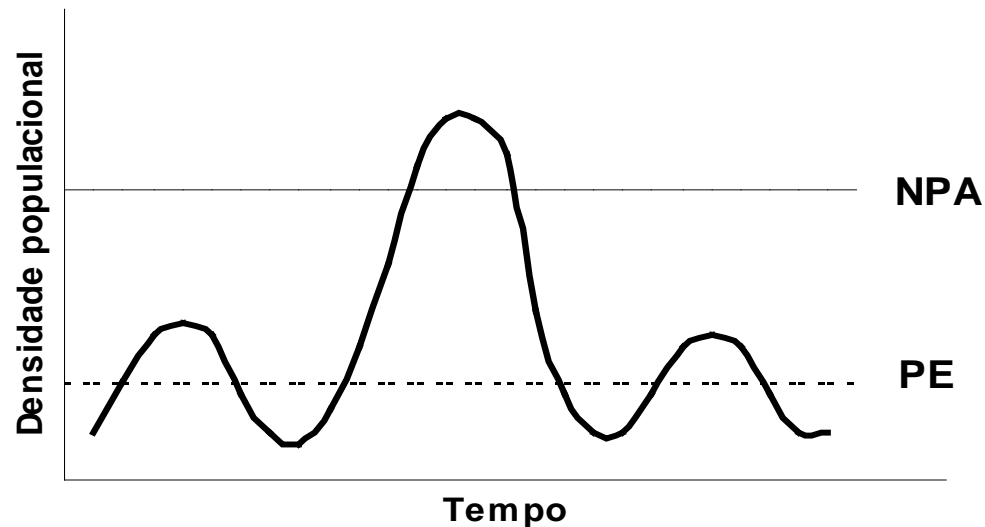


Estatuto de praga

Classes

- **pragas ocasionais**
 - situação muito comum.
 - PE substancialmente abaixo do NPA, mas as flutuações populacionais ultrapassam ocasionalmente este nível

praga ocasional

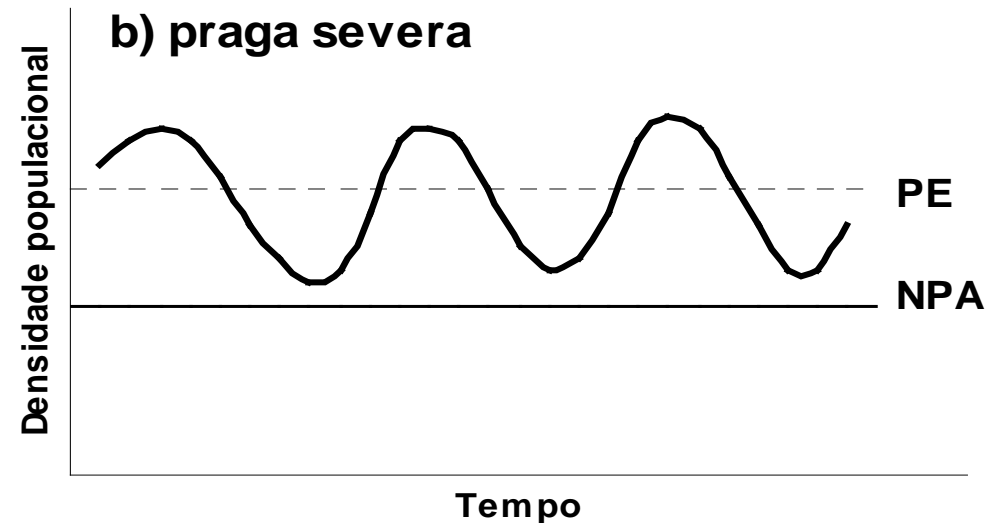
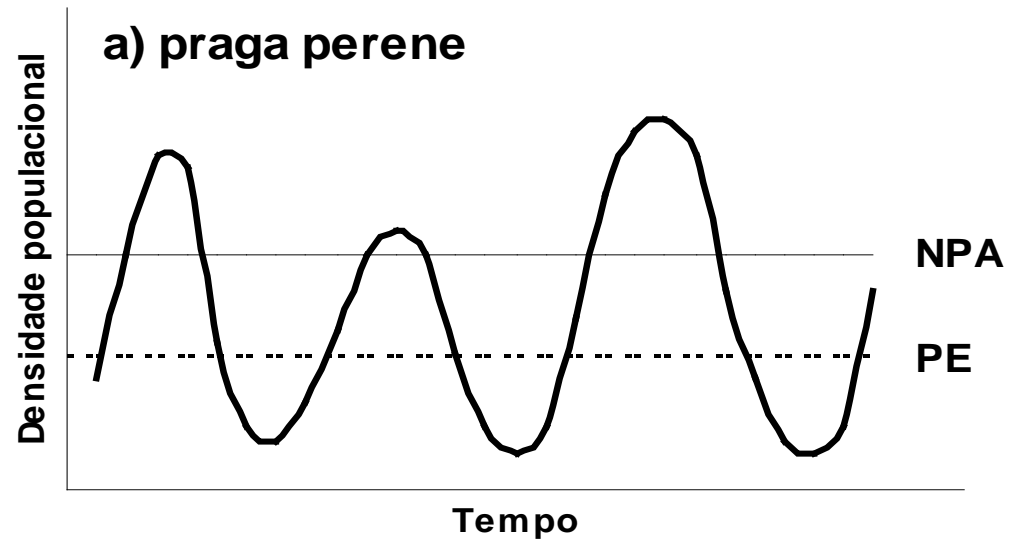


Estatuto de praga

Classes

- **pragas-chave**

praga-chave



Estatuto de praga

Factores que o determinam

- valor comercial da cultura
- susceptibilidade da cultura aos estragos
- custos de protecção da cultura
- tipo de estragos
- densidade populacional da praga
- condições ambientais

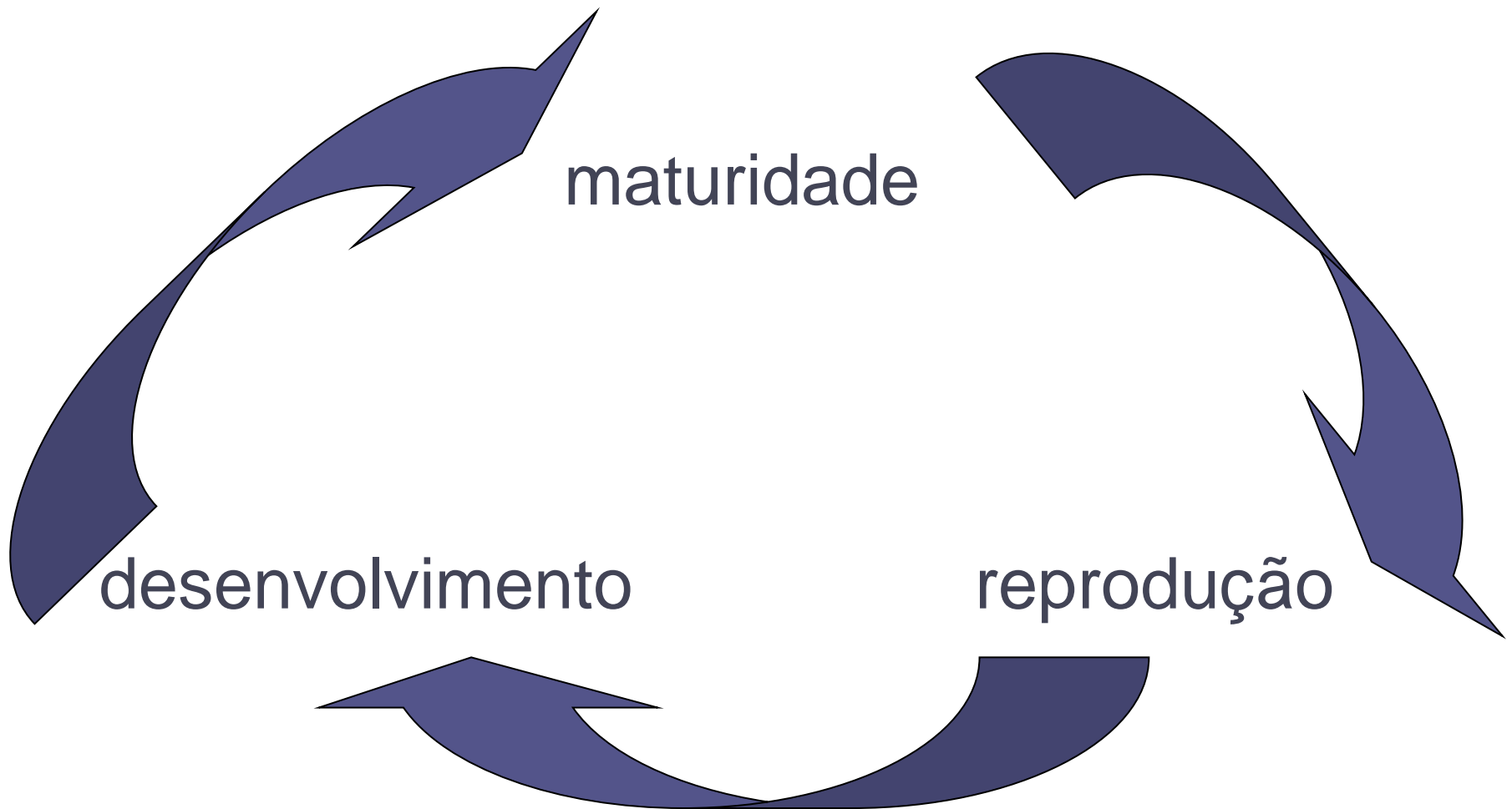
(Pedigo 1996)

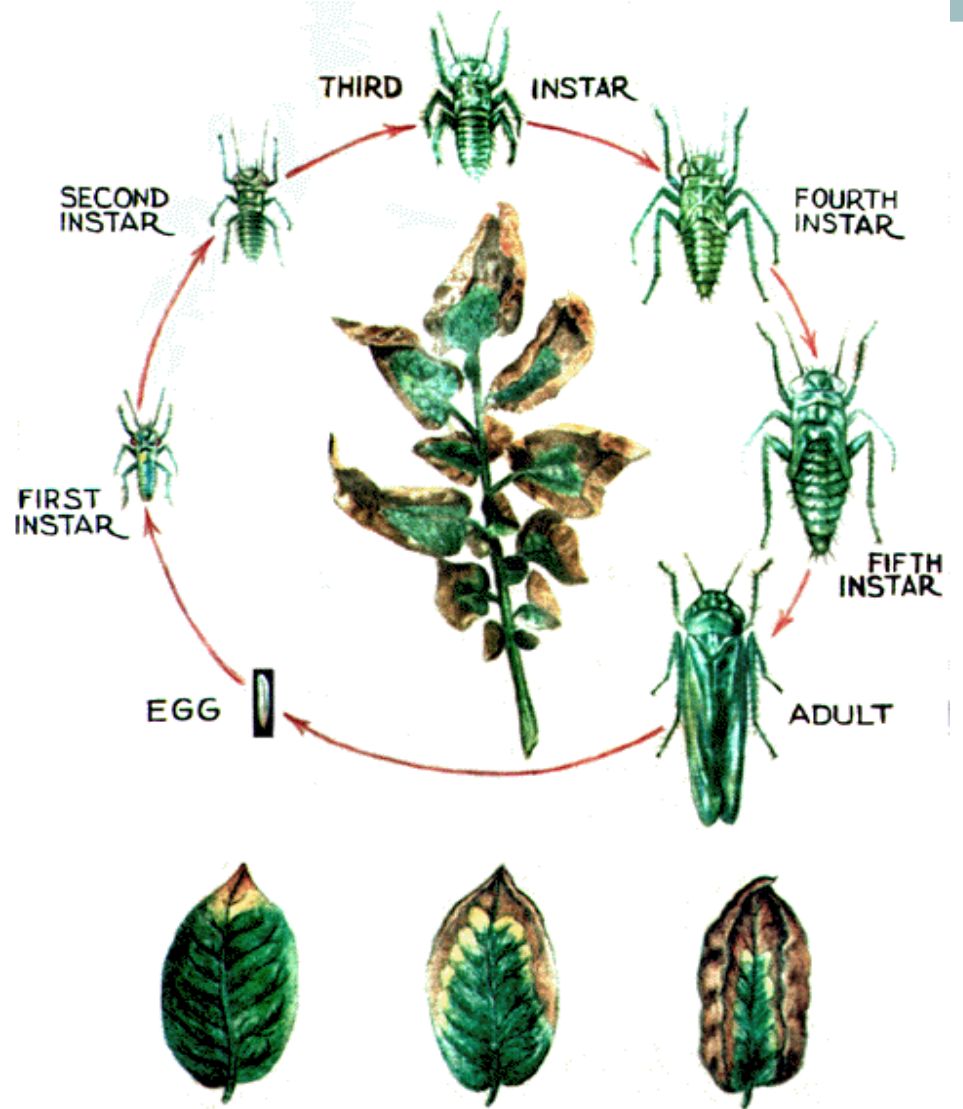
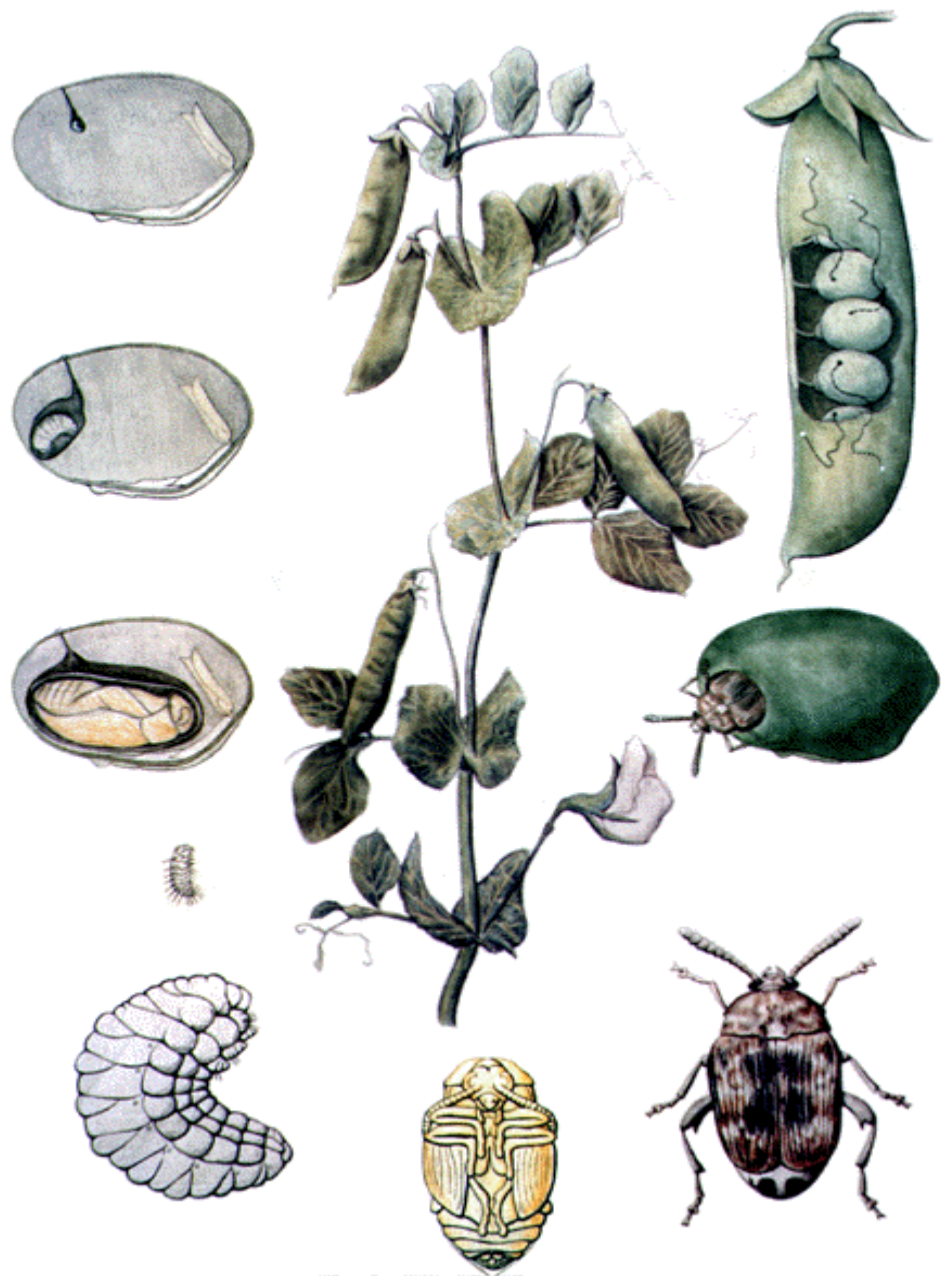


Ciclo de vida

- Sequência de acontecimentos biológicos que ocorrem durante o período de vida de um indivíduo
- No caso dos insectos:
 - inicia com a postura do ovo e termina quando a fêmea proveniente desse ovo inicia a postura

Ciclo de vida





Reprodução

- **Sexuada**
 - Mais frequente
- **Partenogénica (assexuada)**
 - e.g., afídeos, alguns gorgulhos, algumas cochonilhas
- **Haplodiploidia (sexuada+assexuada)**
 - Algumas espécies de coleópteros, himenópteros, tripes e hemípteros
 - Caso da abelha

Reprodução

- Oviparidade
- Ovoviviparidade
- Viviparidade

Desenvolvimento pós-embriónico

- **Terminologia**
 - **Estado** – ovo, larva/ninfa/naiade, pupa, adulto
 - **Instar** – forma que o insecto assume em cada etapa do desenvolvimento larvar ou ninfal
 - **Estádio** – período entre duas mudas
- **Eclosão do ovo**
- **Crescimento dos imaturos**
- **Metamorfose**

Maturidade

- Emergência do adulto *versus* maturidade sexual
- Acasalamento
 - Indirecto, i.e., sem cópula
 - Maioria das fêmeas ou machos recorre a mecanismos de atracção (e.g., feromonas, sons, sinais luminosos)
- Postura

Temperatura e desenvolvimento

- Os insectos são organismos poiquilotérmicos
 - O desenvolvimento está dependente da temperatura ambiente
- Zero de desenvolvimento
 - Temperatura abaixo da qual não ocorre desenvolvimento
- Temperatura máxima de desenvolvimento
 - Temperatura acima da qual não ocorre desenvolvimento

Temperatura e desenvolvimento

- Taxa de desenvolvimento = $1/(\text{duração do desenvolvimento})$
- Para temperatura intermédias, a taxa de desenvolvimento é, em geral, uma função linear directa da temperatura
- i.e., a velocidade de desenvolvimento aumenta com a temperatura

Tipos de ciclo de vida

- **Sem metamorfose**
- **Com metamorfose**
 - **Metamorfose simples ou gradual**
 - **Metamorfose incompleta**
 - **Metamorfose completa**

Sem metamorfose

- Ovo – juvenil – adulto
- Juvenis muito semelhantes aos adultos; diferem sobretudo no tamanho e na ausência de genitália funcional
- O adulto continua a efectuar mudas
- Caso dos insectos primitivamente ápteros, e.g., peixinhos-de-prata, colêmbolos, outros artrópodes

Metamorfose gradual ou simples

- Ovo – ninfa – adulto
- ninfa semelhante ao adulto, mas não apresenta asas completamente desenvolvidas
- Normalmente, os diferentes estados encontram-se no mesmo habitat e as ninfas e os adultos têm os mesmos hábitos alimentares
- e.g., gafanhotos, baratas, percevejos

Metamorfose incompleta

- Ovo – naiade – adulto
- as naiades
 - Podem assemelhar-se, ou não, aos adultos
 - Podem apresentar brânquias traqueais (respiração aquática)
 - Geralmente, têm vida aquática
- Os adultos e as naiades vivem, a maior parte do tempo, em habitats diferentes e têm hábitos alimentares distintos
- e.g., libelinhas, efemerópteros, plecópteros

Metamorfose completa

- Ovo – larva – pupa – adulto
- O desenvolvimento das asas é interno (discos imaginais)
- Geralmente, as larvas são muito diferentes dos adultos (lagarta *versus* borboleta)
- Em geral, adultos e larvas têm hábitos alimentares diferentes
- Insectos mais evoluídos, e.g., borboletas, escaravelhos, abelhas, formigas, moscas



[Ciclo biológico]

- Sucessão de um ou mais ciclos de vida durante um período de 1 ano
 - O conhecimento dos padrões apresentados pelos ciclos sazonais e a localização temporal dos principais acontecimentos biológicos (e.g., dormência, migração, desenvolvimento, reprodução), em relação aos ciclos ambientais,

[Tipos de ciclos biológicos]

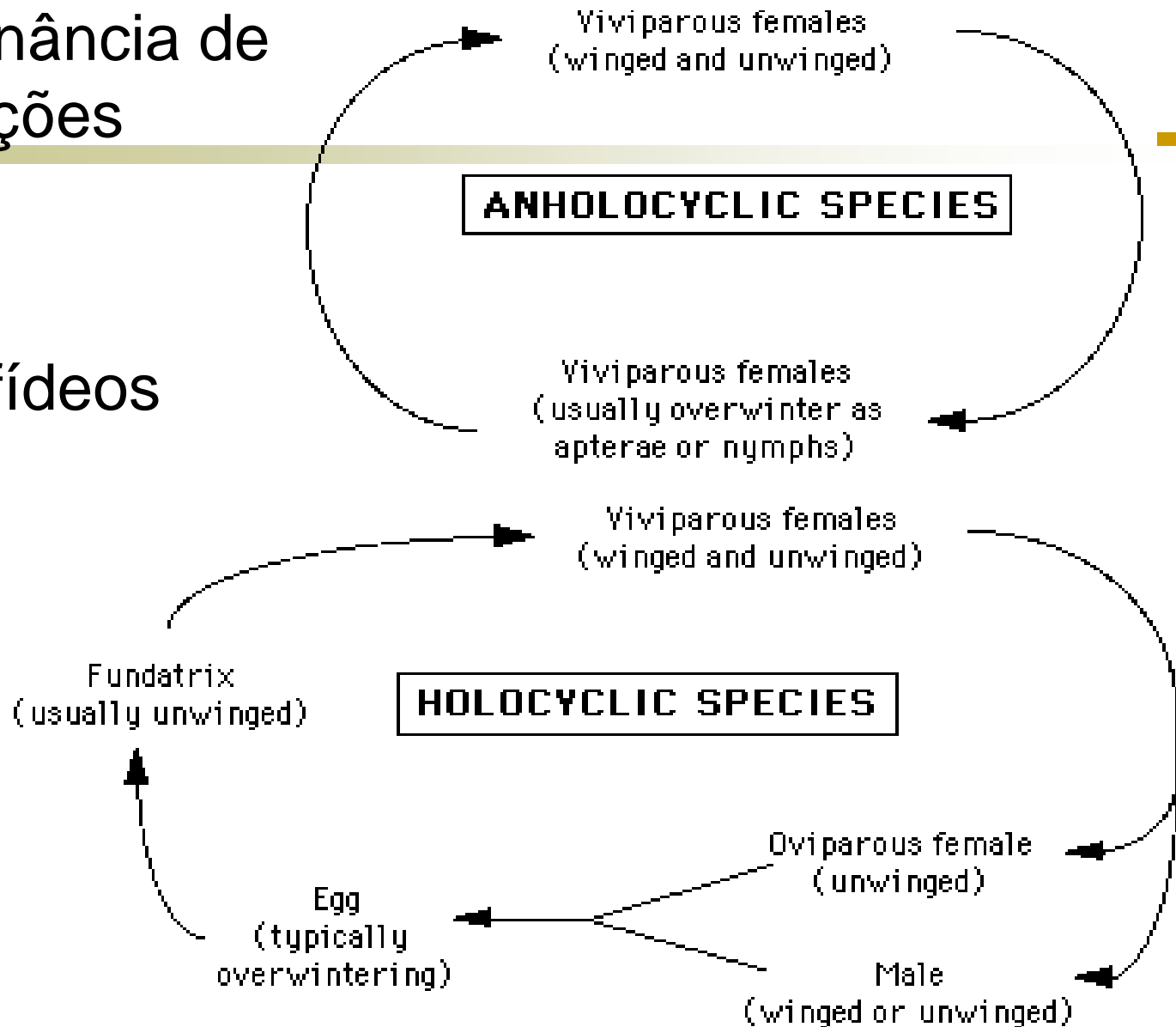
- Podem ser classificados em função do número de gerações anuais (= **voltinismo**)
 - **Univoltinos:** 1 geração/ano
 - **Bivoltinos:** 2 gerações/ano
 - **Multivoltinos:** várias gerações/ano
 - **Voltinismo retardado:** 1 geração/>1 ano
 - Alfinetes e muitos escarabeídeos (2 a 3 anos)
 - Algumas cigarras (17 anos)

[Tipos de ciclos multivoltinos]

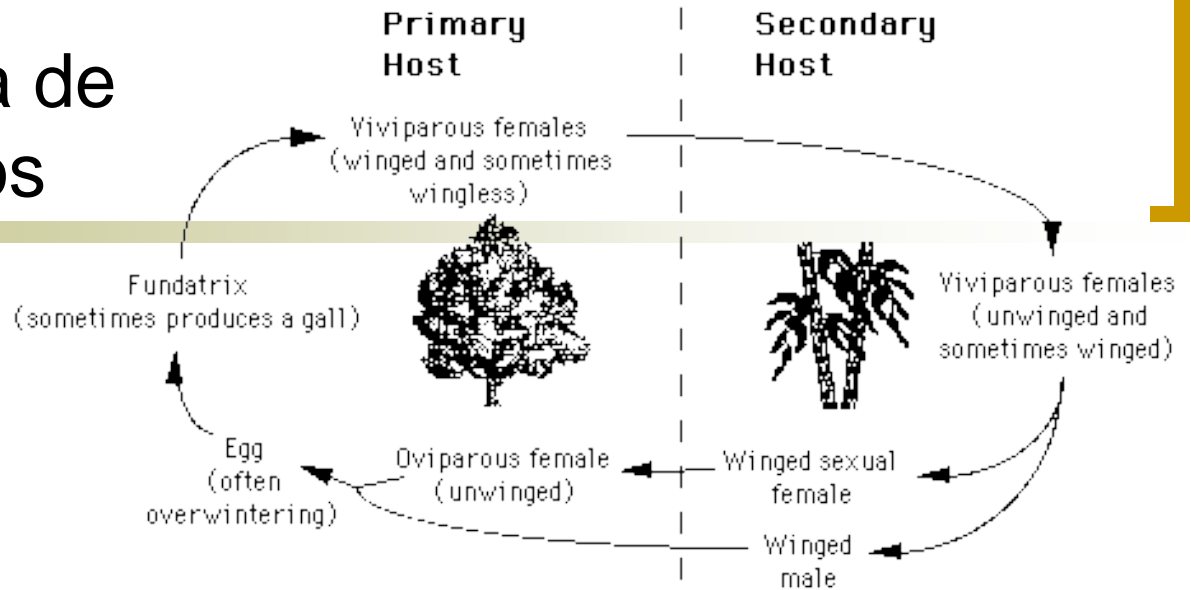
- **Simplex** (situação mais comum)
 - Sucessão de ciclos de vida semelhantes
 - Cada geração tem características semelhantes: morfologia, hábitos alimentares, comportamento reprodutivo
- **Alternância de gerações**
 - Gerações sucessivas diferem no seu modo de reprodução ou morfologia
 - e.g., afídeos

Alternância de gerações

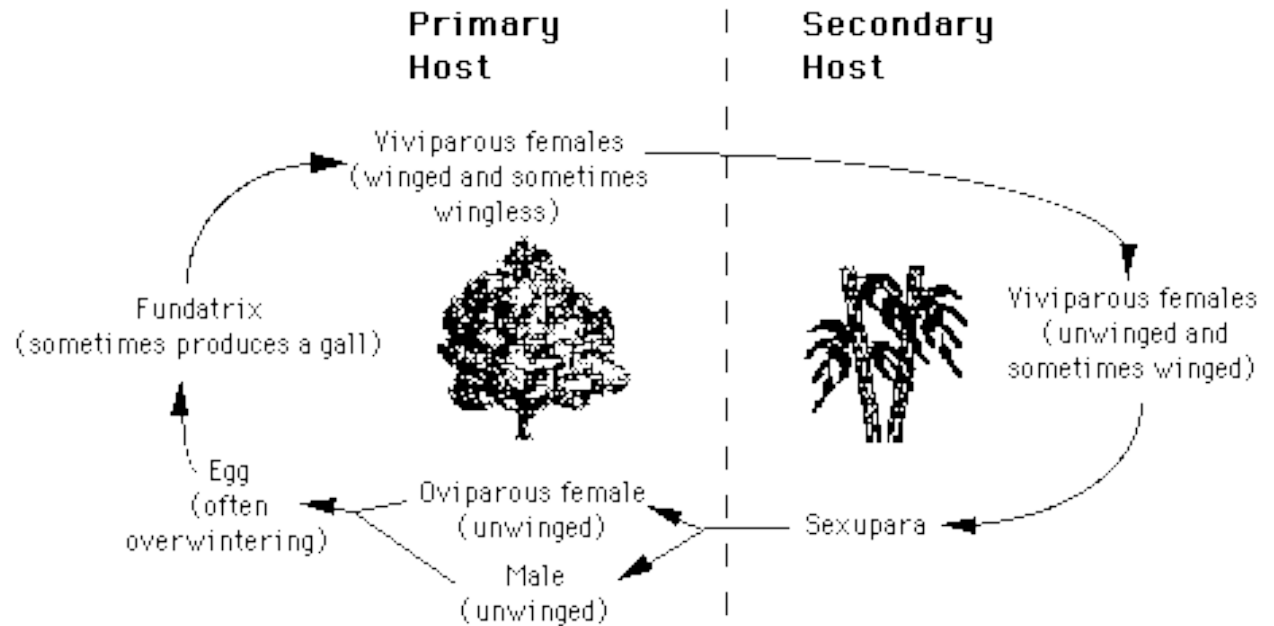
e.g., afídeos



Alternância de hospedeiros



e.g., afídeos



Adaptações sazonais

- Adaptação a condições ambientais adversas (CAA)
 - CAA **imprevisíveis**, localizadas e temporárias (e.g., valores extremos de temperatura e humidade, falta de alimento, sobrepopulação)
 - quiescência e dispersão
 - CAA **previsíveis**, sazonais (e.g., temperaturas negativas nos climas temperados)
 - dormência e migração sazonal

[Dormência]

- Período recorrente do ciclo de vida em que o desenvolvimento e/ou a reprodução são suprimidos
- Tipos
 - Estivação – Verão
 - Dormência outonal – Outono
 - Hibernação – Inverno
 - Dormência vernal - Primavera

[Diapausa]

- Condição fisiológica que está na base dos fenómenos de dormência, migração sazonal e de alterações morfológicas
- Características gerais
 - Alteração dos níveis hormonais
 - Baixo metabolismo
 - Desenvolvimento nulo ou quase nulo
 - Aumento da resistência aos extremos ambientais
 - Alteração da actividade comportamental (frequentemente, muito reduzida)

[Diapausa]

- Pode ocorrer em qq estado de desenvolvimento
- Induzida por estímulos ambientais
 - Fotoperíodo – principal
 - Outros – temperatura, humidade, factores bióticos



Relações tróficas

- **Fitofagia** (insecto *versus* planta)

- Trituradores de folhas
- Sugadores de seiva
- Consumidores de sementes
- Formadores de galhas ou cecídias
- Formadores de galerias em tecidos vegetais, e.g., mineiras, brocas



- Outro tipo de relações com plantas

- e.g., polinização



Relações com o hospedeiro

- **especialistas versus generalistas**

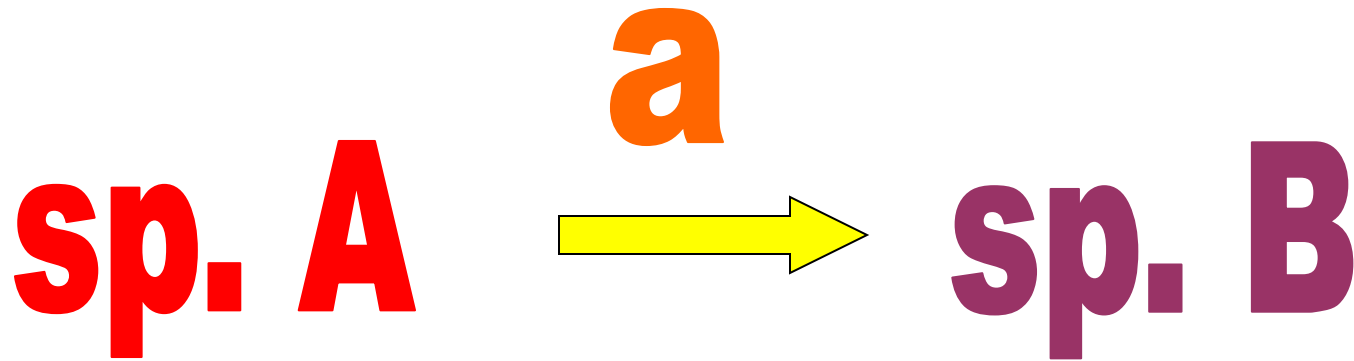
- **Monofagia:** hospedeiros constituídos por plantas da mesma espécie
 - e.g., a cochonilha *Matsucoccus feytaudi* desenvolve-se, apenas, em pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*)
- **Oligofagia:** hospedeiros pertencentes a um ou poucos géneros, normalmente, pertencentes a uma só família botânica
 - e.g., escaravelho da batateira, *Leptinotarsa decemlineata*, alimenta-se de solanáceas
 - a lagarta da couve, *Pieris brassicae*, alimenta-se de crucíferas
- **Polifagia:** leque de hospedeiros constituído por diferentes espécies vegetais pertencentes a diferentes famílias
 - e.g., a mosca do Mediterrâneo, *Ceratitis capitata*, abrange cerca de 250 espécies de fruteiras
 - a cochonilha *Ceroplastes sinensis* tem cerca de 200 hospedeiros, englobando mais de 50 famílias botânicas

Semioquímicos

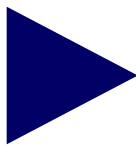
- **Feromonas** – substâncias naturais que medeiam interações entre indivíduos da mesma espécie
- **Aleloquímicos** - substâncias naturais que medeiam interações entre indivíduos de espécies diferentes

• Aleloquímico

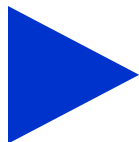
- alomona
- cairomona
- sinomona



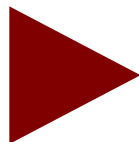
4º nível trófico:
hiperparasitóide



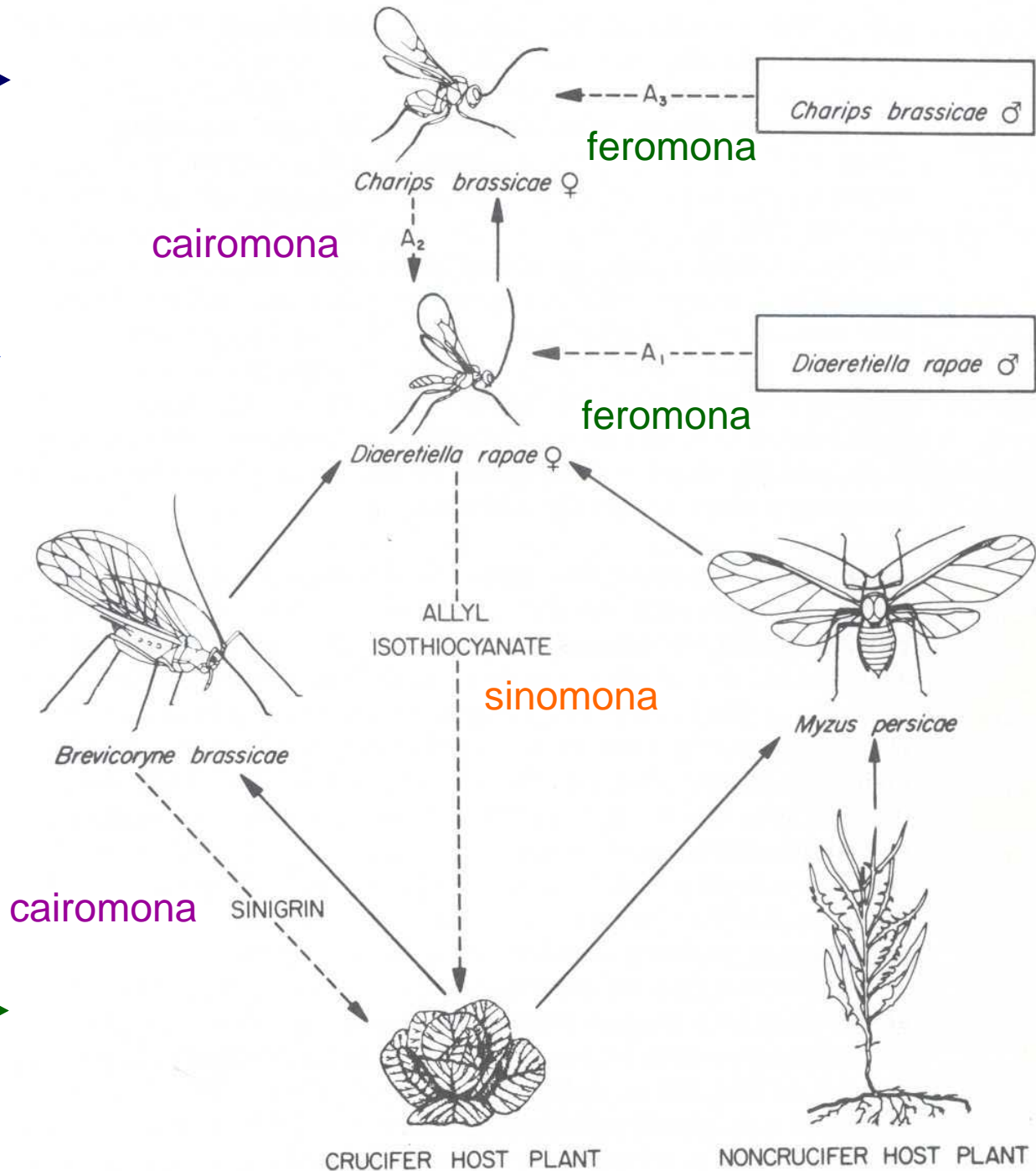
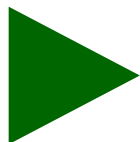
3º nível trófico:
parasitóide



2º nível trófico:
afídeos



1º nível trófico:
couve



Aleloquímicos

- **Compostos secundários das plantas** – a maioria das plantas possui compostos cuja função se admite ser defensiva, embora possam ter (ou tenham tido) outras funções metabólicas ou ser, simplesmente, subprodutos do metabolismo
- Em termos de defesa da planta, podem actuar de duas formas:
 - **A nível comportamental:** estes compostos podem repelir os insectos ou inibir a alimentação ou a postura
 - **A nível fisiológico:** estes compostos podem ser tóxicos ou reduzir o conteúdo nutricional do alimento

Aleloquímicos

- **Compostos secundários das plantas**
 - **De tipo qualitativo** – compostos tóxicos que actuam em baixas doses e.g., alcalóides, glicosidos cianogénicos
 - **De tipo quantitativo** – compostos cuja acção é proporcional à sua concentração, sendo mais eficazes quando presentes em grandes quantidades, e.g., taninos, resina, sílica

Seleccção do hospedeiro vegetal

- **Localização do hospedeiro**
- **Aceitação e alimentação**
 - **Visão, factores químicos, ou físicos**

Predação

- **Predador *versus* presa**

- Um predador mata e consome diversas presas durante o seu ciclo de vida

- e.g., o coccinelídeo (joaninha) *Cryptolaemus montrouzieri* é predador da cochonilha algodão, *Planococcus citri*
- As larvas de sirfídeos são predadoras de afídeos



Parasitoidismo

- **Parasitóide *versus* hospedeiro**



- Organismo animal que vive a expensas de um outro organismo animal (hospedeiro) cuja morte ocorre em resultado da actividade do primeiro
 - Ectoparasitóide
 - Endoparasitóide
 - Hiperparasitóide
- e.g., *Cales noacki* é parasitóide da mosquinha branca, *Aleurothrixus floccosus*
- *Anagyrus pseudococci* é parasitóide da coconilha-algodão *Planococcus citri*