

Biologia Reprodutiva de Espécies Arbóreas

Profa. Luciana Duque Silva

lucianaduques@usp.br

Departamento de Ciências Florestais – ESALQ/USP

1º. de setembro de 2023



ESALQ

A **biologia da reprodução** integra aspectos sobre o sistema sexual, sistema reprodutivo, forma de polinização, fenologia, padrão de dispersão de frutos e sementes e mecanismo de estabelecimento de uma espécie.



ESALQ

BIOLOGIA REPRODUTIVA

Sistema Sexual

Hermafrodita

Monóica

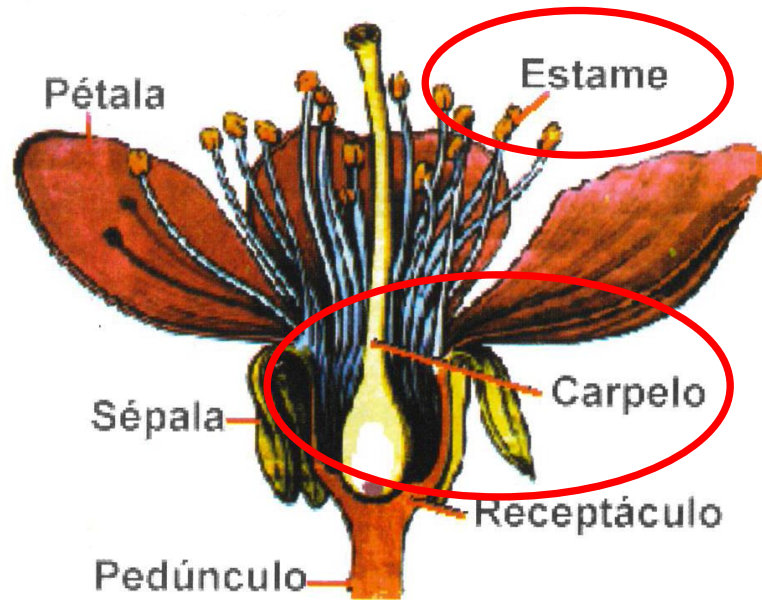
Dióica

Polígama



ESALQ

SISTEMAS SEXUAIS

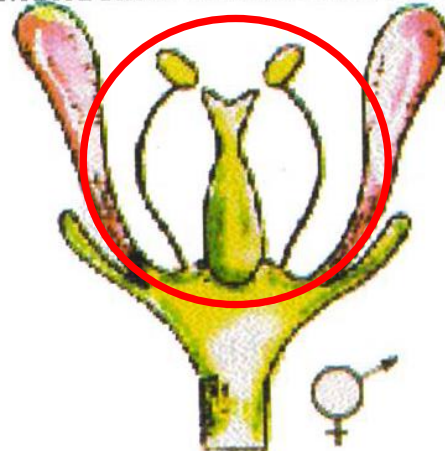


A semente é formada por uma flor, que por sua vez tem:

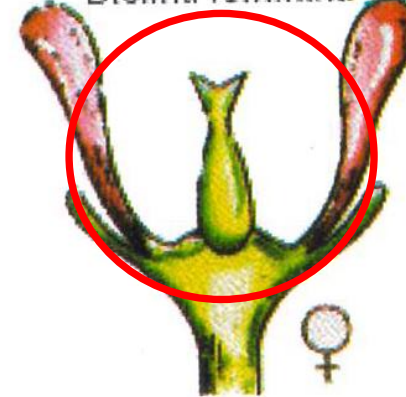
- Parte estéril = cálice e corola
- Parte reprodutora = estames e carpelos

Cálice e corola organismos de proteção, podem estar adaptado para favorecer a polinização ou para atrair polinizadores bióticos pela cor ou por apresentar estruturas especiais (ex. néctar)

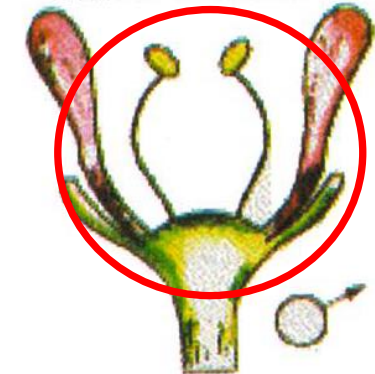
Monóclina ou hermafrodita



Diclina feminina



Diclina masculina

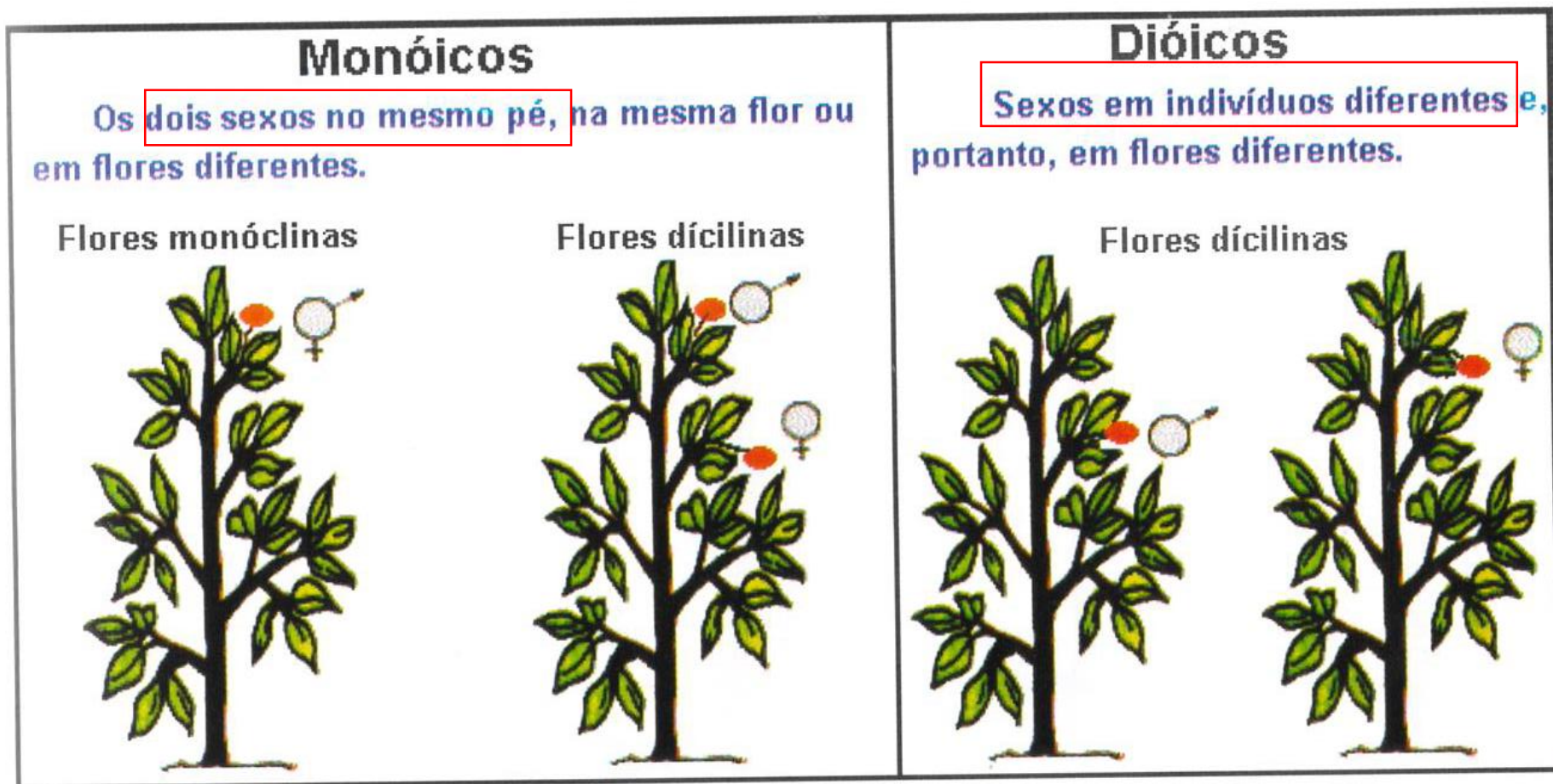


Fonte: Pires et al. (2011) e www.herbário.com.br



ESALQ

SISTEMAS SEXUAIS



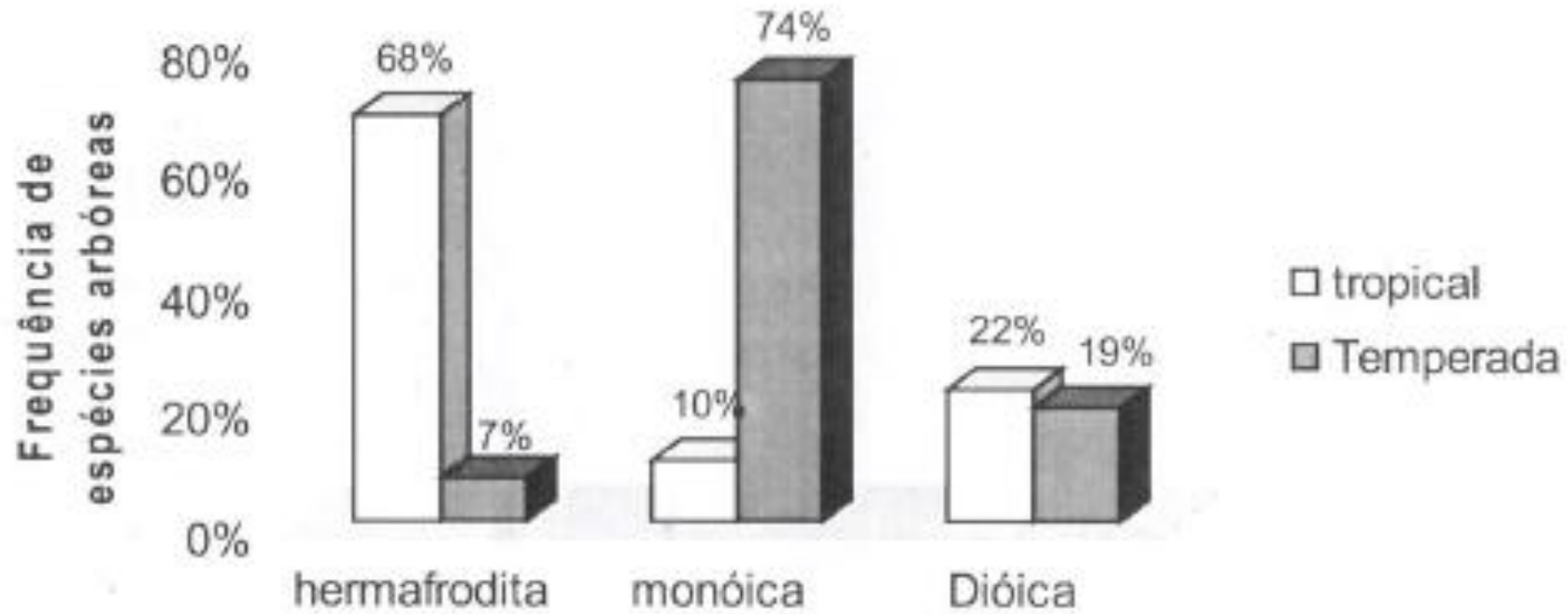
ESALQ

SISTEMAS SEXUAIS MAIS FREQUENTES ENCONTRADOS EM ESPÉCIES ARBÓREAS

SISTEMA SEXUAL	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Dióicas	Espécies que apresentam indivíduos com flores masculinas e indivíduos com flores femininas.	<i>Genipa americana</i> ; <i>Araucária angustifolia</i> , <i>Ilex paraguariensis</i> .
Bissexuais	Espécies que apresentam indivíduos com flores masculinas e femininas, podendo ser dividido em:	a) Hermafrodita: todas as flores de um indivíduo são dotadas de órgãos reprodutores de ambos os sexos;
		b) Monóica: o mesmo indivíduo possui flores unissexuais masculinas e femininas.
		<i>Schizolobium parayba</i> , <i>Tabebuia sp</i> , <i>Cariniana sp.</i> , <i>Hymenaea courbaril</i>
		<i>Carapa guianensis</i> , <i>Cedrella fissilis</i> .
Trióicas	Espécies que apresentam indivíduos com flores masculinas e femininas e indivíduos só com flores masculinas e só com flores femininas.	<i>Fraximus excelsior</i>
Ginodióicas:	Espécies que apresentam indivíduos com flores masculinas e femininas e indivíduos só com flores femininas.	<i>Rhizophora mangle</i>
Androdióicas:	Espécies que apresentam indivíduos com flores masculinas e femininas e indivíduos só com flores masculinas.	<i>Bauhinia unguolata</i>



SISTEMAS SEXUAIS MAIS FREQUENTES ENCONTRADOS EM ESPÉCIES ARBÓREAS

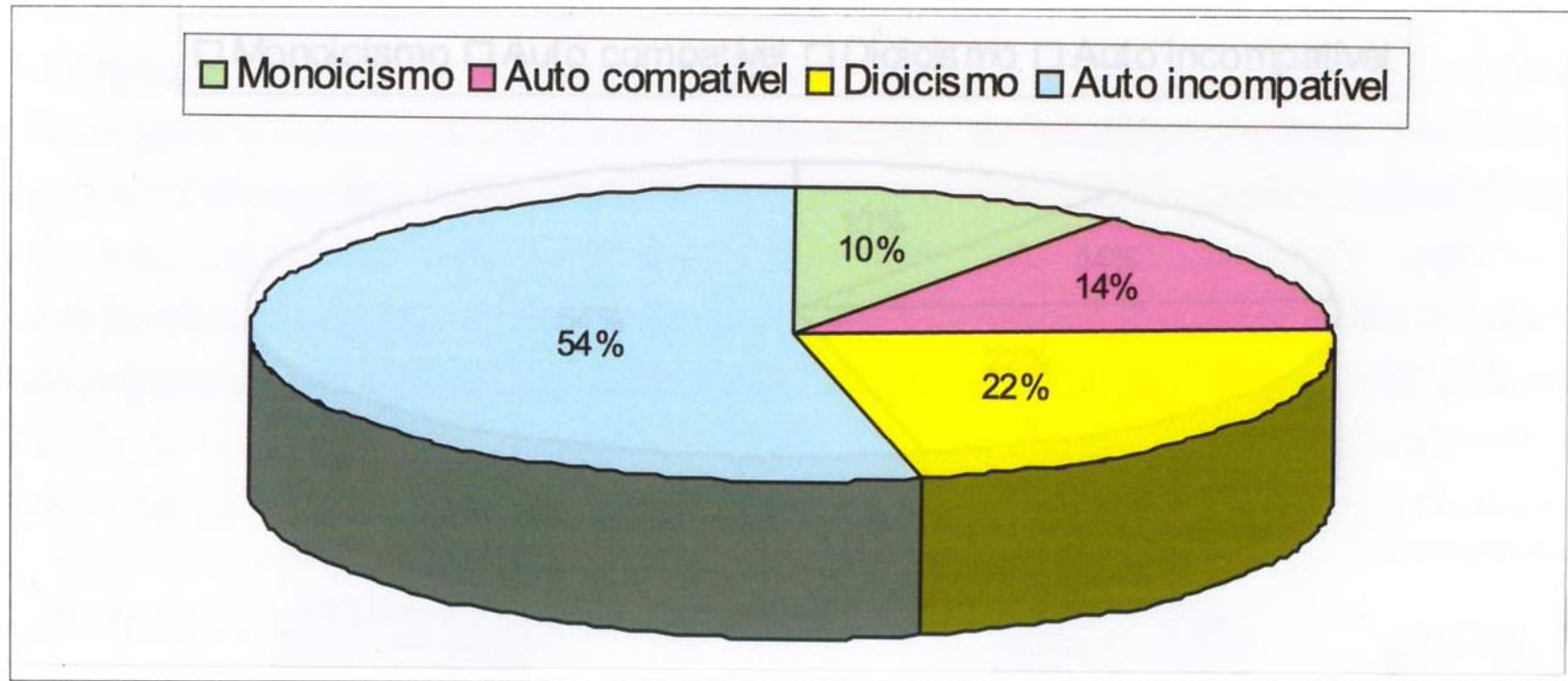


Fonte: Bawa (1974)



ESALQ

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA REPRODUTIVO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS TROPICAIS



Fonte: Bawa (1974)



ESALQ

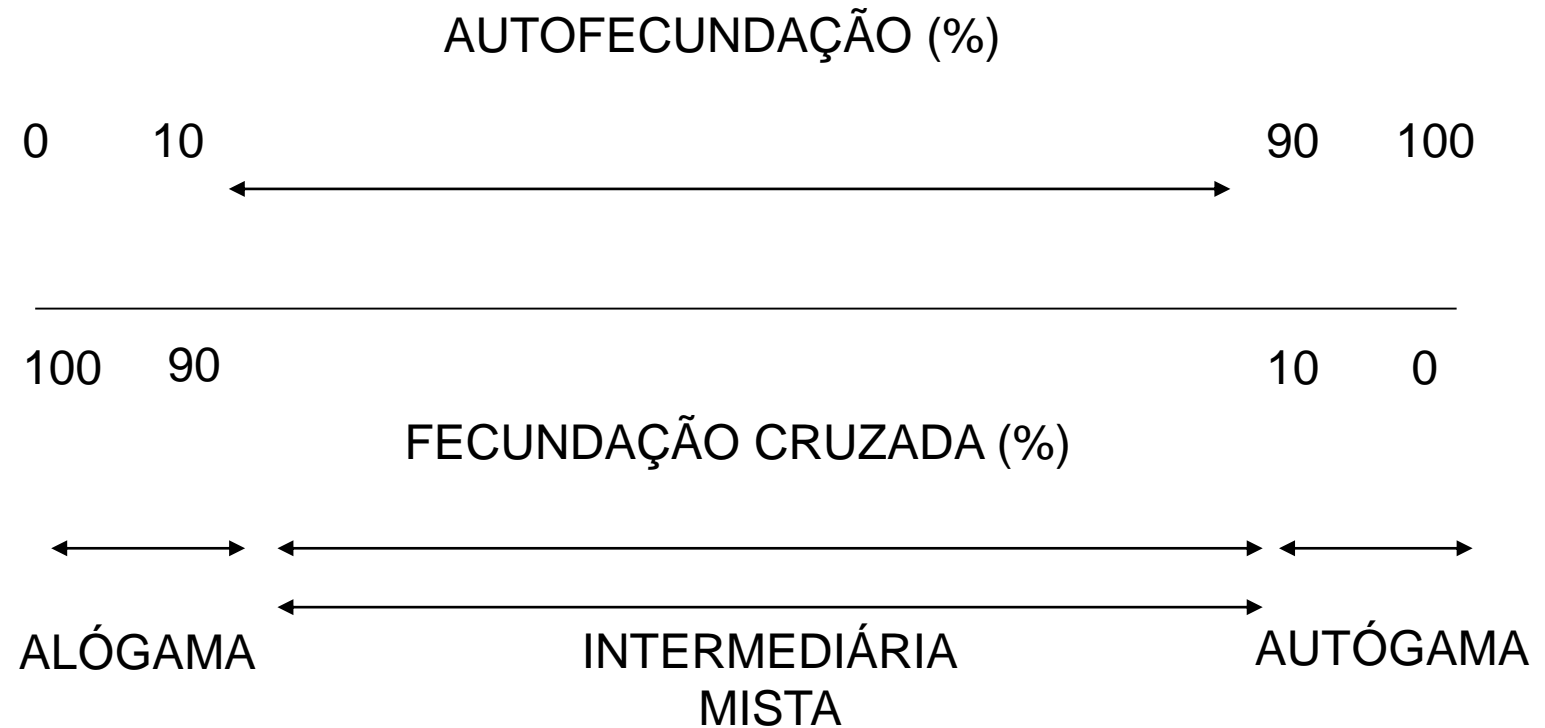
BIOLOGIA REPRODUTIVA

Sistema Sexual

Hermafrodita
Monóica
Dióica
Polígama

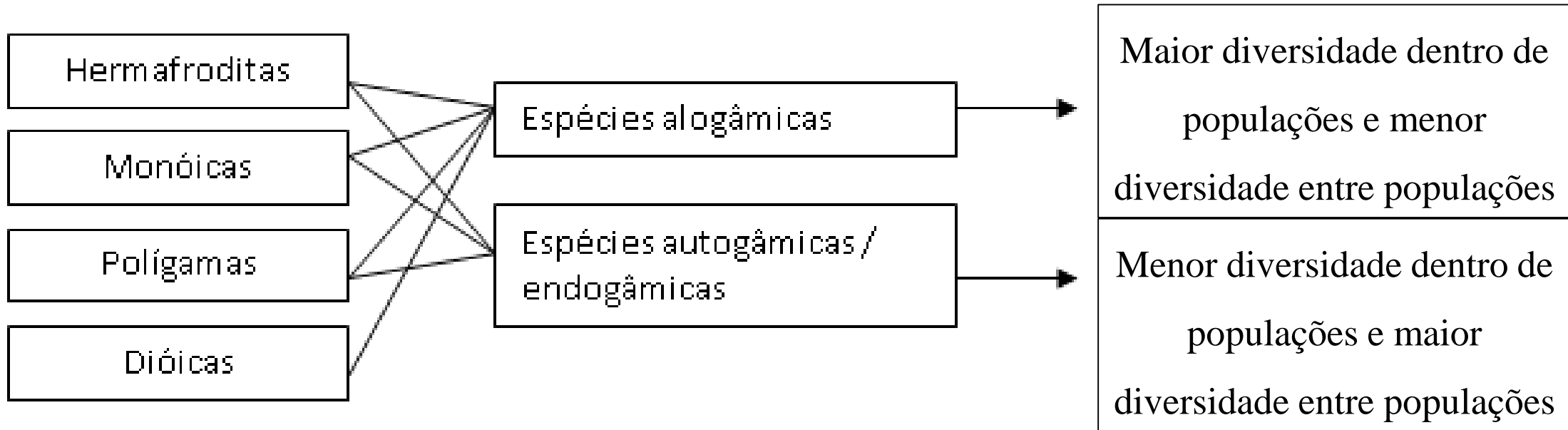
Sistema Reprodutivo

Autógama
Alógama
Misto ou intermediário
Apomítico



ESALQ

SISTEMA REPRODUTIVO E ESTRUTURA GENÉTICA: RELAÇÃO ESPERADA



BIOLOGIA REPRODUTIVA

Sistema Sexual

Hermafrodita

Monóica

Dióica

Polígama

Sistema Reprodutivo

Autógama

Alógama

Misto ou intermediário

Apomítico

Polinização

Agentes

Generalista

Especialista



ESALQ

POLINIZAÇÃO

Espécie	Polinização	Comportamento	Distância de fluxo de pólen (estimada)	Autor
<i>Symphonia globulifera</i>	Aves	Territorialistas	27 a 53 m	Degen et al. (2004)
<i>Vouacapoua americana</i>	Abelhas e moscas	Territorialista (abelhas) e generalista (abelhas e moscas)	100 m	Dutech et al. (2002)
<i>Cordia alliodora</i>	Insetos pequenos	Generalista	280 m	Boshier et al. (1995)
<i>Hevea brasiliensis</i>	Moscas	Generalista	300 a 1100 m	Yeang; Chevallier (1999)
<i>Neobalanocarpus heimii</i>	Trigona, Apis	Territorialista, generalista	> 400 m	Konuma et al. (2000)
<i>Dinizzia excelsa</i> (áreas perturbadas)	Apis mellifera	Territorialista, generalista	212 m	Dick et al. (2003)
<i>Spondias mombin</i>	Insetos pequenos	Generalista	<6% acima de 600 m	Stacy et al. (1996)
<i>Couratari multiflora</i>	Abelhas (Euglossina)	Territorialista, especialista	600 a 1000 m	Lepsch-Cunha; Mori (1999)
<i>Platypodium elegans</i>	Abelhas (Euglossina)	Territorialista, especialista	600 - 1000 m	Hamrick; Murawski (1990)
<i>Tachigalia versicolor</i>	Abelhas (Euglossina)	Territorialista, especialista	600-1000 m	Hamrick; Murawski (1990)
<i>Bagassa guianensis</i>	Moscas, vento	Generalista	896 m	Silva (2005)
<i>Spondias mombin</i>	Abelhas pequenas	Territorialista generalista	800 a 1000 m	Nason; Hamrick 1997
<i>Hymenaea courbaril</i>	Morcegos		1.123 m	Santos (2002)
<i>Dinizzia excelsa</i> (pop. natural)	Apis mellifera	Territorialista, generalista	1.509 m	Dick et al. (2003)
<i>Swietenia humilis</i>	Abelhas (várias), pequenos insetos	Generalista (abelhas e moscas)	até 4,5 km	White et al. (2002)
<i>Ceiba pentandra</i>	Morcegos		18,6 km	Gribel; Lemos (1999)
<i>Ficus dugandii</i>	Vespas	Especialistas	entre 5,8 e 14,2 km	Nason et al. (1998)



ESALQ

Fonte: Adaptado:Freire e Piña-Rodrigues (2006)

POLINIZAÇÃO

AGENTE POLINIZADOR	SÍNDROMES DE POLINIZAÇÃO
Flores polinizadas por abelhas	Flores pequenas/grandes e abundantes Antese matinal Coloração Nectários Glicose (< 10%) Glândulas de odor Comportamento ao acaso (baixa fidelidade)
Flores polinizadas por aves	Flores GRANDES Posição dos órgãos florais Nectários Antese diurna Cores vivas, sem odor (vermelha, azul) Glicose (> 20%) Odor pouco expressivo Flores ornitófilas: Distância entre órgãos reprodutivos e fonte de néctar - Forma geralmente tubular Néctar diluído



ESALQ

Fonte: Piña-Rodrigues et al. (2007)

POLINIZAÇÃO

AGENTE POLINIZADOR	SÍNDROMES DE POLINIZAÇÃO
Flores polinizadas por morcegos	Flores GRANDES Posição dos órgãos florais Nectários Antese NOTURNA Coloração INEXPRESSIVA Glicose (10-20%) Glândulas de odor Odor FORTE, expressivo e desagradável
Flores polinizadas por mariposas	Flores tubulares Posição dos órgãos florais Nectários Antese NOTURNA Coloração INEXPRESSIVA Glicose (10-20%) Glândulas de odor Odor desagradável
Flores polinizadas pelo vento	Não apresentam recompensa ao dispensor Produção abundante de frutos Não apresentam cores, formas ou odores atrativos Maturação rápida homogênea Produção concentrada em uma época



ESALQ

Fonte: Piña-Rodrigues et al. (2007)

ESTIMATIVA DE DISTÂNCIA DE FLUXO DE PÓLEN POR AGENTE POLINIZADOR

Agente	Estimativa de distância	Referências
Abelhas	300 m, podendo chegar a 8.000 m	Roubik (1989); Dutech <i>et al.</i> (2002); Konuma <i>et al.</i> (2000); Stacy <i>et al.</i> (1996); Lepsch-Cunha (1996); Dick <i>et al.</i> (2003)
Moscas	100 m, podendo chegar a 1.100 m	Yeang & Chevalier (1999); Silva (2005)
Morcegos	1.100 m, podendo chegar a 18.000 m	Gribel <i>et al.</i> (1999); Santos (2004)
Aves	Depende de características comportamentais e do tamanho do animal	Feisinger (1983); Mendonça & Anjos (2003)
Vento	600 m, podendo chegar a 1.000 m	Silva (2005)
Mariposa e borboletas	Potencial para longa distância	Faltam estudos envolvendo marcadores genéticos e espécies florestais



ESTIMATIVA DE DISTÂNCIA DE FLUXO DE PÓLEN PARA ALGUMAS ESPÉCIES ARBÓREAS

Espécie	Polinização	Distância	Autor
<i>Bagassa guianensis</i>	Trips, vento	896 m	Silva (2005)
<i>Cordia alliodora</i>	Insetos	280 m	Boshier et al. (1995)
<i>Dinizia excelsa (pop. natural)</i>	Animal	1.509 m	Dick et al. (2003)
<i>Dinizia excelsa (c/ distúrbios)</i>	Animal	212 m	Dick et al. (2003)
<i>Ficus dugandii</i>	Vespas	forte entre 5,8 e 14,2 km	Nason et al. (1998)
<i>Gliricidia sepium</i>	Abelhas grandes	até 275 m	Latouche-Hallé et al. (2004)
<i>Hymenaea courbaril</i>	Morcegos	1.123	Santos (2002)
<i>Spondia mombin</i>	Insetos pequenos	<6% acima de 600 m	Stacy et al. (1996)
<i>Symphonia globulifera</i>	Pássaros	27 a 53 m	Degen et al. (2004)
<i>Swietenia humilis</i>	Abelhas, trips	até 4,5 km	White et al. (2002)
<i>Vouacapoua americana</i>	Abelhas e trips	100 m	Dutech et al. (2004)



ESALQ

ÁREA DE VIZINHANÇA REPRODUTIVA

Aspectos comportamentais dos polinizadores como territorialidade, especificidade ao recurso, disponibilidade de recursos e sociabilidade dos animais podem ser determinantes dos padrões de distância de transporte de pólen (Piña-Rodrigues et al., 2007).

-> 90% polén – vizinho mais próximo, em especial quando as plantas ocorrem de forma agrupadas (Stacy et al., 1996)



ESALQ

ESTIMATIVA DE ÁREA DE VIZINHANÇA REPRODUTIVA

Espécie	Densidade (Árvores/ha)	\hat{A}_{ep} (ha)	Autor
<i>Bagassa guianensis</i>	0,14	252	Silva (2005)
<i>Cordia alliodora</i>	20,9	25	Boshier et al. (1995)
<i>Dinizia excelsa</i> (pop. natural)	0,1	715	Dick et al. (2003)
<i>Dinizia excelsa</i> (c/ distúrbios)	0,1	14	Dick et al. (2003)
<i>Ficus obtusifolia</i>	0,072	10.568	Nason et al. (1998)
<i>Ficus dugandii</i> (20)	0,004	63.347	Nason et al. (1998)
<i>Gliricidia sepium</i>	4,9	24	Latouche-Hallé et al. (2004)
<i>Spondia mombin</i>	0,33	113	Stacy et al. (1996)
<i>Symphonia globulifera</i>	10,9	0,88	Degen et al. (2004)
<i>Swietenia humilis</i>	1,42	6.362	White et al. (2002)

Legenda: \hat{A}_{ep} = área de vizinhança reprodutiva



ESALQ

PREDAÇÃO

A **predação** é um dos fatores que afetam a produção de sementes diretamente, por danos causados às flores, frutos e sementes, ou indiretamente pelo efeito de herbivoria em partes vegetativas.

A predação em flores ocorre tanto ao nível de **pilhagem de pólen**, quanto ao **consumo de partes da flor ou inflorescência**.

A espécie *Jacaranda caroba*, polinizada por abelhas do gênero *Euglossa*, é **visitada** também pelas abelhas *Bombus atratus* e *Megachile pseudanthioides* que, em geral, atuam como pilhadora de pólen.



ESALQ

DISPERSÃO DE SEMENTES

DISPERSÃO ABIÓTICA	DISPERSÃO BIÓTICA
Não apresentam recompensa ao dispersor	Apresentam recompensa ao dispersor (polpa, arilo)
Produção abundante de frutos	Cores, formas e odores atrativos
Não apresentam cores, formas ou odores atrativos	Produção em quantidade variável irregulares e longos
Maturação rápida homogênea	Maturação irregular dentro do próprio indivíduo ou
Produção concentrada em uma época	maturação rápida e uniforme
	dentro do próprio indivíduo ou frutos verdes por longo
	tempo maturação rápida



ESALQ

Fonte: Piña-Rodrigues et al. (2007)

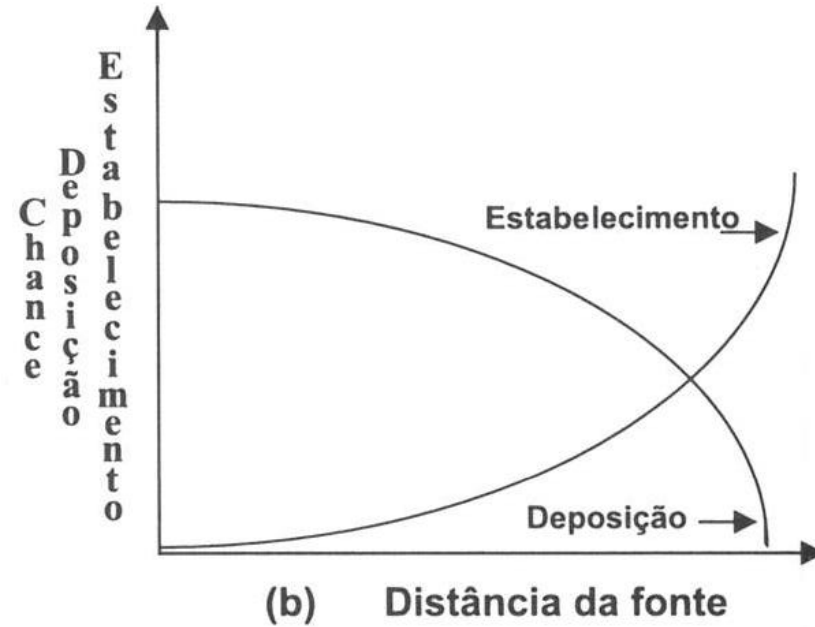
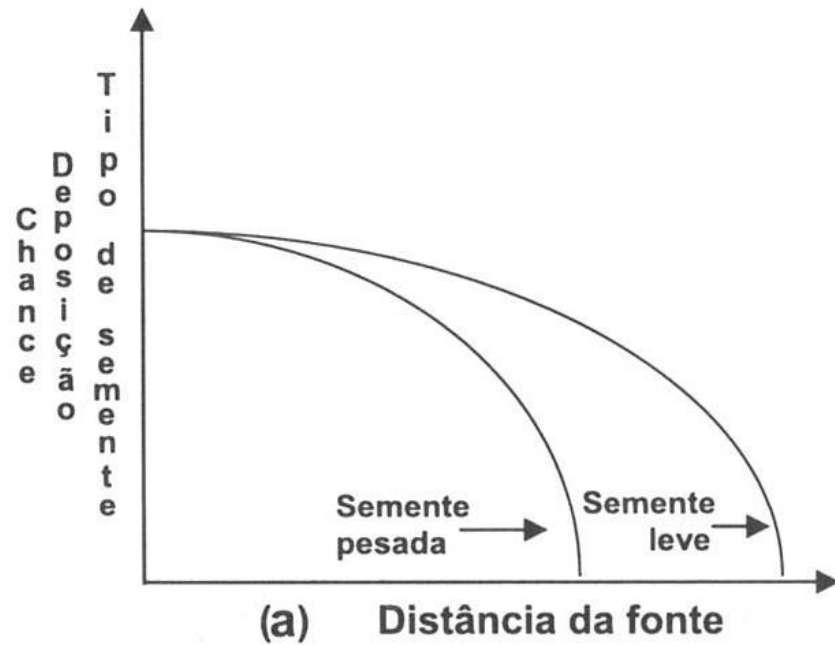
DISPERSÃO DE SEMENTES

Estimativa da distância de distribuição espacial de genótipos (fluxo efetivo de sementes) para algumas espécies arbóreas tropicais.

Espécie	Agente dispersor	Distância (m)	Autor
<i>Canela odorifera</i>	Animal	74	Kageyama et al. (2003)
<i>Cryptocarya moschata</i>	Animal	150	Moraes et al. (2004)
<i>Eremanthus erythropappus</i>	Vento	180	Barreira et al. (2006)
<i>Machaerium villosum</i>	Vento	30	Giugice-Neto; Kageyama (2000)
<i>Eschweilera ovata</i>	Animal	65	Gusson et al. (2005)
<i>Simarouba amara</i>	Animal	40	Hardesty et al. (2005)
<i>Symphonia globulifera</i>	Animal	150	Degen et al. (2004)
<i>Tabebuia cassinoides</i>	Vento	150	Cavallari-Neto et al. (2004)



POLINIZAÇÃO E DISPERSÃO DE SEMENTES

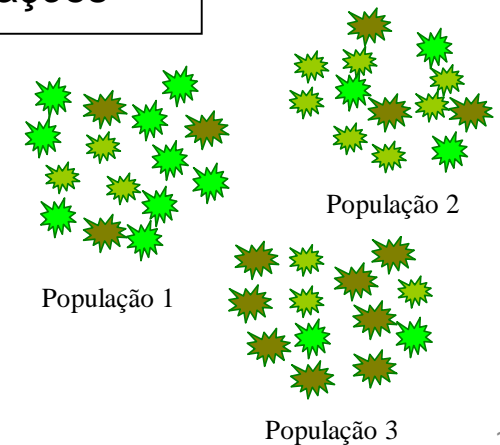
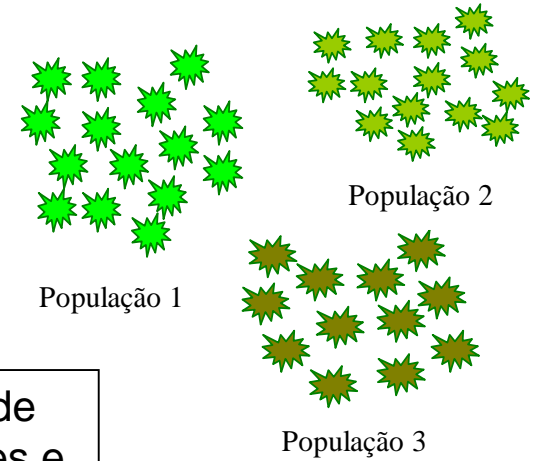
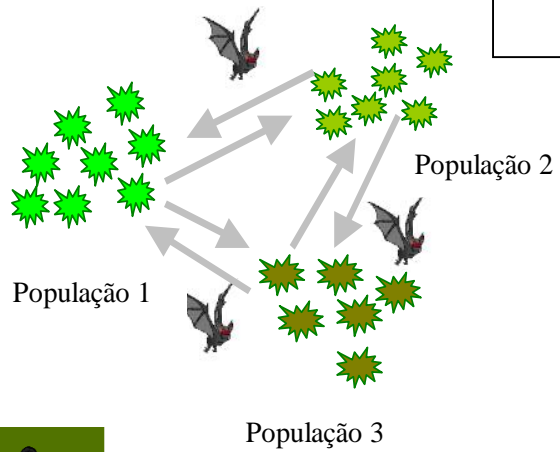
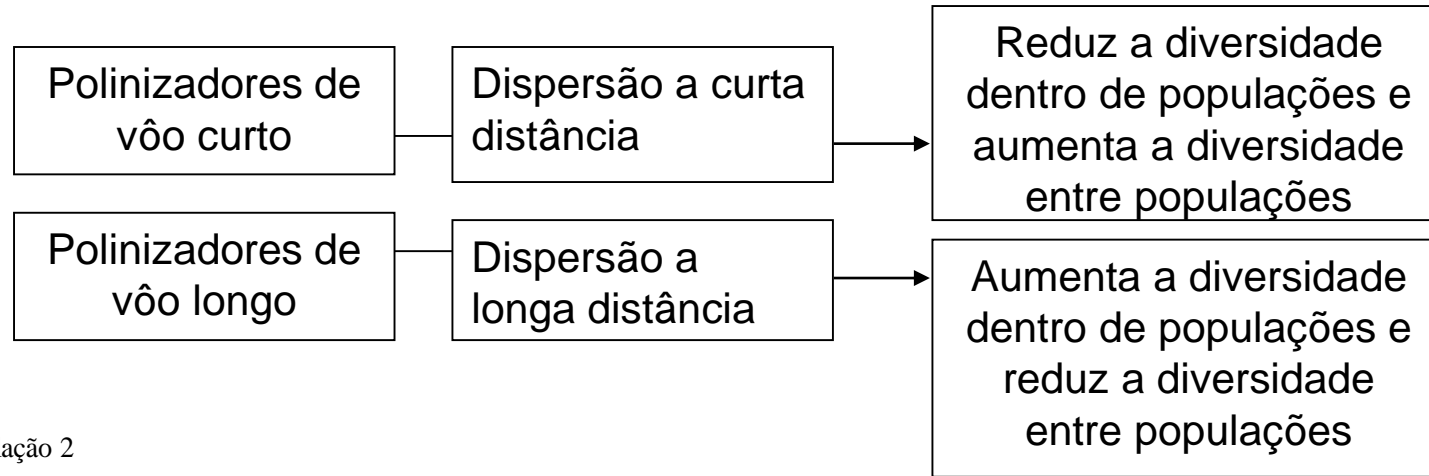
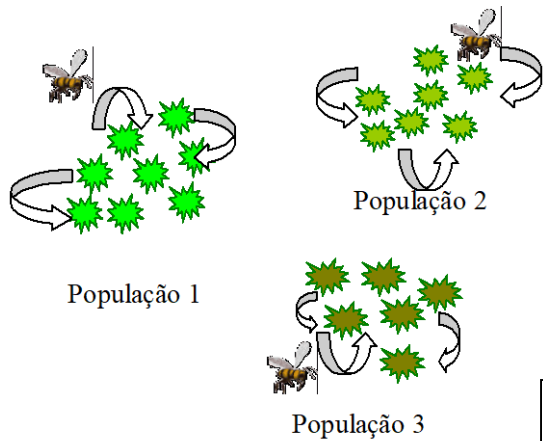


Fonte: Pires et al. (2011)



ESALQ

RELAÇÃO ENTRE FLUXO GÊNICO E ESTRUTURA GENÉTICA



ESALQ

BIOLOGIA REPRODUTIVA

Sistema Sexual

Hermafrodita
Monóica
Dióica
Polígama

Sistema Reprodutivo

Autógama
Alógama
Misto ou intermediário
Apomítico

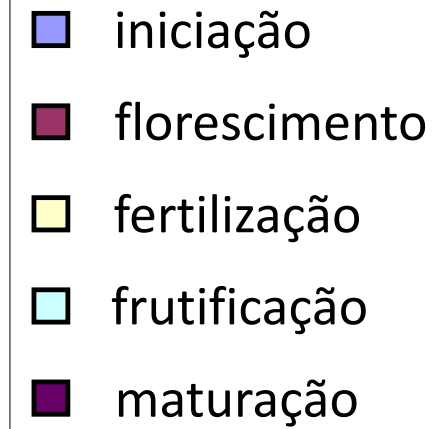
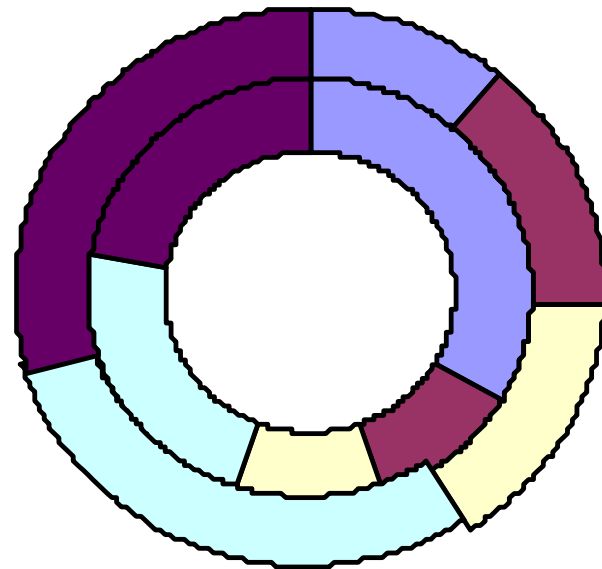
Polinização

Agentes
Generalista
Especialista

Fenologia

Eventos fenológicos

Duração do período



ESALQ

Muito obrigado!!!!



ESALQ