

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E  
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS

IRINEIDE FERRAZ BEZERRA FRANÇA

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO E DISPERSÃO DE SEMENTES DE  
*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. E *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex  
Steud. (BORAGINACEAE) NO VALE DO ACRE/BRASIL

RIO BRANCO - AC

2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E**  
**MANEJO DE RECURSOS NATURAIS**

IRINEIDE FERRAZ BEZERRA FRANÇA

**ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO E DISPERSÃO DE SEMENTES DE**  
***Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. E *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex**  
**Steud. (BORAGINACEAE) NO VALE DO ACRE/BRASIL**

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Nívia Maria de Paula Fernandes  
Co-orientadora: Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Alves de Oliveira

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais.**

RIO BRANCO - AC

2005

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da UFAC.

B574e	<p>BEZERRA-FRANÇA, Irineide Ferraz. <i>Estratégias de reprodução e dispersão de sementes de <b>Cordia alliodora</b> (Ruiz &amp; Pav.) Oken. e <b>Cordia trichotoma</b> (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae) no Vale do Acre/Brasil.</i> 114f. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Acre.</p> <p><b>Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Nívia Maria de Paula Fernandes</b> Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Maria Alves de Oliveira</p> <p>1. <i>Cordia alliodora</i> - 2. <i>Cordia trichotoma</i> - 3. Fenologia, 4. Morfologia - 5. Biologia floral - I. Título.</p> <p><b>CDU 581.16 (811.2)</b></p>
-------	--

**Sinopse:** Foram estudadas as estratégias de reprodução de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae) no Vale do Acre/Brasil. Na análise da fenologia foram avaliados parâmetros endógenos e exógenos. Foram descritas e ilustradas as estruturas de reprodução. Nas avaliações de biologia floral foi definido o comportamento da flor das duas espécies e de seus polinizadores. Foram acrescentadas informações sobre as estratégias de dispersão de sementes das duas espécies.

**Palavras-chaves:** 1. *Cordia alliodora* - 2. *Cordia trichotoma*,  
3. Fenologia - 4. Morfologia - 5. Biologia floral -  
6. Polinização - 7. Dispersão de sementes.

**Key Words:** 1. *Cordia alliodora* - 2. *Cordia trichotoma* -  
3. Phenology - 4. Morphology - 5. Floral Biology -  
6. Pollination - 7. Seed dispersion.

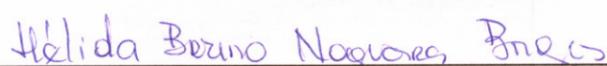
IRINEIDE FERRAZ BEZERRA FRANÇA

**ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO E DISPERSÃO DE SEMENTES DE *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. E *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (BORAGINACEAE) NO VALE DO ACRE/BRASIL**

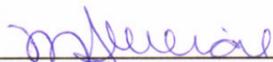
Seminário Público apresentado em: 7 de dezembro de 2005.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Nívia Maria de Paula Fernandes  
Co-orientadora: Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Alves de Oliveira

**Banca Examinadora:**



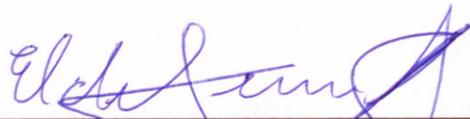
Dr<sup>a</sup> Hélida Bruno Nogueira Borges  
Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT



Dr<sup>a</sup> Marilene de Campos Almeida  
Universidade Federal do Acre - UFAC



Dr. Marcos Silveira  
Universidade Federal do Acre - UFAC



Dr. Elder Ferreira Morato  
Universidade Federal do Acre - UFAC

À Toda a Minha Família:  
Meus Pais, Meus Avós, Tios, Tias,  
Meus Irmãos e Sobrinhos, em Especial  
Aos Meus Tios Pedro de Albuquerque Ferraz  
E Leunice Ferraz que Sempre Me Ajudaram e  
Acreditaram em Meu Potencial Desde Cedo.

Aos Irmãos em Cristo, que  
Intercedam Por Mim em Orações à Deus.

Ao Marcelino Freitas França,  
E em Especial à Minha Filha  
**Ingrid Bezerra França**, que  
Veio ao Mundo Durante o Mestrado  
E, Desde Então, Enche a Minha Vida  
De Alegrias,

Dedico.

*Bem-aventurado  
o homem que não anda  
segundo o conselho dos ímpios,  
nem se detém no caminho dos pecadores,  
nem se assenta na roda dos escarnecedores.  
Antes, tem o seu prazer na lei do Senhor,  
e na sua lei medita de dia e de noite.  
Pois será como a árvore plantada  
junto a ribeiros de águas,  
a qual dá o seu  
**fruto na  
estação  
própria,  
e cujas  
folhas  
não  
caem,  
e tudo  
quanto  
fizer pros-  
perará. Sl 1:1-3***

## AGRADECIMENTOS

Impossível agradecer aqui a todos aqueles que conviveram comigo e colaboraram para a concretização deste trabalho, contudo, dentre as pessoas e instituições que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do mesmo, desejo agradecer:

Em especial à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. **Nívia Maria de Paula Fernandes**, amiga e grande pesquisadora, meu agradecimento pela orientação, dedicação e apoio constantes que muito contribuíram para a minha formação científica, pelos incentivos e grande entusiasmo que me enriqueceram como pessoa e como profissional.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. **Ana Maria Alves de Oliveira** pela dedicada e valiosa co-orientação, amizade e inestimável ajuda em vários momentos na minha vida acadêmica.

À Prof.<sup>a</sup> **Gorette M.<sup>a</sup>. L. de B. Braga** por me iniciar na vida científica e pela amizade.

À **Universidade Federal do Acre** por possibilitar a realização da pós-graduação.

À **Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação** da UFAC e suas **Coordenações de Apoio à Pesquisa** e de **Pós-Graduação** pelas oportunidades oferecidas.

Ao **Parque Zoobotânico** pelo apoio logístico e a todos os seus funcionários, estagiários e bolsistas, principalmente ao Sr. **Írio Rivero** que tem me ajudado desde a Iniciação Científica, como também aos funcionários do Laboratório de sementes: Marilene, Plínio, Firmino, Geraldinho e Ferraz.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES**, pela bolsa concedida durante o curso.

Ao Coordenador do Programa de Pós-Graduação, prof. Dr. **Marcos Silveira** pelo incentivo e apoio constantes.

À Me. **Vilma M.<sup>a</sup> Bessa**, secretária do PPG-EMRN, e ao seu filho **Tales Bessa**, pela amizade e grande ajuda.

Aos professores do Departamento de Ciências da Natureza e do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais (PPG-

EMRN), pelos incentivos, oportunidade de convivência e aprendizagem que proporcionaram meu amadurecimento científico.

Aos Senhores **Edilson Consuelo** e **Evaldo Consuelo**, proprietários da colocação Nova Olinda, Município de Bujari, pela permissão do uso das dependências de suas propriedades para a coleta dos dados e por me acompanharem em todas as coletas como botânicos práticos.

Ao marceneiro **Marcelino Freitas França**, por confeccionar a plataforma de madeira e por montá-la e desmontá-la sempre que necessário.

Ao pesquisador **Eduardo Loureiro Paschoalini** e Prof. Me. **Marco Antonio de Oliveira**, pela identificação dos insetos.

Ao Prof. Dr. **Elder Ferreira Morato**, pela identificação de alguns insetos e pela valiosa contribuição na análise estatística deste trabalho.

Aos professores Drs. **Lisandro Juno Soares Vieira**, **Marcos Silveira**, **Jacó César Piccoli**, **Nívia Maria de Paula Fernandes** e **Cleber Ibrain Salimon** e às amigas Me. **Neuza Terezinha Boufleur** e **Cristina Lacerda**, bem como, ao **Pedro de Albuquerque Ferraz**, **José de Ribamar** e **Nilson Brilhante** pela colaboração na confecção das belíssimas fotos.

Ao Prof. Dr. **Vicente da Cruz Cerqueira** pela inestimável ajuda com as traduções.

Ao Prof. Dr. **Alejandro Fonceca** pelo fornecimento dos dados meteorológicos.

À bióloga **Mônica Julissa de Los Rios Maldonado** confecção da figura referente às áreas de estudos.

Às biólogas e amigas **Cristiane**, **Diana** e **Renata**, pelas coletas dos dados quando estive impossibilitada de coletá-los.

Ao biólogo **Elivan Sousa Dias**, pela ajuda com as mensurações dos grãos de pólen.

Aos Colegas de pós-graduação **Carlos**, **Diogo**, **Emerson**, **Flávio**, **Júlio**, **Marconde**, **Mônica**, **Rodrigo**, **Rosano**, **Waldemir**, e em especial, à **Cydia**, **Meri** e **Solange**, pelo convívio, companheirismo e alegria em tê-los como incentivadores constantes, o meu muito obrigada.

Um agradecimento especial à bióloga **Claudenir Maria Ferreira da Rocha**, pela amizade sincera e pela indescritível ajuda em tantos momentos.

Desejo os maiores agradecimentos aos principais responsáveis pela minha realização, como cidadã e profissional, e pela concretização de mais um objetivo, aos meus pais, **Francisca Albuquerque Bezerra** e **Francisco Gomes Bezerra** (*in memoriam*), pela ajuda e apoio constantes.

À **Deus**, por ter colocado pessoas maravilhosas e diversas situações durante o mestrado que auxiliaram no meu crescimento pessoal e profissional, e por mais um ideal alcançado.

## ÍNDICE

DEDICATÓRIA	v
EPÍGRAFE	vi
AGRADECIMENTOS	vii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I - Introdução geral	1
Referências Bibliográficas	2
CAPÍTULO II - Revisão Bibliográfica	4
1 Caracterização geral do gênero <i>Cordia</i>	4
2 Distribuição e caracterização das espécies em estudo	5
3 Biologia Reprodutiva	11
4 Referências Bibliográficas	14
CAPÍTULO III - Fenologia de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. e <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud., (Boraginaceae) em três ambientes do vale do Acre/Brasil	
Resumo	20
Abstract	20
1 Introdução	21
2 Material e Métodos	22
3 Resultados e Discussão	26
3.1 Floração	30
3.2 Frutificação	41
3.3 Mudança Foliar	44
3.4 Correlação entre as fenofases reprodutiva e vegetativa e as variáveis climáticas	45
4 Referências Bibliográficas	53
CAPÍTULO IV - Morfologia das estruturas de reprodução, de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. e <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae)	
Resumo	59

Abstract	59
1 Introdução	60
2 Material e Métodos	60
3 Resultados	61
3.1 Morfologia das estruturas de reprodução de <i>Cordia alliodora</i>	62
3.2 Morfologia das estruturas de reprodução de <i>Cordia trichotoma</i>	65
3.3 Morfometria das estruturas de reprodução de <i>Cordia alliodora</i> e <i>Cordia trichotoma</i>	71
4 Discussão e Conclusões	73
5 Referências Bibliográficas	83
CAPÍTULO V - Biologia floral e dispersão de sementes de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. e <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae) no vale do Acre/Brasil	
Resumo	86
Abstract	86
1 Introdução	87
2 Material e Métodos	88
3 Resultados	90
3.1 Biologia floral de <i>Cordia alliodora</i>	90
3.1.1 Comportamento das flores	90
3.1.2 Comportamento dos visitantes	92
3.2 Biologia floral de <i>Cordia trichotoma</i>	95
3.2.1 Comportamento das flores	95
3.2.2 Comportamento dos visitantes	98
3.3 Dispersão de sementes de <i>Cordia alliodora</i> e <i>Cordia trichotoma</i>	100
4 Discussão e Conclusões	103
5 Referências Bibliográficas	110

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO III

- Figura 1** Áreas dos estudos fenológicos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no Vale do Acre/Brasil. 23
- Figura 2** Variações de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação do Vale do Acre/Brasil. 26
- Figura 3** Indivíduo de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., florescendo juntamente com indivíduos de *Erythrina verna* Velloso, em área de floresta secundária do Vale do Acre. 29
- Figura 4** Colonização dos indivíduos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., em área aberta do Vale do Acre. 29
- Figura 5** Fenograma de floração de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 31
- Figura 6** Fenograma de floração de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à umidade relativa do ar e temperatura. 32
- Figura 7** Indivíduo de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., apresentando assincronia de copa. 36
- Figura 8** Copa de um indivíduo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., apresentando assincronia. 37
- Figura 9** Fenograma de frutificação de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 42
- Figura 10** Fenograma de frutificação de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 43
- Figura 11** Fenograma de mudança foliar de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 46
- Figura 12** Fenograma de mudança foliar de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 47

- Figura 13** Fenograma de picos de flores, frutos maduros e desfolhamento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 50
- Figura 14** Fenograma de picos de flores, frutos maduros e desfolhamento de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 51

#### CAPÍTULO IV

- Figura 1** Ápice do ramo de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. 63
- Figura 2** Inflorescências terminais de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.. 63
- Figura 3** Verticilos florais protetores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.. 64
- Figura 4** Verticilos reprodutivos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.. 64
- Figura 5** Aspecto geral da infrutescência de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., com frutos em diferentes estágios de desenvolvimento. 66
- Figura 6** Fruto maduros de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., sem a corola persistente. 66
- Figura 7** Ápice do ramo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., com domácea. 67
- Figura 8** Inflorescências terminais de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 67
- Figura 9** Inflorescências de dois indivíduos de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. apresentando heteromorfia do tipo distílica. 69
- Figura 10** Flores de dois indivíduos de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 70
- Figura 11** Infrutescências de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 72
- Figura 12** Frutos maduros de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 72
- Figura 13** Agrupamento das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e dos morfos florais brevistilo e longistilo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., de acordo com suas dissimilaridades. 75

<b>Figura 14</b>	Dendrograma de similaridade das flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. e dos morfos florais brevistilo e longistilo de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.,	76
<b>Figura 15</b>	Infrutescências de segunda ordem de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud. e <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken..	79
<b>Figura 16</b>	Diferença entre as flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. e <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud..	80

## CAPÍTULO V

<b>Figura 1</b>	<i>Apis mellifera</i> Lineu visitando as flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken..	93
<b>Figura 2</b>	<i>Ordinia obesa</i> Fabricius visitando as flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken..	94
<b>Figura 3</b>	<i>Copestylum</i> sp. visitando as flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken..	96
<b>Figura 4</b>	Flores brevistilas (menores) e longistilas (maiores) de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud. submetidas ao teste com o hidróxido de amônio.	97
<b>Figura 5</b>	<i>Tetragonisca weyrauchi</i> Schwarz com grande quantidade de grãos de pólen de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud., nas corbículas.	99
<b>Figura 6</b>	<i>Ordinia obesa</i> Fabricius visitando as flores de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud..	101
<b>Figura 7</b>	<i>Palpada obsoleta</i> Wiedemann visitando as flores de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud..	102

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO III

- Figura 1** Áreas dos estudos fenológicos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no Vale do Acre/Brasil. 23
- Figura 2** Variações de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação do Vale do Acre/Brasil. 26
- Figura 3** Indivíduo de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., florescendo juntamente com indivíduos de *Erythrina verna* Velloso, em área de floresta secundária do Vale do Acre. 29
- Figura 4** Colonização dos indivíduos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., em área aberta do Vale do Acre. 29
- Figura 5** Fenograma de floração de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 31
- Figura 6** Fenograma de floração de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à umidade relativa do ar e temperatura. 32
- Figura 7** Indivíduo de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., apresentando assincronia de copa. 36
- Figura 8** Copa de um indivíduo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., apresentando assincronia. 37
- Figura 9** Fenograma de frutificação de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 42
- Figura 10** Fenograma de frutificação de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 43
- Figura 11** Fenograma de mudança foliar de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 46
- Figura 12** Fenograma de mudança foliar de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 47

- Figura 13** Fenograma de picos de flores, frutos maduros e desfolhamento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 50
- Figura 14** Fenograma de picos de flores, frutos maduros e desfolhamento de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. 51

#### CAPÍTULO IV

- Figura 1** Ápice do ramo de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. 63
- Figura 2** Inflorescências terminais de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.. 63
- Figura 3** Verticilos florais protetores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.. 64
- Figura 4** Verticilos reprodutivos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.. 64
- Figura 5** Aspecto geral da infrutescência de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., com frutos em diferentes estágios de desenvolvimento. 66
- Figura 6** Fruto maduros de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., sem a corola persistente. 66
- Figura 7** Ápice do ramo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., com domácea. 67
- Figura 8** Inflorescências terminais de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 67
- Figura 9** Inflorescências de dois indivíduos de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. apresentando heteromorfia do tipo distílica. 69
- Figura 10** Flores de dois indivíduos de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 70
- Figura 11** Infrutescências de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 72
- Figura 12** Frutos maduros de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 72
- Figura 13** Agrupamento das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e dos morfos florais brevistilo e longistilo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., de acordo com suas dissimilaridades. 75

<b>Figura 14</b>	Dendrograma de similaridade das flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. e dos morfos florais brevistilo e longistilo de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.,	76
<b>Figura 15</b>	Infrutescências de segunda ordem de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud. e <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken..	79
<b>Figura 16</b>	Diferença entre as flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. e <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud..	80

## CAPÍTULO V

<b>Figura 1</b>	<i>Apis mellifera</i> Lineu visitando as flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken..	93
<b>Figura 2</b>	<i>Ordinia obesa</i> Fabricius visitando as flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken..	94
<b>Figura 3</b>	<i>Copestylum</i> sp. visitando as flores de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken..	96
<b>Figura 4</b>	Flores brevistilas (menores) e longistilas (maiores) de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud. submetidas ao teste com o hidróxido de amônio.	97
<b>Figura 5</b>	<i>Tetragonisca weyrauchi</i> Schwarz com grande quantidade de grãos de pólen de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud., nas corbículas.	99
<b>Figura 6</b>	<i>Ordinia obesa</i> Fabricius visitando as flores de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud..	101
<b>Figura 7</b>	<i>Palpada obsoleta</i> Wiedemann visitando as flores de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud..	102

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO III

- Tabela 1** Freqüência absoluta dos indivíduos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., avaliados por áreas de estudo, nos períodos de 1998-1999 e 2003-2004, no Vale do Acre/Brasil. 24
- Tabela 2** Freqüência relativa de indivíduos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., manifestando os eventos fenológicos, no Vale do Acre/Brasil, nos períodos de 1998 a 1999 e 2003 a 2004. 49
- Tabela 3** Freqüência relativa de indivíduos de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., manifestando os eventos fenológicos no Vale do Acre/Brasil, nos períodos de 1998 a 1999 e 2003 a 2004. 49

### CAPÍTULO IV

- Tabela 1** Média, desvio padrão e amplitude de variação dos grãos de pólen da flor de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. e das flores brevistilas e longistilas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 73
- Tabela 2** Média, desvio padrão e amplitude de variação de 11 variáveis morfométricas das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken.. 73
- Tabela 3** Média, desvio padrão e amplitude de variação de variáveis de 11 variáveis morfométricas das flores brevistilas e longistilas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. 74
- Tabela 4** Média, desvio padrão e amplitude de variação do gineceu das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. e das flores brevistilas e longistilas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. 74
- Tabela 5** Valores das correlações canônicas de 11 variáveis morfométricas das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. e dos morfos florais brevistilo e longistilo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., nas duas raízes geradas. 75

## RESUMO

Este trabalho apresenta informações fenológicas, morfológicas e de biologia floral de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., duas espécies florestais, da família Boraginaceae no Vale do Acre, em duas áreas no município de Rio Branco - uma aberta e outra de floresta secundária, e a terceira no município de Bujari - área de floresta densa. Foram realizados estudos da biologia floral e dispersão de sementes nas áreas de Rio Branco, no período de 2003 a 2005, e de fenologia nas três áreas, em duas etapas, 1998-1999 e 2003-2004; foram avaliados o comportamento da flor de cada espécie, e dos visitantes; as estratégias de polinização, de produção e dispersão de sementes; as fenofases de floração, frutificação e mudança foliar. Na fenofase vegetativa avaliou-se a perenifolia ou caducifolia; e nas fenofases reprodutivas, a anualidade ou supranualidade, sazonalidade ou irregularidade, sincronismo ou assincronismo, e período e pico de cada fenofase. Definiu-se, ainda, a ação de interferências endógenas e exógenas sobre a fenologia das duas espécies. As inflorescências das duas espécies são vistosas e terminais, muito semelhantes entre si, mas diferem principalmente no número e tamanho das flores por cimeira e são habitadas por diferentes espécies de formigas. As flores de *Cordia alliodora* não apresentam dimorfismo e as de *Cordia trichotoma* apresentam heteromorfia do tipo distílica. As espécies apresentam floração anual de maio a agosto com sazonalidade relacionada à estação seca, tendo *C. alliodora* seu pico de floração em julho, e frutificação de julho a setembro; e *C. trichotoma*, seu pico de floração em agosto, com frutificação de agosto a outubro; e apresentam, também, caducifolia no período de maturação dos frutos; sincronia das fenofases reprodutivas e vegetativa, controlada por fatores endógenos; assincronia de copa, induzida por fatores exógenos. A antese de *C. alliodora* é crepuscular vespertina, ocorrendo entre 17:00 h e 18:00 h; e a de *C. trichotoma* é noturna, ocorrendo entre 18:00 h e 20:00 h. O reconhecimento da flor pelos insetos visitantes se faz pelo estímulo olfativo e pela morfologia das estruturas de reprodução. Embora elas apresentem características morfológicas e comportamentais para polinização por dípteros, foram classificadas como generalistas, pois têm como polinizador efetivo uma mosca, *Ordinia obesa* Fabricius e como polinizadores eventuais himenópteros (*Tetragonisca weyrauchi* Schwartz e *Tetragona* sp.), além de outros dípteros (*Palpada obsoleta* Wiedemann e *Palpada* sp.). Os frutos de *C. alliodora* e *C. trichotoma* são pequenos, do tipo núcula, com cálice e corola persistentes, funcionando como hélice que auxilia na sua dispersão pelo vento.

## ABSTRACT

This work presents phenological, morphological and floral biology information on *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. and *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., two species of the Boraginaceae family, in three different areas in the Valley of Acre, being two of them in the district of Rio Branco - an open area and a secondary forest area, and the third one in the district of Bujari - a predominantly dense forest area. Studies were conducted on floral biology and seed dispersion in the Rio Branco area in the period from 2003 to 2005, and phenology evaluations in all three areas in two periods, from 1998 to 1999 and from 2003 to 2005. Other elements evaluated were the behavior of the flowers of each one species and of their visitors; the strategies of pollination, of seed production and dispersion; the phenophases of flowering, fruiting and defoliation. The analysis of the vegetative phenophase included evergreen or deciduousness; as to the reproductive phenophases, the aspects considered were annual or supra-annual periodicity, seasonal patterns, synchronism or a-synchronism, and their period of peak. The effects of endogenous and exogenous interferences on the two species were determined. It was observed that the inflorescences of the two species were showy and terminal, very similar to one another, but dissimilar as to the number and size of flowers per cymes and the ant species that inhabit them. The flowers of *Cordia alliodora* do not present dimorphism, and those of *Cordia trichotoma* present distylous heteromorphism. The species exhibited annual flowering from May to August, seasonableness related to the dry season, with *Cordia alliodora* having its flowering peak in July and fruiting from July to September; and *Cordia trichotoma* having its flowering peak in August and fruiting from August to October; they also showed deciduousness in the period of fruit maturation; synchronism of reproductive and vegetative phenophases, controlled by endogenous factors; a-synchronism of crown induced by exogenous factors. The anthesis of *Cordia alliodora* is crepuscular vespertine, occurring between 17:00 h and 18:00 h; and that of *Cordia trichotoma* is nocturnal, occurring between 18:00 h and 20:00 h. Flower recognition by visiting insects was driven by olfactive stimuli as well as by morphology of the reproductive structures. Although they presented morphological and behavioral characteristics for pollination by dipterons, they were classified as generalist/general, for they had as effective pollinator a fly, *Ordinia obesa* Fabricius and as eventual pollinators hymenopters (*Tetragonisca weyrauchi* Schwartz and *Tetragona* sp.) and some other dipterons (*Palpada obsoleta* Wiedemann and *Palpada* sp.) The fruits of *C. alliodora* and *C. trichotoma* are small, nutlike, with persistent calyx and corolla which function as small helixes that help their dispersal by the wind.

## CAPÍTULO I

## 1 INTRODUÇÃO

A Região Amazônica, considerada a maior área verde do mundo, vem sofrendo grandes perturbações antrópicas evidenciadas principalmente pelo desmatamento irracional, que tem acarretado prejuízos irreparáveis, com implicações para a qualidade de vida da humanidade, interferindo, inclusive, nas mudanças climáticas globais (Fearnside, 2000).

O manejo das espécies florestais, que poderia garantir o uso sustentável da floresta viabilizando a economia local sem exaurir seus recursos naturais, tem sido comprometido pela carência de informações sobre o comportamento biológico dessas espécies.

De acordo com Spironello et al. (2003), há necessidade de maiores investimentos em pesquisas sobre biologia básica, principalmente, com respeito aos conhecimentos de padrões de floração e frutificação das espécies florestais em nível regional, envolvendo, ainda, estudos sobre sistema reprodutivo, estratégias de polinização, quantificação do tempo de desenvolvimento, disponibilidade de frutos e estimativa de produção, predação e dispersão de suas sementes.

As variações no comportamento reprodutivo das espécies vegetais, na natureza, seja florescimento, polinização, frutificação ou dispersão de sementes, refletem-se nos cruzamentos que virão a acontecer e no tipo de progênie que irá ser formada. Espécies que florescem simultaneamente em um mesmo espaço geográfico podem compartilhar genes entre si. Modificações que ocorrem periodicamente ou que sejam duradouras nesses padrões, afetam a troca de genes e a estrutura dessas populações (Piña-Rodrigues e Piratelli, 1993).

*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., freijó preto e freijó cinza, respectivamente, são espécies de interesse econômico para o estado do Acre. Muito próximas em suas características morfológicas, estas espécies ocupam ambientes de floresta densa e secundária. Embora alguns aspectos da biologia reprodutiva do gênero *Cordia* já sejam conhecidos, se faz necessário avaliar aqueles relacionados com respostas às condições ambientais de cada região de ocorrência (Ferraz et al., 1999; Machado & Loiola, 2000).

Informações sobre a fenologia das duas espécies, geradas ao longo de dois anos (1998-1999) estão contidas no Banco de Dados do Projeto Avaliações Biológicas de Espécies Florestais de Interesse Ecológico e Econômico da Amazônia, do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre (Bezerra et al., 1999). Como essas informações necessitavam de sistematização, no presente trabalho, além de atender a este objetivo, efetuou-se novas coletas de dados fenológicos em áreas distintas de ocorrência das duas espécies, oferecendo elementos sobre suas fenofases reprodutivas, juntamente com elementos da fenofase vegetativa, que de forma indireta relaciona-se com a reprodução.

Como a morfologia, de suas flores e frutos, é muito semelhante, neste estudo, procurou-se definir se esta influencia no comportamento reprodutivo de *C. alliodora* e *C. trichotoma*, com relação a suas estratégias de polinização e dispersão de sementes.

## **2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BEZERRA, I. F.; OLIVEIRA, A. M. A.; FERNANDES, N. M. P. Estudos fenológicos de três espécies arbóreas: *Hevea brasiliensis* M. Arg. (seringueira), *Cordia goeldiana* Huber (freijó-branco) e *Cordia alliodora* R. F. Chaw (freijó-preto). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.,1999, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Universidade Federal do Acre, p. 83, 1999.

FEARNSIDE, P. M. O Potencial do setor florestal brasileiro para a mitigação do efeito estufa sob o “mecanismo de desenvolvimento limpo” do Protocolo de Kyoto. p. 59-74. In: MOREIRA, A. G.; SCHWARTZMAN, S. (Eds.). As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros, Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. 2000. 165 p.

FERRAZ, D. K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L. M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999.

MACHADO, I. C.; LOIOLA, M. I. Fly pollination and pollinator sharing in two synchronopatric species: *Cordia multispicata* (Boraginaceae) and *Borreria alata* (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 305-311, 2000.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: sementes florestais tropicais. ABRATES, 1993.

SPIRONELLO, W. R.; SAMPAIO, P. T. B.; VIEIRA, G.; BARBOSA, A. P. Ecologia reprodutiva do Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke, Lauraceae) em uma mata de terra firme na Amazônia Central. In: HIGUCHI, N. et al. (Org.). **Projeto Jacaranda fase II: Pesquisas florestais na Amazônia Central**, Manaus: INPA, p. 69-87, 2003.

## CAPÍTULO II

## 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Caracterização geral do gênero *Cordia*

O gênero *Cordia* L. (Família Boraginaceae) tem aproximadamente 300 espécies, que variam de ervas a árvores de grande tamanho, com troncos suberosos de casca fissurada ou lisa. Os ramos mais próximos ao tronco apresentam distribuição verticilada e os mais distantes, bifurcada, com ou sem folha na base. As folhas em geral são alternas, raramente subpostas, simples, pecioladas ou sésseis, podendo ser glabras e brilhantes ou apresentar tricomas simples, ocasionalmente estrelados. As inflorescências são cimosas, dicótomas, axilares ou terminais. As flores variam de pequenas a grandes, geralmente brancas, bissexuais, às vezes funcionalmente unissexuais, podendo apresentar heterostilia para algumas espécies, em geral, são mais ou menos sésseis. O cálice é tubular ou acampanado, liso ou estriado longitudinalmente com três a cinco sépalas unidas, pubescentes, acrescentes; a corola é infundibuliforme ou rotácea com quatro a cinco (quinze) lóbulos unidos, variando de pequena (4 mm) a grande (7 cm), esbranquiçada ou às vezes avermelhada. O androceu apresenta tantos estames quanto lóbulos da corola, que podem ser reduzidos e não funcionais, surgindo da parte tubular da corola. O ovário é bi-carpelar com quatro lóbulos e quatro óvulos, sendo que geralmente apenas um se desenvolve. O estilete é delgado, duas vezes bifurcado, terminando em estigmas tetra-clavados ou capitados. Os frutos são essencialmente drupáceos, geralmente com uma semente, e às vezes o cálice pode ser persistente, sem que, entretanto, sofra modificações ou aumento de tamanho (Liegel e Stead, 1990; Ribeiro et al., 1999; Barroso et al., 2002; Lorenzi, 2002a e b).

O gênero apresenta ampla distribuição em áreas tropicais e subtropicais, das Américas Central e do Sul, África, Oriente Médio e Ásia (Ribeiro et al., 1999).

Rizzini (1990) relacionou quatro espécies de cordia para o Brasil: *Cordia latiloba* Johnst., *Cordia goeldiana* Huber, *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab., informando que as duas primeiras apresentam folhas glabras e as duas últimas, folhas providas de pêlos estrelados. Acrescentou, ainda, que *C. alliodora* apresenta flores menores que *C. trichotoma*.

Lorenzi (2002a e b) referenciou sete espécies de *Cordia* ocorrentes no Brasil: *Cordia eucalyculata* Vell. (Nordeste ao sul do país); *Cordia glabrata* (Mart.) DC. (Piauí, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso); *C. goeldiana* (Região Amazônica); *Cordia sellowiana* Cham. (todo o país); *Cordia superba* Cham. (Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo); *C. trichotoma* (Ceará até o Rio Grande do Sul); *C. alliodora* (Amazônia Ocidental, Maranhão e Mato Grosso do Sul).

Ribeiro et al. (1999) relacionou quatro morfo espécies e sete espécies de *Cordia* para a flora da Reserva Ducke, na Amazônia Central: *Cordia nodosa* Lam., *Cordia exalata* Lam., *Cordia panicularis* Rudg., *C. goeldiana*, *Cordia falax* Johnst., *Cordia naidophylla* Johnst., *Cordia hirta* Johnst.. Os autores caracterizaram as espécies pela presença de domáceas e pelas folhas, destacando a presença de pilosidade, nervura, forma e ápice, como características determinantes.

Economicamente, as espécies do gênero têm uso principalmente ornamental (espécies herbáceas) e madeireiro (espécies arbóreas) (Ribeiro et al., 1999).

## **1.2 Distribuição e caracterização das espécies em estudo**

### ***Cordia alliodora***

**Sinonímia:**

*Cordia andira* Chodat.; *Cordia goudoti* Chodat.; *Cordia macrantha* Chodat.;  
*Cordia gerascanthus* Jacq.; *Cordia cerdana* (Ruiz & Pav.) Roenm. & Schult.;  
*Cordia velutina* Mart.; *Cordia frondosa* Scholt; *Cerdana alliodora* Ruiz et Pav.;  
*Lithocardium alliodora* (Ruiz & Pav.) Kuntze (CATIE, 2000; Lorenzi, 2002b).

**Nomes vernaculares:**

No Brasil, a espécie é conhecida como freijó-preto (AC), árvore-de-alho e capa preta; em outras localidades de sua ocorrência na América Central e do Sul, laurel, pajarito, pajarito preto, amapá, amapá preto, amapá boba, bojón branco, bojón prieto (Naturgeschichte, 2005; Lorenzi, 2002b).

**Distribuição:**

A espécie *C. alliodora* é a mais amplamente distribuída do gênero. Cresce do México à Argentina e ocorre em uma grande variedade de ambientes, com clima, solo e relevo diferentes. Pode ser encontrada colonizando áreas no nível do mar até àquelas com 2000 m de altitude. Entretanto, é adaptada preferencialmente à floresta tropical úmida, com precipitação anual de 2000 mm, ou mais, e temperatura média acima de 23 °C, podendo ocorrer também em áreas secas com menos de 1000 mm/ano (Ligel e Stead, 1990; CATIE, 2000).

Segundo Hummel (2001), os indivíduos da espécie em seu desenvolvimento são intolerantes à sombra.

**Características:**

Árvore caducifólia, com tronco retilíneo, apresentando entre 7 a 25 m de altura, 60 a 90 cm de diâmetro, com copa estreita e aberta. Folhas alternas simples, verde amarelada, que exalam um odor de alho esmagado, o que determinou seu nome botânico. Apresentam lâminas com 4,5 a 17 cm de comprimento e com 2 a 5 cm de largura. As flores são dispostas em

inflorescências compostas do tipo panículas terminais, vistosas, com 5 a 15 cm de comprimento. Flores actinomorfas de 1,2 a 1,5 cm de comprimento. Cálice cilíndrico com reforços proeminentes longitudinais. Corola branca com lóbulos oblongos persistentes, com 5 a 7 mm. Possui cinco estames brancos exetos, que se projetam bem acima do estigma duplamente bifurcado (Ligel e Stead, 1990; Lorenzi, 2002b).

Quanto à polinização da espécie, Johnson (1972), sugeriu que esta ocorre pelo vento, por lepidópteros e possivelmente por abelhas. Opler et al. (1975) afirmaram que os polinizadores são mariposas noturnas, mas também sugeriu que as abelhas seriam os polinizadores mais prováveis. Chavarría et al. (1998) informaram que as flores de *C. alliodora* apresentam odor intenso e que são polinizadas por mariposas noturnas, abelhas e borboletas diurnas.

O fruto da espécie é descrito como sendo drupa elipsóide (Lorenzi, 2002b). Naturgeschichte (2005), descreveu como nucelas, 2 a 3 cm de diâmetro por 3 a 4 cm de comprimento, com todas as partes florais persistentes, as pétalas, convertem-se em alas de cor café claro. Sementes com 4 a 13 mm de diâmetro e 4 a 9 mm de comprimento, uma por fruto.

Ligel e Stead (1990), em um levantamento acurado sobre o comportamento fenológico da espécie ao longo de suas áreas de distribuição, verificaram que a fenologia de *C. alliodora* variou consideravelmente ao longo de sua distribuição. Na América Central, a floração ocorre de fevereiro a março, podendo estender-se até maio, na Costa Rica. Em Porto Rico, onde não existe uma estação seca e uma chuvosa marcantes, o florescimento da espécie ocorre em qualquer estação. Na Colômbia e no Equador, podem ser encontrados indivíduos da espécie florescendo ao longo de todo o ano, só que atendendo a duas condições de altitude e umidade distintas: (a) em áreas úmidas e elevadas, a espécie floresce

precocemente; (b) em áreas secas e baixas os indivíduos da espécie florescem tardiamente, entre julho e agosto.

Segundo Ligel e Stead (1990) a frutificação ocorre entre um a dois meses após a floração, e, na América Central esta fenofase é freqüente entre abril e maio. Registraram que algumas “sementes” podem persistir nas árvores por algumas semanas. Afirmaram, ainda, que a dispersão dos frutos de *C. alliodora* ocorre pelo vento, em que a corola persistente age como um pára-quedas para a semente.

**Importância:**

As folhas e sementes têm propriedades medicinais, entretanto a espécie é mais conhecida como ornamental e madeireira. Sua madeira é forte, fácil de trabalhar e muito resistente. É empregada na construção civil, para confecção de remos e barcos, móveis e para tornearia. No contexto ecológico é definida como secundária com capacidade de colonizar pastos. É recomendada para a composição de reflorestamentos destinados à recuperação ou enriquecimentos da vegetação de áreas degradadas (CATIE, 2000; Lorenzi, 2002b).

Hummel (2001) revelou que a espécie é muito usada em sistemas agroflorestais mistos ou de monocultura, de países da América Central e do Sul, pelo crescimento rápido que seus indivíduos apresentam em áreas abertas, pelo formato cônico de suas copas e pela qualidade da madeira de uso múltiplo.

Para o processo de comercialização de sementes da espécie é possível tomar por base a informação do CATIE (2000) que traz duas referências: Costa Rica 80.000 a 115.000 sementes/kg e Colômbia 20.000 a 60.000 sementes/kg. Segundo Ligel e Stead (1990) cada indivíduo de *C. alliodora* produz de 2 a 8 kg de sementes.

## ***Cordia trichotoma***

### **Sinonímia:**

*Cordia excelsa* A. DC., *Cordia chamissoniana* Steud., *Cordia hypoleuca* DC., *Cordia asterophora* Mart. ex Fresen., *Cordia hassleriana* Chodat; *Cordia frondosa* Schott e *Cordia tomentosa* Cham, *Cordia allidora* var. *tomentosa* (Carvalho, 1994, Lorenzi, 2002a, Rizzini, 1990).

### **Nomes vernaculares:**

No Brasil é conhecida como freijó cinza (AC), frei-jorge, freijó, louro-pardo, louro, louro cabeludo, louro amarelo, louro-batata, louro-da-serra, louro do sul, peterebi, louro cascudo, cascudinho, louro mutamba, canela-batata, ajuí; em outras localidades de sua ocorrência na América do Sul, como peterevy, guajayvi, piquana blanca, ipê louro, louro pardo, laurel negro, laurel (Carvalho, 1994; Lorenzi, 2002a; Rizzini, 1990).

### **Distribuição:**

A espécie *C. trichotoma* é registrada apenas para alguns países da América do Sul: Equador, Bolívia, Brasil, Paraguai e Argentina. No Brasil, os registros da espécie estão concentrados entre o Ceará e o Rio Grande do Sul. A espécie também ocorre em uma grande variedade de ambientes, com relevo, solo e clima diferentes, incluindo vegetações mais secas, como o cerrado e espontaneamente nos pastos e em roças (Carvalho, 1994; Rizzini, 1990).

### **Características:**

Árvore caducifólia, com tronco retilíneo, com 20 a 30 m de altura e 30 a 90 cm de diâmetro; podendo ser pequena em sítios mais secos. Apresenta folhas subcoriáceas, com a face superior áspera e rica em pêlos estrelados ou quase glabra, e com a inferior tomentosa, com os mesmos pêlos e de coloração

marrom. São simples, alternas, espiraladas, com 7 a 17 cm de comprimento e 4 a 8 cm de largura.

A inflorescência é do tipo panícula terminal, com 15 a 20 cm, compacta, multiflora, branca durante a floração e castanha no curso da frutificação, devido às corolas marcescentes, que têm esta coloração. As flores tem cerca de 2 cm de comprimento; cálice tubuloso a infundibuliforme, multcostado, tomentoso; corola alva, glabra, mas com a fauce barbada, composta de 5 a 6 pétalas elítico-obovadas, medindo 7 a 10 mm de comprimento; estames 5, inseridos na fauce da corola (Carvalho, 1994; Lorenzi, 2002a; Rizzini, 1990; Scheeren et al., 2002).

O fruto, segundo Rizzini (1990), é uma “pequena drupa elipsóide, dura, cerca de 7 mm de comprimento, a ponta superior apresenta um disco (base do estilete) aplicado sobre ela, do centro do qual parte o estilete persistente, oculto no fundo do cálice marcescente. Tal conjunto é encimado pela corola persistente, de cor castanha, que lembra um perfeito pára-queda com 5 a 6 lacínias. O autor informa, que os frutos são dispersos a longa distância, pelo vento, de junho a julho.

Lorenzi (2002a) citou que os frutos amadurecem de julho a setembro. Carvalho (1994) mencionou que no Paraná, em dez sub-regiões, *C. trichotoma* floresce de dezembro a junho e frutifica de maio a setembro. Em Santa Catarina, o florescimento ocorre de janeiro a março e a frutificação de abril a maio. No Rio Grande do Sul, a espécie apresenta floração entre os meses de dezembro a abril e frutificação de abril a junho.

**Importância:**

Segundo Menezes et al. (2001), esta espécie é muito usada na medicina tradicional, como cicatrizante, antiinflamatório, anti-helmíntico, antimalárico, diurético e para infecção de urina. Rizzini (1990), salienta que a espécie, apresenta madeira durável, fácil de trabalhar (podendo até ser envergada), é

usada em marcenaria, na confecção de móveis, caixilhos, lambris, persianas, réguas, embarcações leves, envergaduras e hélices de acronaves e tonéis. Segundo este autor, as possibilidades comerciais são ilimitadas, todavia, é pouco utilizada pela escassez de árvores grandes, com exceção do sul da Bahia.

De acordo com Carvalho (1994), *C. trichotoma* apresenta madeira ideal para móveis de luxo e possui também potencial paisagístico, sendo recomendada para arborização de ruas e praças, bem como, para reflorestamento e recuperação de ambientes secos. Referencia, para interesses de reflorestamento, 20.000 a 45.000 sementes/kg da espécie.

### **1.3 Biologia Reprodutiva**

A fenologia pode contribuir para o conhecimento da dinâmica dos povoamentos, cooperando com o manejo florestal e com a racionalização dos produtos de interesse econômicos (Ramalho e Marangon, 1989).

Para Pires-O'Brien e O'Brien (1995), a fenologia desvenda padrões de floração e frutificação de populações naturais, permitindo sugerir que modelos fenológicos pontuais, como a alta sincronização, podem ser controlados geneticamente.

Araújo (1970) enfatizou que, ecologicamente, os fatores climáticos (temperatura, umidade, luz e vento) são, sem dúvida, mais importantes que os edáficos.

A fenologia das espécies é regulada pelas suas características endógenas associadas às variações do clima, que influenciam regulando a época, a intensidade, a duração e a periodicidade dos eventos fenológicos. Embora existam muitas dúvidas quanto a esses fatores que controlam a periodicidade nas regiões

tropicais, ao que tudo indica, a estação seca é o principal fator (Alvim, 1964; Richards, 1952 apud Araújo, 1970; Janzen, 1967; 1975 apud Ferraz, 1999).

Segundo Alencar et al. (1979) e Pires-O'Brien (1993), um maior número de espécies iniciam a floração e a frutificação no período seco e de maior insolação do ano. Mori et al. (1982) afirmaram que em matas tropicais, as espécies arbóreas tendem a florescer e perder folhas no período seco e a maturarem seus frutos entre o final da estação seca e início da chuvosa.

Para Venturieri e Silva (1997), a fenologia floral de uma espécie é parte integrante dos estudos de sua biologia reprodutiva. De acordo com Piratelli et al. (1998), a relação entre o modo de reprodução e o papel da planta no processo sucessional é uma ferramenta importante para os programas de manejo e recuperação de áreas degradadas.

A análise das estratégias de produção e dispersão de sementes, definidas como processos ecológicos estratégicos da comunidade florestal, tem grande importância no entendimento das variáveis envolvidas na organização de comunidades (Tavares e Sazima, 2003).

Vários autores mostraram a necessidade de relacionar as manifestações fenológicas das espécies com os polinizadores e dispersores, como forma de melhorar a compreensão das complexas comunidades florestais dos trópicos (Heithaus, 1974; Styles, 1975; Salas, 1973 apud Ramalho e Marangon, 1989).

Em estudos sobre a polinização de espécies nativas, têm-se demonstrado que muitas espécies tropicais apresentam polinização cruzada obrigatória, o que, necessariamente, significa que há uma dependência de polinização por animais, por estarem os indivíduos afastados por distância de 50 a várias centenas de metros (Janzen, 1980).

A interação planta-animal é fundamental na estruturação do ecossistema, sendo intensa em espécies arbóreas de florestas tropicais, com relação aos processos de polinização e dispersão de sementes (Kageyama e Gandara, 2000), em que a maioria das espécies é alógama (Bawa et al., 1985a), e o fluxo gênico, por pólen e sementes, é realizado principalmente por animais, predominando os insetos na polinização (Bawa et al., 1985b).

A dispersão de sementes influencia os padrões de recrutamento e interferem na estrutura e na dinâmica da comunidade, constituindo uma ferramenta útil para programas de manejo das espécies florestais (Kageyama et al., 1995). Raven et al. (2001) e Janzen (1998) relataram que existe um elevado grau de complexidade nos habitats tropicais, onde o próprio pericarpo, ou até parte do perianto da flor, podem constituir-se em estrutura acessória para a dispersão da semente (diásporo).

Pires-O'Brien e O'Brien (1995), enfatizaram a importância de estudos ecológicos de espécies vegetais relacionados à reprodução, como forma de compreender seus sistemas genéticos adaptativos e suas interações planta-animal na polinização e na dispersão de semente.

Segundo Janzen (1980), existem dois sistemas distintos de amadurecimento de frutos na floresta tropical: frutos com tempo de desenvolvimento curto com rápido fornecimento de sementes e aqueles com o tempo de desenvolvimento tão longo que a planta-mãe floresce durante a estação seca e seus diásporos são dispersos somente durante o próximo período de floração.

Um dos problemas que envolvem a obtenção de sementes de qualidade de espécies florestais nos trópicos relaciona-se ao desconhecimento das fenofases

de reprodução, principalmente da regularidade ou irregularidade da produção e dos picos de dispersão de sementes (Kageyama e Pinã-Rodrigues, 1993; Peters, 1996).

A reposição de espécies em áreas degradadas tem sido dificultada pela falta de fornecimento adequado de sementes (Magalhães e Alencar, 1979), que decorre do desconhecimento dos padrões fenológicos das espécies florestais, dos predadores de sementes e de suas estratégias de dispersão (Magalhães, 1982). Portanto, atualmente, o incentivo à proposta de realização de tais estudos permitirá obter maior conhecimento acerca da biologia das espécies e de suas interações com o ambiente, possibilitando a reposição adequada do material explorado nestas áreas, com representatividade da diversidade genética e evitando o estrangulamento de seus recursos, como as sementes, por exemplo.

A exploração desenfreada de algumas espécies, colocando-as em risco de extinção, revela a necessidade de um aprofundamento no conhecimento da sua biologia e ecologia, principalmente daquelas com potencial econômico.

## **2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 163-198, 1979.

ALVIM, P. T. Tree growth periodicity in tropical climates. In: ZIMMERMANN, M. H. (Ed.). *Formation of Wood in Forest Trees*, New York: Academic Press, p. 479-495, 1964.

ARAÚJO, V. C. Fenologia de Essências Florestais Amazônicas. **Boletim do INPA** - Pesquisas Florestais, Manaus: INPA, n. 4, 1970.

BARROSO, I. C. E.; OLIVEIRA, F.; BRANCO, L. H. Z.; KATO, E. T. M.; DIAS, T. G. O gênero *Cordia* L.: botânica, química e farmacologia. **Revista Lecta, Bragança Paulista**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 15-34, 2002.

BAWA, K. S.; PERRY, D. R.; BEACH, J. H. Reproductive Biology of Tropical Lowland Rain Forest Trees. I. Pollination systems. **American Journal of Botany**, v. 72, p. 331-345, 1985a.

BAWA, K. S.; PERRY, D. R.; GRAYUM, M. H.; COVILLE, R. E. Reproductive Biology of Tropical Lowland Rain Forest Trees. II. Sexual systems and incompatibility mechanism. **American Journal of Botany**, v. 72, p. 346-356, 1985b.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 1994. 640 p.

CATIE. Seed Leaflet. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken.. Costa Rica: **CATIE**, n. 25, 2000.

CHAVARRÍA, F. *Cordia alliodora* laurel (Boraginaceae). Species Home Pages, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. 1998. Disponível: <<http://www.acguanacaster.ac.c>>. Acesso em: 6 set. 2005.

FERRAZ, D. K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L. M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999.

HUMMEL, S. Una especie nativa en plantaciones: *Cordia alliodora*. Actualidad Forestal Tropical ITTO, Portland, v.11, n. 3, p.18, 2001. Disponível em: <[www.itto.or.jp/live/liveserver/128/tfu.2001.03\(18\).s.pdf](http://www.itto.or.jp/live/liveserver/128/tfu.2001.03(18).s.pdf)>. Acesso: 15 set. 2005.

JANZEN, D. H. **Conservation analysis of the Santa Elena property, Peninsula Santa Elena, northwestern Costa Rica**. Unpublished report to the Government of Costa Rica, 1998.129 p.

JANZEN, D. H. **Ecologia Vegetal nos Trópicos**. São Paulo: EDUSP, 1980. 79 p.

JOHNSON P.; MORALES, R. A review of *Cordia alliodora* (Ruiz and Pav.) Oken. **Turrialba**, v. 22, n. 2, p. 210-220, 1972.

KAGEYAMA, P. Y. **Conservação *in situ* de recursos genéticos de plantas**. Piracicaba: IPEF, n. 35, p. 7-37, 1987.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTILHO, C. A. R.; SOUZA, L. M. I.; GANDARA, F. B. Dispersão anemocórica de *Chorisia speciosa* St. Hil. (Bombacaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 1995, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: USP, p. 170, 1995.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Eds.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/FAPESP, p. 249-269, 2000.

KAGEYAMA, P. Y.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Fatores que afetam a produção de sementes. In: **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, p.19-46, 1993.

LIEGEL, L. H.; STEAD, J. W. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Capá prieto, laurel Boraginaceae Familia de las borrajas. Washington, DC: Department of Agriculture, Forest Service. p. 270-277. 1990. Disponível em: <[www.fs.fed.us/global/iitf/cordiaalliodora.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/cordiaalliodora.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4 ed. Nova Odessa: Plantarum, São Paulo 2002. 1 v. 368 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, São Paulo, 2002. 2 v. 368 p.

MAGALHÃES, L. M. S.; ALENCAR, J. C. Fenologia do Pau Rosa (*Aniba duckei* Kostermans), Lauraceae, em Floresta Primária na Amazônia Central. **Acta Botânica**, Manaus, v. 9, n. 2, p. 227-232, 1979.

MAGALHÃES, L. M. S. Produção de sementes de essências nativas em floresta primária na Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 12, n. 2, p. 257-262, 1982.

MENEZES, J. E. S. A.; LEMOS, T. L. G.; SILVEIRA, E. R.; BRAZ-FILHO, R.; PESSOA, O. D. L. Trichotomol, a new cadinenediol from *Cordia trichotoma*. **Journal of Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 12, n. 6, p.1-6, 2001.

MORI, S. A.; LISBOA, G.; KALLUNK, J. A. Fenologia de uma Mata Higrófila Sul-baiana. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v. 12, n. 4, p. 217-230, 1982.

NATURGESCHICHTE, A. *Cordia alliodora*. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. (1833). **Allgemeine Naturgeschichte**, v. 2, n. 2, p. 69-72. Disponível em: <[www.conabio.gob.mx/conocimiento/infoespecies/arboles/doctos/16-borag1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/infoespecies/arboles/doctos/16-borag1m.pdf)> Acesso em: 20 mai. 2005.

OPLER, P. A.; BAKER, H. G.; FRANKIE, G. W. Reproductive biology of some Costa Rican *Cordia* species (Boraginaceae). **Biotropica**, v. 7, n. 4, p. 234-247, 1975.

PETERS, C. M. **Aprovechamiento sostenible de recursos no Maderables en bosque húmedo tropical: un manual ecológico**. New York: Instituto de Botánica Económica del Jardín Botánico de New York, 1996. 49 p.

PIRATELLI, A. J.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; GANDARA, E. B.; SANTOS, E. M. G.; COSTA, L. G. S. Biologia da polinização de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) ADC. (Caricaceae) em mata residual do sudoeste brasileiro. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 58, p. 671-679, 1998.

PIRES-O'BRIEN, M. J. Phenology of tropical trees from Jarí, Lower Amazon. I. Phenology of eight Forest Community. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 67-85, 1993. (Série Botânica, 1).

PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. Fenologia Florestal In: Ecologia e Modelamento de Florestas Tropicais. Belém: FCAP, p. 303-356, 1995.

RAMALHO, R. S.; MARANGOM, L. C. Características fenológicas de *Melanoxylon brauna* Scott. em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG: SIF, v. 13, n. 2, p. 203-209, 1989.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS. C. A.; COSTA, M. A S.; BRITO, J. M.; SOUZA M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCOPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia central**. Manaus: INPA, 1999. 816 p.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de dendrologia brasileira**. São Paulo. Edgard Blücher, 1990. 296 p.

VENTURIERI, G. A., SILVA, M. B. Fenologia floral do cacau-jacaré (*Herrania mariaae*) - Sterculiaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 13, n. 1, p. 31-47, 1997.

SCHEEREN, L. W.; SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento do louro-pardo, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., na depressão central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 169-176, 2002.

TAVARES, A. C. M.; SAZIMA, M. Síndromes de polinização em uma área de cerrado na região de Itu, SP. In: CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 11. 2003, Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas: UNICAMP, 2003. Disponível em:  
<[www.prp.unicamp.br/pibic/xicongresso/cdrom/pdfN/611.pdf](http://www.prp.unicamp.br/pibic/xicongresso/cdrom/pdfN/611.pdf)>. Acesso em: 3 ago. 2004.

### **CAPÍTULO III**

**Fenologia de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., em três ambientes do Vale do Acre/Brasil**

**RESUMO** - O presente trabalho caracteriza o comportamento fenológico de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae), associando-o com fatores climáticos. As observações fenológicas foram desenvolvidas em três áreas do Vale do Acre: área aberta (9°57'S; 67°51'W), área de floresta secundária (9°57'S; 67°52'W) e área de floresta densa (68°06'S; 09°42'W). Os estudos ocorreram em duas etapas: 1998-1999 e 2003-2004. As avaliações das fenofases de floração, frutificação e mudança foliar foram realizadas a cada quinze dias, sendo observados dezoito indivíduos de *C. alliodora* em ambiente aberto; dez de cada espécie em área de floresta secundária; sete de *C. trichotoma* e nove de *C. alliodora* em floresta densa. As duas espécies apresentaram floração anual, com sazonalidade relacionada a baixos índices de precipitação; os indivíduos floresceram de maio a agosto, com pico de abertura de flores no mês de julho para *C. alliodora* e no mês de agosto para *C. trichotoma*. A frutificação da primeira espécie ocorreu de julho a setembro, com pico em agosto, e da segunda de julho a outubro, com pico em setembro. As espécies apresentaram desfolhamento no período de maturação e dispersão dos frutos, que, por serem dispersos pelo vento, são favorecidos por esse fenômeno. Os indivíduos das duas espécies apresentaram sincronia das fenofases reprodutivas e vegetativa, controladas por fatores endógenos e assincronia de copa, induzida por fatores exógenos.

**Palavras-chave:** caducifolia - fenologia - floresta - sazonalidade - sincronia

**Phenology of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. and *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., in three environments in the Valley of Acre/Brazil**

**ABSTRACT** - This work characterizes the phenological behavior of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. and *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae) and relates it to climatic factors. The phenological observations were developed in three areas in the Valley of Acre: one cleared area (9°57'S; 67°51'W), one secondary forest area (9°57'S; 67°52'W) and one dense forest area (68°06'S; 09°42'W). They comprised two periods: 1998-1999, and 2003-2004. The evaluations of the phenophases of flowering, fruiting and defoliation were carried out every 15 days, with 18 *Cordia alliodora* individuals in the cleared area; 10 of each species in the secondary forest area; seven *Cordia trichotoma* and nine *Cordia alliodora* individuals in dense forest. Both species presented annual flowering, with seasonal patterns related to low rainfall indices; the individuals flowered from May to August, with *Cordia alliodora* having flowering peak in July, and *Cordia trichotoma* in August. *Cordia alliodora*'s fruiting occurred from July to September, peaking in August, and *Cordia trichotoma*'s from July to October, peaking in September. The species presented defoliation during fruiting and fruit dispersal period, a phenomenon which highly favored dispersal seen that it is made by the wind. The individuals in both species showed synchronism in the reproductive and vegetative phenophases, controlled by endogenous factors, and a-synchronism induced by exogenous ones.

**Key words:** deciduousness - phenology - forest - seasonal patterns - synchronism

## 1 INTRODUÇÃO

Para compreender os processos da dinâmica das florestas tropicais com alta biodiversidade é preciso estudar o comportamento das espécies com relação às estratégias de sobrevivência e de reprodução. De acordo com Ramalho e Marangon (1989), a fenologia das espécies pode contribuir no conhecimento da dinâmica de povoamento, cooperando com o manejo florestal e com a racionalização dos produtos florestais.

A fenologia pode ser definida como o estudo de eventos biológicos repetitivos, das causas de sua ocorrência em relação a fatores bióticos e abióticos e das inter-relações entre as fases caracterizadas por estes fenômenos (Lieth, 1970). Os estudos fenológicos são de grande importância para compreender o comportamento de floração, frutificação e mudança foliar, contribuindo para o entendimento da regeneração e reprodução das plantas (Pires-O'Brien e O'Brien, 1995).

A fenologia floral de uma espécie faz parte dos estudos de sua biologia reprodutiva. Tais estudos, segundo Venturieri e Silva (1997), são importantes para o conhecimento da reprodução sexual e identificação de estratégias reprodutivas. Este conhecimento, dentre outros, como o sincronismo da época de floração e o comportamento floral, podem determinar o isolamento reprodutivo que um táxon tem em relação ao outro, contribuindo, assim, para estudos evolutivos do grupo.

No Brasil, os estudos fenológicos ainda são restritos (Talora e Morellato, 2000; Carmo e Morellato, 2000). Para a Amazônia, entre os trabalhos de maior relevância podem ser citados os de Araújo (1970), Alencar et al. (1979), Pires-O'Brien (1993), Alencar (1994, 1998) e Pires-O'Brien e O'Brien (1995).

Este trabalho busca identificar padrões fenológicos de duas espécies florestais de ocorrência comum no Vale do Acre/Brasil: *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.. As duas espécies são de interesse ecológico e econômico bem definidos, como medicinais, ornamentais e madeiras, sendo recomendadas para usos em reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas, pelo crescimento rápido que manifestam e por apresentarem madeira forte, fácil de trabalhar e muito resistente (Carvalho, 1994; CATIE, 2000; Lorenzi, 2002a e b, Hummel, 2001, Menezes et al., 2001).

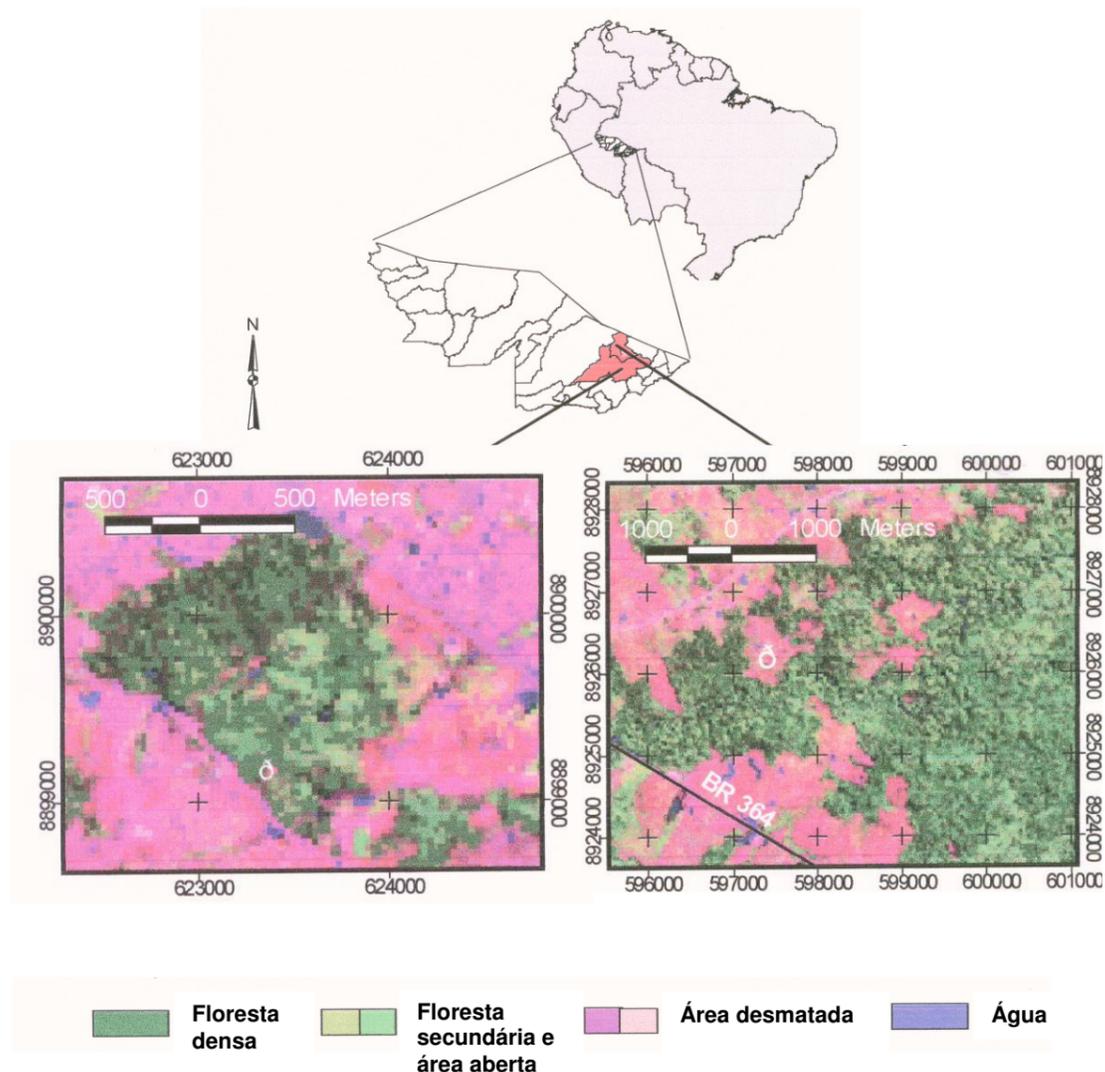
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados em duas áreas do Vale do Acre, o Campus da Universidade Federal do Acre (UFAC), no município de Rio Branco e a Colocação Nova Olinda, no Seringal Novo Andirá, município do Bujari (Figura 1), distantes entre si aproximadamente 45 km.

O Campus da UFAC está localizado no km 7 da BR 364, no sentido Rio Branco-Sena Madureira (Figura 1A). Compreende uma área de 289 ha, subdividida em área circunvizinha às construções do Campus Universitário, com ambiente cultivado e áreas abertas (9°57'S; 67°51'W); e o Parque Zoobotânico (PZ) (9°57'S; 67°52'W), área de preservação do Campus da UFAC, com 100 ha, localizada a oeste do Complexo Arquitetônico, com manchas de floresta ombrófila densa e floresta secundária com mais de trinta anos de regeneração (Deus et al., 1993).

A Colocação Nova Olinda, no Seringal Novo Andirá, está localizada no km 4 do Ramal Espinhara II, à altura do km 52 da BR 364, sentido Rio Branco-Sena

Madureira (68°06'S; 09°42'W). Compreendendo uma área de aproximadamente 100 ha (Figura 1B), classificada como floresta densa, com manchas de floresta aberta com bambu e palmeiras (Acre, 2000).



**Figura 1.** Áreas dos estudos fenológicos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no Vale do Acre/Brasil. A - Campus da Universidade Federal do Acre; B - Seringal Novo Andirá.

A região do Vale do Acre apresenta um clima quente e úmido com duas estações: a seca e a chuvosa. A estação seca estende-se de maio a outubro, com período mais seco entre junho a agosto. A estação chuvosa prolonga-se de novembro de um ano a abril do ano seguinte. Na estação seca são comuns as “friagens”, em que a temperatura varia de 10 a 20,2°C. Entretanto, a temperatura

média anual oscila entre 24,5 a 32°C. No Vale, o tipo de solo que predomina é o Argissolo Vermelho e nas áreas de estudo o Latossolo e Argissolo Amarelos (Acre, 2000).

A coleta de dados ocorreu em duas etapas distintas: a primeira, em 1998 e 1999, cujos resultados compõem o Banco de Dados do Projeto Avaliações Biológicas de Espécies Florestais de Interesse Ecológico e Econômico da Amazônia, do Parque Zoobotânico (Bezerra et al., 1999); e, a segunda, em 2003 e 2004, em que foram efetuadas novas coletas de dados, com resultados que culminaram com a sistematização destes, para as duas etapas.

As áreas de estudo, os métodos empregados e os indivíduos avaliados de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., para as duas etapas, foram os mesmos. A exceção ocorreu, na última etapa, com relação à inclusão da área aberta, para avaliação do comportamento à pleno sol (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de indivíduos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., avaliados por áreas de estudo, nos períodos de 1998-1999 e 2003-2004, no Vale do Acre/Brasil.

Espécie	Áreas de estudo	Nº. de indivíduo	Período de avaliação
<b><i>C. alliodora</i></b>	- Campus Universitário:		
	. Floresta secundária	10	1998-1999/2003-2004
	. Área aberta	18	2003-2004
	- Seringal Novo Andirá:		
	. Floresta densa	09	1998-1999/ 2003-2004
<b><i>C. trichotoma</i></b>	- Campus Universitário:		
	. Floresta secundária	10	1998-1999/ 2003-2004
	. Área aberta	-	-
	- Seringal Novo Andirá:		
	. Floresta densa	07	1998-1999/ 2003-2004

Os registros fenológicos ocorreram quinzenalmente (Fournier e Charpantier, 1975), utilizando-se fichas fenológicas com parâmetros de avaliações adaptadas a partir de Alencar et al. (1979): floração, presença de botões florais e flores; frutificação, frutos imaturos e maduros; mudança foliar, emissão de folhas, folhas ativas e desfolhamento. A indicação da intensidade da ocorrência fenômenos foi efetuada através de uma escala variando de A a C: (A) pequena manifestação; (B) manifestação parcial; e (C) manifestação total do fenômeno. Os indivíduos observados receberam placa de alumínio contendo o número de identificação e, também, foram marcados com fitas coloridas para facilitar sua localização.

O material botânico testemunha foi depositado no Herbário da Universidade Federal do Acre (13123 - *Cordia trichotoma*; e 13124 - *Cordia alliodora*), localizado no Parque Zoobotânico.

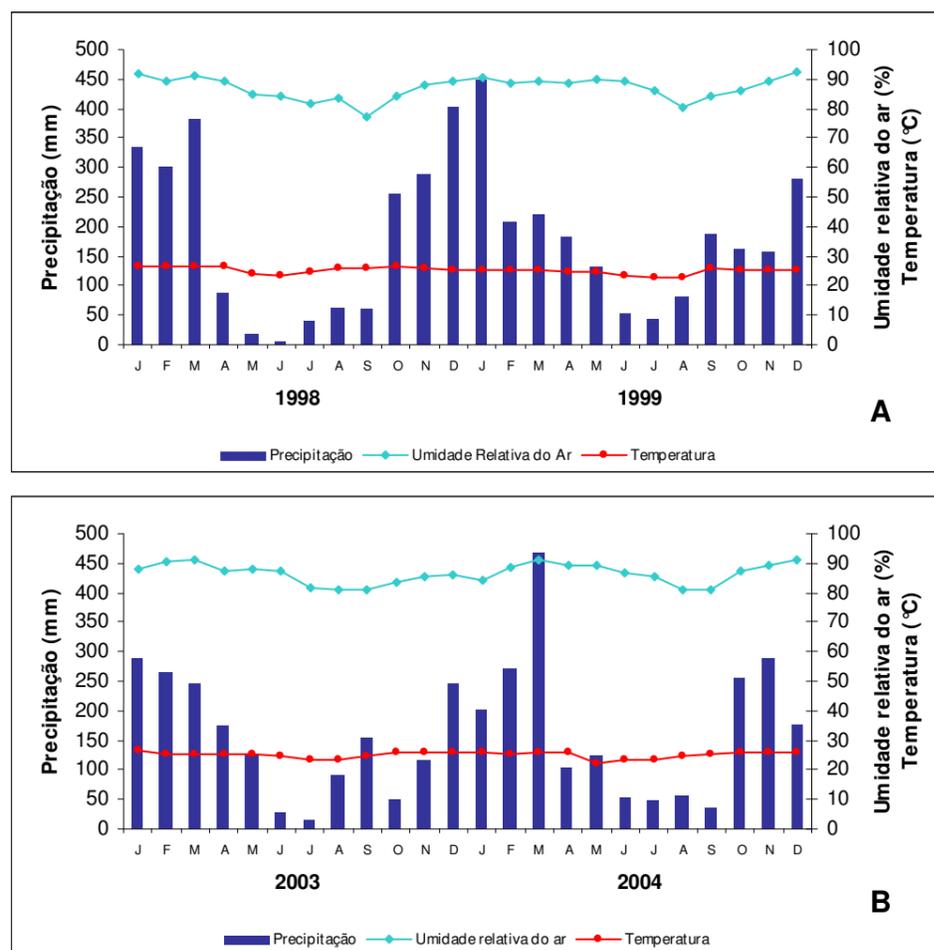
No estudo da fenofase vegetativa avaliou-se a perenifolia ou caducifolia das espécies. Com relação às avaliações das fenofases reprodutivas, considerou-se: (1) Anualidade, bianualidade e supranualidade; (2) sazonalidade e irregularidade; (3) sincronismo e assincronismo; e (4) período, extensão e pico de cada fenofase.

Com vista à definição das inferências exógenas que possam controlar as fenofases das espécies, foram efetuadas comparações desses parâmetros com os fatores climáticos dos períodos de coleta dos dados.

Os dados meteorológicos foram obtidos na estação meteorológica da Universidade Federal do Acre - UFAC (Figura 2).

Para mostrar o padrão de comportamento reprodutivo e vegetativo das duas espécies, foram gerados fenogramas utilizando-se o programa Microsoft Excel 2000. Os fenogramas contêm, além das variações fenológicas expressas em frequência relativa dos indivíduos no decorrer de cada mês de avaliação, as variáveis climáticas referentes à precipitação, temperatura e umidade relativa do

ar, do mesmo período. Com base nos fenogramas foi determinada a maior porcentagem dos indivíduos manifestando cada fenofase, definindo os seus picos.



**Figura 2.** Variações de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação do Vale do Acre/Brasil, no período de: A - 1998 a 1999; e B - 2003 a 2004.

Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre (dados não publicados).

As interferências endógenas basearam-se na genética da espécie, definidas de forma indireta, através da comparação dos parâmetros de reprodução dos vários indivíduos avaliados em condições naturais e de antropização, conforme Pires-O'Brien e O'Brien (1995).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores climáticos, aliados à genética e fisiologia da planta, têm sido considerados influenciadores na fenodinâmica de espécies tropicais (Janzen, 1967; Araújo, 1970; Frankie et al., 1974; Alencar et al., 1979).

Para Larcher (2000), o início e duração das distintas fases de desenvolvimento das plantas variam de ano para ano dependendo das condições climáticas. Considerou que muito do conhecimento tradicional do homem do campo, no trato das diferentes culturas vegetais, é proveniente de experiências acumuladas resultantes de observações associadas às profícuas inferências sobre a relação entre o fenômeno climático e o desenvolvimento da vegetação.

Avaliando-se as três variáveis climáticas definidas para o presente trabalho, precipitação, umidade relativa do ar e temperatura, observou-se que não sofreram grandes oscilações nos quatro anos de estudo (Figura 2). A região de estudo apresentou duas estações bem definidas, a chuvosa e a seca. De acordo com a figura, o início desta última estação ocorreu em abril, nos anos de 1998 e 2004, e em maio em 1999 e 2003; e o final, em agosto em 1999, em setembro, 1998 e 2004, e em outubro, 2003.

Embora o ano de 2003 tenha sido anômalo, com índices pluviométricos bem mais reduzidos e com um ligeiro aumento neste índice entre os meses de agosto e setembro, as curvas de temperatura e umidade relativa do ar seguiram padrões semelhantes aos dos outros anos, em que a redução na curva de pluviosidade foi acompanhada pela de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 2).

O Vale do Acre, localizado na Amazônia Ocidental, diferencia-se do restante da Amazônia por apresentar a estação de estiagem bem marcada e por

manifestar acentuada variação de temperatura, passando de 24,5 a 32°C para 10 a 20,2°C, fenômeno conhecido na região como friagem (Acre, 2000).

No Vale, várias são as espécies arbóreas que apresentam suas fenofases de reprodução associadas à caducifolia e ao período de estiagem. Pelo desfolhamento que manifestam neste período, essas espécies levam as áreas de floresta secundária, em acentuado processo de recuperação, a assumirem o aspecto de floresta morta, fenômeno principalmente observado no ano de 2005, em que a estação seca castigou a região de forma bem mais acentuada (observações pessoais).

O presente estudo mostra a estreita relação dos fatores climáticos da região de estudo com os eventos fenológicos de floração, frutificação e de mudança foliar de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., freijó preto, e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., freijó cinza.

Essas espécies ocorrem no Vale do Acre em ambientes de floresta primária e secundária. Entretanto, *C. alliodora*, por apresentar estratégias mais ousadas de colonização constituindo-se numa espécie muito comum em ambientes abertos, foi avaliada em uma terceira área com acentuado processo de antropização. Esta espécie é bastante freqüente nessas áreas e, embora apresente um papel de secundária inicial, atua como uma pioneira característica, não só nas áreas avaliadas, mas também, em outras dos municípios de estudos e dos vizinhos. Nas áreas de floresta densa ou secundária, os indivíduos de *C. alliodora* ocorrem, em geral, associados aos de outras espécies (Figura 3). Em áreas abertas do Vale, é comum a colonização conjunta de indivíduos do freijó preto, ocorrendo muitas vezes bem próximos uns dos outros (Figura 4). Hummel (2001) informa que os indivíduos destas espécies são intolerantes à sombra.



**Figura 3.** Indivíduo de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., florescendo juntamente com indivíduos de *Erythrina verna* Velloso, em área de floresta secundária do Vale do Acre.



**Figura 4.** Colonização conjunta dos indivíduos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., em área aberta do Vale do Acre.

A literatura registra o comportamento de colonizadora para *C. trichotoma* em outras regiões de sua ocorrência. De acordo com Rizzini (1990), a espécie surge espontaneamente nos pastos e nas roças do Brasil, Paraguai, Argentina e Bolívia. No presente trabalho, os indivíduos desta espécie restringiram-se às áreas de floresta primária e secundária, podendo ser encontrados espécimes jovens colonizando as bordas dessas áreas.

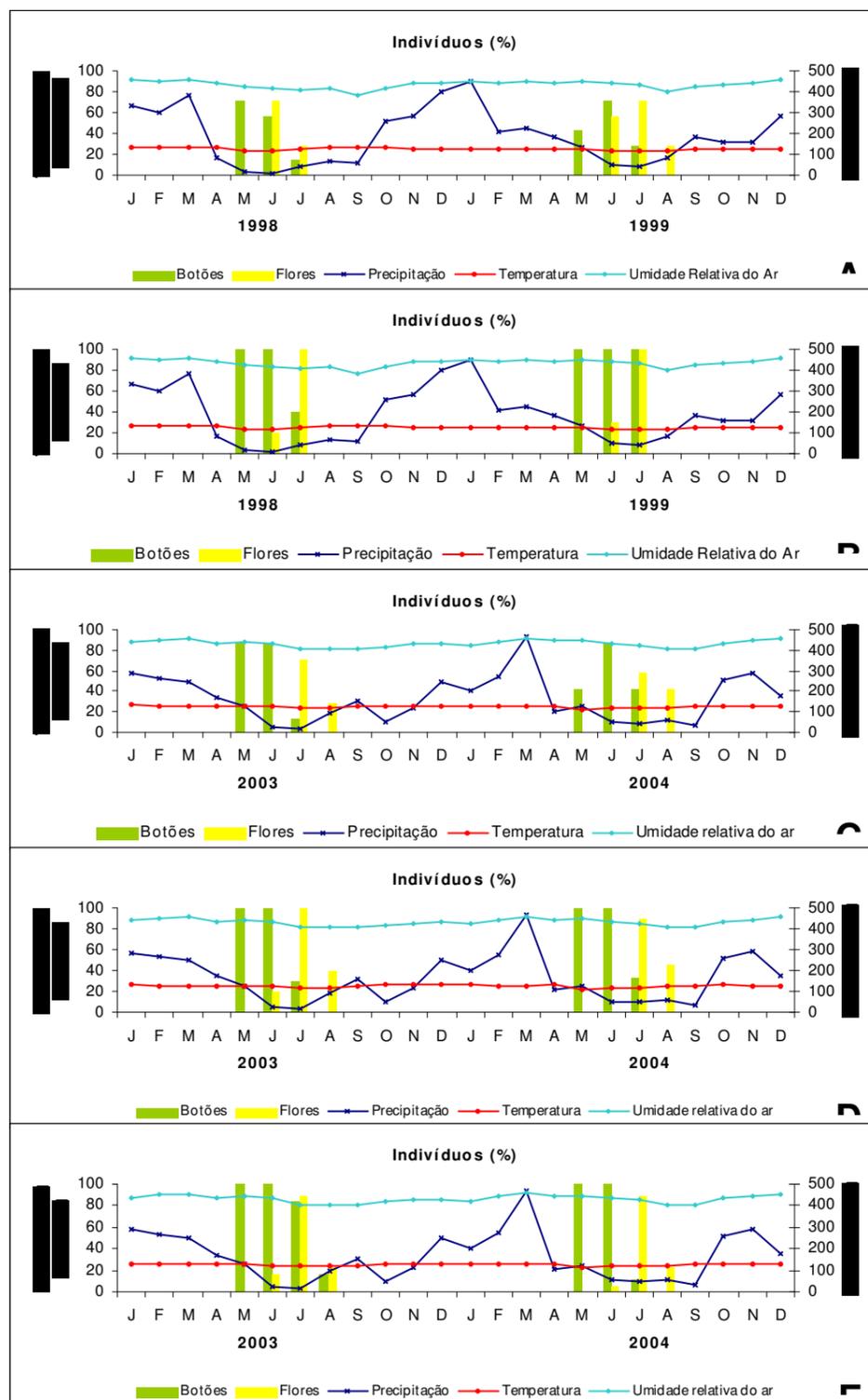
### **3.1 Floração**

Durante muito tempo perdurou a idéia de que as árvores tropicais não apresentavam fases distintas como as que ocorrem nas florestas temperadas. Entretanto, hoje se sabe que nos trópicos as espécies arbóreas tendem a florescer durante o período de estiagem (Janzen, 1967; Dafni, 1992; Pires-O'Brien e O'Brien, 1995).

A fenofase de florescimento (emissão de botões e desenvolvimento de flores) de *C. alliodora* e *C. trichotoma*, nos quatro anos de estudo, apresentou amplitude de variação abrangendo os meses de maio a agosto (Figuras 5 e 6), período que corresponde à estação seca na região do Vale.

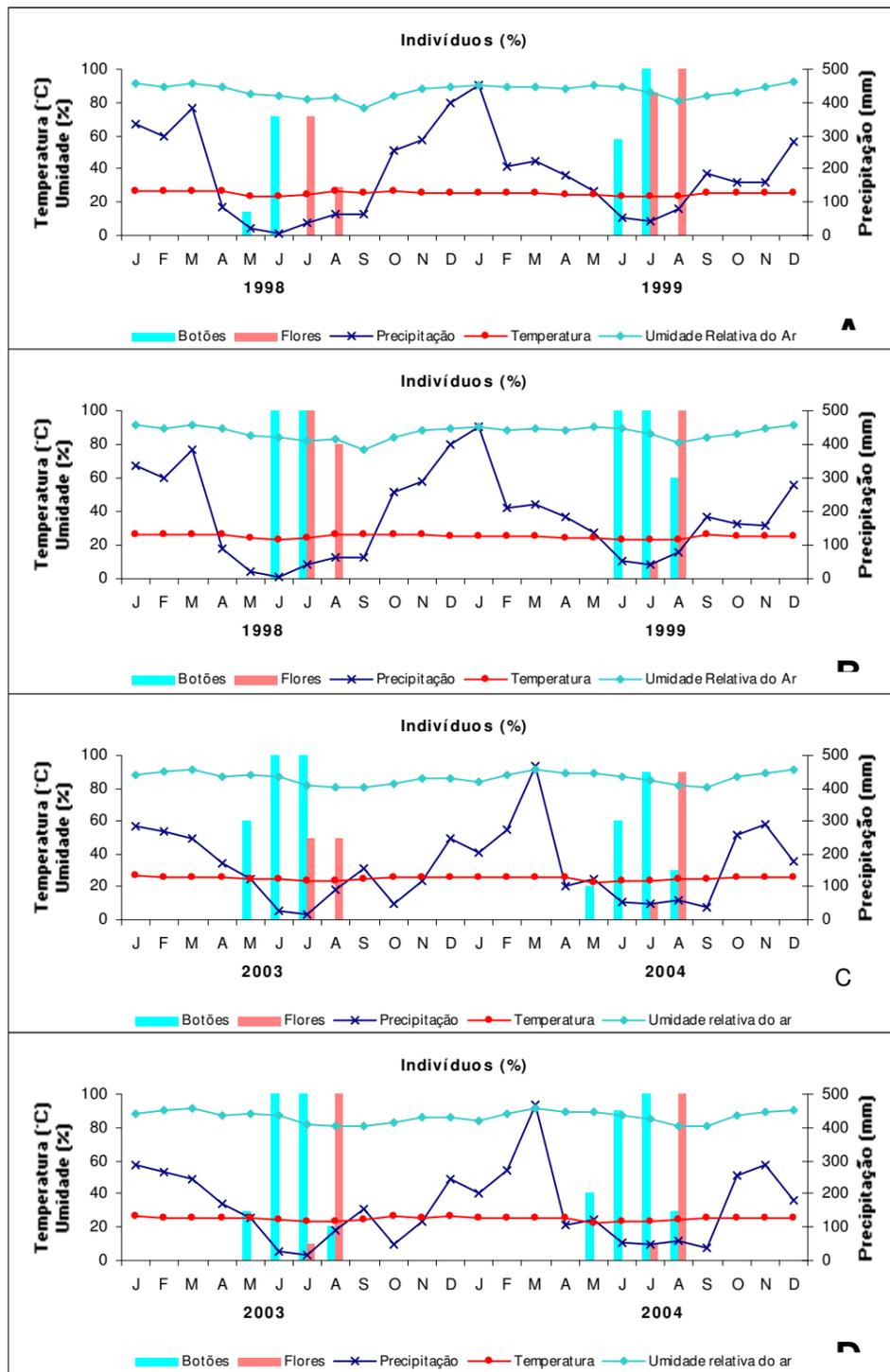
Um pré-requisito para a habilidade de iniciar e formar flores é a indução floral, em que o meristema vegetativo muda seu padrão de divisão para produzir gema reprodutiva (Fhan, 1974; Esau, 1976; Cutter, 1987). Para muitas plantas o controle da indução das gemas reprodutivas é apenas endógeno, outras, entretanto, requerem indução de fatores externos (Larcher, 2000).

Para Pires-O'Brien e O'Brien (1995) a carga genética de uma planta é responsável pela causa distal de qualquer resposta fenológica, e a proximal resulta das respostas fisiológicas, que quase sempre é devida a fatores ambientais.



**Figura 5.** Fenograma de floração de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura: A e C - floresta densa; B e D - floresta secundária; E - área aberta.

Fonte dos dados meteorológicos: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre (Dados não publicados).



**Figura 6.** Fenograma de floração de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à umidade relativa do ar e temperatura: A e C - floresta densa; B e D - floresta secundária.

Fonte dos dados meteorológicos: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre (Dados não publicados).

A partir das observações deste estudo, pode-se considerar que, no Vale do Acre, o final da estação chuvosa e o início da seca funcionam como um gatilho para desencadear o início do desenvolvimento dos botões reprodutivos de *C. alliodora* e *C. trichotoma*. Ao que tudo indica, este fenômeno também está associado à diminuição da temperatura ocasionada pelas friagens. Nos anos de 1998 e 2004, nas áreas de floresta densa e de floresta secundária, o início do fenômeno coincidiu com o pico do decréscimo da temperatura, para as duas espécies avaliadas. No ano de 2004, mesmo que o índice pluviométrico tenha apresentado um ligeiro pico no mesmo período, este não prevaleceu; até os indivíduos de freijó preto avaliados na área aberta apresentaram o mesmo comportamento (Figuras 5 e 6).

Reações fenológicas semelhantes foram demonstradas também para *Mauritia flexuosa* L. f., no Vale do Acre, em que a mudança da estação chuvosa para a seca, em conjunto com as oscilações de temperatura, acionou também o início da floração desta espécie (Paula-Fernandes, 2001).

Para Larcher (2000), nas regiões tropicais em que existem estações seca e chuvosa bem marcadas, as fenofases estão relacionadas à alteração periódica de disponibilidade de água, apresentando hidroperiodismo. Sugere que na estação seca, em regiões com sazonalidade acentuada em relação ao clima, algumas espécies florestais manifestam seus fenômenos fenológicos de forma considerável e previsível. Por outro lado, o autor considerou que as plantas tropicais respondem a estímulos fotoperiódicos extremamente fracos e que as pequenas variações na temperatura média dessas regiões podem provocar alterações no comprimento do dia, desencadeando o processo de indução pela temperatura/luz.

Paula-Fernandes (2001) definiu ao longo de três anos da avaliação da fenologia de *M. flexuosa*, que no período de estiagem do Vale do Acre, os dias

que antecederam um período de friagem foram dias em que a temperatura máxima foi consideravelmente elevada, contrastando bastante com o fenômeno de friagem a seguir.

De um modo geral, o início da abertura das flores de *C. alliodora* e *C. trichotoma* culmina com o avanço do período de estiagem (Figuras 5 e 6). O pico de abertura das flores do freijó preto ocorreu em julho (Figura 5) e do freijó cinza em agosto; apenas no ano de 1998, nas áreas de floresta densa e secundária, o pico da primeira espécie ocorreu em junho e o da segunda, em julho (Figura 6).

Associando o pico de abertura das flores de *C. alliodora* com as variáveis climáticas do Vale do Acre, obtidas no período de observação, pode-se afirmar que este fenômeno está associado a estímulos hidroperiódicos relacionados a termoperíodos que podem resultar em fotoperíodo indutivo (Figura 5). Estas observações ganham reforço com as informações de Liegel e Stead (1990), de que a floração da espécie, na América Central, ocorre de fevereiro a março, podendo estender-se até maio, período de ligeiro déficit hídrico daquela região, e de que em Porto Rico, que não apresenta estações seca e chuvosa marcantes, ocorre em qualquer época do ano. Acrescentam que para o Equador e a Colômbia os indivíduos de *C. alliodora* apresentam dois comportamentos distintos: nas áreas elevadas e úmidas, a espécie floresce precocemente e nas mais baixas e secas, florescem tardiamente.

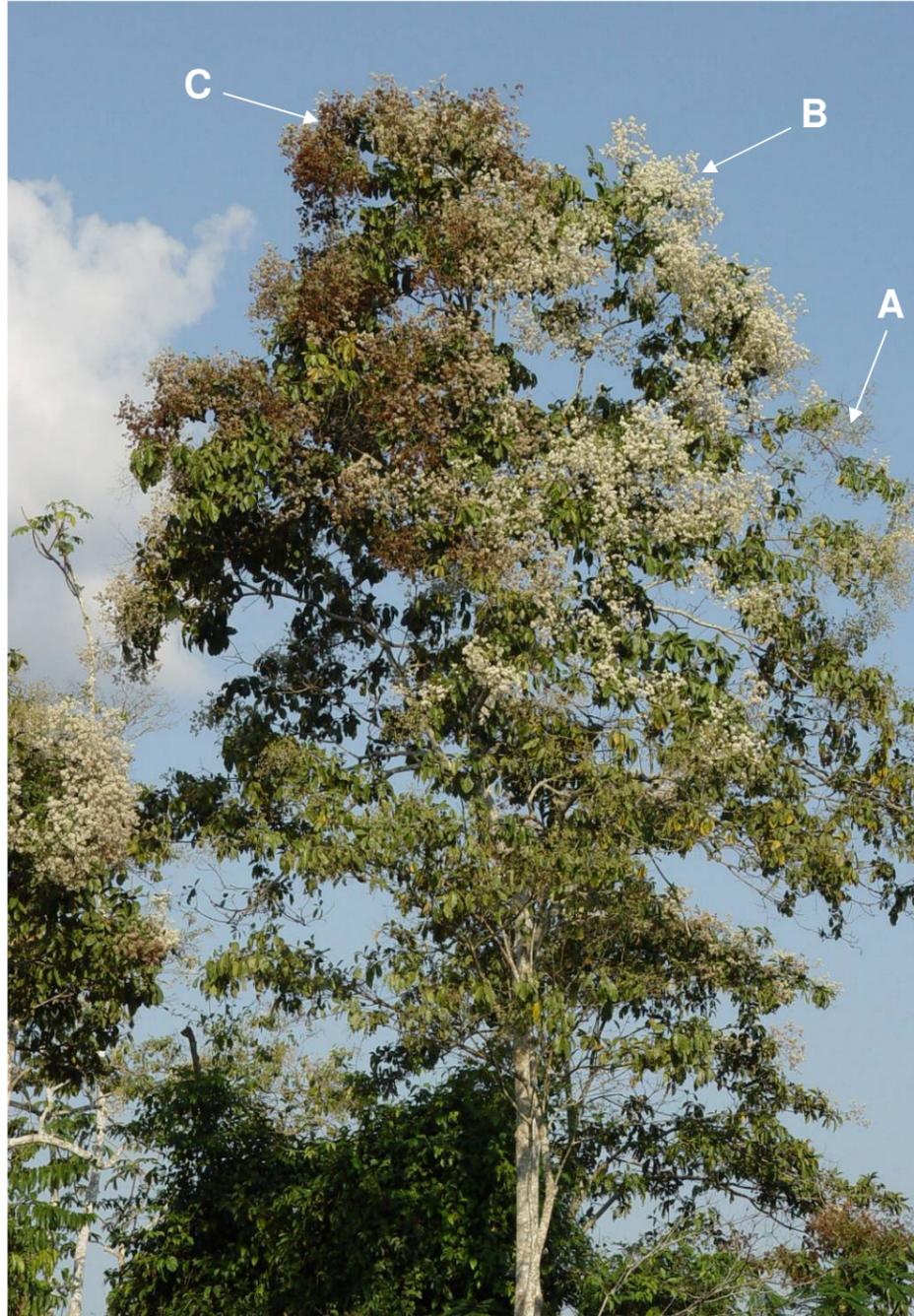
O pico de abertura das flores de *C. trichotoma*, ao que tudo indica necessita de períodos bem mais secos, onde os menores índices de umidade relativa seriam a causa primária para desencadear este evento (Figura 6). O mês de agosto no Vale do Acre é o mais seco (Figura 2). Esta necessidade primária, provavelmente explique os registros da espécie compondo vegetação seca, a exemplo das

florestas semidecíduas da América do Sul e do cerrado brasileiro (Rizzini, 1990; Lorenzi, 2002 a e b).

Os estudos sobre a fenologia dessa última espécie são ainda escassos, as informações mais detalhadas são as de Carvalho (1994), que tratou da fenologia da espécie na região sul do Brasil. O autor informou que a floração de *C. trichotoma*, no Paraná, ocorreu entre os meses de dezembro de um ano a junho do ano seguinte; em Santa Catarina, de janeiro a maio; e no Rio Grande do Sul, de janeiro a abril. O período longo de floração observado para a espécie nessa região provavelmente resulte do clima super-úmido que a caracteriza, onde os meses de dezembro a junho são os mais secos e quentes do ano.

As duas espécies de *Cordia* apresentaram sincronia na floração dos indivíduos, pois ao mesmo tempo, mais de 60% de seus indivíduos manifestaram o mesmo evento fenológico, tanto ao longo do período de avaliação, como nas diferentes áreas de estudo (Figura 4). Bencke e Morellato (2002), em estudo comparativo de nove espécies arbóreas em florestas atlânticas, classificaram os eventos fenológicos sincrônicos como baixos, quando na faixa de 20-60%, e alto quando superior a 60%.

Embora com alta sincronia entre indivíduos das áreas avaliadas, foi constatado que os espécimes de *C. alliodora* e *C. trichotoma* apresentaram assincronia no florescimento de suas copas. Em surtos seqüenciados, diferentes áreas da copa apresentaram ramos repletos de flores, enquanto outras encontravam-se ainda na fase de botões ou até mesmo na fase de frutificação (Figuras 7 e 8). Como a floração foi profusa nas diferentes regiões de maturação da copa, pode-se dizer que houve manifestação de várias etapas de picos de abertura de flores, que se estendeu por várias semanas.



**Figura 7.** Indivíduo de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., apresentando assincronia de copa: A - ramos com botões; B - ramos com flores; C - ramos com frutos.



**Figura 8.** Copa de um indivíduo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud., apresentando assincronia: A - ramos com botões; B - ramos com flores.

A assincronia na abertura das flores na copa das duas espécies resultou de certa assincronia no desenvolvimento e maturação dos botões. Embora os indivíduos das duas espécies apresentassem apenas botões durante dois a três meses, em seguida manifestaram certa sobreposição dos dois eventos, principalmente os indivíduos de *C. alliodora* (Figuras 5 e 6).

Para Janzen (1980), as espécies florestais dos trópicos possuem duas estratégias de floração diferentes: (1) produção sincronizada em todos os indivíduos da população, durante um curto espaço de tempo, atraindo a atenção de polinizadores menos especializados, que localizam a planta enquanto estão procurando seus recursos nutricionais; e (2) produção assincrônica, em que as flores são produzidas aos poucos durante um longo período, atraindo polinizadores com memória adequada para permitir que voltem às mesmas plantas dia após dia.

A partir das avaliações deste estudo acredita-se que os indivíduos do freijó preto e do freijó cinza apresentam as duas estratégias, pois manifestaram o fenômeno de sincronia, no contexto da população e até de populações, com floração profusa nos ramos e em outros vizinhos, marcando para os polinizadores a certeza de nutrição. Entretanto, apresentam, também, a assincronia de copa, como estratégia para garantir a polinização cruzada.

Para Pires-O'Brien e O'Brien (1995), embora uma floração longa sugira polinização cruzada, em árvores de copa muito grande, a floração prolongada pode ser devida à falta de sincronia entre os grandes ramos, que passam a apresentar comportamento como se fossem indivíduos distintos. No caso específico do freijó preto e cinza, o comportamento de assincronia de copa foi observado mesmo nos indivíduos mais jovens, o que reforça a idéia de estratégia para polinização cruzada.

Pires-O'Brien e O'Brien (1995) sugeriram, ainda, que uma das maneiras de definir de forma breve os fatores endógenos sobre a floração de uma espécie florestal é comparar a sincronia da floração de diversos indivíduos de suas populações em condições naturais e de antropização. Os autores afirmaram que uma sincronia baixa se deve à pouca influência dos fatores genéticos sobre a causa proximal do evento fenológico e que a falta de sincronia sugere que esses fatores tenham um papel secundário no acionamento do processo de floração.

Paula-Fernandes (2001) definiu que os indivíduos de *M. flexuosa* apresentaram comportamento sincrônico em condições *in situ* e assincrônico quando sujeitos à antropização. Concluiu que as variações microclimáticas são as responsáveis pela diferenciação das gemas vegetativas em reprodutivas, que quando sujeitas as ligeiras oscilações ambientais desencadeavam a assincronia na produção.

Os indivíduos de *C. alliodora* e *C. trichotoma*, no Vale do Acre, apresentam floração sincronizada, numa mesma população ou em populações diferentes, independente do espaço geográfico ou temporal, ou até mesmo do nível de antropização a que estejam sujeitos como consequência do controle genético que funciona como a causa distal. Mesmo que a assincronia das copas possa resultar das variações microclimáticas, como causa proximal, existe um forte controle genético que viabiliza a assincronia de suas copas como estratégia para garantir a polinização cruzada, pois este comportamento foi igualmente observado para todos os indivíduos estudados, em todas as áreas e etapas de avaliações. Acredita-se, que, neste caso, de forma conjunta e alternada alguns ramos das copas do freijó preto e cinza apresentem comportamento como se fossem indivíduos distintos.

Por outro lado, o fato do freijó preto e cinza, no Vale do Acre, apresentarem-se como espécies simpátricas, com pico de abertura de flores predominantemente em meses seqüenciados, leva a supor que caminham para um processo de isolamento reprodutivo. Como os seus picos de abertura de flores ocorreram em meses seqüenciados, representam recompensa calórica para as espécies visitantes, ao mesmo tempo em que evitam a competição pelos mesmos polinizadores (Bezerra et al., 2005c). Mesmo que, em alguns momentos, as duas espécies manifestem abertura de flores conjuntamente, o isolamento reprodutivo é garantido pelo tipo polínico diferente (Bezerra et al. 2005b e c).

Embora, *C. alliodora* e *C. trichotoma* apresentem-se como espécies simpátricas no Vale do Acre, e como foi discutido anteriormente, manifestem estratégias que evitam a polinização interespecífica, é evidente que na maioria das áreas de sua ocorrência, pelo menos nas registradas na literatura, não sofrem pressão por apresentarem comportamento alopátrico (Bezerra et al., 2005b).

Sabe-se que essa discussão é ampla, passando inclusive pelo princípio da fuga da competição, e que hoje é justamente na fenologia que se busca a resposta para explicar a coexistência de congêneros simpátricos. Segundo Pires-Pires-O'Brien e O'Brien (1995), se o princípio da exclusão competitiva fosse verdadeiro, então as espécies afins ocorrentes na mesma área somente poderiam coexistir se tivessem um meio de evitar a competição por polinizadores e dispersores. Acrescentaram ainda que, conforme a hipótese da fuga da competição, com base na partição de recursos, uma forma de fugir da concorrência pelo mesmo polinizador seria demonstrado se as espécies simpátricas tivessem suas épocas de floração mais separadas umas das outras.

Ao registrarem divergências no período de floração entre espécies da mesma família e o compartilhamento de polinizadores, vários autores (Gentry,

1974; Barros, 1992; Araújo et al., 1994), entretanto, interpretaram o evento como força seletiva que causa segregação temporal no período de floração. Os dados deste estudo corroboram a hipótese de que espécies filogeneticamente próximas e que apresentam os mesmos polinizadores tendem à segregação temporal do período de floração evitando a competição interespecífica.

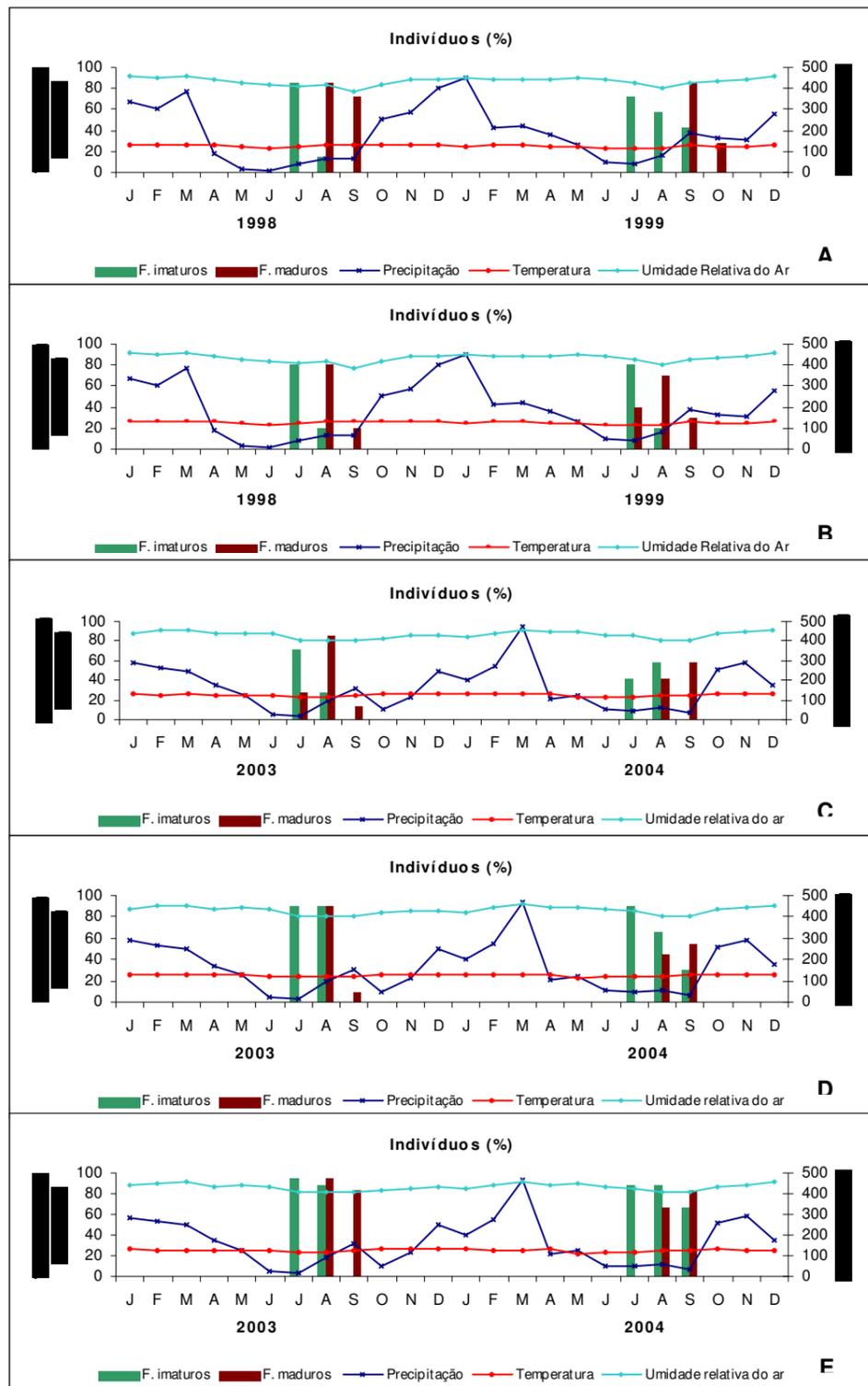
### 3.2 Frutificação

A sazonalidade na floração leva à sazonalidade da frutificação. Entretanto, para Piña-Rodrigues e Piratelli (1993), existem mecanismos diferentes de pressão seletiva que determinam a época de frutificação distinta daquela verificada para o florescimento.

Como o processo de polinização foi intenso e o desenvolvimento dos frutos rápido (Bezerra et al., 2005b e c), a frutificação de *C. alliodora* e de *C. trichotoma* aconteceu quase que paralelamente ao período de abertura de flores.

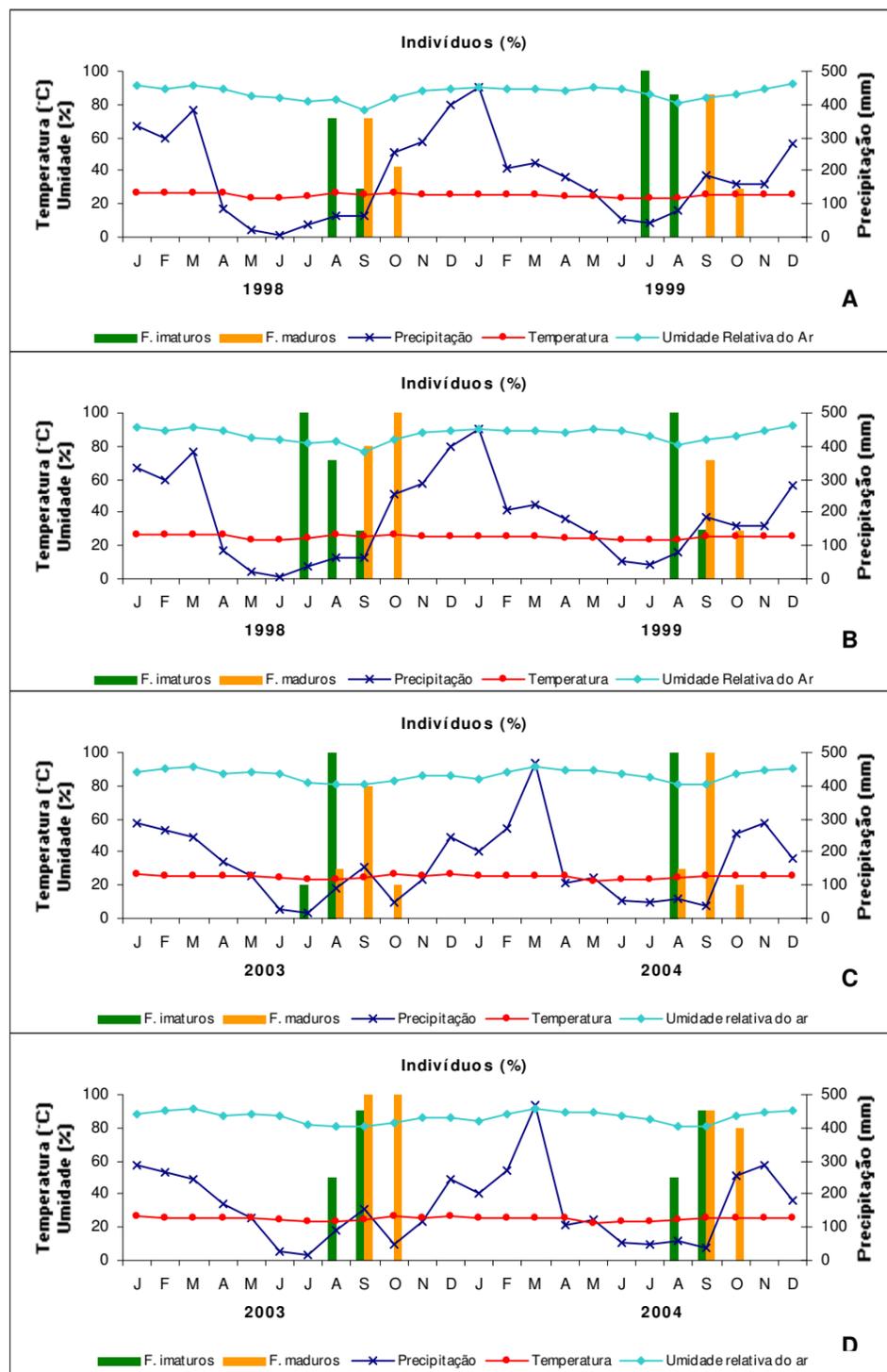
A frutificação do feijó preto ocorreu entre os meses de julho a setembro, excetuando-se o ano de 1999, na área de floresta densa, que se estendeu até outubro. O pico de maturação destes frutos ocorreu principalmente em agosto, entretanto, no ano de 1999, na área de floresta densa, e no ano de 2004, nas três áreas estudadas, foi observado no mês de setembro (Figura 9).

A frutificação do feijó cinza foi registrada, predominantemente, entre os meses de agosto a outubro. Entretanto, ocorreu também entre os meses de julho a outubro no ano de 1998, na área de floresta secundária, e em 1999 e 2003, na de floresta densa. O pico de maturação dos frutos de *C. trichotoma*, em geral, aconteceu no mês de setembro, sendo que na área de floresta secundária, nos anos de 1998 e 2003, se estendeu até o mês de outubro (Figura 10).



**Figura 9.** Fenograma de frutificação de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura: A e C - floresta densa; B e D - floresta secundária; E - área aberta.

Fonte dos dados meteorológicos: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre (Dados não publicados).



**Figura 10.** Fenograma de frutificação de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado do à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura: A e C - floresta densa; B e D - floresta secundária.

Fonte dos dados meteorológicos: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre (Dados não publicados).

Em geral, os frutos de cada indivíduo das duas espécies levam em média sessenta dias para maturarem. As sementes são dispersas pelo vento, com o auxílio do perianto (cálice e corola) da própria flor, que é marcescente, formando diásporos, que na presença de vento desprendem-se das matrizes girando como hélice em sentido anti-horário (Bezerra et al., 2005b e c).

O período de dispersão de sementes, do freijó preto e cinza, também coincidiu com o de estiagem na região. Janzen (1967) sugeriu que a baixa umidade relativa da estação seca é importante na dispersão dos diásporos anemocóricos. Vários trabalhos associam o maior número de espécies anemocóricas com o período mais seco em florestas tropicais sazonais, a exemplo de Morelato e Leitão Filho (1992) e Spina et al. (2001).

Pires-O'Brien e O'Brien (1995) trabalhando com 1.508 árvores das florestas do rio Jarí, no norte da Amazônia brasileira, definiram que o pico de frutificação ocorre principalmente durante o período chuvoso. Mesmo para as florestas sazonais da bacia, afirmaram que poucas espécies de árvores frutificaram durante o período seco.

Estes autores levantaram várias espécies de congêneros simpátridos na área, a exemplo das espécies: *Protium giganteum* Engl. e *Protium sagotianum* Marchand; *Caryocar glabrum* Pers. e *Caryocar microcarpum* Ducke; *Hirtella bicornis* Mart. & Zucc., *Hirtella obidensis* Ducke e *Hirtella piresii* Prance. Trabalhando com frutos destas espécies, concluíram que deveriam apresentar fenologia de frutificação diferente para conviverem num mesmo local e evitar a competição pelos mesmos dispersores.

Como os diásporos de *C. alliodora* e *C. trichotoma* são dispersos pelo vento, as espécies não apresentariam esse tipo de competição, podendo-se supor

que espécies simpátricas anemocóricas podem apresentar o mesmo comportamento quanto à fenofase de frutificação.

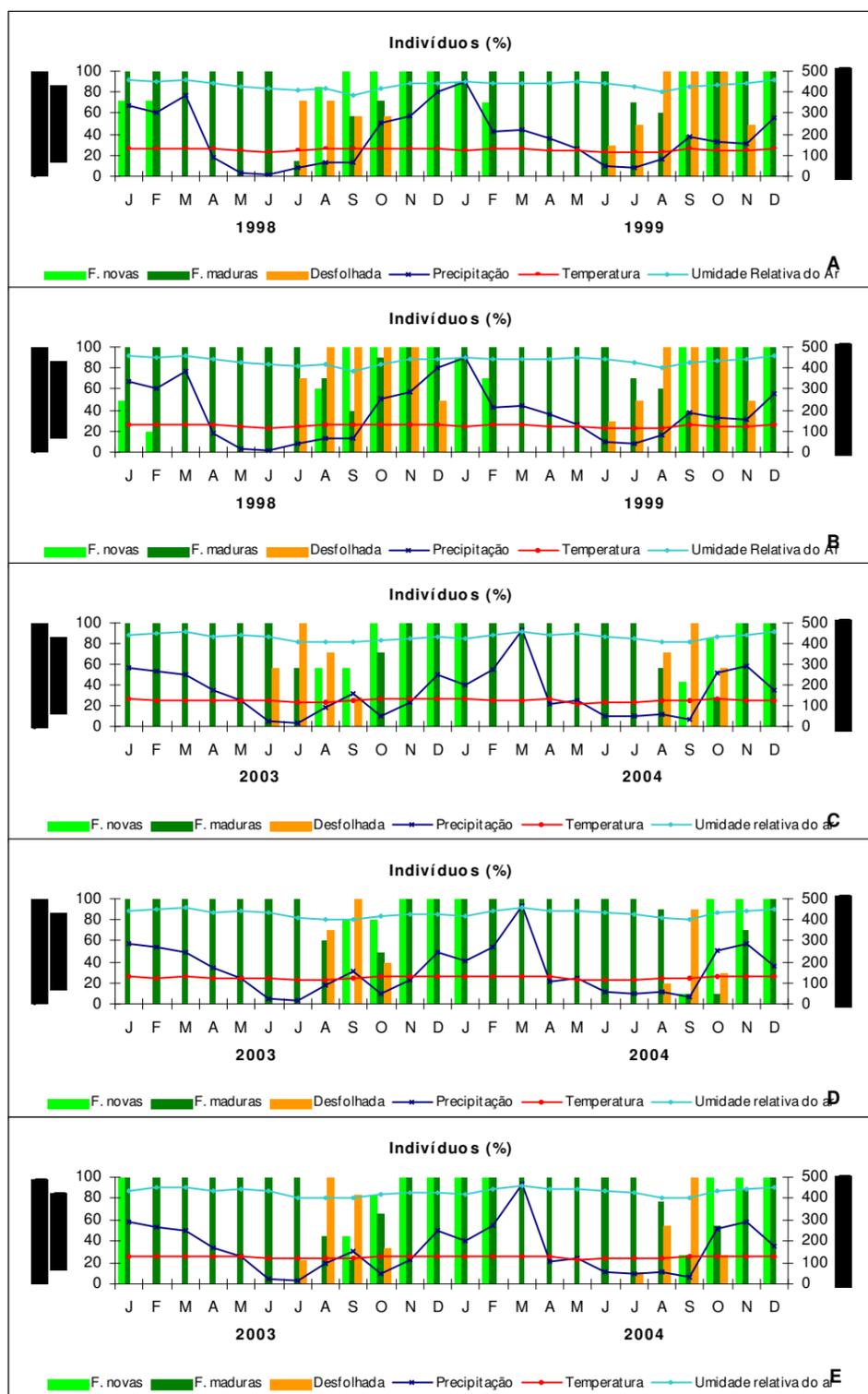
### **3.3 Mudança foliar**

Com relação à fenofase vegetativa, as duas espécies apresentaram caducifolia relacionada à estação seca. *C. alliodora* apresentou desfolhamento entre os meses de junho a dezembro. Vale destacar que no ano de 2004 esta fenofase ocorreu apenas entre agosto e outubro, para todas as áreas de avaliação (Figura 11). *C. trichotoma* inicia o processo de desfolhamento a partir do mês de junho, prolongando-se até o mês de novembro (Figura 12). Para Morellato e Leitão Filho (1992), espécies anemocóricas são, em sua maioria, decíduas ou semidecíduas.

Pires-O'Brien e O'Brien (1995) definiram, para a floresta do Jarí, vários padrões de queda foliar. Relataram que o clima sazonal encontrado na microrregião influencia também a época de queda foliar da maioria das espécies.

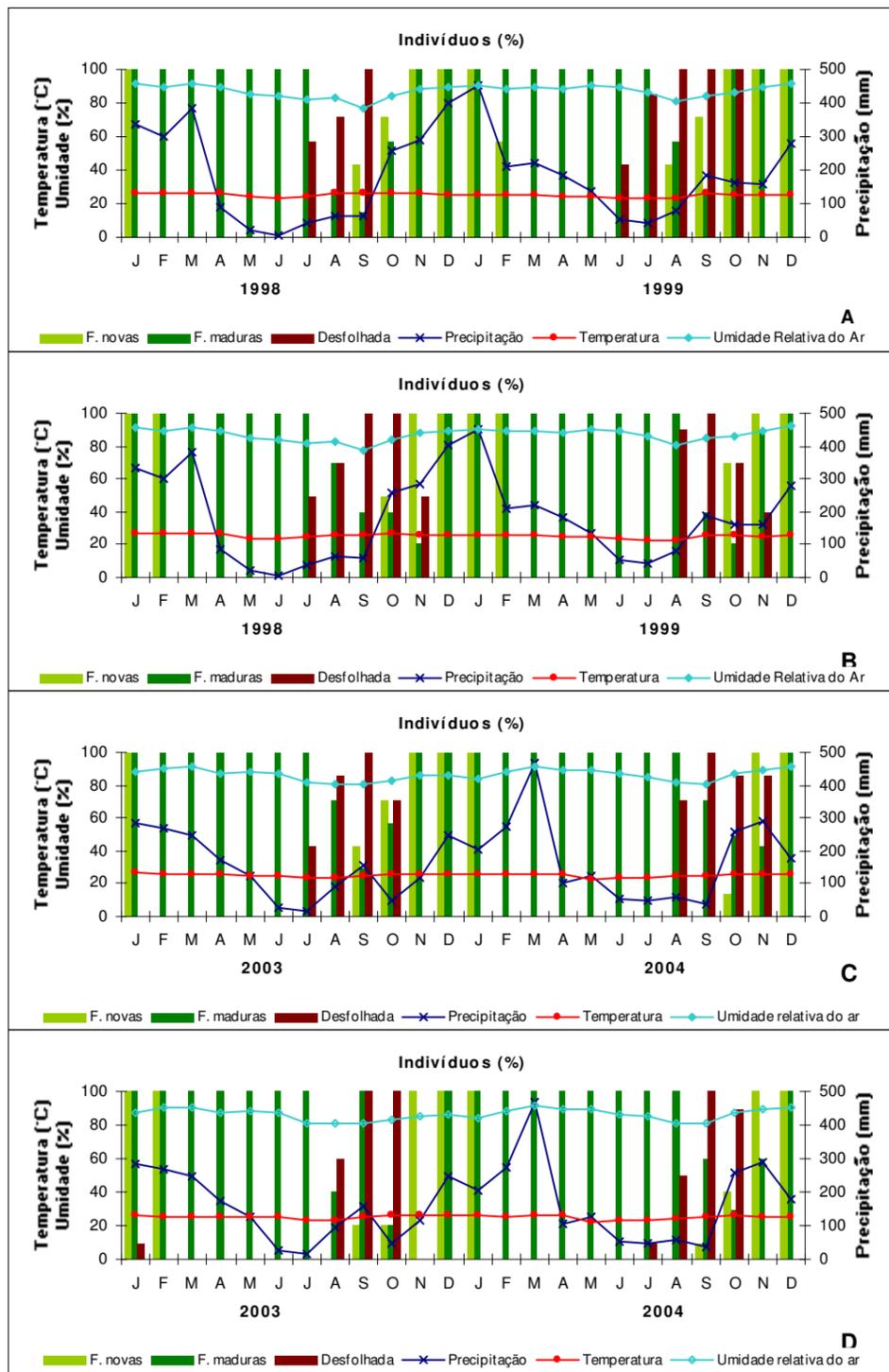
A emissão de folhas novas para ambas as espécies ocorreu entre os meses de agosto a fevereiro (Figuras 11 e 12). Reich e Borchert (1984) defenderam que a queda de folhas pode ser um fator que reduz a perda de água pela planta, ocasionando a reidratação dos ramos desfolhados e produção de novas folhas, mesmo em períodos secos.

Carabias-Lilo e Sada (1985) estudando a fenologia de espécies tropicais, afirmaram que as espécies que apresentam queda de folhas intensa no período de estiagem garantem reservas nutricionais pela translocação de nutrientes destas antes de sua queda, bem como, pela absorção dos nutrientes decompostos durante o período chuvoso. Sugeriram que estas reservas permitem o desenvolvimento dos meristemas foliares durante a estação seca.



**Figura 11.** Fenograma de mudança foliar de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura: A e C - floresta densa; B e D - floresta secundária; E - área aberta.

Fonte dos dados meteorológicos: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre (Dados não publicados).



**Figura 12.** Fenograma de mudança foliar de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado do à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura: A e C - floresta densa; B e D - floresta secundária.

Fonte dos dados meteorológicos: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre (Dados não publicados).

### **3.4 Correlação entre as fenofases reprodutiva e vegetativa e as variáveis climáticas**

Pires-O'Brien e O'Brien (1995) demonstraram que o comportamento das fenofases de floração, frutificação e de mudança foliar de uma planta, pode ser facilmente compreendido por meio de modelos fenológicos espaciais e temporais. Afirmaram que o modelo básico deve considerar três componentes: (a) a periodicidade de cada fenofase, definindo a frequência de indivíduos que apresentam o fenômeno num determinado período de tempo; (b) a porcentagem da ocorrência das fenofases, permitindo detectar a altura e o formato de suas curvas; e (c) o fator sazonal, definido como qualquer variável ambiental que ocorra em intervalos de tempo mais ou menos iguais. Acrescentaram, ainda, que a variação mais simples deste modelo é o caso de um indivíduo ou uma população que simplesmente não manifesta determinada fase fenológica.

No Vale do Acre, como tratado anteriormente, os indivíduos de *C. alliodora* foram observados ocorrendo em floresta densa, secundária e áreas abertas, entretanto, os de *C. trichotoma*, só nas duas primeiras tipologias vegetais. Ao longo dos quatro anos de estudo, em todas as suas áreas de ocorrência, as populações das duas espécies apresentaram: periodicidade anual; sazonalidade relacionada à estação seca, do tipo hidroperiódica, com influências de termoperíodos; sincronia das fenofases reprodutivas e vegetativa, controladas por fatores endógenos, relacionados à genética; e assincronia de copa controlada por fatores exógenos, relacionados ao clima, sob forte controle genético.

A porcentagem de ocorrência das fenofases é apresentada nas tabelas 2 e 3. Analisando as tabelas percebe-se percentuais elevados, que indicam alta manifestação dos fenômenos reprodutivos e vegetativo, por ocasião das avaliações. As frequências relativas elevadas confirmam a definição de que as

espécies, em todas as suas áreas de ocorrências no Vale do Acre, apresentaram comportamento fenológico semelhante.

**Tabela 2.** Frequência relativa de indivíduos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. manifestando os eventos fenológicos, no Vale do Acre/Brasil, nos períodos de 1998 a 1999 e 2003 a 2004: FD - floresta densa; FS - floresta secundária; AA - área aberta.

Fenômeno	1998		1999		2003			2004		
	FD	FS	FD	FS	FD	FS	AA	FD	FS	AA
Botões	85,7	100	85,7	100	85,7	100	100	85,7	100	100
Flores	85,7	100	85,7	100	85,7	100	94,4	57,2	90	88,9
Frutos imaturos	85,7	80	85,7	80	85,7	90	94,4	57,2	90	88,8
Frutos maduros	85,7	80	85,7	70	85,7	90	94,4	57,2	55,5	83,3
Folhas novas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Folhas maduras	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Desfolhamento	71,4	100	100	100	100	100	100	100	90	100

**Tabela 3.** Frequência relativa de indivíduos de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. manifestando os eventos fenológicos, no Vale do Acre/Brasil, nos períodos de 1998 a 1999 e 2003 a 2004: FD - floresta densa; FS - floresta secundária; AA - área aberta.

Fenômeno	1998		1999		2003		2004	
	FD	FS	FD	FS	FD	FS	FD	FS
Botões	71,4	100	100	100	100	100	100	100
Flores	71,4	100	100	100	100	100	100	100
Frutos imaturos	71,4	100	100	100	100	100	100	90
Frutos maduros	71,4	100	85,7	71,4	80	100	100	90
Folhas novas	100	100	100	100	100	100	100	100
Folhas maduras	100	100	100	100	100	100	100	100
Desfolhamento	100	100	100	100	100	100	100	100

Pires-O'Brien e O'Brien (1995) citam que observações de arbóreas em floresta primária apresentam padrões fenológicos diferentes daquelas avaliadas em habitats perturbados. No Vale do Acre, o comportamento fenológico dos indivíduos de *C. alliodora* foi semelhante, independente do grau de antropização a que estivessem sujeitos. Entretanto, a partir de análise mais detalhada dos dados da tabela 2 percebe-se certa tendência dos indivíduos desta espécie a exposição a pleno sol. *C. trichotoma*, embora não tenha sido observada como colonizadora

das áreas plenamente abertas, também não manifestaram variação comportamental nas populações amostradas de floresta densa e secundária.

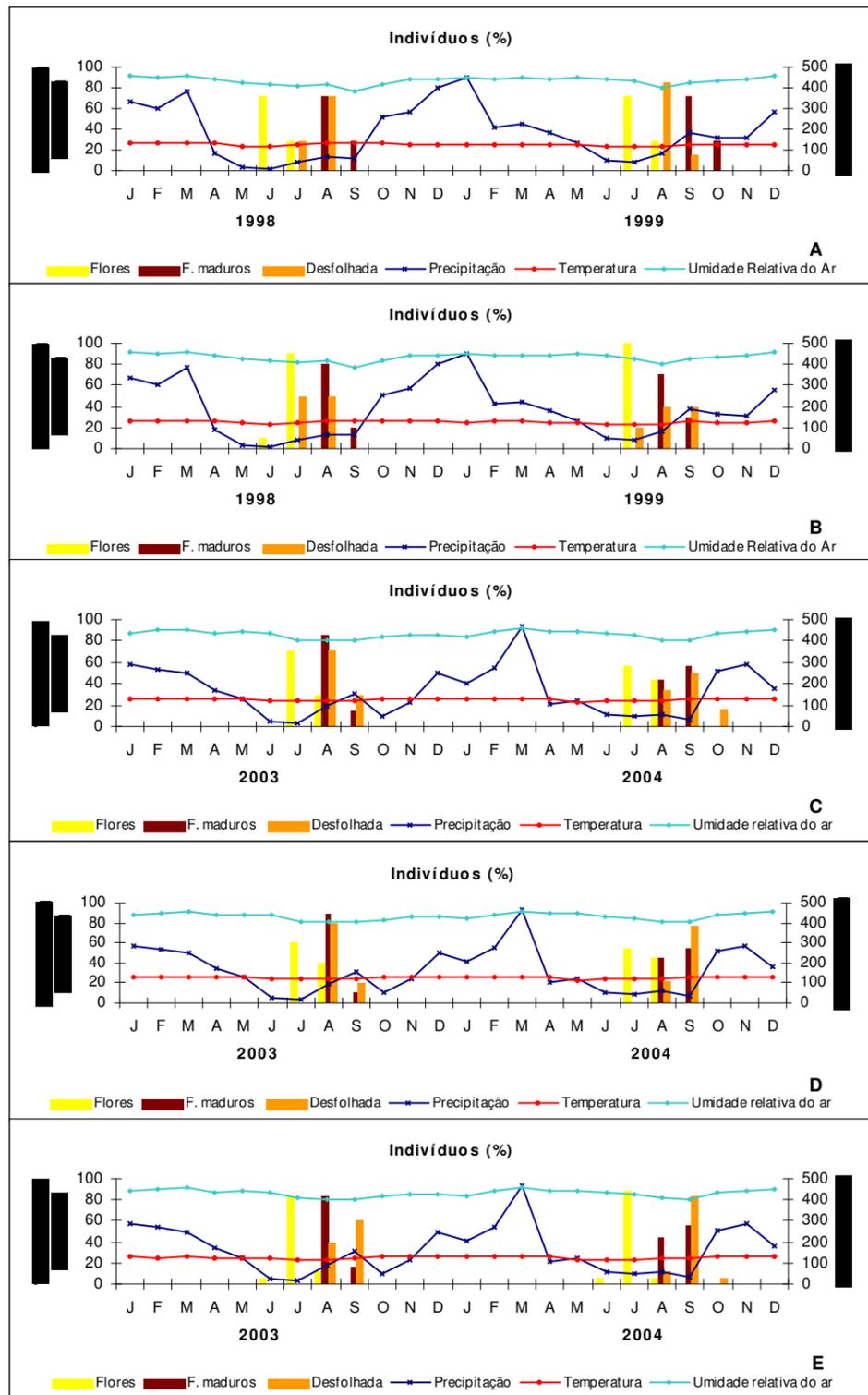
É importante ressaltar, entretanto, que com todas essas semelhanças as duas espécies apresentam entre si tendência a isolamento reprodutivo temporal, pois mesmo que alguns indivíduos de *C. alliodora* e *C. trichotoma*, ocorrentes em uma mesma área, possam apresentar sobreposição nos períodos de abertura de flores, os picos deste fenômeno, em 100% das avaliações ocorreram em meses seqüenciados (Figuras 13 e 14).

Por outro lado, Larcher (2000) informou que a correlação entre o clima e a fitofenologia combina questões de botânica com questões meteorológicas, tomando por base o início e a duração de alterações visíveis no ciclo de vida das plantas e sugere que sejam estabelecidas correlações estatísticas entre fatores climáticos e os estádios definidos do desenvolvimento de uma espécie.

Como os resultados dos fenogramas de *C. alliodora* e *C. trichotoma*, no Vale do Acre, apresentaram o mesmo padrão fenológico e as mesmas relações com as variáveis climáticas, não foram efetivadas as análises estatísticas detalhadas. Neste caso, optou-se por considerar as variáveis climáticas relacionadas aos padrões dos picos de abertura de flores, frutos maduros e desfolhamento que, segundo Pires-O'Brien e O'Brien (1995), são descritores fenológicos amplamente aceitos na literatura.

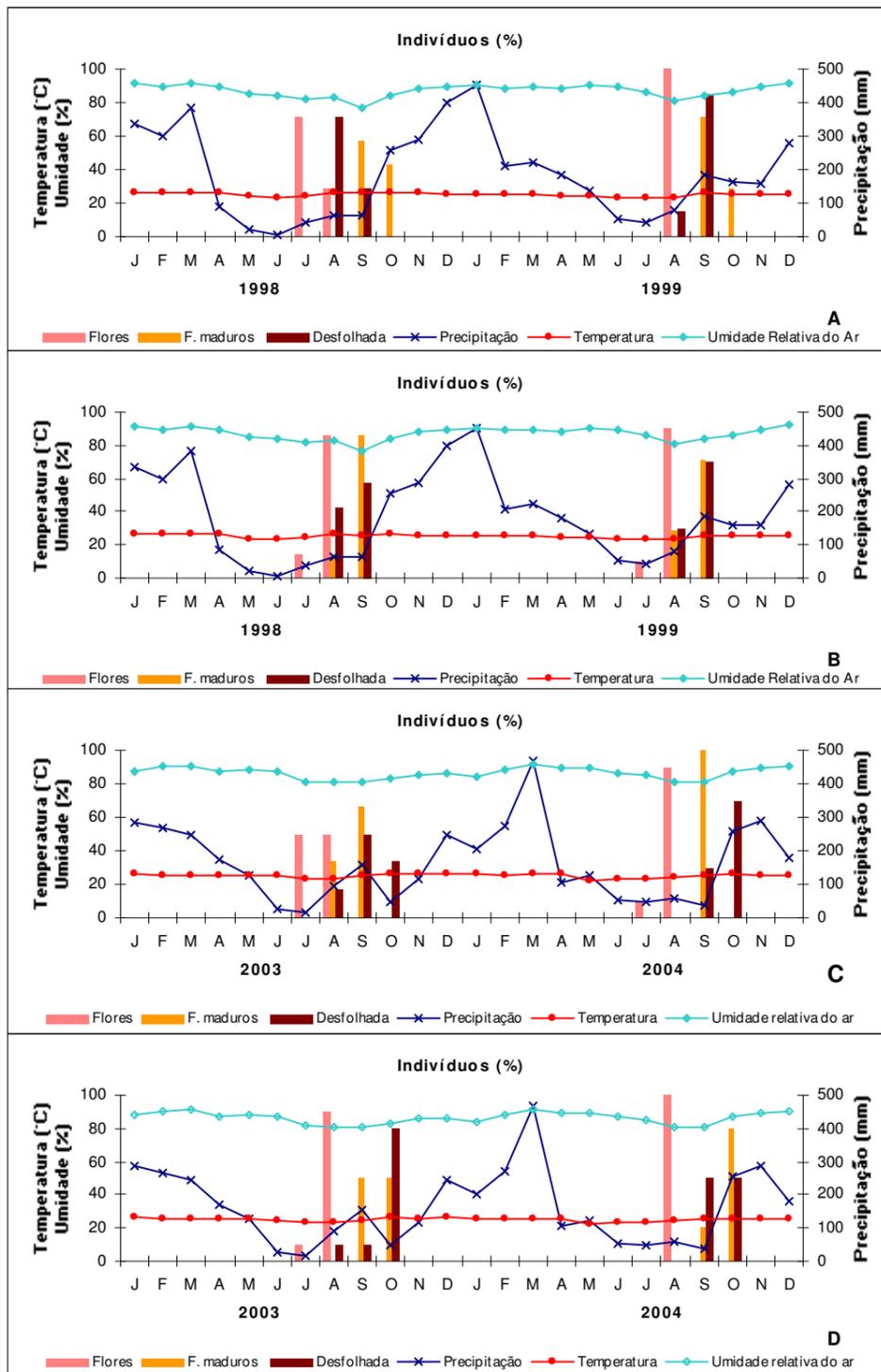
As figuras 13 e 14 mostram que a intensificação dos picos de abertura de flores das duas espécies ocorre na medida em que decresce a precipitação no Vale do Acre, principalmente para *C. alliodora*.

O pico de desfolhamento ocorre concomitantemente, ou antes, do pico de frutificação (Figuras 13 e 14). Este comportamento é plausível, considerando que



**Figura 13.** Fenograma de picos de flores, frutos maduros e desfolhamento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura: A e C - floresta densa; B e D - floresta secundária; E - área aberta.

Fonte dos dados meteorológicos: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre (Dados não publicados).



**Figura 14.** Fenograma de picos de flores, frutos maduros e desfolhamento de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., no período de 1998 a 1999 e 2003 a 2004, relacionado à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura: A e C - floresta densa; B e D - floresta secundária.

Fonte dos dados meteorológicos: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre (Dados não publicados).

sem as folhas nas copas o vento pode facilmente dispersar os diásporos das duas espécies uma vez que apresentam adaptações para dispersão anemocórica.

Embora os picos de maturação dos frutos e desfolhamento das duas espécies, culminem também com o período de estiagem, as curvas formadas se acentuam com o decréscimo da umidade relativa do ar das áreas de estudo (Figuras 13 e 14).

Segundo Janzen (1967) e Pires-O'Brien e O'Brien (1995), as plantas que florescem na estação seca e que apresentam caducifolia podem ser favorecidas pela ausência de chuva, por prevenir que suas flores caiam; pela queda de umidade relativa do ar, por viabilizar a desidratação dos frutos e reduzir as atividades dos fungos; e pela queda das folhas por facilitar a localização das flores e dos frutos por polinizadores e dispersores.

As atuais informações somadas à ampla distribuição geográfica que as duas espécies apresentam, levam a supor que *C. alliodora* e *C. trichotoma* são espécies que manifestam alta variabilidade genética, refletida no comportamento fenológico.

Mesmo com a atual contribuição, as informações sobre a fenologia das duas espécies ainda são incipientes para conclusões mais acuradas, carecendo de mais estudos em outras localidades de seus registros. Tais estudos ajudariam a definir de forma mais contundente as correlações entre os fatores climáticos e as fenofases das espécies. Vale destacar as sugestões de Larcher (2000), de que as conclusões com base em informações exógenas ganhariam maior significado com respaldo em informações endógenas, relacionadas à morfogênese, à anatomia, à histoquímica e à bioquímica.

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico: recursos naturais e meio ambiente** - documento final. Rio Branco: SECTMA, 2000. v. 1. 116 p.

ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 163-198, 1979.

ALENCAR, J. C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus - Am. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 24, n. 3/4, p. 161-182, 1994.

ALENCAR, J. C. Fenologia de espécies arbóreas tropicais na Amazônia Central. In: Gascon, C.; Moutinho, P. (Eds.). Floresta amazônica: Dinâmica, regeneração e manejo. Manaus: MCT/INPA/Smithsonian Institution, p. 25-40, 1998.

ARAÚJO, V. C. Fenologia de Essências Florestais Amazônicas. **Boletim do INPA** - Pesquisas Florestais, Manaus: INPA, n. 4, 1970.

ARAÚJO, A. C.; FISCHER, E. A.; SAZIMA, M. Floração seqüencial e polinização de três espécies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na região de Juréia, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, p. 113-118, 1994.

BARROS, M. A. G. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* RICH (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 52, p. 343-353, 1992.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.

BEZERRA, I. F.; OLIVEIRA, A. M. A.; FERNANDES, N. M. P. Estudos fenológicos de três espécies arbóreas: *Hevea brasiliensis* M. Arg. (seringueira), *Cordia goeldiana* Huber (freijó-branco) e *Cordia alliodora* R. F. Chaw (freijó-preto). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.,1999, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Universidade Federal do Acre, p. 83, 1999.

BEZERRA, I. F.; PAULA-FERNANDES, N. M.; OLIVEIRA, A. M. A. Morfologia das estruturas de reprodução de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae). 2005b. 117 p. Não publicado.

BEZERRA, I. F.; PAULA-FERNANDES, N. M.; OLIVEIRA, A. M. A. Biologia floral e dispersão de sementes de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae) No Vale do Acre/Brasil. 2005c. 117 p. Não publicado.

CARABIAS-LILLO, J.; SADA, S. G. Fenologia en una selva tropical humeda y en una comunidad derivada; Los Tuxtlas, Veracruz. In: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. México: Alhambra Mexicana, p. 27-66, 1985.

CARMO, M. R. B.; MORELLATO, P. C. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da Bacia do rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/FAPESP, p. 125-141, 2000.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1994. 640 p.

CATIE. Seed Leaflet. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken.. Costa Rica: **CATIE**, n. 25, 2000.

CUTTER, E. **Anatomia vegetal: experimentos e interpretação**. São Paulo: Roca, pt 2. 1987.

DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford: IRL Press, 1992. 250 p.

DEUS, C. E., WEIGAND J., R., VIANA, V. M., FERRAZ, P. A. BORGES, H. B. N., ALMEIDA, M. C., SILVEIRA, M., VICENTE, C. A. R., ANDRADE, P. H. C. **Comportamento de 28 espécies arbóreas tropicais sob diferentes regimes de luz em Rio Branco, Acre**. Rio Branco: UFAC, 1993. 170 p.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 293 p.

FHAN, A. **Anatomia Vegetal**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1974. 643 p.

FOURNIER, L. A. O., CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, n.1, p. 45-50, 1975.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, n. 62, p. 881-919, 1974.

GENTRY, A. H. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, n. 61, p. 728-759. 1974.

HUMMEL, S. Una especie nativa en plantaciones: *Cordia alliodora*. Actualidad Forestal Tropical ITTO, Portland, v.11, n. 3, p.18, 2001. Disponível em: <[www.itto.or.jp/live/liveserver/128/tfu.2001.03\(18\).s.pdf](http://www.itto.or.jp/live/liveserver/128/tfu.2001.03(18).s.pdf)>. Acesso: 15 set. 2005.

JANZEN, D. H. Synchronization of sexual reproduction of trees during the dry season in Central America. **Oecologia**, n. 67, p. 40-43, 1967.

JANZEN, D. H. **Ecologia Vegetal nos Trópicos**. São Paulo: EDUSP, 1980. 79 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.

LIEGEL, L. H.; STEAD, J. W. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Capá prieto, laurel Boraginaceae Familia de las borrajas. Washington, DC: Department of Agriculture, Forest Service. p. 270-277. 1990. Disponível em: <[www.fs.fed.us/global/iitf/cordiaalliodora.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/cordiaalliodora.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2005.

LIETH, H. Phenology in productivity studies. In: D. E. Reichle. Analysis of temperate forest ecosystems. Berlin: Springer-Verlag, p. 29-46. 1970.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4 ed. Nova Odessa: Plantarum, São Paulo, 2002a. 1 v. 368 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, São Paulo, 2002b. 2 v. 368 p.

MENEZES, J. E. S. A.; LEMOS, T. L. G.; SILVEIRA, E. R.; BRAZ-FILHO, R.; PESSOA, O. D. L. Trichotomol, a new cadinenediol from *Cordia trichotoma*. **Journal of Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 12, n. 6, p.1-6, 2001.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. MORELLATO, L. P. C. (Org.). Campinas: Unicamp/Fapesp, p.112-140, 1992.

PAULA-FERNANDES, N, M. **Estratégias de produção de sementes e estabelecimento de plântulas de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) no Vale do Acre/Brasil**. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade do Amazonas/INPA, Manaus. 2001. 231 p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: sementes florestais tropicais. ABRATES, 1993.

PIRES-O'BRIEN, M. J. Phenology of tropical trees from Jarí, Lower Amazon. I. Phenology of eight Forest Community. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 67-85, 1993. (Série Botânica, 1).

PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. Fenologia Florestal In: Ecologia e Modelamento de Florestas Tropicais. Belém: FCAP, p. 303-356, 1995.

RAMALHO, R. S.; MARANGOM, L. C. Características fenológicas de *Melanoxylon brauna* Scott. em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG: SIF, v. 13, n. 2, p. 203-209, 1989.

REICH, P.B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, n. 72, p. 61-74, 1984.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de dendrologia brasileira**. São Paulo. Edgard Blücher, 1990. 296 p.

SPINA, A. P.; FERREIRA, W. M.; LEITÃO-FILHO, H. F. L. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo no região de Campinas (SP). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 349-367, 2001.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, p.13-26, 2000.

VENTURIERI, G. A., SILVA, M. B. Fenologia floral do cacau-jacaré (*Herrania mariaae*) - Sterculiaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 13, n. 1, p. 31-47, 1997.]

## **CAPÍTULO IV**

**Morfologia das estruturas de reprodução de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae)**

**RESUMO** - *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. são duas espécies da família Boraginaceae, muito semelhantes em suas estruturas de reprodução e de dispersão de sementes. O presente trabalho descreve e ilustra as estruturas de reprodução das duas espécies, oferecendo elementos para revisões taxonômicas do gênero. As avaliações foram desenvolvidas no município de Rio Branco - Acre, na área do Campus da Universidade Federal do Acre (9°57'S 67°51'W), entre os anos de 2003 e 2005. Para a determinação das dimensões e descrição das estruturas de reprodução, foram coletadas e mensuradas 25 flores e 25 frutos de cada indivíduo observado das duas espécies, considerando os morfos florais. As inflorescências das espécies são vistosas e terminais, do tipo cacho de cachos de cimeiras, e são dispostas sobre domáceas que, apesar de semelhantes, são habitadas por diferentes espécies de formigas; diferem principalmente no número e tamanho das flores por cimeiras; as flores também são muito semelhantes - pentâmeras e actinomorfas; as de *C. alliodora* não apresentam dimorfismo e as de *C. trichotoma* apresentam heteromorfia do tipo distílica. Os frutos são do tipo núcula e se constituem em verdadeiros diásporos.

**Palavras-chaves:** anemocoria - diásporo - heterostilia - morfologia - núcula

**Morphology of reproductive structures de of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. and *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae)**

**ABSTRACT** - *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. and *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. are two species of the Boraginaceae family, very similar in their reproductive structures and seed dispersal. This work describes and illustrates the reproductive structures of these species, offering data for taxonomic revisions of the genus. The evaluations were developed in the district of Rio Branco - Acre, specifically in Federal University of Acre Campus area (9°57'S 67°51'W), from 2003 to 2005. In order to determine the dimensions and describe the reproductive structures, 25 flowers and 25 fruit of each observed individual of the two species were collected and measured, taking into account their floral morphs. The flowerings of these species are showy and terminal, of the type cluster of clusters of cymes, and are disposed on domatias which, though similar, are inhabited by different ant species; they differ mainly in the number and size of flowers per cymes; the flowers are also very similar - pentamerous and actinomorphic; those of *C. alliodora* do not present dimorphism and the ones of *C. trichotoma* present distylous heteromorphism. The fruits are nutlike and constitute true diaspores.

**Key words:** anemochory - diaspore - heterostyly - morphology - nutlet

## **1 INTRODUÇÃO**

O gênero *Cordia* L. (Boraginaceae) tem aproximadamente 300 espécies arbóreas, arbustivas e lianas. Este gênero apresenta ampla distribuição em áreas tropicais e subtropicais das Américas Central e do Sul (Liegel e Stead, 1990).

As espécies deste gênero apresentam inflorescências cimosas, dicótomas, axilares ou terminais. As flores variam de pequenas a grandes, geralmente brancas, bissexuais, às vezes, funcionalmente unissexuais, podendo apresentar heterostilia para algumas espécies (Ribeiro et al., 1999; Barroso et al., 2002; Lorenzi, 2002a e b).

O presente trabalho descreve e ilustra as estruturas de reprodução de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., oferecendo elementos para revisões taxonômicas do gênero.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi desenvolvido no município de Rio Branco-Acre na área do Campus da Universidade Federal do Acre (9°57'S 67°51'W), no período de 2003 a 2005.

As exsicatas das espécies estudadas encontram-se depositadas no Herbário do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre (UFAC), registradas com os números 13.123 e 13.124, referentes à *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. e *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., respectivamente.

As descrições das estruturas de reprodução das duas espécies foram detalhadas, procurando, na medida do possível, destacar as diferenças observadas entre elas, baseando-se na literatura vigente de morfologia externa de Fanerógamas (Font Quer, 1985; Bell, 1993; Barroso et al., 1999; Ribeiro et al., 1999; Vidal e Vidal, 2000). Para ilustrar as observações utilizou-se documentação fotográfica.

Objetivando definir as dimensões das estruturas florais foram coletadas e mensuradas vinte e cinco flores de cada indivíduo observado, das duas espécies.

O material foi avaliado no laboratório de Biologia da UFAC, com auxílio de microscópio estereoscópio (Stemi 2000 - ZEISS) utilizando-se paquímetro digital (CAL235/150 MM SYLVAC). Para análise dos vinte e cinco grãos de pólen de dois indivíduos de cada espécie, incluindo os morfos florais, usou-se microscópio óptico com câmara clara acoplada (Standart 20 - ZEISS), objetiva de 40X e régua micrometrada.

Para cada variável morfométrica calculou-se a média aritmética, o desvio-padrão e a amplitude de variação. Com o objetivo de tentar discriminar os morfos florais com base nas flores de ambas as espécies, foi realizada uma análise de função discriminante (Manly, 1994), considerando-se onze variáveis morfométricas das estruturas de reprodução das espécies.

Utilizando-se o coeficiente de dissimilaridade, distância multivariada euclidiana, foi realizada uma análise de agrupamento das flores de *C. alliodora* e *C. trichotoma*, sendo empregado o método de amalgamação das médias não ponderadas aos pares (UPGMA). As análises foram feitas através do programa Statistica 5.0.

### 3 RESULTADOS

*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., freijó preto, e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., freijó cinza, são duas espécies florestais, muito semelhantes em sua morfologia reprodutiva.

#### 3.1 Morfologia das estruturas de reprodução de *Cordia alliodora*

Os indivíduos de freijó preto avaliados apresentaram inflorescências terminais, dispostas sobre dilatações evidentes e ocas, do ápice dos internódios dos ramos, as domáceas (Figura 1), que abrigam formigas do gênero *Zacryptocerus*.

Essas inflorescências são compostas, mistas, com três subpartes: as de primeira e segunda ordem são racemosas, do tipo cacho, e as de terceira ordem, do tipo cimeira, que pode ser antecedida por dicásio. As cimeiras são bem definidas, com botões centrais abrindo primeiro, sendo seqüenciados pelos laterais. Cada cimeira desta espécie apresenta em média 25 flores. Os cachos de cimeiras estão dispostos acima da última domácea do ramo (Figura 2).

As flores são pentâmeras, diclamídeas, heteroclamídeas e hermafroditas. O cálice gamossépalo alcança quase a metade da corola. Na parte interna é liso e verde claro, na externa apresenta ranhuras e coloração verde escuro (Figura 3A), com endumentos estrelados marrons. A corola é actinomorfa, gamopétala até a metade e dialipétala na parte superior, apresentando tricomas translúcidos no início de sua parte tubular. As pétalas são consistentes e brancas, com ápice emarginado (Figura 3B). O gineceu é composto por um estigma exeto, bífido duplo, com forma rombóide (Figura 4A). O estilete apresenta coloração amarelo claro, semelhante ao estigma. O ovário é súpero dispendo-se sobre uma estrutura

que assemelha-se a uma glândula que apresenta na parte superior, fendas com cristas planas. A princípio esta estrutura foi classificada como glândula nectarífera,



**Figura 1.** Ápice do ramo de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., com domácea: A - detalhe da domácea.



**Figura 2.** Inflorescências terminais de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.: A - inflorescência de terceira ordem do tipo cimeira.



**Figura 3.** Verticilos florais protetores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.: A - cálice com ranhuras; B - detalhe da corola com ápice das pétalas emarginado (→).



**Figura 4.** Verticilos reprodutivos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.: A - detalhe do gineceu (→ pseudoglândula nectarífera); B - androceu disposto em altura superior ao gineceu; C e D - detalhe do grão de pólen do tipo monocolpado, esferoidal, com colpo longo.

todavia, em avaliações de botões e flores em diversos estádios de desenvolvimento, em nenhum momento, foi verificada a presença de néctar. O androceu compõe-se de cinco estames, epipétalos e exetos (Figura 4B). No ápice de cada filete, há apenas uma antera disposta acima do gineceu, dorsifixa, diteca, com deiscência longitudinal, expondo grande quantidade de grãos de pólen translúcidos e brilhantes. Os grãos de pólen desta espécie são aglomerados, monocolpados, esferoidais, com colpo longo (Figura 4C).

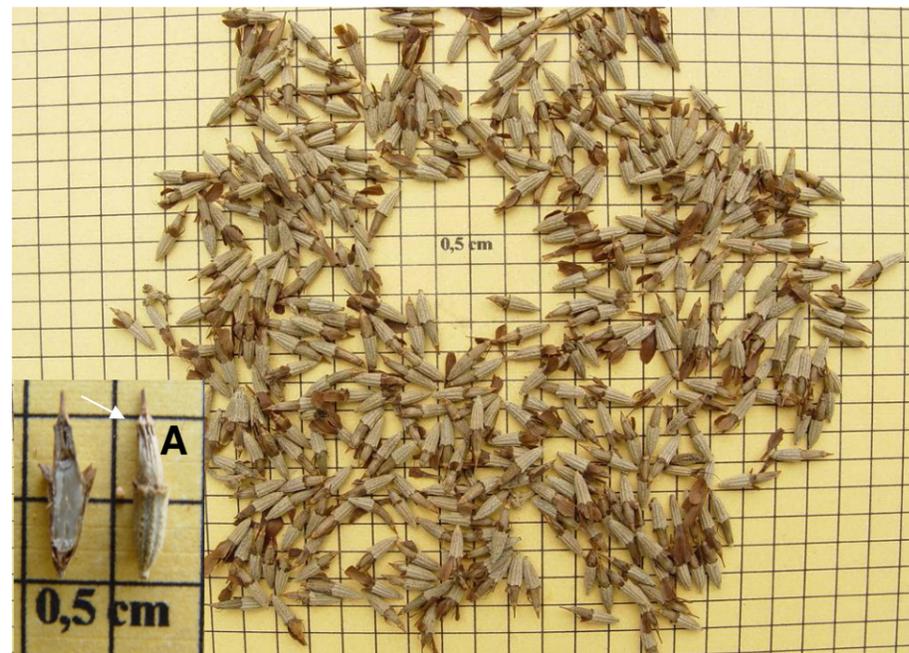
O fruto desta espécie apresenta cálice e corola persistentes. O cálice mantém a coloração verde e a corola assume a coloração marrom (Figura 5). O fruto, propriamente dito, quando maduro cresce até o dobro do cálice (Figura 6). É do tipo núcula, pois conserva seu perianto como estrutura de dispersão e possui pericarpo pouco espessado, seco e indeiscente, embora seja dotado de uma estrutura resultante da base do estilete, semelhante a um opérculo que não sofre deiscência, logo, um pseudopérculo (Figura 6A). Este fruto possui uma única semente (Figura 6A).

### **3.2 Morfologia das estruturas de reprodução de *Cordia trichotoma***

Os ramos terminais do freijó cinza também apresentam domáceas (Figura 7), que abrigam formigas do gênero *Pseudomyrmex* vivendo em simbiose com os indivíduos desta espécie. As inflorescências terminais, dispostas sobre a domácea, são também mistas de racemosa com cimosa, sendo na primeira e segunda ordem compostas por cachos e na terceira, por cimeira. Cada cimeira apresenta em média 10 flores. Às vezes, a partir de uma domácea podem partir inflorescências e ramos com domáceas que originam novas inflorescências (Figura 8).



**Figura 5.** Aspecto geral da infrutescência de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., com frutos em diferentes estádios de desenvolvimento.



**Figura 6.** Frutos maduros de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., sem a corola persistente: A - detalhe da semente e pseudopéculo (→).



**Figura 7.** Ápice do ramo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., com domácea: A - detalhe da domácea.



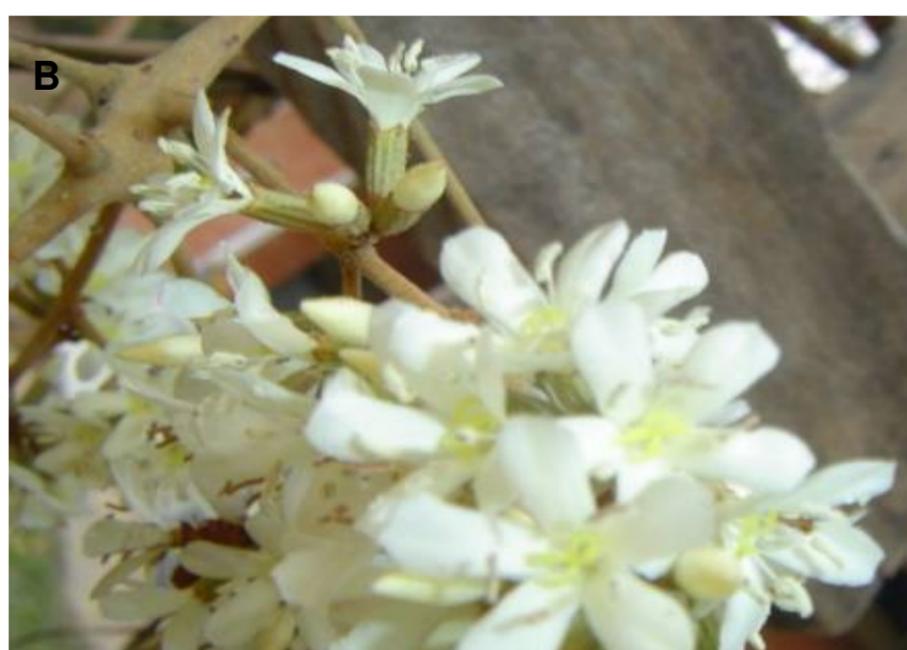
**Figura 8.** Inflorescências terminais de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.: A - inflorescência de terceira ordem do tipo cimeira.

Foram observados dois tipos diferentes de flores em *C. trichotoma*, que diferem entre si no tamanho das flores e na altura dos verticilos de reprodução: uma com os estames dispostos abaixo do estigma (longistila) e a outra com os estames dispostos acima do estigma (brevistila). Foi constatado que em cada indivíduo existe uniformidade para o mesmo tipo de morfo floral (Figura 9).

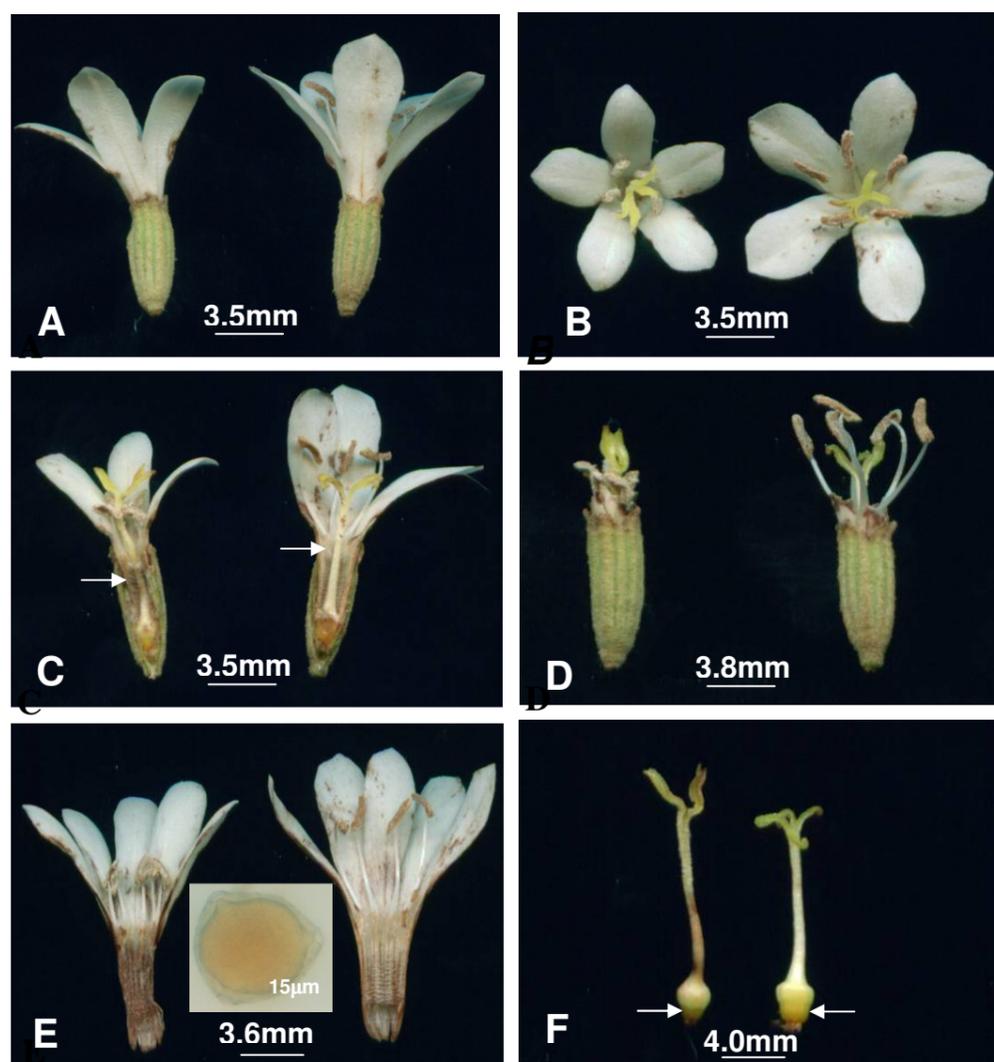
Os dois morfos florais são pentâmeros, hermafroditos com cálice e corola distintos (Figura 10A). O cálice é gamossépalo de cor verde musgo, com ranhuras bem evidentes e com pelos estrelados, marrons na face externa, e translúcidos na interna. Na parte superior apresenta maior concentração de tricomas. A corola é actinomorfa, gamopétala até a altura do cálice e dialipétala na parte superior (Figura 10A e B). As pétalas são brancas e de aspecto consistente, com ápice acuminado. A corola apresenta tricomas translúcidos em grande parte do seu tubo (Figura 10C). No morfo floral longistilo os estames são dispostos abaixo do estigma e no morfo floral brevistilo os estames são dispostos acima do estigma (Figura 10D).

O androceu compõe-se de cinco estames brancos epipetalos e exetos, em cujos ápices há uma antera diteca, dorsifixa, com abertura longitudinal e cheia de grãos de pólen translúcidos. Os grãos de pólen desta espécie são aglomerados, do tipo prolato esferoidais, tricolporados, com endoaberturas circulares (Figura 10E). O gineceu é composto de um estigma bífido duplo, com forma linear, de cor amarelo claro, estilete de coloração branca e ovário súpero, disposto sobre uma glândula com forma irregular na parte superior, que se assemelha à glândula nectarífera, mas que não libera néctar (Figura 10F).

Tanto os indivíduos com flores brevistilas como os com longistilas formam frutos viáveis. Avaliando a seqüência da floração dos indivíduos com flores dos dois morfos florais constatou-se frutificação maciça.



**Figura 9.** Inflorescências de dois indivíduos de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. apresentando heteromorfia do tipo distílica: A - inflorescência com morfo floral longistilo, em que os estames são dispostos abaixo do estigma; B - inflorescência com morfo floral brevistilo, em que os estames são dispostos acima do estigma.



**Figura 10.** Flores de dois indivíduos de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. apresentando heteromorfia do tipo distílica, a menor longistila e a maior brevistila: A - diferença de comprimento dos dois morfos florais; B - detalhe da corola e da disposição das estruturas de reprodução em vista frontal; C - disposição dos verticilos florais, em destaque os pêlos translúcidos do tubo das duas corolas; D - altura dos verticilos de reprodução; E - disposição dos estames epipétalos, em destaque o grão de pólen da espécie que apresenta a mesma forma e o mesmo tamanho independente do morfo floral; e F - gineceus, em destaque as glândulas nectaríferas.

O fruto desta espécie resulta de ovário súpero, apresentando verticilos de proteção persistentes. O cálice marcescente é verde acinzentado e a corola marrom intenso. O fruto, propriamente dito, quando maduro é seco, com pericarpo reduzido, e quase que totalmente revestido pelo cálice e pela corola (Figura 11). É um fruto indeiscente com pseudopéculo e com uma única semente (Figura 12A).

### **3.3 Morfometria das estruturas de reprodução de *Cordia alliodora* e *Cordia trichotoma***

Os valores dos dados morfométricos das estruturas de reprodução das espécies em estudo, juntamente com análise estatística desses dados, encontram-se nas tabelas de 1 a 4.

Uma análise de função discriminante foi realizada para tentar discriminar os morfos florais com base nas variáveis de ambas as espécies. Esta análise resultou em duas raízes principais (auto valor = 10,68;  $F = 22,12$ ;  $p = 0,00$ ; estatística  $\lambda$  de Wilk's = 0,04). A tabela 5 mostra os valores das correlações canônicas das variáveis nas duas raízes geradas. Em negrito destacam-se os valores que apresentaram maior correlação. Das onze variáveis analisadas, apenas cinco foram importantes na raiz I, sendo todas positivas: o comprimento da flor, da pétala, do estilete, do filete e da antera. Na raiz II, somente a variável "diâmetro do cálice" se mostrou mais importante. A ordenação das flores, de ambas as espécies, resultante da análise de ordenação de acordo com suas dissimilaridades é mostrado na Figura 13. As variáveis analisadas separaram as espécies em grupos bem definidos, segundo a distância quadrática de Mahalanobis.

Foi realizada também uma análise de agrupamento baseada na Distância Euclidiana. Com base na análise desse agrupamento, foi gerado um dendrograma que é mostrado na figura 14.



**Figura 11.** Infrutescências de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud..



**Figura 12.** Frutos maduros de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., sem a corola persistente: A detalhe do fruto (→ pseudopéculo) e da semente.

**Tabela 1.** Média, desvio padrão e amplitude de variação do tamanho dos grãos de pólen da flor de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. e das flores brevistilas e longistilas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (n=25).

Espécie	Média (µm)	Desvio Padrão	Amplitude de Variação
<i>C. alliodora</i>	31,04	2,68	25-35
<i>C. trichotoma</i> /Brevistila	42,08	2,12	38-47
<i>C. trichotoma</i> /Longistila	42,56	2,68	38-48

**Tabela 2.** Média, desvio padrão e amplitude de variação de 11 variáveis morfométricas das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. (n=25).

Variáveis	Média (mm)	Desvio Padrão	Amplitude de Variação
Comprimento da flor	10,60	0,26	10,22-11,14
Comprimento da pétala	9,22	0,41	8,57-9,89
Diâmetro do cálice	1,67	0,90	1,50-1,85
Comprimento do cálice	4,57	0,17	4,09-4,89
Comprimento do estigma	2,52	0,22	2,24-2,92
Comprimento do estilete	4,18	0,31	3,48-4,66
Diâmetro do ovário	1,26	0,07	1,14-1,35
Comprimento do ovário	1,57	0,16	1,33-1,90
Comprimento da pseudoglândula nectarífera	1,26	0,14	1,05-1,67
Comprimento do filete	9,03	0,40	8,19-9,76
Comprimento da antera	1,75	0,34	1,31-2,55

#### 4 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As duas espécies avaliadas no presente estudo, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., freijó preto, e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., freijó cinza, são arbóreas, que alcançam de 20 a 30 m de altura. São colonizadoras de ambientes degradados e são madeireiras conhecidas e aceitas em muitos mercados. A primeira apresenta distribuição do México à Argentina, e a segunda, com distribuição restrita a alguns países da América do Sul, entre eles a Bolívia, na Amazônia Ocidental. No Brasil esta espécie é registrada como ocorrendo do Ceará até o Rio Grande do Sul (Liegel e Stead, 1990, Rizzini, 1990; Lorenzi, 2002 a e b). No presente estudo consta a primeira referência de *C. trichotoma* para a Amazônia brasileira.

**Tabela 3.** Média, desvio padrão e amplitude de variação de 11 variáveis morfométricas das flores brevistilas e longistilas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (n=25).

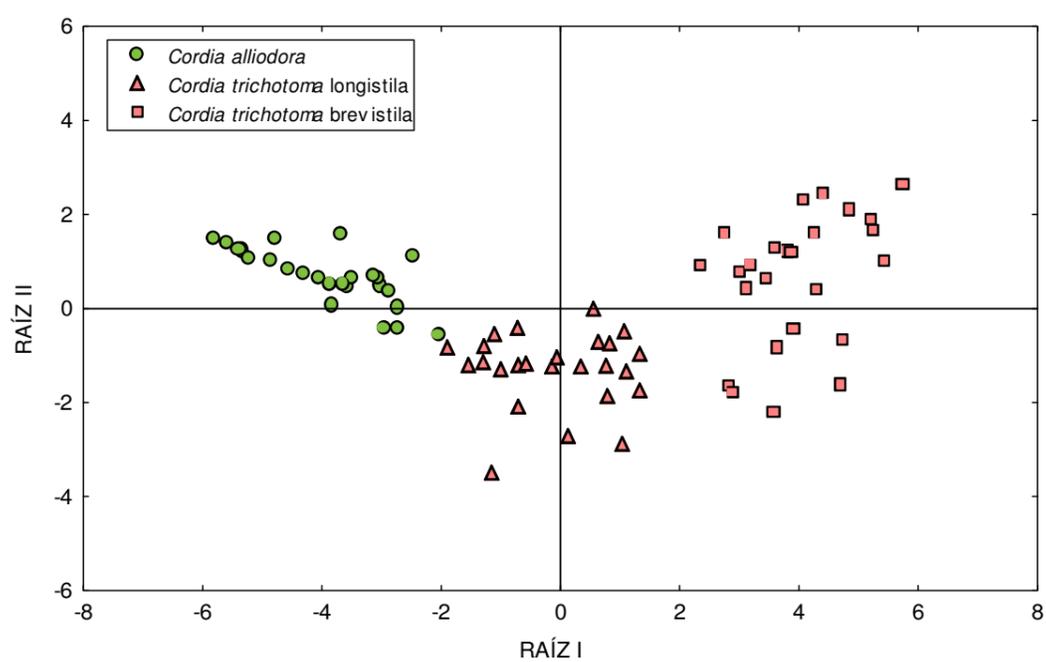
Variáveis	Média (mm)	Desvio Padrão	Amplitude de Variação
<b><i>C. trichotoma</i>/Longistila</b>			
Comprimento da flor	14,70	0,74	13,88-17,27
Comprimento da pétala	12,12	0,32	11,65-12,66
Diâmetro do cálice	1,99	0,06	1,86-2,09
Comprimento do cálice	6,55	0,16	6,21-7,01
Comprimento do estigma	4,67	0,42	4,01-5,43
Comprimento do estilete	7,01	0,32	6,48-7,60
Diâmetro do ovário	1,34	0,05	1,22-1,48
Comprimento do ovário	1,42	0,15	1,10-1,65
Comprimento da pseudoglândula nectarífera	1,07	0,11	0,91-1,22
Comprimento do filete	8,80	0,33	8,15-9,33
Comprimento da antera	1,95	0,09	1,73-2,08
<b><i>C. trichotoma</i>/Brevistila</b>			
Comprimento da flor	15,05	0,33	14,36-15,62
Comprimento da pétala	13,56	0,51	12,50-14,41
Diâmetro do cálice	2,00	0,06	1,91-2,14
Comprimento do cálice	6,62	0,17	6,39-7,31
Comprimento do estigma	2,27	0,13	2,00-2,53
Comprimento do estilete	5,70	0,29	5,21-6,32
Diâmetro do ovário	1,37	0,07	1,27-1,48
Comprimento do ovário	1,41	0,12	1,22-1,66
Comprimento da pseudoglândula nectarífera	1,24	0,13	1,16-1,57
Comprimento do filete	10,19	0,49	9,00-10,88
Comprimento da antera	2,22	0,11	2,04-2,56

**Tabela 4.** Média, desvio padrão e amplitude de variação do tamanho do gineceu das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. e das flores brevistilas e longistilas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud. (n=25).

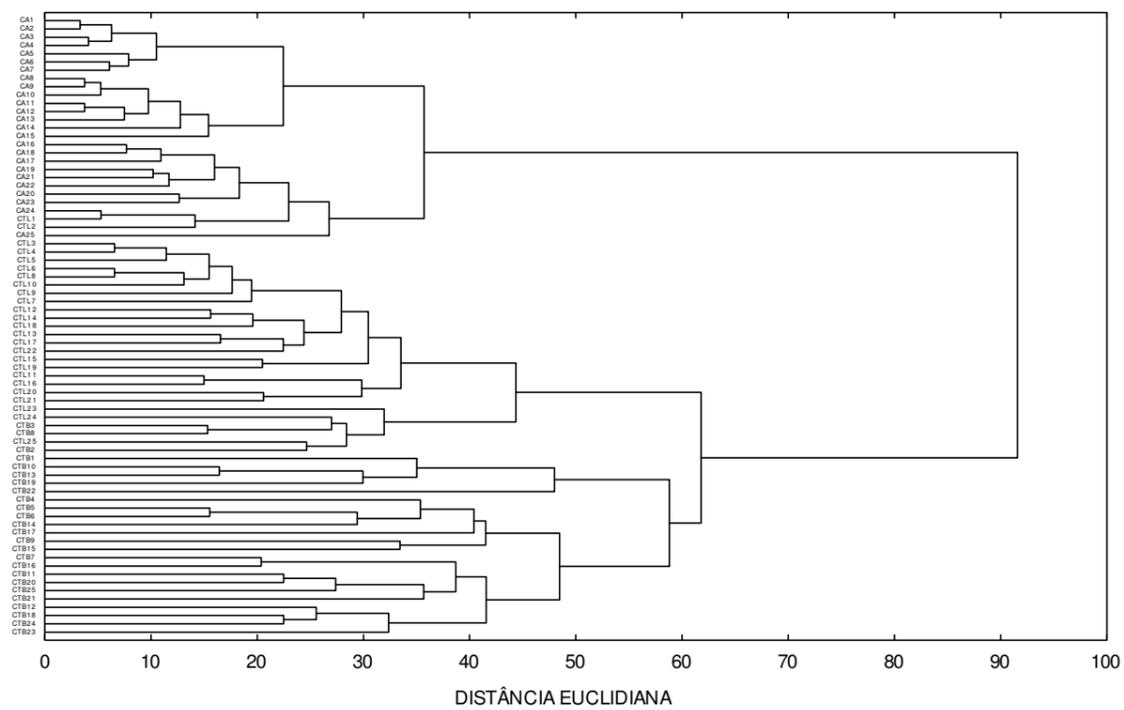
Espécie	Média (µm)	Desvio Padrão	Amplitude de Variação
<i>C. alliodora</i>	8,27	0,36	7,45-9,02
<i>C. trichotoma</i> /Longistila	13,10	0,53	12,08-14,31
<i>C. trichotoma</i> /Brevistila	9,38	0,35	8,82-10,15

**Tabela 5.** Valores das correlações canônicas de 11 variáveis morfométricas das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. e dos morfos florais brevistilo e longistilo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., nas duas raízes geradas. Em destaque (negrito) os valores de maior correlação.

Análise discriminante	Raiz I	Raiz II
<b>Variáveis</b>		
Comprimento da flor	<b>0.67</b>	-0.14
Comprimento da pétala	<b>0.85</b>	0.00
Diâmetro do cálice	0.47	<b>-0.63</b>
Comprimento do cálice	0.59	-0.35
Comprimento do estigma	0.37	-0.30
Comprimento do estilete	<b>0.88</b>	-0.06
Diâmetro do ovário	0.18	-0.07
Comprimento do ovário	0.17	-0.23
Comprimento da pseudoglândula nectarífera	0.24	-0.29
Comprimento da antera	<b>0.74</b>	-0.07
Comprimento do filete	<b>0.82</b>	0.02



**Figura 13.** Agrupamento das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. e dos morfos florais brevistilo e longistilo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., de acordo com suas dissimilaridades.



**Figura 14.** Dendrograma de dissimilaridade das flores de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken. e dos morfos florais brevistilo e longistilo de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.:  
(CA) = *Cordia alliodora*; (CTB) = *Cordia trichotoma* brevistila; e (CTL) = *Cordia trichotoma* longistila.

As inflorescências de *C. alliodora* e *C. trichotoma* são vistosas e terminais, do tipo cacho de cachos de cimeiras, e são dispostas sobre domáceas, no ápice dos internódios dos ramos, muito semelhantes entre si, sendo habitadas por formigas. Wheeler (1942), já relacionava espécies de *Cordia* como plantas especializadas em formigas. Referenciou *Cordia nodosa* Lam. e *C. alliodora* como apresentando mirmeecófilo.

Tillberg (2004), tratando de *Cordia gerascanthus* Jacq., considerada por alguns especialistas como sinonímia de *C. alliodora*, defendeu que trata-se de espécies diferentes, justamente pela disposição das domáceas, que no caso de *C. gerascanthus* são dispostas na parte longa dos ramos e em *C. alliodora* na parte apical dos mesmos.

Para Ribeiro et al. (1999), as domáceas são freqüentes em plantas das regiões tropicais e subtropicais. Lapola et al. (2004) informaram que na Amazônia

são registradas 230 espécies, de 17 famílias, de plantas mirmecófitas. Destacaram, ainda, que “por motivos ainda desconhecidos, dificilmente as mirmecófitas ocorrem fora das regiões tropicais, sendo que no Sudeste e Sul do Brasil essas plantas são muito raras”.

Rizzini (1990), estabelecendo diferenças entre *C. trichotoma* e *C. alliodora*, definiu que apenas a última espécie apresenta domácea. Como *C. trichotoma* tem sido bastante estudada em outras regiões do Brasil, sem referência para a Amazônia, essa diferença estabelecida pelo autor, torna-se sem sentido para a espécie no Vale do Acre, levando inclusive a supor que resulte de adaptação à região. Tal defesa fundamenta-se nos dados apresentados por Tillberg (2004) para *C. gerascanthus*, onde informa que de doze ramos avaliados apenas seis apresentavam domácea. Observando material de herbário, em que alguns eram dotados desta estrutura, e outros não, concluiu que a manifestação de domácea em *C. gerascanthus* estava associada à distribuição geográfica, ao ambiente e à genética.

Embora as domáceas de *C. alliodora* e *C. trichotoma* sejam muito semelhantes entre si, nas áreas de avaliação do presente estudo são, entretanto, habitadas por diferentes espécies de formigas. As do freijó preto são do gênero *Zacryptocerus* e as do freijó cinza, do gênero *Pseudomyrmex*.

Segundo Lapola et al. (2004), na natureza raramente ocorrem casos de mutualismos específicos. Consideraram que, em geral, cada espécie de planta associa-se com várias espécies de formigas e que cada espécie de formiga pode ocupar várias espécies de plantas. De acordo com Longino (1996), os indivíduos de *Cordia* abrigam geralmente várias espécies de formigas, e ainda, que o mais freqüente é uma colônia dominante ocupar a maioria dos nós vivos.

Considerando outras diferenças entre *C. alliodora* e *C. trichotoma*, além das domáceas, Rizzini (1990) definiu as duas espécies como afins, muito semelhantes entre si. Entretanto, afirmou que diferem no tamanho das flores e na pilosidade. Citou que a primeira apresenta flores menores e pilosidade menos copiosa.

O presente estudo contribui para acentuar diferenças entre essas duas espécies. Essas diferem principalmente no tamanho das inflorescências/infrutescências e no número e tamanho das flores/frutos por cimeiras (Figura 15). As inflorescências de *C. trichotoma* são bem maiores, mas com menor número de flores por cimeira, dez em média, enquanto que as de *C. alliodora* apresentam cerca de vinte e cinco flores.

As flores das duas espécies também são muito semelhantes. Todavia, as do freijó preto não apresentam dimorfismo e as do freijó cinza apresentam heteromorfia do tipo distílica, com morfos florais brevistilos e longistilos. Para Barroso et al. (2002), o fenômeno de heterostilia é freqüente no gênero *Cordia*. Gasparino (2005) citou que as dezoito espécies de *Cordia* do estado de São Paulo apresentam heterostilia.

As flores de *C. alliodora* e *C. trichotoma* diferem, além do comprimento, no ápice das pétalas, na altura dos estames, na morfologia dos estigmas e na morfologia dos grãos de pólen (Figura 16).

Os grãos de pólen do freijó preto são colpados (Figura 16A-d) e os do freijó cinza são triporados para os dois morfos florais, que apresentam a mesma morfologia (Figura 16B-d). Em média, os grãos de pólen de *C. alliodora* são bem menores (31,04  $\mu\text{m}$ ) que os de *C. trichotoma*, que independente das flores serem brevistilas (42,08 $\mu\text{m}$ ) ou longistilas (42,56  $\mu\text{m}$ ) tendem a apresentar o mesmo tamanho (Tabela 1).



**Figura 15.** Infrutescências de segunda ordem: A - *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.;  
e B - *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken..



**Figura 16.** Diferença entre as flores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.: (A) *C. alliodora* - estames (a) mais altos que o gineceu (b), pétalas (c) com ápice emarginado e grão de pólen (d) do tipo monocolpado, esferoidal, com colpo longo; (B1) *C. trichotoma* brevistila - com estames (a) mais altos que o gineceu (b), pétalas (c) com ápice cuspidado e grão de pólen (d) do tipo prolato esferoidal, tricolporado, com endoaberturas circulares; (B2) *C. trichotoma* longistila - com estames (a) mais baixos que o gineceu (b), pétalas (c) com ápice cuspidado e grão de pólen (d) do tipo prolato esferoidal, tricolporado, com endoaberturas circulares.

Gasparino (2005), a partir de estudo polínico de dezoito espécies do gênero *Cordia*, definiu que as flores longistilas apresentam grãos de pólen com maiores diâmetros, com exceção para os de sete espécies: *Cordia glabrata* (Mart.) DC., *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., *Cordia silvestris* Fresen., *Cordia taguahyensis* Vell., *Cordia monosperma* (Jacq.) Roem. & Schultes, *Cordia sessilifolia* Cham. e *Cordia truncata* Fresen. Informou, ainda, que para todas as espécies estudadas os grãos de pólen das flores brevistilas apresentaram maior porcentagem de inviabilidade, exceto para sete espécies: *Cordia magnoliifolia* Cham., *Cordia sellowiana* Cham., *Cordia superba* Cham., *Cordia taguahyensis* Vell., *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., *Cordia monosperma* (Jacq.) Roem. & Schultes e *Cordia truncata* Fresen.. Logo, para este autor, *C. trichotoma* mesmo manifestando heterostilia apresenta grãos de pólen com o mesmo tamanho e viáveis. O autor também classificou os grãos de pólen desta espécie como triporados.

As flores brevistilas de *C. trichotoma* são as maiores e apresentam em média 15,1 mm de comprimento; as longistilas 14,7 mm (Tabela 3), enquanto que as de *C. alliodora*, 10,6 mm (Tabela 2). O ápice das pétalas do freijó preto é emarginado (Figura 16Ac) e dos dois morfos florais do freijó cinza é cuspidado (Figura 16B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>C).

Os estames de *C. alliodora* são praticamente do mesmo tamanho da corola, ficando, bem expostos (Figura 16Aa). Os de *C. trichotoma* brevistila, embora mais altos que os estigmas, são menores que a corola (Figura 16B<sub>1</sub>a); e os filetes da longistila são bem menores, e quase que completamente encobertos pelo tubo da corola, entretanto expõem as anteras (Figura 16B<sub>2</sub>a) (Tabela 3). Barroso et al. (2002) citam que raramente os estames das flores das espécies do gênero *Cordia* ficam inseridos no tubo da corola.

O gineceu da flor de *C. trichotoma* longistila é em média o mais longo (11,68 mm) e o mais evidente, enquanto que o da brevistila é menor (7,97 mm) e menos distendido (Figura 16B<sub>1</sub>b e B<sub>2</sub>b/Tabela 4), mesmo assim é ainda maior que o da flor de *C. alliodora* (6,7 mm) (Figura 16Ab/Tabela 4).

Os frutos de *C. alliodora* e *C. trichotoma* são muito semelhantes entre si (Figura 6 e 12), diferindo apenas na proteção do cálice persistente. Na primeira, como o fruto propriamente dito cresce muito, só é protegido até a metade, enquanto que o fruto da segunda é protegido quase que totalmente pelo cálice. Um outro aspecto interessante observado é que, embora as flores do freijó preto sejam bem menores que as do freijó cinza, os frutos propriamente dito, isto é, sem os verticilos de proteção, são praticamente do mesmo tamanho, quando maduros (Figuras 6 e 12).

Os frutos de *C. alliodora* (Lorenzi, 2002b) e os de *C. trichotoma* (Rizzini, 1990) são classificados na literatura como drupa. No presente estudo optou-se por classificá-los como núcula, com base em Barroso et al. (1999), que descreveram este tipo de fruto como resultante, em geral, de ovário súpero, apresentando adaptações para dispersão pelo vento, pela água e por animais. No caso específico das Boraginaceae, os autores citaram que o gênero *Cordia* apresenta dois tipos de frutos: núcula de pericarpo pouco espessado e seco, com cálice e corola persistentes e marcescentes, com dispersão anemocórica; e nukulânio, com pericarpo carnoso. Os frutos do freijó preto e cinza enquadram-se na primeira classificação.

As variáveis morfométricas analisadas neste trabalho foram eficientes, permitindo a separação das espécies em questão.

Os grupos resultantes da análise discriminante e da análise de cluster mostraram, de maneira geral, certa coerência com relação às variáveis analisadas.

Logo, a partir das análises de dissimilaridade e similaridade, pode-se definir a existência de três morfos florais distintos, em que as flores de *C. alliodora* constituem-se em um grupo bem distinto do morfo floral brevistilo de *C. trichotoma*. As flores de *C. trichotoma* longistila ficam como intermediárias entre os dois morfos florais. Entretanto, apresentam mais similaridade com o morfo brevistilo. Estas análises contribuem com as conclusões sobre as informações morfológicas anteriormente discutidas, como também para avaliações taxonômicas do gênero *Cordia*.

#### **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARROSO, M. B.; MARIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999, 443p.

BARROSO, I. C. E.; OLIVEIRA, F.; BRANCO, L. H. Z.; KATO, E. T. M.; DIAS, T. G. O gênero *Cordia* L.: botânica, química e farmacologia. **Revista Lecta, Bragança Paulista**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 15-34, 2002.

BELL, A. **Plant forms, an illustrated guide to flowering plant morphology**. New York: Oxford University Press, 1993. 341p.

FONT QUER, P. **Diccionario de Botânica**. 9 ed. Calabria: Editorial Labor, 1985. 1244 p.

GASPARINO, E. C. **Estudo polínico das espécies do gênero *Cordia* L. (Boraginaceae) ocorrentes no Estado de São Paulo.** São Paulo. 2005. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <[www.ibot.sp.gov.br/teses/310305gasparino](http://www.ibot.sp.gov.br/teses/310305gasparino)>. Acesso em: 30 ago. 2005.

LAPOLA, D. M.; BRUNA, E. M.; VASCONSELOS, H. L. Amizade: mutualismo entre plantas. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 34, n. 204, p. 28-33, 2004.

LIEGEL, L. H.; STEAD, J. W. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Capá prieto, laurel Boraginaceae Familia de las borrajas. Washington, DC: Department of Agriculture, Forest Service. p. 270-277, 1990. Disponível em: <[www.fs.fed.us/global/iitf/cordiaalliodora.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/cordiaalliodora.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2005.

LONGINO, J. T. Taxonomic characterization of some live-stem inhabiting *Azteca* (Hymenoptera: Formicidae) in Costa Rica, with special reference to the ants of *Cordia* (Boraginaceae) and *Triplaris* (Polygonaceae). **Journal of Hymenoptera Research**, n. 5, p. 131-156, 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 4 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002a. 1 v. 368 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, São Paulo, 2002b. 2 v. 368 p.

MANLY, B. F. J. **Multivariate Statistical Methods: a Primer.** 2. ed. London: Chapman & Hall, 1994. 215 p.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCOPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas**

**vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia central.** Manaus: INPA, 1999. 816 p.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de dendrologia brasileira.** São Paulo: Edgard Blücher, 1990. 296 p.

TILLBERG, C. V. *Cordia gerascanthus* (Boraginaceae) produces stem domatia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, n. 20, p. 355-357, 2004.

VIDAL, W. N; VIDAL, M. R. R. **Botânica-organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamas.** 3 ed. UFV, Impr. Univ., Viçosa. 1986.114p.

WHEELER, W. M. Studies of neotropical ant-plants and their ants. Harvard: **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, n. 90, p. 1-262, 1942.

## **CAPÍTULO V**

**Biologia floral e dispersão de sementes de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae) no Vale do Acre/Brasil**

**RESUMO** - *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. são espécies florestais comuns no Vale do Acre. Objetivando contribuir para o conhecimento da biologia reprodutiva destas espécies, o presente estudo foi desenvolvido em duas áreas do Vale, uma aberta (9°57'S; 67°51'W) e outra, de floresta secundária (9°57'S; 67°52'W), no período de 2003 a 2005, enfocando o comportamento da flor de cada espécie, e dos visitantes; as estratégias de polinização, de produção e dispersão de sementes. Constatou-se que o reconhecimento da flor pelos insetos visitantes se faz pelo estímulo olfativo e pela morfologia das estruturas de reprodução. Embora elas apresentem características morfológicas e comportamentais para polinização por dípteros, foram classificadas como generalistas, pois têm como polinizador efetivo uma mosca, *Ordinia obesa* Fabricius e como polinizadores eventuais himenópteros (*Tetragonisca weyrauchi* Schwartz e *Tetragona* sp.), além de outros dípteros (*Palpada obsoleta* Wiedemann e *Palpada* sp.). Observou-se também que os diásporos de *C. alliodora* e *C. trichotoma* são pequenos e possuem cálice e corola persistentes, funcionando como uma pequena hélice, que auxilia na sua dispersão pelo vento.

**Palavras-chaves:** *Cordia alliodora* - *Cordia trichotoma* - sapromiofilia - generalista - anemocoria

**Floral Biology and seed dispersal of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. and *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae) in the Valley of Acre/Brazil**

**ABSTRACT** - *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. and *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. are forest species common in the Valley of Acre. Seeking to contribute with the knowledge of the reproductive biology of these species, this research was carried out in two areas of the Valley, a cleared area (9°57'S; 67°51'W) and a secondary forest area (9°57'S; 67°52'W), in the period from 2003 to 2005. It focused on behavior of each species flowers and their visitors; the strategies of pollination, of seed production and dispersal. It was found out that flower recognition by visiting insects was driven by olfactive stimuli as well as the morphology of the reproductive structures. Although they presented morphological and behavioral characteristics for pollination by dipterons, they were classified as generalists, for they had as effective pollinator a fly, *Ordina obesa* Fabricius and as eventual pollinators hymenopters (*Tetragonisca weyrauchi* Schwartz and *Tetragona* sp.) and some other dipterons (*Palpada obsoleta* Wiedemann and *Palpada* sp.). The fruits of *C. alliodora* and *C. trichotoma* are small, nutlike, with persistent calyx and corolla which function as small helixes that help their dispersal by the wind.

**Key words:** *Cordia alliodora* - *Cordia trichotoma* - sapromyophily - generalists - anemochory

## 1 INTRODUÇÃO

Nas florestas tropicais, os animais têm papel essencial na reprodução dos vegetais, na medida em que seu comportamento pode alterar a composição da comunidade e continuidade das espécies (Piña-Rodrigues e Piratelli, 1993).

Dentre os processos que podem ser analisados na reprodução vegetal tem-se a polinização, que é um mecanismo essencial na reprodução sexuada, uma vez que promove a transferência dos grãos de pólen das anteras para o estigma e, na presença de autocompatibilidade, determina a fecundação do óvulo e, conseqüentemente a formação da semente.

Devido à grande diversidade de espécies florestais nas regiões tropicais, os estudos nelas existentes revelam a importância evolutiva da especificidade do polinizador (Kageyama, 1987; Kageyama e Piña-Rodrigues, 1993). Segundo Janzen (1980), a ocorrência de co-evolução nos sistemas planta x polinizador deve ter ocorrido em muitas espécies. Entretanto, estudos recentes têm demonstrado que a relação específica entre planta-polinizador está restrita a poucas espécies. Sugerem, ainda, que na natureza o que se observa é a relação entre plantas e grupos particulares de polinizadores (Fenster et al. 2004).

Em estudos sobre a polinização de espécies tropicais, têm-se demonstrado que muitas são de polinização cruzada obrigatória (alógamas), o que, necessariamente, significa que há uma dependência de polinização por animais, em função de estarem os indivíduos muitas vezes afastados por distância de 50 a várias centenas de metros (Janzen, 1980).

Por outro lado, o fruto, um dos ganhos das angiospermas cujas paredes garantem a proteção das sementes, em algumas espécies, apresenta estruturas acessórias que auxiliam na dispersão de suas sementes, garantindo que estas

possam alcançar locais adequados para o estabelecimento de um novo indivíduo. A associação do conjunto das estruturas morfológicas de um fruto com o processo de disseminação da semente define sua estratégia de dispersão (Van der Pijl, 1982; Faria e Davide, 1993). As estratégias de dispersão de sementes mostram os caminhos evolutivos das espécies arbóreas, atendendo as suas necessidades adaptativas (Kageyama, 1987).

O presente trabalho trata da biologia floral e da dispersão de sementes de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., contribuindo para o conhecimento da biologia reprodutiva destas espécies.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A coleta de dados de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., para o presente trabalho foi realizada no município de Rio Branco-Acre, no Campus da Universidade Federal do Acre (UFAC), em duas áreas distintas: área circunvizinha às construções do Campus Universitário (9°57'S 67°51'W), caracterizada pela exposição a pleno sol; e área do Parque Zoobotânico (9°57'S 67°52'W), constituído de florestas secundárias em diferentes estágios de regeneração.

As avaliações do comportamento da biologia das flores de cada espécie foram realizadas durante o período de pico de suas florações, em diferentes intervalos, com observações diurnas e noturnas, para determinação do horário da antese (período de abertura da flor), liberação dos grãos de pólen pelas anteras,

receptividade do estigma, presença ou ausência de néctar, emissão ou não de odor, período de vida útil da flor.

As inflorescências das duas espécies são complexas em sua estrutura (Bezerra et al., 2005b). Para avaliar o desenvolvimento das flores e dos frutos foram selecionadas inflorescências de terceira ordem do tipo cimeira. Como os botões da mesma cimeira apresentavam diferentes estádios de desenvolvimento, os selecionados foram acompanhados até o momento da antese.

Na definição do apogeu das características reprodutivas, momento de deiscência das anteras e viabilidade do estigma, foram coletadas flores em diferentes estádios de desenvolvimento.

Para determinar se as flores das duas espécies, incluindo os morfos florais, refletiam a luz ultravioleta, aplicou-se o teste descrito por Gertz apud Scogin et al. (1977). Foram coletadas flores e colocadas em frasco com algodão embebido em hidróxido de amônio, durante 15, 30 e 60 minutos. A viabilidade do estigma foi testada com peróxido de hidrogênio durante todo o período de exposição do estigma até sua inviabilidade. O horário de exposição de pólen bem como da presença ou não de néctar, resultou de avaliações com o auxílio de microscópio estereoscópio (Stemi 2000 - ZEISS).

Os insetos que foram observados visitando as flores no pico fisiológico foram coletados e documentados, através de fotografia. Para estes visitantes foram definidas a forma de pousar na flor, o período de permanência e a preferência alimentar. Os visitantes foram identificados pelo pesquisador Eduardo Loureiro Paschoalini, da Pontifícia Universidade Católica de Belo Horizonte - MG, e estão depositados na Coleção Entomológica da Universidade Federal do Acre baseada no Parque Zoobotânico.

Através da definição do pico fisiológico das flores e das informações referentes ao comportamento dos visitantes mais freqüentes, definiu-se como polinizador eventual os visitantes que penetravam na flor durante o momento de pico e carregavam pólen das espécies avaliadas. Como polinizador efetivo, foram considerados aqueles visitantes que, além deste comportamento, foram muito freqüentes em todas as avaliações, apresentando o mesmo comportamento para com todos os indivíduos amostrados. Os demais grupos, que não portavam pólen destas espécies, foram considerados apenas como visitantes, conforme metodologia usada por Paula-Fernandes (1990).

De cada espécie de visitantes foram coletados exemplares para avaliação dos grãos de pólen aderidos aos seus corpos. Os grãos encontrados foram comparados com lâminas contendo grãos de pólen identificados de *C. alliodora* e *C. trichotoma*. Quando encontrado pólen das espécies em um exemplar, foram intensificadas as coletas para aquele grupo. Com a definição dos locais de deposição de pólen, passou-se a observar no campo, os exemplares vivos, procurando definir o contato da região de seu corpo com o estigma da flor de cada espécie (Paula-Fernandes, 1990).

Para definição dos estádios de desenvolvimento dos frutos, parte dos botões selecionados foram acompanhados a partir da antese da flor até o momento de dispersão das sementes.

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 Biologia floral de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.**

##### **3.1.1 Comportamento das flores**

Nas cimeiras os botões florais centrais são os primeiros a abrir, seguido pelos laterais, processo este que abrange três dias. O processo de abertura da flor é lento e começa a ocorrer a partir das 17:00h. As pétalas encontram-se plenamente abertas cerca de uma hora após o início da antese.

As anteras sofreram deiscência antes da separação das pétalas, expondo os grãos de pólen translúcidos e brilhantes, que permanecem agrupados. No momento da liberação das pétalas os filetes ainda encontram-se encurvados.

Na observação das flores recém abertas, em lupa elétrica, constatou-se que ao simples toque em uma das anteras, aglomerados de grãos de pólen caem sobre o estigma.

A contar cinco horas a partir da antese, as anteras sofreram, por desidratação, exposição plena de seu interior. As anteras murchas passaram a apresentar gradativa alteração de cor, do centro para as bordas, variando de branca para marrom.

O estigma, bífido e duplo, no momento da separação das pétalas encontrava-se parcialmente aberto; cerca de cinco horas após, o processo integralizou-se.

No início da antese, o estigma e o estilete apresentaram coloração verde-claro. Duas horas após, o estilete manteve sua coloração e o estigma passou a apresentar a tonalidade amarelo-claro e, em seguida, marrom. Usando-se o teste com peróxido de hidrogênio constatou-se que o estigma mantém sua viabilidade por cerca de vinte e duas horas.

Desde o início da antese as flores exalaram odor adocicado. Logo a seguir, passavam a apresentar odor desagradável, semelhante ao do alho, que se intensifica, ao ponto de, na manhã seguinte, ser percebido à simples aproximação da árvore.

### 3.1.2 Comportamento dos visitantes

As flores de *C. alliodora* foram visitadas por vários grupos de insetos, destacando-se os dípteros, os himenópteros e os lepidópteros.

No início da antese foram observadas mariposas em visitas rápidas às flores de *C. alliodora*. No dia seguinte, a partir da 5:30h, as inflorescências foram visitadas por abelhas *Apis mellifera* Lineu. Esta espécie visitou as flores até às 8:00h, permanecendo de 25 a 30 segundos por flor, coletando pólen e armazenando-os em suas corbículas. Foram também observados grãos de pólen espalhados pelo abdome e dorso dos indivíduos desta espécie. Pareciam procurar néctar, pois penetravam na corola, tocando as anteras e os estigmas de várias flores de uma mesma inflorescência (Figura 1). Esta procura provavelmente ocorreu em função da reflexão da luz sobre os tricomas translúcidos, dispostos no início do tubo da corola.

Uma outra espécie de abelha, *Tetragona* sp., também coletou pólen de *C. alliodora*, porém, os indivíduos desta espécie não foram muito freqüentes.

As borboletas chegaram às 5:40h, sobrevoaram as inflorescências, pousaram e introduziram a probóscide no tubo da corola e rapidamente alçaram vôo.

Às 5:45h foi possível observar a presença de espécies de dípteros. Os primeiros indivíduos observados foram os de *Ordinia obesa* Fabricius (Figura 2). Foram os visitantes mais freqüentes e com comportamento bem definido: chegaram fazendo barulho, pairando no ar sobre as inflorescências; logo que pousavam em uma flor lambiam as anteras, balançando-as, lambiam também as pétalas e, em seguida, colocavam o aparelho lambedor no interior do tubo da flor, tocando o estigma com a parte ventral do tórax, e a seguir caminhavam por sobre



**Figura 1.** *Apis mellifera* Lineu visitando as flores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken..



**Figura 2.** *Ordinia obesa* Fabricius visitando as flores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken..

outras flores da mesma inflorescência. Às vezes, descansavam na parte abaxial das folhas do indivíduo visitado, por alguns segundos, e recomeçavam as visitas. Chegaram a permanecer até dois minutos em uma mesma inflorescência. No laboratório, pôde-se observar grande concentração de grãos de pólen da espécie em estudo no aparelho lambedor, na região torácica e nas patas dos indivíduos de *O. obesa*.

Observou-se outras espécies de moscas, *Palpada obsoleta* Wiedemann e *Palpada* sp., porém foram menos freqüentes, mas com comportamento semelhante à anterior, apenas permanecendo por mais tempo nas inflorescências.

Várias outras espécies de dípteros visitaram as flores desta *Cordia*, entre elas *Copestylum* sp. (Figura 3), que coletaram pólen, e às vezes chegavam a comer as anteras. Indivíduos observados em câmara mortífera defecaram anteras inteiras antes de morrer.

As flores de *C. alliodora* foram visitadas também por vespas da tribo *Polybiini*, que começaram a chegar por volta de 5:50h e não apresentaram comportamento definido.

### **3.2 Biologia floral de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.**

#### **3.2.1 Comportamento das flores**

A espécie *C. trichotoma* apresenta dois morfos florais: flores com os estames dispostos abaixo do estigma, longistila, e flores com os estames dispostos acima do estigma, brevistila (Bezerra et al., 2005b).

A abertura dos botões da cimeira, inflorescência de terceira ordem, de *C. trichotoma* é heterogênea, levando cerca de três dias para ser concluída. O processo de antese é lento, iniciando-se a partir das 18:00h, prolongando-se até as 20:00h.



**Figura 3.** *Copestylum sp.* visitando as flores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken..

As flores dos dois morfos florais, quando submetidas ao teste com o hidróxido de amônia, apresentaram regiões de reflexão de raios ultravioleta (Figura 4).



**Figura 4.** Flores brevistilas (menores) e longistilas (maiores) de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. submetidas ao teste com o hidróxido de amônio: A - flores antes do teste, B - flores após quinze minutos de teste, C - flores após trinta minutos de teste e D - flores após sessenta minutos de teste.

Os botões em pré-antese das flores brevistilas e longistilas apresentaram anteras brancas fechadas, que se abriram à medida em que ocorria a abertura das pétalas, expondo grãos de pólen translúcidos. Com a liberação dos grãos de pólen, a antera passou por um processo de desidratação, variando a coloração, de branca para marrom.

No início da antese, o estigma dos dois morfos florais, de cor verde claro, encontravam-se fechados, permanecendo desta forma até duas horas após a

abertura das pétalas. No entanto, neste momento já está viável, mantendo-se assim por cerca de vinte e quatro horas.

Os grãos de pólen de *C. trichotoma* também são facilmente deslocáveis para o estigma nas flores brevistilas, como observado na outra espécie estudada, em função de suas anteras ficarem dispostas acima do gineceu.

No início da antese o odor exalado pelas flores é adocicado, todavia, gradativamente, torna-se desagradável, semelhante ao odor de matéria orgânica no início do processo de decomposição.

### **3.2.2 Comportamento dos visitantes**

Os morfos florais de *C. trichotoma* foram visitados por dípteros, himenópteros e lepidópteros.

Os visitantes das flores brevistilas e longistilas desta espécie, de um modo geral, foram os mesmos que visitaram *C. alliodora*, apresentando comportamento semelhante, diferindo apenas, em alguns casos, no horário de visita.

A exceção ocorreu para uma espécie de abelha nativa, *Tetragonisca weyrauchi* Schwarz, que chegou a partir das 6:30h. Os indivíduos desta espécie visitaram flores de uma mesma inflorescência, coletando pólen, armazenando-os em suas corbículas (Figura 5). Em avaliação no laboratório confirmou-se que o pólen armazenado era de *C. trichotoma* e que esta espécie tocava os estigmas das flores dos dois morfos florais durante seu período de visita.

No início da antese foram observadas mariposas pousando rapidamente sobre as flores. Na manhã do dia seguinte, a partir das 5:30h, os primeiros visitantes foram indivíduos de *Apis mellifera*, que permaneceram coletando pólen até às 10:00h. Pela forma de pousar na flor, e inserir seu aparelho bucal no tubo da corola, pode-se afirmar que procuravam néctar, em função da reflexão dos

pêlos translúcidos de grande parte do tubo da corola. No ano de 2004 não foi observada a visitação dos indivíduos desta espécie.



**Figura 5.** *Tetragonisca weyrauchi* Schwarz com grande quantidade de grãos de pólen, de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., nas corbículas.

Às 5:45h notou-se a presença de indivíduos de *Ordinia obesa* Fabricius (Figura 6), que permaneceram visitando as flores de *C. trichotoma* durante todo o dia, estando ausentes somente nos horários de maior calor. Pela persistência e por picos de visitação, os indivíduos desta espécie foram considerados os visitantes mais freqüentes.

Foram observadas outras espécies de dípteros, *Palpada obsoleta* Wiedemann (Figura 7) e *Copestylum* sp., que apresentaram comportamento semelhante ao descrito para *C. alliodora*.

Duas vespas da tribo Polybiini foram visitantes assíduos das flores desta espécie. As borboletas, presentes desde às 6:00h, sobrevoavam as inflorescências, pousavam introduzindo a probóscide no tubo da corola e rapidamente alçavam vôo.

### **3.3 Dispersão de sementes de *Cordia alliodora* e *Cordia trichotoma***

A diversidade de visitantes no momento do apogeu das características reprodutivas das flores de ambas as espécies, associada à facilidade do deslocamento do pólen que aderem facilmente em seus corpos, provavelmente são os fatores responsáveis pela formação de grande quantidade de frutos. A maturação dos frutos, nas duas espécies, ocorreu em cerca de sessenta dias, havendo a dispersão logo em seguida.

O cálice e a corola das flores do freijó preto e do cinza, por serem persistentes, funcionam como uma pequena hélice que gira em sentido anti-horário, que em função do fruto ser leve, seco e pequeno constitui-se em

verdadeiro diásporo, podendo ser levado à longa distância pelo vento, confirmando as duas espécies, quanto à dispersão, como anemocóricas.



**Figura 6.** *Ordinia obesa* Fabricius visitando as flores de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud..



**Figura 7.** *Palpada obsoleta* Wiedemann visitando as flores de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud..

#### 4 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As inflorescências de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., freijó preto, e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., freijó cinza, são complexas em sua estrutura: cacho de cachos de cimeiras (Bezerra et al. 2005b). Nas duas espécies as flores de uma mesma cimeira levam em média três dias para abrir. Costa e Gribel (2005) definiram o mesmo período para abertura das flores de *Cordia nodosa* Lam..

Os atrativos das flores de *C. alliodora* e *C. trichotoma* incluem cor, forma, odor e inflorescências terminais, com grande quantidade de flores. O reconhecimento da flor pelos insetos visitantes se faz ainda pelo estímulo olfativo e pela reflexão dos raios ultravioleta.

Aplicando-se o teste com o hidróxido de amônio nas flores das duas espécies, incluindo os dois morfos florais de *C. trichotoma*, verificou-se que as pétalas, as anteras e o estigma assumiram coloração amarelo-ouro e o tubo da corola, a cor marrom. Para Gertz apud Scogin et al. (1977) e Buchmann (1974), estas cores são indicativas de regiões de maior reflexão de raios ultravioleta.

Mesmo que as flores do freijó preto e cinza sejam pequenas, agrupadas em suas inflorescências terminais devem funcionar como um indicativo de recompensa calórica à longa distância para os visitantes. Outros autores chegaram a esta mesma conclusão para espécies de Bignoniaceae e Sapindaceae (Gentry, 1978; Paula-Fernandes, 1990). Todavia, ao contrário do retratado pelos autores anteriores, as flores das duas espécies avaliadas não

apresentaram néctar, somente pseudoglândulas nectaríferas e pêlos translúcidos no tubo da corola (Bezerra et al. 2005b), que devem funcionar como estratégia ilusória de néctar, para garantir a polinização.

Dafni (1992), tratando de mimetismo e decepção floral, citou que as plantas que usam essa estratégia, enganam o polinizador duas vezes, a primeira quando o atraem para carregar seus grãos de pólen, e a segunda, quando o atraem para promover a deposição de pólen no estigma. Inferiu ser seletivamente vantajoso para a planta associar mecanismo de atração (cor da flor, forma, e odor) com recompensas nutritivas.

Tanto as flores de *C. alliodora* como as de *C. trichotoma* iniciaram o processo de abertura no crepúsculo vespertino, todavia, as flores do freijoeiro preto encontravam-se plenamente abertas às 5:00h da manhã do dia seguinte, enquanto que as do cinza prolongavam este processo até às 10:00h. A primeira espécie sofre deiscência das anteras no botão em pré-antese e a segunda, durante a antese. Os estigmas das duas espécies matêm-se viáveis por cerca de vinte e quatro horas. O longo período de viabilidade dos estigmas pode ser uma estratégia para garantir a polinização das flores ao longo do pico de liberação de pólen e de visitação dos polinizadores.

Costa e Gribel (2005) informaram que a antese das flores de *C. nodosa* iniciou-se por volta das 5:00h da manhã, com os primeiros movimentos das peças florais. Citaram que às 15:00h, mesmo com a flor murcha e com acentuada diminuição do odor, o estigma continuava receptivo. Acrescentaram, ainda, que o pólen da espécie, do tipo pegajoso, é liberado entre 7:30h e 15:30h, momento que definiram como o ponto alto das atividades florais para esta espécie.

Considerando-se a polinização de *C. alliodora* e *C. trichotoma*, pode-se dizer que são espécies zoófilas que, de um modo geral, são visitadas pelos

mesmos grupos taxonômicos. Suas flores apresentam características morfológicas e comportamentais para polinização por dípteros (sapromiofilia), por serem actinomorfas, possuírem pétalas brancas, corola formando um tubo curto e odor desagradável.

Com base nos dados do presente estudo, pode-se concluir que, nas áreas avaliadas, as duas espécies apresentaram como polinizador efetivo *Ordinia obesa* Fabricius, um díptero muito freqüente em todas as avaliações, apresentando comportamento bem definido durante os horários de apogeu das características reprodutivas das flores. Indivíduos de *O. obesa* visitaram as flores destas espécies, lambendo os grãos de pólen das partes florais, que ao mesmo tempo ficavam aderidos ao seu corpo, por serem aglomerados e apresentarem certa facilidade para essa aderência. Em sua visita, por permanecer durante certo tempo, tendem a inspecionar o estigma ou a tocá-lo de forma eventual, na mesma flor ou em flores diferentes de *C. alliodora* ou de *C. trichotoma*.

Os dípteros *Palpada obsoleta* Wiedemann e *Palpada* sp., assumiram papel de polinizadores eventuais, pois foi constatado que carregavam pólen das flores das duas espécies e que tocavam os seus estigmas durante a visita, no horário de pico das características reprodutivas das flores, todavia, variaram bastante na freqüência de sua inspeção.

Machado e Loiola (2000) em estudos com *Cordia multispicata* Cham., uma espécie arbustiva da floresta atlântica que também é distílica, registraram nove espécies de moscas visitando suas flores, principalmente do gênero *Palpada*, entretanto, também consideraram *O. obesa* como visitante freqüente. Informaram que: “durante a visita, as moscas pousam sobre a corola inserindo o aparelho bucal na região central da flor sugando o néctar, neste momento tocam as anteras e o estigma com a cabeça, tórax, abdome e/ou com as patas”. Comportamento

semelhante é descrito no presente trabalho para os dípteros visitantes de *C. alliodora* e *C. trichotoma*, exceto com relação à coleta de néctar, não observado para estas últimas.

Para Pesson e Louveaux (1984), grande parte das espécies de dípteros utiliza o néctar ou mesmo o pólen das flores como forma de nutrição, pois necessitam de substâncias protéicas para si ou para a maturação de seus ovos.

Para esses autores, a sapromiofilia é definida para as flores que atraem seus polinizadores pelo mau cheiro. Fizeram referência ao caso clássico de *Arum nigrum* Schott. var. *apulum* Carano, uma espécie de *Arecaceae* do mediterrâneo, cuja flor se abre à noite e no dia seguinte o odor desagradável é emitido, seus estigmas são receptivos mas os estames não liberam outra vez seu pólen. Segundo os autores esta espécie não produz néctar, mas enganam os dípteros de tal forma que às vezes chegam a colocar seus ovos dentro das flores, mas suas larvas não se desenvolvem.

No presente estudo não foi constatado o comportamento de postura por nenhuma das espécies de dípteros mencionadas, entretanto, o comportamento floral das espécies estudadas foi muito semelhante ao descrito anteriormente para *A. nigrum*, excetuando-se também a capacidade que esta última espécie apresenta de aprisionar seus visitantes.

Embora com características para polinização por dípteros, *C. alliodora* é visitada e polinizada de forma eventual por *Tetragona* sp., uma espécie de abelha nativa, e *C. trichotoma*, por *Tetragonisca weyrauchi* Schwarz, ambas as espécies carregavam pólen e tocavam os estigmas durante as visitas que ocorriam no horário de pico das características reprodutivas. Foi observado ainda como polinizador eventual das flores do freijó preto e cinza, a abelha *Apis mellifera* Lineu., que mesmo sendo uma espécie introduzida foi muito freqüente, exceto em

um dos anos de avaliação para *C. trichotoma*. É provável que os himenópteros sejam atraídos principalmente pelo contraste das regiões visíveis e de reflexão dos raios ultravioleta, que segundo Faegri e Van der Pijl (1979) caracterizam as flores melitófilas.

Johnson (1972) avaliando a polinização das flores de *C. alliodora*, defendeu que ocorre pelo vento, por lepidópteros e possivelmente por abelhas. Opler et al. (1975) e Chavarría et al. (1998) indicaram que a polinização desta espécie acontece por mariposas noturnas, entretanto, consideraram também as abelhas como polinizadores mais prováveis.

Mesmo sem detalhes nas observações do comportamento dos lepidópteros com relação às flores das espécies avaliadas, acredita-se que os autores tenham razão ao indicarem este grupo entre os polinizadores de *C. alliodora* e pode ser sugerido até que possam contribuir para a polinização de *C. trichotoma*, considerando que no início da antese as flores brancas, reunidas em inflorescências vistosas, liberam odor adocicado, prolongando-se por toda à noite até às primeiras horas do dia seguinte. Tal estratégia, com certeza, funciona na atração do grupo, aliado ao fato das flores das duas espécies apresentarem capacidade reprodutiva no momento da visita.

Mesmo que as espécies estudadas apresentem características predominantes para sapromiofilia, pode-se classificá-las como generalistas, pela diversidade de estratégias que suas flores apresentam, adaptando-se aos diferentes grupos entomófilos que as visitam, garantindo frutificação maciça dos seus indivíduos.

Como *C. alliodora* e *C. trichotoma* são descritas na literatura como espécies secundárias, apresentando capacidade de colonizar ambientes perturbados (Ligel e Stead, 1990; Rizzini, 1990; Carvalho, 1994; CATIE, 2000; Bezerra et al. 2005a) é

perfeitamente compreensível que apresentem esta plasticidade em suas estratégias de polinização, concordando com Piratelli et al. (1998) que defenderam que as espécies pioneiras arbóreas, colonizadoras de ambientes perturbados, tendem a ser polinizadas por vários polinizadores.

Tratando-se dos visitantes de *Cordia nodosa*, Costa e Gribel (2005) também observaram a presença de borboletas e moscas que coletavam néctar, e de abelhas e besouros que coletavam pólen. Concluíram que os prováveis polinizadores da espécie sejam abelhas e besouros.

Os visitantes das flores de *C. alliodora* e *C. trichotoma*, principalmente aqueles com comportamento de polinizadores, coletaram pólen, que por serem aglomerados aderiram às várias partes de seus corpos. Acredita-se que conduzidos pelos pêlos translúcidos procuravam néctar no tubo da corola, pois se debruçavam sobre os estigmas, possibilitando a deposição do grão de pólen de cada espécie em seus respectivos estigmas.

Essa estratégia deve possibilitar tanto o deslocamento de pólen para o estigma da mesma flor, para o de outra flor do mesmo indivíduo, e para flor de outros indivíduos de cada espécie estudada. Tanto as moscas, como as abelhas, visitantes das flores, apresentaram grande quantidade de pólen de *C. alliodora* ou de *C. trichotoma*, espalhados pelo corpo, mas, pelo isolamento reprodutivo temporal que apresentam (Bezerra et al. 2005a), inicialmente de forma predominante para a primeira espécie e em seguida para a segunda.

Tratando da fenologia das duas espécies, Bezerra et al. (2005a) citam que estas apresentam floração em período seqüenciado, com apenas ligeira sobreposição do fenômeno. Explicam que com essa estratégia, as espécies, que podem ocupar áreas comuns, procuram evitar a competição pelos polinizadores

comuns, que como vimos no presente trabalho, de um modo geral são os mesmos.

Todavia, em nenhum momento das avaliações foi encontrado pólen do freijó preto e do freijó cinza, ao mesmo tempo, em qualquer dos visitantes/polinizadores avaliados, mesmo que as espécies na maioria das vezes ocupassem a mesma área. Sugere-se que tudo isto, em conjunto com a morfologia distinta dos seus grãos de pólen (Bezerra et al., 2005b), sejam estratégias que garantam o isolamento reprodutivo entre *C. alliodora* e *C. trichotoma*.

A eficiência que cada tipo de pólen, da mesma flor, de flor do mesmo indivíduo ou de indivíduos diferentes pode representar para os estigmas de cada uma das duas espécies, isto é, a definição dos sistemas de reprodução, não foi avaliada neste estudo. Todavia, segundo Opler e Janzen (1983), *C. alliodora* é uma espécie hermafrodita que possui um sistema de compatibilidade muito complexo. Alguns indivíduos são autocompatíveis e outros completamente autoincompatíveis.

A espécie *C. trichotoma*, ao que tudo indica, apresenta essa complexidade através de sua heteromorfia, que provavelmente funcione como um mecanismo para evitar a autogamia, como sugerido para outras espécies de Angiospermas, a exemplo das Rubiaceas (Teixeira e Machado, 2004). Embora Scheeren et al. (2002) tenham considerado que as flores de *C. trichotoma* sejam polígamas, masculinas e hermafroditas, com base em Bezerra et al. (2005b), que descrevem a morfologia das flores da espécie, e no levantamento de dados deste estudo, em que foi observada a formação maciça de frutos nos indivíduos dos dois morfos florais, defende-se que são apenas distílicas.

De acordo com Bezerra et al. (2005b) o fruto das duas espécies é do tipo núcula. Barroso et al. (1999) definiram as espécies do gênero *Cordia*, que

possuem este tipo de fruto, como apresentando dispersão de sementes do tipo anemocórica.

Neste estudo, acompanhando o desenvolvimento dos frutos de *C. alliodora* e *C. trichotoma* até o momento da dispersão de suas sementes, pode-se afirmar que constituem-se em verdadeiros diásporos, confirmando as referências da literatura que citaram que as sementes das duas espécies são dispersas pelo vento (Ligel e Stead, 1990; Rizzini, 1990).

Raven et al. (2001) e Janzen (1998) relataram que existe um elevado grau de complexidade nos habitats tropicais, onde o próprio pericarpo, ou até parte do perianto da flor, podem constituir-se em estruturas acessórias para a dispersão da semente (diásporo).

Segundo Janzen (1980), existem dois sistemas distintos de amadurecimento de frutos na floresta tropical: frutos com tempo de desenvolvimento curto com rápido fornecimento de sementes e aqueles com o tempo de desenvolvimento tão longo que a planta-mãe floresce durante a estação seca e seus diásporos são dispersos somente durante o próximo período de floração. O sistema de produção e amadurecimento dos frutos do freijó preto e cinza atende a primeira classificação, pois em média maturam em sessenta dias, resultado também apresentado por Bezerra et al. (2005a), que trabalharam com a fenologia das duas espécies.

## **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARROSO, M. B.; MARIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999, 443p.

BEZERRA, I. F.; PAULA-FERNANDES, N. M.; OLIVEIRA, A. M. A. **Fenologia de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., em três ambientes no Vale do Acre/Brasil**. 2005a. 117 p. Não publicado.

BEZERRA, I. F.; PAULA-FERNANDES, N. M.; OLIVEIRA, A. M. A. **Morfologia das estruturas de reprodução de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae)**. 2005b. 117 p. Não publicado.

BUCHMANN, S. L. Buzz pollination of *Cassia quiedondilla* (LEGUMINOSAE) by bees of the genera Centris and Melipona. **Bull. South Calif. Acad. Scj.**, v. 73, n. 3, p. 171-173, 1974.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 1994. 640 p.

CATIE. Seed Leaflet. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken.. Costa Rica: **CATIE**, n. 25, 2000.

CHAVARRÍA, F. *Cordia alliodora* laurel (Boraginaceae). Species Home Pages, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. 1998. Disponível: <<http://www.acguanacaster.ac.c>>. Acesso em: 6 set. 2005.

COSTA, M. A. S.; GRIBEL, R. Biologia floral de *Cordia nodosa* Lam. (Boraginaceae) na reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus. Disponível em: <[www.adaltech.com.br/evento/museugoeldi/resumoshtm](http://www.adaltech.com.br/evento/museugoeldi/resumoshtm)> Acesso em: 04 mai. 2005.

DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford: IRL Press, 1992. 250 p.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3 ed. Oxford: Pergamon Press, 1979. 244 p.

FARIA, M. R.; DAVIDE, A. C. Aspecto morfológico do fruto, sementes e plântulas de 4 espécies florestais nativas. **Informativo ABRATES**, v. 3, n. 3, p. 113, 1993.

FENSTER, C. B.; ARMBRUSTER, W. S.; WILSON, P.; DUDASH, M. R.; THOMSON, J. D. Pollination syndromes and floral specialization. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** n. 35, p. 375-403, 2004.

GENTRY, A. H. Anti-pollinators for mass-flowering plants. **Biotropica**, v. 10, n. 1, p. 68-69, 1978.

JANZEN, D. H. **Conservation analysis of the Santa Elena property, Peninsula Santa Elena, northwestern Costa Rica**. Unpublished report to the Government of Costa Rica, 1998. 129 p.

JANZEN, D. H. **Ecologia Vegetal nos Trópicos**. São Paulo: EDUSP, 1980. 79 p.

JOHNSON P.; MORALES, R. A review of *Cordia alliodora* (Ruiz and Pav.) Oken. **Turrialba**, v. 22, n. 2, p. 210-220, 1972.

KAGEYAMA, P. Y. **Conservação *in situ* de recursos genéticos de plantas**. Piracicaba: IPEF, n. 35, p. 7-37, 1987.

KAGEYAMA, P. Y.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Fatores que afetam a produção de sementes. In: Sementes florestais tropicais, Brasília: ABRATES, p. 19-46, 1993.

LIEGEL, L. H.; STEAD, J. W. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Capá prieto, laurel Boraginaceae Familia de las borrajas. Washington, DC: Department of

Agriculture, Forest Service. p. 270-277. 1990. Disponível em: <[www.fs.fed.us/global/iitf/cordiaalliodora.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/cordiaalliodora.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2005.

MACHADO, I. C.; LOIOLA, M. I. Fly pollination and pollinator sharing in two synchronopatric species: *Cordia multispicata* (Boraginaceae) and *Borreria alata* (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 305-311, 2000.

OPLER, P. A.; BAKER, H. G.; FRANKIE, G. W. Reproductive biology of some Costa Rican *Cordia* species (Boraginaceae). **Biotropica**, v. 7, n. 4, p. 234-247, 1975.

OPLER, P. A.; D. H. JANZEN. *Cordia alliodora* (Laurel). In: JANZEN, D. H. (Org.). Costa Rican Natural History. Chicago: University of Chicago Press, p. 219-221, 1983.

PAULA-FERNANDES, N. M. **Aspectos da Biologia reprodutiva de *Paullinia rugosa* Benth. ex. Radlk. (Sapindaceae)**. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade do Amazonas/INPA, Manaus. 1990. 116 p.

PAULA-FERNANDES, N, M. **Estratégias de produção de sementes e estabelecimento de plântulas de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) no Vale do Acre/Brasil**. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade do Amazonas/INPA, Manaus. 2001. 231 p.

PESSON, P.; LOUVEAUX, J. **Pollinisation et productions végétales**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1984. 663 p.

PIJL, L. VAN DER. **Principles of dispersal in higher plants**. 2 ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: sementes florestais tropicais. ABRATES, 1993.

PIRATELLI, A. J.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; GANDARA, E. B.; SANTOS, E. M. G.; COSTA, L. G. S. Biologia da polinização de *Jacaratia spinosa* (Aubl.) ADC. (Caricaceae) em mata residual do sudoeste brasileiro. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 58, p. 671-679, 1998.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de dendrologia brasileira**. São Paulo. Edgard Blücher, 1990. 296 p.

SCHEEREN, L. W.; SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento do louro-pardo, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., na depressão central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 169-176, 2002.

SCOGIN, R.; YOUNG, D. A.; JONES JR. C. E. Anthochlor pigments and pollination biology. II. The ultraviolet floral pattern of *Coreopsis gigantea* (Asteraceae). **Bull. torrey. Bot. Club.**, v. 104, n. 2, p. 155-159, 1977.

TEIXEIRA, L. A. G.; MACHADO, I. C. Pollination and reproductive system of *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 347-357, 2000.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)