

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ESTUDOS SOBRE A EFICIÊNCIA DA POLINIZAÇÃO POR *Apis mellifera* L.
E INSETOS NATIVOS NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Adesmia latifolia*
(Spreng.) Vog.

Júlio César Brião Camacho

Mestre em Zootecnia/UFPEL

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção de Grau de Doutor em
Zootecnia
Área de Concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil
Dezembro de 2003

A DARLENE E A VANESSA,

DEDICO ESTE TRABALHO.

AGRADECIMENTOS

A amiga que me orientou e apoiou, professora Lúcia Franke, minha gratidão.

Ao amigo professor João Baptista da Silva pela inestimável ajuda nas análises estatísticas.

A Pedro L. Monks e Eduardo Xavier pela amizade e carinho dispensados.

Aos alunos de iniciação científica Ângelo Aguinaga, Amanda e Fernanda Helfer pela ajuda neste trabalho e aos colegas Emersom Menezes, Ana Suñé, Elaine Reck, Tatiana Boff e Maria Cecília C. Moço pelo companheirismo e amizade.

Aos funcionários Celso, Carlos e Roberto da Estação Agronômica da UFRGS pela ajuda de campo e ao Rogério e a Ione, da Secretaria de Plantas Forrageiras e da Pós- Graduação pelo apoio constante.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa que permitiu a realização deste trabalho.

A minha família, por tudo...

A Darlene e Vanessa pelo amor e carinho.

ESTUDOS SOBRE A EFICIÊNCIA DA POLINIZAÇÃO POR *Apis mellifera* L.
E INSETOS NATIVOS NO RENDIMENTO DE SEMENTES DE *Adesmia
latifolia* (Spreng.) Vog.¹

Autor: Júlio César Brião Camacho

Orientadora: Lucia Brandão Franke

RESUMO

Com o objetivo de determinar a eficiência da ação polinizadora de *Apis mellifera* L. no rendimento de sementes de *Adesmia latifolia*, estabeleceu-se três tratamentos na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Eldorado do Sul (30° S, 51° W) nos anos de 2000, 2001 e 2002. A partir da floração, analisou-se a frequência de visitas por *A. mellifera* e outros insetos nas flores de *A. latifolia* pelo teste de Qui-quadrado, já o número de inflorescências por área, número de flores, flores abortadas e lomentos por inflorescência foi através da análise de regressão. Os resultados indicaram que *A. mellifera* não é eficiente na polinização de *A. latifolia*, sendo esta cultura dependente de insetos nativos como *Megachile* sp. e *Centris* sp para produção de sementes. A média de produção de sementes na área controlada e livre foi 5,4 e 83,5 kg/ha, respectivamente, enquanto na área isolada não houve produção de sementes. A baixa frequência (10%) de visitas de *A. mellifera* na área livre em comparação com os insetos nativos (90%) indica que o néctar não é atrativo para as abelhas *A. mellifera* pois tem uma baixa concentração de açúcares totais (5,7%).

¹ Tese de Doutorado em Zootecnia – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (144p.) Dezembro, 2003.

STUDY ON THE POLLINATION EFFICIENCY OF *Apis mellifera* L. AND NATIVE INSECTS ON SEED YIELD OF *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. ¹

Autor: Júlio César Brião Camacho
Orientadora: Lucia Brandão Franke

ABSTRACT

With the objective of determining the pollination efficiency of *Apis mellifera* L. on seed yield of *Adesmia latifolia*, we established three treatments at the Estação Experimental Agronômica of the UFRGS, in Eldorado do Sul (30° S, 51° W) on the years of 2000, 2001 e 2002. From the beginning of flowering we analyzed the frequency of visitation by *A. mellifera* and other insects by the chisquare test. The number of inflorescences by area, number of flowers, flower abortion, and fruits by inflorescence were analyzed by regression techniques. The results indicate that *A. mellifera* is not efficient on the pollination of *A. latifolia*, which makes these plants dependent on native insects such as *Megachile* sp. and *Centris* sp. for seed production. Mean seed production on the area with *A. mellifera* and area with native insects was 5.4 and 83.5 kg/ha, respectively, whereas on the isolated area there was no seed production. The low frequency (10%) of *A. mellifera* visits at the free area compared to the native insects (90%) indicates that the nectar is not attractive to *A. mellifera* bees, because of its low total sugar concentration (5,7%).

¹ Doctoral thesis in Forrage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (115p.) Dezembro de 2003.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1 O gênero <i>Adesmia</i> DC.....	03
2.2 A espécie <i>Adesmia latifolia</i> (Spreng.) Vog.....	07
2.2.1 Distribuição e habitat.....	07
2.2.2 Descrição e características agronômicas.....	08
2.2.3 Biologia floral e de sementes.....	10
2.3 Polinização entomófila.....	11
2.3.1 Relações estruturais – abelha-flor e a polinização.....	12
2.3.2 Agentes polinizadores.....	18
2.3.3 Agentes polinizadores e os recursos florais – pólen e néctar.....	23
2.3.4 Agentes polinizadores e o rendimento de sementes.....	28
2.3.5 Efeito da polinização sobre a qualidade de sementes e frutos.....	34
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.1 Local e clima.....	38
3.2 Histórico da área e condução do experimento.....	39
3.2.1 Tratamentos e dimensões das parcelas.....	40
3.2.2 Avaliações realizadas.....	41
3.2.2.1 Frequência de visitas dos insetos nas flores.....	41
3.2.2.2 Variáveis fenológicas e produção de sementes.....	42
3.2.2.3 Recursos florais.....	43
3.2.3 Análises estatísticas.....	45
3.2.3.1 Teste de independência (Qui-quadrado).....	46
3.2.3.2 Análise de regressão.....	46
3.2.3.3 Prova de iterações ou seqüências de Wald-Wolfowitz.....	46
3.2.3.4 Índice de flores visitadas pelos insetos.....	47
3.2.3.5 Estatística descritiva.....	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1 Frequência de visitas dos insetos nas flores de <i>Adesmia latifolia</i>	48
4.2 Número total de flores visitadas pelos insetos em <i>Adesmia latifolia</i>	52
4.3 Visitantes florais em <i>A. latifolia</i> : tempo de visita e nº de flores visitadas por inseto	57
4.3.1 Visitantes florais.....	57
4.3.2 Tempo de visitas nas flores e o número de flores visitadas.....	59
4.4 Qualidade do néctar, viabilidade do pólen e relação insetos-morfologia floral.....	62
4.4.1 Qualidade do néctar.....	62
4.4.2 Viabilidade do pólen.....	66
4.4.3 A relação entre os insetos e a morfologia floral de <i>A. latifolia</i>	67
4.5 Componentes do rendimento de sementes.....	72
4.5.1 Número de lomentos amostrados nas áreas livre, controlada e isolada durante a floração.....	72

4.5.2	Número de flores abortadas amostradas nas áreas controlada, livre e isolada durante a floração.....	76
4.5.3	Número de inflorescências e flores abertas amostradas nas áreas controlada, livre e isolada durante a floração.....	79
4.5.4	Rendimento e qualidade de sementes.....	83
4.5.4.1	Rendimento de sementes.....	83
4.5.4.2	Germinação, peso matéria verde e peso de mil sementes	88
5.	CONCLUSÕES.....	90
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
7.	APÊNDICES.....	105

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Vista interna do tratamento (a). Somente ação polinizadora de <i>Apis mellifera</i>	40
2. Vista geral do experimento.....	40
3. Retângulo de 0,125 m ² para coletas de dados.....	41
4. Fruto de <i>Adesmia latifolia</i>	43
5. Regurgitação do néctar por compressão abdominal da abelha <i>A. mellifera</i>	44
6. Refratômetro manual usado para medir a porcentagem de açúcar.....	44
7. Pólen de <i>A. latifolia</i> viável (colorido) e não viável (incolor).....	45
8. Distribuição de freqüência de visitas dos insetos nativos mais <i>A. mellifera</i> nas flores de <i>A. latifolia</i> (área livre), na Estação Agronômica da UFRGS, em função dos horários, nos três anos de avaliação (2000, 2001, 2002).....	49
9. Distribuição de freqüência de visitas de <i>A. mellifera</i> nas flores de <i>A. latifolia</i> (área controlada), na Estação Agronômica da UFRGS, em função dos horários, nos três anos de avaliação (2000,2001,2002).....	52
10. Número total de flores de <i>A. latifolia</i> visitadas por insetos nativos e <i>A. mellifera</i> (área livre), na Estação Agronômica da UFRGS, em função dos horários, nos três anos de avaliação (2000, 2001, 2002).....	53
11. Número total de flores de <i>A. latifolia</i> visitadas por <i>A. mellifera</i> (área controlada), na Estação Agronômica da UFRGS, em função dos horários, nos três anos de avaliação (2000, 2001, 2002).....	55
12. Abelha do gênero <i>Megachile</i> sp. visitando flor de <i>A. latifolia</i> na área experimental.....	57
13. Abelha do gênero <i>Centris</i> sp. visitando flor de <i>A. latifolia</i>	57
14. Porcentagem de visitas dos insetos nas flores de <i>A. latifolia</i> na área livre. Estação Experimental Agronômica da UFRGS (Eldorado do Sul).....	58
15. Variação da concentração de açúcar no néctar de <i>A. latifolia</i> ao longo do período de floração (intervalo de 7 dias), em três horários, no ano de 2001.....	63

16. Variação da concentração de açúcar no néctar de <i>A. latifolia</i> ao longo do período de floração (intervalos 7 dias), em três horários, no ano de 2002.....	64
17. Abelha <i>A. mellifera</i> coletando néctar lateralmente entre o cálice e a corola em <i>A. latifolia</i>	68
18. Orifício lateral entre o cálice e a corola de uma flor de <i>A. latifolia</i>	69
19. Estruturas florais em <i>A. latifolia</i>	70
20. Insetos potenciais polinizadores em <i>A. latifolia</i> : <i>Megachile</i> sp. (A) e <i>Centris</i> sp. (B).....	71
21. Escova abdominal coletora de pólen em <i>Megachile</i> sp. com pólen de <i>A. latifolia</i>	71
22. Número de lomentos coletados de <i>A. latifolia</i> na área controlada no ano de 2000.....	73
23. Número de lomentos coletados de <i>A. latifolia</i> na área livre nos anos de 2000, 2001 e 2002.....	74
24. Número de flores abortadas de <i>A. latifolia</i> na área controlada, nos anos de 2000, 2001 e 2002.....	77
25. Número de flores abortadas de <i>A. latifolia</i> na área isolada nos anos de 2000, 2001 e 2002.....	77
26. Número de flores abortadas de <i>A. latifolia</i> na área livre nos anos de 2000 e 2002.....	78
27. Número de inflorescências de <i>A. latifolia</i> nos três tratamentos (2000).	80
28. Número de inflorescências de <i>A. latifolia</i> nos três tratamentos (2001).	80
29. Número de inflorescências de <i>A. latifolia</i> nos três tratamentos (2002).	81
30. Rendimento de sementes de <i>A. latifolia</i> , em kg/ha, em função dos tratamentos (a), (b) e (c) obtidos na Estação Agronômica da UFRGS nos anos de 2000, 2001 e 2002.....	83

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

	Pag.
RS: Radiação Solar.....	106
UR: Umidade Relativa.....	106
EEA: Estação Experimental Agronômica.....	107
F _o : Freqüência observada.....	108
F _e : Freqüência esperada.....	108
NL: Nativos na área Livre.....	109
AL: <i>Apis</i> na área Livre.....	109
AC: <i>Apis</i> na área Controlada.....	109
LAC: Lomentos produzidos na Área Controlada.....	116
LAL: Lomentos produzidos na Área Livre.....	116
AAC: Abortos florais na Área Controlada.....	117
AAL: Abortos florais na Área Livre.....	117
AAI: Abortos florais na Área Isolada.....	117
IAC: Inflorescências na Área controlada.....	120
IAL: Inflorescências na Área Livre.....	120
IAI: Inflorescência na Área Isolada.....	120
FIC: Flores/Inflorescência na área Controlada.....	121
FIL: Flores/Inflorescência na área Livre.....	121
FII: Flores/Inflorescência na área Isolada.....	121

1. INTRODUÇÃO

Adesmia latifolia (Spreng.) Vog. é uma leguminosa forrageira nativa de importância para o Estado do Rio Grande do Sul, perfeitamente adaptada aos campos sul brasileiros (Miotto & Leitão-Filho, 1993). Sua ocorrência natural se dá em campos alagadiços e em banhados, sendo considerada uma espécie hibernal e importante alternativa para produção de forragem durante a estação fria, quando os campos estão secos e quase desprovidos de vegetação (Miotto, 1991).

No Brasil, algumas espécies de *Adesmia* foram avaliadas em diversos estádios por Dall' Agnol & Gomes (1994) e apresentaram bons valores forrageiros, destacando-se *A. latifolia* com teores de até 24,5% de proteína bruta e 78% de digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica. Além disto, essa espécie contribui para o melhoramento do campo nativo através da capacidade de fixação biológica de nitrogênio (Scheffer-Basso, 1999). Scheffer-Basso *et al.* (1998) destacaram ainda que *A. latifolia* apresenta concentrações de cálcio, fósforo e magnésio nas folhas superiores a outras espécies do gênero como *A. tristis* Vog. e *A. punctata* (Poir.) DC, qualificando-a para a utilização em programa intensivo de melhoramento.

A expansão da sua utilização, entretanto, ainda é bastante limitada pelo pouco conhecimento quanto aos aspectos relacionados a produção de sementes, entre eles, a polinização.

A polinização é um dos principais processos para o funcionamento e sustentabilidade dos ecossistemas terrestres e grande parte dela depende de animais, especialmente dos insetos. Dentre os insetos utilizados na polinização de cultivos comerciais no mundo, incluindo as forrageiras alógamas, destaca-se a *Apis mellifera* L. por ter biologia e manejo conhecidos e grande capacidade de polinização em diversas culturas, com aumento do rendimento de sementes e frutos.

Como a polinização é um dos fatores que limitam a produção de sementes em leguminosas forrageiras, estudos relacionando a polinização com a produção de sementes em *A. latifolia* tornam-se relevantes para a produção comercial de sementes.

Tendo em vista o que foi exposto, este trabalho se propôs a avaliar o efeito da ação polinizadora das abelhas *A. mellifera* e a sua utilização na produção de sementes de *A. latifolia*, bem como verificar o comportamento de outros insetos que visitam esta espécie.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gênero *Adesmia* DC.

O gênero *Adesmia* pertence a Tribo *Adesmieae* (Benth) Hutch., tendo sido amplamente estudado por Burkart (1967) e Miotto & Leitão Filho (1993) com ênfase na sua taxonomia. Pertence a família Leguminosae – Faboideae, possuindo cerca de 250 espécies (Miotto, 1991). Segundo Burkart (1967), é um gênero autóctone da América do Sul, sendo encontrado desde as regiões mais secas até lugares com 5500 mm de precipitação anual. O seu centro de diversidade está na Cordilheira Chileno-Argentina e nas regiões semi-áridas da Argentina. O centro de origem deve ser o Chile e Argentina Ocidental, e seu aparecimento está ligado à emergência da Cordilheira dos Andes, no início da era terciária ou final do Mesozóico (Burkart, 1967).

Este gênero compreende espécies anuais e perenes, arbustivas e herbáceas, algumas delas com um elevado conteúdo protéico e aproveitadas como plantas forrageiras (Whyte *et al.*, 1955). É um grupo meso e microtérnico e suas espécies possuem hábitos diversos, compreendendo arbustos, inermes ou espinhosos, ou subarbustivas, ervas perenes, eretas ou rasteiras, ou anuais (Burkart, 1967).

Miotto (1991) verificou a existência de 17

espécies nativas no Brasil, dentre as quais quatro eram espécies novas. Essas espécies ocorrem somente nos Estados do sul do Brasil, Uruguai e Argentina.

A grande maioria das espécies tem seus caules, folhas e frutos recobertos por tricomas (pêlos de variada morfologia que auxiliam na identificação das mesmas). As folhas são sempre alternadas, paripenadas ou às vezes pseudoimparipenadas, pela ocorrência de um folíolo ímpar, lateral. As inflorescências são racemosas ou indefinidas, do tipo racemo simples, ou panículas. Os frutos da maioria das espécies, com exceção da série Subnudae, são hemicraspédios, frutos secos, com artículos deiscentes na maturação (Miotto, 1991).

O interesse pela coleta e conservação do germoplasma de *Adesmia*, a partir de 1970, advém, segundo Miotto (1991), do fato de várias espécies deste gênero serem potencialmente boas forrageiras para regiões de clima temperado, com estações bem definidas, invernos frios com ocorrência de geadas. Nessas condições essas plantas tem sido encontradas vegetando e permanecendo verdes quando os campos estão secos e quase totalmente desprovidos de vegetação.

Para as espécies de *Adesmia* da Argentina, Burkart (1952) publicou uma classificação provisória, referindo-se às plantas que não se propagam vegetativamente como plantas "sedentárias" e denominando de plantas "viajantes" as espécies estoloníferas ou rizomatosas. Segundo o autor, as "sedentárias" possuem uma raiz principal dominante, com caules aéreos eretos, não radicantes, mas que podem ser procumbentes e até prostrados; as "viajantes", por sua vez, possuem rizomas finos ou caules

rasteiros, com raiz primária axonornorfa, dando a impressão de sedentarismo em plantas jovens. Posteriormente, esse autor caracterizou as espécies perenes desse gênero como possuidoras de uma raiz principal grossa e com bases caulinares lenhosas, com gemas de renovação e outras estruturas perenes.

As observações em campo das espécies de *Adesmia* da Argentina, como plantas forrageiras, indicam que essas são consumidas pelo gado e não apresentam nenhum registro de substâncias tóxicas (Burkart, 1952). No entanto, o seu comportamento sob pastejo não está esclarecido, havendo informações contraditórias.

No Uruguai, a "babosita", como é conhecida popularmente *Adesmia bicolor* (Poir.) DC., tem sido investigada como planta forrageira e os resultados tem demonstrado que é uma leguminosa perene potencialmente produtiva, com uma grande resposta a adubação fosfatada e bom crescimento hibernal. O seu valor nutritivo é particularmente alto com teores de PB entre 16,9% e 24,5% e digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica (DIVMO) entre 61,1 a 78,1% (Coll & Zarza, 1992).

No Brasil, Dall' Agnol & Gomes (1994) verificaram uma alta qualidade nutritiva de acessos de *Adesmia* spp., com teores de proteína bruta que variaram entre 16,9 a 23,4% e digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica (DIVMO) entre 61,1 a 78,1% nas espécies *A. latifolia*, *A. tristis*, *A. punctata*. Scheffer-Basso *et al.* (1998) encontraram teores de proteína bruta entre 11,7 e 27,7% nas folhas e de 7,2 a 13,4% em caules. A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) de folhas foi de 66,7 a 75,3% e nos caules, de 34,8 a 60,6%. Segundo os mesmos autores, os percentuais de

proteína e digestibilidade foram afetados pelo estágio de maturação das espécies, e o valor da proteína bruta, índice mais afetado pelos estágios fenológicos, apresentou a menor porcentagem no estágio de florescimento pleno. Scheffer-Basso *et al.* (1995) observaram em *A. araujoi* Burk. uma excelente nodulação em plantas colhidas a campo, contudo, experimentalmente, verificaram uma baixa eficiência na fixação de nitrogênio.

Diferentes abordagens em pesquisas sobre esse gênero tem sido relatados em fitogeografia de *Adesmia* no Brasil (Miotto & Waechter, 1996), em superação de dormência de sementes (Medeiros & Nabinger, 1996; Montardo *et al.*, 2000; Scheffer-Basso & Vandrúscolo, 1997), em reprodução (Tedesco *et al.*, 1998, Tedesco, 2000), sobre comportamento meiótico de *Adesmia* spp. (Coelho, 1996), sobre caracterização de espécies de *Adesmia* com marcadores moleculares (Dias, 2003), em resposta à adubação fosfatada e tolerância ao alumínio (Milan *et al.*, 1991), densidade de semeadura (Dutra *et al.*, 1998), tolerância a alumínio (Vidor & Pérez, 1998; Scheffer-Basso *et al.*, 2000a), em metodologia para testes de germinação e condicionamento osmótico (Suñé & Franke, 2001; Suñé *et al.*, 2003), produção de sementes e forragem (Menezes, 2001) e profundidade de semeadura (Aguinaga *et al.*, 2002) o que demonstra o interesse de diversas áreas do conhecimento nesse grupo.

A. latifolia detém características morfológicas importantes em plantas forrageiras, com gemas basilares, localizadas nos nós dos estolões, com formação cíclica de formação de gemas , indicando a importância de práticas de manejo que promovam a renovação do estande através da emissão de novos estolões, o que deve estimular a coleta e avaliação desse

material (Scheffer-Basso *et al.*, 2000b). Dentre as espécies de *Adesmia* que merecem ser investigadas devido ao bom potencial forrageiro, podemos citar *A. latifolia*.

2.2 A espécie *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog.

2.2.1 Distribuição e habitat

A. latifolia é uma espécie com ampla distribuição no Estado do Rio Grande do Sul (principalmente no Litoral e Encosta do Sudeste) e sul do Estado de Santa Catarina encontrando-se distribuída na Argentina (Província de Corrientes e Entre Rios) e Uruguai. Sua freqüência, em geral, é ocasional, podendo ser também freqüente, abundante ou muito abundante. É uma espécie que ocorre em campos alagadiços e banhados, vegetando próximo a beira de riachos, rios, campos sub-úmidos, úmidos ou pantanosos, raramente secos; campos sub-arbustivos, úmidos ou inundáveis até pantanosos; próximo de matas, barranco a beira de estradas (Miotto, 1991). De acordo com Burkart (1966), esta forrageira comporta-se bem em campos baixos, mas ainda não está domesticada.

A espécie está presente nos mais diversos tipos de solos, desde arenosos até pesados, com elevados teores de argila. Foi encontrada vegetando em solos com pH entre 5,9 e 8,4 sendo a espécie mais tolerante ao baixo pH do solo (Milan *et al.*, 1991). Devido a estas características fisiológicas e principalmente as suas características morfológicas e estruturais é uma planta com boa capacidade de cobertura de solo devido ao entrelaçamento vigoroso dos seus estolões (Allen & Allen, 1981).

2.2.2 Descrição e características agronômicas

A. latifolia é uma espécie estolonífera, com caules longos e rasteiros e presença de raízes adventícias nos nós. Seu nome faz referência ao tamanho das suas folhas, que são as maiores dentro do gênero (Miotto, 1991). As folhas são eretas a partir do caule horizontal, paripenadas e às vezes pseudoimparipenadas, terminando num folíolo ímpar, composto por seis a 16 folíolos opostos. É uma planta tenra, perene, ainda que de ciclo indefinido, comum em pastagens úmidas, prosperando e florescendo em abundância nos anos de pouco pastoreio. Segundo Rosengurt (1943), essa leguminosa proporciona forragem durante todo ano, sendo muito procurada pelos animais. Apresenta gemas basilares, conferindo desta forma proteção as mesmas contra injúrias, o que permite uma rápida recuperação após uma baixa pressão de pastejo (Vincenzi, 1998). Para Valls (1984), sob altas pressões de pastejo essa espécie reduz sua expressão na pastagem.

Barreto & Kappel (1964) caracterizaram *A. latifolia* como perene estival. Miotto & Leitão Filho (1993), entretanto, não concordaram com essa afirmação, descrevendo a espécie como hiberno-primaveril. Isto é, começa a vegetar no outono, permanece verde durante os meses de inverno e inicia sua floração em outubro, podendo estender-se até abril. Araújo (1940) também considerava *A. latifolia* como hibernal, assim como Rosengurt (1943), referindo-se a seu cultivo no Uruguai, onde a semeadura de outono deu melhores resultados. No Brasil, Dutra *et al.* (1998) concluíram que a semeadura em junho e acréscimos na densidade de semeadura até 6 kg/ha,

forneceram a maior produção de matéria seca, melhorando a qualidade do campo nativo do Rio Grande do Sul.

Segundo Rosengurt (1943), a espécie apresenta crescimento inicial débil e sensibilidade às secas estivais e demora na germinação quando cultivada em encostas altas. Trabalhos recentes demonstraram que problemas de germinação de sementes podem ser superados com o uso de condicionamento osmótico à temperatura de 70° C, aumentando a porcentagem final e a velocidade de germinação de sementes de *A. latifolia* (Suñé *et al.*, 2003), e tanto a escarificação manual com lixa, como a imersão em água quente a 60° C por cinco minutos, são eficientes na superação da dormência das sementes (Medeiros & Nabinger, 1996; Montardo *et al.*, 2000).

A espécie é encontrada em regiões marcadamente deficientes em fósforo e é sabido que este elemento é um dos mais importantes para o crescimento e estabelecimento das pastagens (Vincenzi, 1998). *A. latifolia* responde satisfatoriamente à adubação fosfatada, aumentando o teor de fósforo no tecido com o aumento da concentração desse elemento no solo (Milan *et al.*, 1991). O efeito do fósforo sobre o crescimento das raízes e parte aérea é positivo e linear e desta forma, mesmo em pequenas doses, pode aumentar o rendimento de matéria seca desta leguminosa e contribuir para aumentar sua presença na pastagem (Ben *et al.*, 1998).

Do ponto de vista nutricional, a produção de matéria seca em campo nativo com *Paspalum notatum* e *Axonopus affinis* aumenta em 48% quando semea-se *A. latifolia* (Dutra *et al.*, 1998). Outro importante aspecto relativo à avaliação do valor nutritivo é a composição mineral da espécie,

pois através deste item pode-se estimar quanto em elementos essenciais à nutrição animal, a espécie poderá fornecer durante o pastejo. Scheffer-Basso *et al.* (1998) destacam que a espécie apresenta concentrações de cálcio, fósforo e magnésio, nas folhas, superiores a outras espécies do gênero como *A. tristis* e *A. punctata* e outras leguminosas como o cornichão (*Lotus corniculatus* L.) e *L. uliginosus*, demonstrando a boa capacidade de fornecimento de nutrientes aos animais quando pastejada.

Observando-se sua capacidade produtiva em solos arenosos, deve-se deduzir que esta espécie possui uma elevada capacidade de fixação de nitrogênio. Scheffer-Basso (1999), constatou que *A. latifolia* fixou mais nitrogênio (42,10 mg/N/vaso) que *Lotus corniculatus* L. (9,38 mg/N/vaso). As colônias de *Rhizobium* aderidas as raízes da “babosita” (*Adesmia bicolor* (Poir.) DC.) provenientes de campo nativo, apresentam urna efetividade muito variável mas quando a semeadura é precedida de uma inoculação adequada as plantas não apresentam problemas de deficiência de nitrogênio (Coll & Zarza, 1992).

2.2.3 Biologia floral e de sementes

As flores possuem colorações amarelas a alaranjadas, e o estandarte apresenta estrias de coloração que varia de púrpurea a castanha, dispostas em racemos com até 45 cm de comprimento. A floração ocorre de outubro a janeiro, tanto na Depressão Central como na Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, podendo aparecer flores em fevereiro e março, tendo como pico máximo os meses de novembro (Menezes, 2001). A frutificação em geral ocorre simultaneamente com a floração (novembro e

dezembro), sendo comum observar na mesma inflorescência botões florais, flores em antese, frutos jovens, frutos já maduros e com os artículos já liberando as sementes, dificultando a determinação do melhor momento de colheita (Menezes, 2001).

Os frutos são hemicraspédios eretos, marrons a negros com cinco a dez artículos sub-quadrangulares e deiscentes. As sementes são orbiculares de coloração castanha, ocrácea ou pardo castanha, às vezes marmoreadas e com manchas negras (Miotto, 1991). Segundo os resultados obtidos por Tedesco *et al.* (1998), a espécie apresenta versatilidade reprodutiva e se reproduz por fecundação cruzada e por autofecundação quando mecanicamente estimulada.

2.3 Polinização entomófila

Grande parte das espécies de leguminosas forrageiras necessitam de insetos para efetuar a polinização e desenvolver frutos e sementes. A polinização das flores junto com a dispersão dos diásporos são processos chave no sucesso reprodutivo das plantas. Desta maneira, os animais envolvidos nestes processos, cumprem um papel fundamental.

O foco principal na biologia da polinização tem sido a descrição de vetores de pólen, seu modo de alimentação, e ainda estudos sobre a grande quantidade de adaptações morfológicas e químicas pelas quais as plantas atraem e manipulam os polinizadores, de forma que eles levem pólen de uma planta a outra da mesma espécie. Estes tópicos foram revisados por Faegri & van der Pijl (1980), Free (1993), Proctor *et al.* (1996) e Schindwein (2000).

Os polinizadores encontram uma quantidade vasta e potencial de alimentos na natureza. A presença, mais ou menos intensa, nas flores, varia de acordo com a espécie vegetal, valor nutricional dos recursos oferecidos pelas plantas, bem como a facilidade de manejá-los (Paton,1997). O polinizador tem que decidir (1) onde procurar, (2) quais espécies para se alimentar, e (3) quais as plantas e em que seqüência (Free,1993). As primeiras duas decisões são simples. A busca por alimentos são concentrados em habitats onde a expectativa de rendimento é maior e cujo pólen e/ou néctar é eficazmente colhido e provê nutrientes necessários como também calorias.

Uma espécie de planta só deverá ser explorada pelo polinizador se a quantidade de tempo gasto em viagem e extração seja menor que o mesmo tempo dedicado a outras espécies no mesmo habitat (Free,1993; Paton,1997). No entanto, uma decisão para visitar uma planta em particular é mais difícil que os dois primeiros itens, pois o polinizador pode não ter nenhum modo de conhecimento da quantidade de recompensa nutricional que o espera numa determinada flor de determinada planta. Além disso, em muitos casos, há questões estruturais, morfológicas e fisiológicas a superar, para efetivação da polinização (Cane, 2002).

2.3.1 Relações estruturais – abelha-flor e a polinização

A polinização pelas abelhas depende da interação de atributos ou dispositivos mecânicos - estruturais e fisiológicos, inerentes à flor e à abelha. Isto é, para o resultado eficiente da polinização, a abelha terá que reconhecer as flores desde certa distância e estar compelida a visitar outras

flores da mesma espécie por um certo intervalo de tempo. Por outro lado, os dispositivos de atração da flor, como cores, formas, substâncias aromáticas, e a presença de nectários, são estímulos ou fontes estimuladoras dos sensíveis “detetores fisiológicos”, como o olfato e o aparelho óptico desses insetos (Free,1993; Roubik,1995). Além dessas exigências para a aproximação abelha–flor, outras são imprescindíveis tanto no momento em que a abelha adentra a flor, e se carrega de pólen, como no momento da transferência à outra flor da mesma espécie. Entre estas estão a estrutura corpórea da abelha, órgãos adesivos na flor e na abelha, alavancas e articulações nas flores (Camargo & Mazucato, 1986; Proctor *et al.*, 1996; Schlindwein, 2000).

Para compensar uma ineficiente visita de insetos, algumas espécies desenvolvem mecanismos para que as flores sejam visitadas por outros insetos mais de uma vez, como no caso do trevo vermelho (*Trifolium pratense*), em que os estames e o pistilo projetam-se para fora após o “tripping” por poucos instantes, retornando a posição original para ação do próximo inseto. Uma segunda ou terceira visita dos insetos pode se tornar mais efetiva e as chances do pistilo ser fertilizado é maior. Em alfafa, por outro lado, cada flor tem somente uma chance para ser fertilizada pois os estames e os pistilos não retornam a sua posição original após o “tripping” (Fairey,1991; Proctor *et al.*,1996; Roubik,1995).

O comportamento do inseto na flor, durante a coleta de alimento, deve ser observado. Não basta o inseto estar presente na cultura ou mesmo nas flores para ser considerado como polinizador. Bohart *et al.* (1970) observaram 255 espécies de polinizadores em cebola (*Allium cepa* L.).

Destas, somente oito poderiam ser consideradas eficientes e/ou abundantes como polinizadoras. Das demais, 164 espécies foram raras e ineficientes. Entretanto, nem sempre é fácil delinear a diferença entre polinizadores e visitantes ocasionais. Existem flores como as de berinjela (*Solanum melongema* L.), que por apresentarem anteras poricidas, necessitam de insetos que efetuem, durante a coleta, vibrações das asas para liberação do pólen (Buchmann, 1983; Moraes Filho, 2002). Sabe-se que as abelhas *A. mellifera* não possuem este comportamento (Rick, 1950).

A maioria dos dispositivos que impedem a auto-polinização conduzem a uma dependência total de insetos para efetivar a polinização, e isto está ligado à incompatibilidade genética, estrutura da flor, ou seja, à disposição ou arranjo das partes essenciais à reprodução (estames e carpelos) e, às vezes, à barreiras fisiológicas como o amadurecimento dos estames antes dos carpelos (protrandria), ou vice-versa (protoginia), na mesma flor – fenômeno denominado dicogamia (Proctor *et al.*, 1996).

Outras plantas possuem flores que escondem seus estames e carpelos, simulando flores cleistógamas mas que não apresentam auto-polinização devido ao amadurecimento desses órgãos em estágios diferentes, necessitando, portanto, de agentes polinizadores. Enquadram-se nesse tipo de flor as leguminosas da sub-família Papilionoidea como *Cajanus cajan* (L.) Millsp (feijão guandu), *Medicago sativa* L. (alfafa), *Mellilotus alba* Ders. (trevo doce), *Pisum sativum* L. (ervilha). Nestas plantas, a abelha encontra diante de si um aparelho floral que, conjugando o fenômeno da dicogamia com as características estruturais, facilita a polinização cruzada

através de um mecanismo denominado “tripping” ou disparo (Stubbs & Drummond, 1997; Proctor *et al.* 1996).

Em alfafa as abelhas do gênero *Apis* evitam o mecanismo de “disparo” da quilha da flor quando sob pressão do corpo do inseto (Westerkamp,1991); as coletoras de néctar evitam este mecanismo, não sendo tão eficiente como as coletoras de pólen, no entanto, as abelhas jovens do gênero *Apis*, que desconhecem o mecanismo, sofrem forte batida na cabeça e com o tempo aprendem a evitá-lo, não polinizando as flores. Os insetos *Megachile rotundata* Fabr. e *Nomia melanderi* Cockerell pressionam a quilha, coletam pólen e néctar polinizando as flores (Parker et al., 1981; Stubbs & Drummond, 1997; Cane,2002).

As flores do trevo branco (*Trifolium repens* L.) por terem o comprimento de corola curto, alta quantidade de néctar e boa qualidade de pólen, são altamente atrativas para as abelhas que as polinizam eficientemente, enquanto que no trevo vermelho tetraplóide, que tem o comprimento de corola maior que a probóscide das abelhas do gênero *Apis*, as flores não são tão atrativas pois estas não conseguem chegar ao nectário localizado no fundo da corola, enquanto que no trevo vermelho diplóide por ter comprimento de corola menor as abelhas conseguem retirar o alimento e realizar a polinização mais eficientemente. Já para os insetos do gênero *Bombus*, esta estrutura não impede a polinização (Davies, 1971).

Em abóbora (*Cucumis sativus* L.) e melância (*Citrullus lanatus* – Thunb.), que são espécies monóicas, encontram-se flores estaminadas (macho) e pistiladas (fêmeas) separadamente na planta, necessitando da

transferência do pólen de um tipo de flor para outra pelos insetos para que possa haver fertilização (Free,1993; Stanghellini *et al.*,1998).

Do ponto de vista estrutural ocorre ainda o fenômeno da dicogamia em *Salvinia* sp., da família Labiatae, onde o estame e o carpelo amadurecem em épocas diferentes; situação temporal de amadurecimento que se configura em obstáculo de ordem fisiológica à auto-polinização, mas assegura, em conjunto com o arranjo especial dos estames, carpelos e pétalas, uma eficiente polinização cruzada (Roubik,1995).

Nas plantas da família Iridaceae ocorre o fenômeno da hercogamia, que caracteriza um aparelho floral onde as peças se dispõem espacialmente de tal maneira que constituem um obstáculo de ordem anatômica à auto-polinização. Na espécie do gênero *Iris*, a abelha ao pousar na superfície da pétala e se locomover, chega até a região onde se encontra o estigma, via de entrada para o nectário. Na tentativa de chegar ao nectário, a abelha força passagem “escovando” ou raspando com o dorso, em primeiro lugar, na escama receptiva do estigma, deixando aderido à superfície estigmática, que é exterior, uma certa quantidade de pólen proveniente de outra planta da mesma espécie. Em segundo lugar, na entrada também tocará com seu dorso e apêndice nas anteras, recebendo pólen também desta flor. Após a coleta do néctar, na saída, a abelha tocará na escama receptiva, porém, na superfície interna que não é estigmática, não deixando nela, portanto, pólen da própria flor, mas transportando (Camargo & Mazucato, 1986). Está claro desse modo que, se de um lado a natureza utilizou-se de certos arranjos estruturais e fisiológicos para impedir a auto-polinização, de outro, armou-se deles para facilitar a polinização cruzada.

A flor de leguminosa papilionacea, na qual se insere *A. latifolia*, caracteriza-se por sua dorsiventralidade, ou seja, a parte dorsal, formada por um crescimento das pétalas superiores laterais, constitui a ala que se articula com as peças ventrais ou pétalas inferiores concrecidas em formato de quilha ou carena. A peça de atração, muito grande e colorida, é a pétala superior denominada estandarte. Uma abelha ao pousar na ala da flor, causa o abaixamento da quilha, forçando os estames a se exporem e se chocarem contra o abdômen do inseto. O pólen, assim aderido por ocasião da visita da abelha a uma flor, se prenderá ao estigma de outra flor visitada, ocorrendo a polinização e possível fecundação da oosfera (Proctor *et al.*,1996).

Assim, dependendo da genética, fisiologia e morfológica da flor, o comportamento e a eficiência da polinização poderá ou não influenciar o rendimento em diversas espécies (Meisels & Chiasson,1997; Stanghellini *et al.*, 1997; Corbet *et al.*, 2001). Em macieira, não há diferença aparente de morfologia floral entre duas variedades testadas, “Golden delicious” e “Rome”, mas a abertura basal no androceu da variedade Golden pode contribuir para que a imagem floral vista pelas abelhas a torne mais atrativa (Ahmad,1987; Free,1993).

Muitas outras plantas apresentam dispositivos florais interessantes e complexos, constituindo mecanismos altamente especializados e adaptados à polinização pelas abelhas (Camargo & Mazucato, 1986), como é o caso das flores da família Orchidaceae, na qual o pólen se reúne em massas, denominadas políneas, que se prendem ao corpo das abelhas

através de mecanismos adaptativos especiais, como pêlos e escovas coletoras e são transportados em conjunto para outra flor.

2.3.2 Agentes polinizadores

Num estudo da importância de insetos no processo da polinização é fundamental conhecer os fatores que tornam o comportamento de visita mais efetivo. Alguns fatores são bem conhecidos como a constância floral. É sabido que as abelhas são mais fiéis e generalistas que os insetos nativos, cujo hábito social muitas vezes é solitário. Aquelas, por constituírem uma família grande, perene por gerações, procuram coletar néctar e pólen de diversas fontes ao longo do ano, enquanto que os insetos solitários coletam somente em certos períodos do ano, geralmente em épocas de florações de determinadas espécies (Westerkamp,1991).

Existe uma relação de dependência mútua entre muitas espécies de plantas e insetos. Esta relação se estabeleceu de modo intenso ao longo de milhões de anos, o que possibilitou suas sobrevivências. Muitos insetos obtêm nas plantas o seu alimento, proteção, calor, material e local para construção de seus ninhos. Os vegetais, por sua vez, tem garantido a sua reprodução. Para isso, insetos e plantas muitas vezes se adaptaram morfológicamente e/ou fisiologicamente na troca de benefícios.

O sucesso de leguminosas forrageiras como trevos (*Trifolium spp.*), alfafa e cornichão (*Lotus corniculatus* L.) dependem de duas associações importantes: bactérias do gênero *Rhizobium* para fixação de nitrogênio e insetos para polinização. Alguns insetos desempenham papel importante em leguminosas forrageiras de clima temperado e são bem conhecidos, tais como, a abelha doméstica, abelhas cortadeiras de folhas (*M.*

rotundata Fab.), abelha alcalina *N. melanderi* Cockerell (Teuber *et al.*,1983; Cane, 2002) e mamangavas (*Bombus* spp.), sendo predominantes polinizadores (Free,1993).

As abelhas domésticas desempenham um importante papel na polinização mundial com ganhos estimados entre 1,6 e 5,7 bilhões de dólares anuais (Robinson *et al.*, 1989; Southwick & Southwick, 1992), devido a sua atuação na polinização de diversos cultivos comerciais (Roubik,1995; Proctor *et al.*, 1996). Porém, torna-se evidente que não é essencial conhecer somente o melhor polinizador para a cultura, como também observar as atividade de outras espécies a campo (Gross,2001).

Na produção de sementes forrageiras, culturas como as de alfafa e trevo vermelho tem uma relação mais produtiva com outros insetos, além da abelha doméstica. Na alfafa, insetos como *M. rotundata* e *N. melanderi* atuam com eficácia na produção de sementes. Enquanto *M. rotundata* é recomendada como o mais eficiente polinizador em alfafa, no Canadá (Batra, 1995), abelhas domésticas e *Megachile* são usadas com sucesso tanto nos Estados Unidos como em outros países (Ahmad, 1987; Free, 1993; Cane,2002). As mamangavas, devido a sua longa língua, realizam polinização mais eficiente em trevo vermelho do que a abelha doméstica. Tal fato se deve a esta leguminosa possuir corola muito comprida (Fairey *et al.*, 1991).

As abelhas domésticas não atuam da mesma forma que o inseto *Trigona spinipes* em crotalária (*C. juncea* L.), *lablab purpureus* (L.) Sweet. e *Brassica napus* cujas flores são perfuradas pela trigona para retirada de pólen e néctar (Couto *et al.*, 1992). Algumas abelhas *A. mellifera* se

aproveitam destes furos feitos pelas *Trigonas* para realizar suas coletas não realizando a polinização. No entanto, a grande maioria delas coletam néctar e transferem o pólen entre as flores desta espécie de planta conseguindo assim realizar uma polinização adequada. Segundo esses autores, *A. mellifera* é o principal polinizador de *lablab* e *B. napus* em São Paulo.

Dequech (1987) constatou, em um experimento realizado no município de Ijuí, no Estado do Rio Grande do Sul, que com a cultura da alfafa, a saturação da área com abelhas domésticas não aumentou a eficiência na polinização comparativamente com a área livre a todos os insetos. Os dois insetos mais freqüentes na área livre além das abelhas foram: *Trigona spinipes* Fab. e *Tetragonisca angustula fiebrigi* Schwarz.

Alguns polinizadores tornam-se especialistas quando a densidade e qualidade de um ou alguns poucos recursos das plantas são altos (Batra, 1995). Polinizadores cujas populações tem limitados recursos de alimento, raramente são especialistas (Paton, 1993). A especialização é uma característica de populações de polinizadores, mais do que de indivíduos.

A especialização e a constância floral são respostas evolutivas e comportamentais, respectivamente, para a absoluta abundância de plantas e não para relativa abundância (Ahmad, 1987; Roubick, 1995). Considerando somente a espécie *A. mellifera* L. existente no Brasil, resultado de cruzamentos entre abelhas européias e africanas, pode-se inferir que sua origem não direciona para uma especialização, já que sua evolução se deu em condições ambientais adversas, tanto no frio europeu como no calor africano, com secas e falta de recursos. Assim, a busca por recurso deve ser

constante e diversificada pelo alto volume de alimentos necessários para as colméias (Free, 1993; Proctor, 1996).

Ao contrário de outras espécies de abelhas, a espécie *A. mellifera* é altamente social e sua sociedade é extremamente duradora. Suas atividades em todas as estações do ano as forçam a usar qualquer planta disponível e previne qualquer adaptação específica às flores. O comportamento flexível em flores foi uma condição prévia para a vida em colônias perenes (Westerkamp, 1991).

A utilização de vários novos polinizadores, tanto nativos como exóticos, estão sendo pesquisados recentemente como alternativas para polinização em várias partes do mundo, tanto para uso no campo como em casas de vegetação, em culturas como tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Solanaceae), pimenta (*Capsicum annum* L.) e alfafa (Kevan *et al.*, 1991; Stubbs *et al.*, 1994; Drummond & Stubbs, 1997; Jarlan *et al.*, 1997; Morandin *et al.*, 2001).

Gross & Mackay (1998), trabalhando em floresta tropical úmida da Austrália, demonstraram que nem sempre as abelhas domésticas pode ser considerada uma boa alternativa como agente polinizador, pois raramente toca os estigmas da espécie nativa *Melastoma affine* (Melastomataceae), enquanto insetos nativos desta região são eficientes polinizadores da espécie. Por outro lado, Gross (2001) constatou que em ecossistema fragmentado nos vales do sul da Austrália, *Dillwynia juniperina* (Fabaceae) foi polinizada eficientemente, tanto por insetos nativos quanto por *A. mellifera*. Na Índia, Tandon & Shivanna (2001) constataram que uma abelha gigante asiática (*Apis dorsata* L.) foi eficiente polinizador em *Acacia senegal* Fab.,

pois seu corpo toca os órgãos reprodutivos, fazendo a transferência do pólen entre as flores.

Embora o corpo de das abelhas seja menor que a maioria dos insetos do gênero *Bombus* spp., ela realiza eficientemente a polinização em abóbora italiana (*C. pepo* L.) e melancia (*C. lanatus* –Thunb.), mas pode ser substituída eficientemente na polinização destas culturas, tanto ao ar livre como em casas de vegetação por *Bombus impatiens* Cresson. Estas espécies apresentam flores estaminadas (macho) e pistiladas (fêmeas), necessitando, portanto, da transferência do pólen pelos insetos (Free,1993; Stanghellini *et al.*,1997).

Couto *et al.* (1990) verificaram ainda que, em abóbora italiana, as abelhas domésticas foram os polinizadores mais eficientes, devido a sua elevada frequência de visitas nas flores e ao comportamento de coleta de pólen e néctar.

De mais de 40 variedades de diferentes espécies estudadas quanto a polinização em Jaboticabal (SP), as abelhas domésticas não foram observadas nas flores de 6 culturas. Nas demais a presença variou de 3,5 a 100%. A segunda e a terceira abelha mais freqüente nessas culturas foram respectivamente, as do gênero *Trigona* e *Xylocopa* (Couto, 2002).

Assim, diferentes polinizadores apresentam diferentes habilidades de polinização, que variam com a espécie (seu tamanho, rapidez, fidelidade, longevidade, tolerância ao frio, amplitude de vôo, etc.).

Abelhas e insetos em geral somente podem voar se a temperatura torácica estiver dentro de certa faixa. Eles podem até voar em temperatura ambiente mais baixa, mas a custo de energia metabólica corporal (Stone &

Willmer,1989) ou, pelo contrário, em temperaturas mais altas podem cessar o vôo como a espécie *Xylocopa* sp. (Chappell,1982). Os efeitos da interação radiação e temperatura baixa afetaram a atividade dos insetos *Megachile* sp. em alfafa (Corbet *et al.*, 1993). O aumento da precipitação pluviométrica prejudicou a nidificação de insetos como *Megachile* sp em alfafa por inundar os ninhos e o tempo seco aumentou a emergência de insetos *Centris tarsata* na reserva biológica de Guaribas em Mamanguape,PB (Martins *et al.*,2002).

Um polinizador pouco adaptado à espécie pode funcionar até mesmo como um parasita, por coletar pólen e néctar sem efetivar a polinização. Com o conhecimento da dinâmica dos ecossistemas e do aumento de sua mudança pela ação do homem mais atenção tem sido dada, especialmente nas relações entre insetos nativos, abelhas domésticas e plantas (Westerkamp, 1991; Paton, 1993; Batra,1995; Allen-Wardell *et al.*, 1998; Fisher, 1998). A evolução de todas estas relações entre plantas e insetos, ocorre em paralelo e permanentemente, desde que estas relações sejam prósperas para ambos.

2.3.3 Agentes polinizadores e recursos florais – pólen e néctar

A preferência do polinizador é determinada principalmente pela quantidade e qualidade da recompensa floral (Free, 1993; Nepi & Pacini, 1993; Roubik, 1995; Proctor *et al.*, 1996). Os fatores dominantes que afetam as visitas são a abundância e concentração de açúcar no néctar e atrativos químicos no pólen (McGregor, 1976; Free, 1993).

Free & Willians (1973) constataram diferenças no rendimento de sementes de cultivares de couve-flor (*Brassica oleracea* L.), devido a atuação diferenciada das abelhas. Esses insetos discriminaram algumas cultivares em função do momento em que as flores se abriram, e também da concentração de açúcar no néctar.

Em relação ao néctar, pode-se dizer que a qualidade e o volume afetam diretamente a manutenção e o comportamento de coleta. A concentração de néctar nas flores determina a freqüência das visitas, enquanto que o volume, determina a quantidade de abelhas coletoras que as visitarão (Free, 1993). O néctar é composto essencialmente por glicose e frutose (Proctor, 1996).

Pedersen *et al.* (1972) observaram que a produção de sementes na alfafa, está condicionada a atração por polinizadores, como abelhas, e que ela está relacionada à produção de néctar.

Fatores que afetam o rendimento do néctar incluem hereditariedade, luminosidade, fertilidade do solo, umidade relativa do ar e tamanho da flor. Todos estes fatores poderiam levar a uma variação na quantidade do néctar disponível para as abelhas, de ano a ano (Batra, 1995).

Devido a morfologia e atração das flores, existe uma certa adaptação à polinização por um grupo de animais específicos. As inflorescências dos trevos estão dispostas na forma de capítulos. Em um capítulo, as flores estão agrupadas na forma de cacho, estreitando junto a extremidade da haste. Esses tipos de inflorescências, onde se forma um agrupamento de flores, tornam a flor mais atraente aos agentes polinizadores devido a maior quantidade de néctar e pólen concentrada numa só parte da

planta, enquanto que plantas com uma única flor por haste, obrigam as abelhas a voarem mais, gastando mais energia com menor eficiência de coleta. Esse agrupamento de flores, também aumentam as chances que as flores tem, em receber o pólen da mesma inflorescência ou planta (Proctor *et al.*,1996). O tempo de visitas dos insetos nas flores de determinada espécie vegetal dificilmente varia entre anos (Roubik,1995).

Um teste utilizado para verificar a concentração total de açúcares no néctar, conforme exposto por Neff & Simpson (1990) e Roubik (1995), sugerem o uso de refratômetro. No entanto, deve-se saber de antemão que a concentração do soluto engloba não somente os açúcares presentes (sacarose, glicose) mas também aminoácidos que em certas espécies chega a 10% do peso seco do néctar, entretanto, são difíceis de quantificar quimicamente. Quando forem feitas comparações entre amostras da mesma espécie, uma boa estimativa na concentração de açúcares totais pode ser assegurada com o uso deste aparelho.

A coleta do néctar envolve tubos de vidros microcapilares (Roubik,1995) e pode ser feita diretamente dos nectários das flores ou do estômago das abelhas através da regurgitação, desde que, estejam isoladas através de gaiolas fechadas com a espécie de planta a analisar (Gary & Lorenzen, 1976; Rinderer, *et al.* 1984; Neff & Simpson, 1990). A coleta do néctar deve ser feita no máximo 30 minutos após a ingestão pelas abelhas, para não diminuir a concentração de açúcar contido no néctar (Oertel *et al.*, 1951).

Quanto ao pólen, a procura também segue uma tendência seletiva, com preferência para pólenes mais pesados como os das

leguminosas, com teor maior de proteína, necessária a alimentação das larvas (Proctor *et al.*, 1996). O pólen constitui-se de 16 a 30 % de proteína, 0 a 15 % de açúcar e entre 3 a 10 % de gordura na matéria seca.

Paton (1997) verificou que, em média, somente 2% dos grãos de pólen presentes no corpo da abelha doméstica pertenciam a outra espécie vegetal que não aquela que estava sendo testada. Além disto, esta fidelidade da abelha doméstica a uma determinada espécie de planta, num dado momento, também está relacionada a concentração e quantidade de açúcar no néctar das flores e isto tem sido registrado por diversos autores como Free (1993); Faegri & van der Pijl (1980); Funari *et al.* (1994) e Osorio-Beristain *et al.* (2000). Basualdo *et al.* (2000) verificaram que em girassol (*Helianthus annuus* L.) as abelhas africanizadas *A. mellifera* coletaram maior proporção de pólen que as de origem Européia, mostrando superioridade na produção comercial de sementes, nesta cultura. Segundo Free (1970), as coletoras de pólen são polinizadores mais eficientes. A quantidade de pólen transferido para o estigma durante a visita também é relevante (Tepedino, 1981; Goodell & Thomson, 1997; Couto, 2002).

Em *Vaccinium ashei* Reade, as abelhas são os polinizadores normalmente utilizados nessa espécie. Atualmente o uso de um novo inseto (*Osmia ribifloris* Cockerell), adaptado para sua polinização, tem surtido efeito positivo para a produção dessa espécie (Sampson & Cane, 2000). Já em aspargo (*Asparagus officinalis* L.), abelhas domésticas foram os insetos polinizadores mais eficientes no transporte de pólen dessa espécie entre as plantas com flores femininas e as com flores masculinas (Greco *et al.*, 1995).

Em trevo vermelho, o comprimento do tubo da corola torna a abelha doméstica menos eficientes na polinização por ter a língua menor do que espécies de *Bombus* spp. (Bond & Fyfe, 1968), tornando seu esforço para retirada de néctar até certo ponto dispendioso, afastando-as assim desta cultura, principalmente se na região houver flores mais atrativas fisiologicamente (qualidade de pólen e néctar) e/ou morfológicamente, com maiores facilidades de recompensa e menor gasto de energia metabólica para a coleta.

Algumas abelhas tem preferências específicas por pólen baseadas no odor. Sabe-se que as abelhas domésticas diferenciam tipos de pólen pelo odor, cor e sabor de flores em geral, e até podem ser treinadas para colhê-los separadamente (Free, 1993; Batra, 1994).

Em geral, plantas com polinização entomófila tem pólen com longa viabilidade em comparação com aquelas de polinização anemófila (Nepi & Pacini, 1993). O pólen transportado pelo vento é disperso tão logo as anteras abrem, e não necessitam esperar a chegada do inseto polinizador.

Muitos biólogos florais assumem que geralmente a maioria do pólen é viável e cada grão tem chances de germinação no estigma (Roubik, 1995). Os pólenes estão programados para ter uma alta probabilidade de sobrevivência no ambiente em que se desenvolvem. Entretanto, Nepi & Pacini (1993), relatam que a viabilidade do pólen dependerá da temperatura e umidade ambiente e demonstraram que em abóbora esta viabilidade diminui significativamente durante a antese e rapidamente após o fechamento da flor.

2.3.4 Agentes polinizadores e o rendimento de sementes

Normalmente a população de insetos naturais não é suficiente, na maioria dos casos, para a produção de sementes. Por conseguinte, o trabalho com polinizadores como as abelhas domésticas, em sementeiras de leguminosas de polinização cruzada, é um dos aspectos essenciais, quando o objetivo é alcançar altos rendimentos (Carambula, 1981).

Resultados positivos na produção de sementes e frutos tem sido obtidos em experimentos com polinização. Em *C. juncea* L., quando as flores não são visitadas por insetos, as elongações contínuas dos filamentos pressionam as massas de pólen dentro do estigma, possibilitando a autopolinização (Couto *et al.*, 1992). No entanto, a fertilização só ocorre quando a superfície estigmática é pressionada pelo corpo do inseto. Esse fenômeno serve de explicação para a pequena produção de sementes em algumas regiões da Índia, onde não há uma boa população de insetos polinizadores (Free, 1993).

As leguminosas dependem de uma população adequada de insetos num dado momento para efetivar a polinização. Esta população, para estar presente no espaço geográfico e temporal, depende de fatores como: espécie, variedade, idade das plantas, quantidade de flores viáveis, concentração de néctar, aparência atrativa da cultura, presença de outros insetos e de outras culturas competidoras (Almeida, 1985). Além disso, as flores apresentam um período de viabilidade, que é variável para cada espécie, para serem polinizadas e fecundadas. Se não forem visitadas neste momento, não ocorrerá formação de sementes (Roubik, 1995).

Estando estabelecida uma adequada floração no trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi), o número de sementes dependerá da

polinização e conseqüente fertilização da oosfera (Ahmad, 1987). O isolamento das inflorescências de trevo vesiculoso à ação polinizadora das abelhas domésticas, a partir dos 14 dias após o início do florescimento, diminui o rendimento de sementes por área (Camacho *et al.*, 1999).

As flores do trevo de Alexandria (*T. alexandrinum* L.), permanecem abertas pelo período de dez a 12 dias. Aquelas que são visitadas, começam a murchar dentro de poucas horas. Iniciam o murchamento na parte inferior da inflorescência quando polinizadas, pois foram as primeiras a estarem aptas à reprodução. No mesmo momento, existe uma zona intermediária de flores abertas e botões junto ao ápice (McGregor, 1976).

No trevo vermelho, as flores abrem durante um período de seis a dez dias desde a base até o ápice (Ahmad, 1987) e, se nesse período, não estiverem presentes insetos polinizadores, ocorrerá redução na produção de sementes.

Em trevo branco, a presença de um alto número de óvulos resulta em uma alta quantidade de sementes por inflorescência, se a polinização é adequada. Em média, abrem-se dez flores diariamente na inflorescência (McGregor, 1976). Portanto, a presença de insetos, neste momento, é imprescindível para uma maior produção de sementes. Esta presença é influenciada por diversos fatores como atração dos recursos florais, pólen, néctar e óleos florais, bem como por fatores ambientais como topografia da área e condições ambientais, como temperatura, umidade relativa e chuvas.

Com relação às condições ambientais, mesmo em dias nublados, o comportamento de coleta não é afetado integralmente, visto que as abelhas distinguem, além das cores amarelo, azul esverdeado e azul, o ultravioleta, em dias nublados (Proctor *et al.*, 1996).

A temperatura influi na atividade das abelhas, que buscam alimentos desde 10° C. A atividade de vôo rapidamente aumenta acima de 25° C. Assim, a atividade delas é maior em relação a outros insetos, mesmo com grande variação de temperatura durante o dia (Roubik, 1995).

Outro fator climático importante é a umidade relativa do ar. O trabalho de Malerbo (1991), com citrus (*Citrus sinensis* L. Osbeck), relata que a freqüência das abelhas apresentou correlação positiva e significativa com a umidade do ar, ou seja, houve um aumento no número de visitas das abelhas nas flores quando o ar estava mais úmido.

Dentre os vários agentes polinizadores, os insetos apresentam, para a maioria das plantas, maior eficiência, tanto pelo seu número na natureza, quanto por sua melhor adaptação às complexas estruturas florais (Funari *et al.*, 1994). Dentro deste contexto, Couto *et al.* (1990) realizaram estudos dos insetos visitantes nas flores, analisando o tipo de coleta e efeito na polinização sobre a produção de frutos de abóbora Italiana. Concluíram que as abelhas foram os polinizadores mais eficientes devido a sua elevada freqüência de visitas e comportamento de coleta nas flores. Elas gastaram em média, 70,74 a 80,85 segundos e 64,67 a 81,22 segundos, coletando néctar de flores femininas e masculinas, respectivamente. Para a coleta de pólen demoraram 14,25 e 8,37 segundos, em média. Os outros insetos mais freqüentes, coletando néctar, foram *Pseudogochloropsis* sp. e *Xilocopa* sp.,

além de dípteros e coleópteros. A produção de frutos só ocorreu na área descoberta (9 m²) onde os insetos tinham acesso, produzindo 32 frutos sadios, com peso médio de 449,06 ±169,17 gramas . Não ocorreu produção de frutos em canteiros cobertos, mostrando que esta espécie é dependente da polinização entomófila.

Em morango, cultivar “Veestar”, Chagnon *et al.* (1989) obtiveram 2,44 flores visitadas individualmente por abelhas domésticas. No entanto, para esta cultivar, uma perfeita polinização ocorre a partir de quatro visitas por flor, com um total de 40 segundos de alimentação. Se houver outras plantas mais atrativas próximas, o número de visitas pode diminuir, prejudicando a polinização e conseqüente produção de sementes.

O relacionamento entre plantas e insetos envolve muitos fatores. Em linhagens férteis e com macho-esterilidade citoplasmática de couve-flor (*Brassica oleracea* L.), as flores férteis foram mais atrativas para as abelhas que as macho-estéreis, apresentando flores maiores e perfeitas, maior número de nectários funcionais e propriedades diferentes de reflectância do ultravioleta. Tais características permitiram um comportamento de coleta de pólen e néctar mais eficiente, refletindo-se na polinização e, conseqüentemente, maior produção de sementes (Funari *et al.*, 1994).

Free & Willians (1973), pesquisando a polinização de couve-flor, concluíram que as abelhas aumentaram o número de sementes por vagem em 23% e aumento do número de vagens por planta em 54,3%.

Moreti *et al.* (1991), verificaram em girassol que houve um aumento da produção de sementes, nas parcelas com visitas de abelhas

domésticas, em 73 % superior a testemunha, já Silva (1993) obteve um aumento ao redor de 47% no número de aquênios pelo efeito da polinização.

Resultados positivos da ação das abelhas também foram obtidos com crotalária, cujos tratamentos eram flores cobertas e flores descobertas. Couto *et al.* (1992) constataram que não houve produção de vagens nos 240 botões protegidos da ação polinizadora dos insetos. Nos demais 240 botões que permaneceram descobertos, houve produção de 46 vagens, o que confirma a necessidade da exposição ao agente polinizador .

Resultados significativos também foram obtidos em experimento com oito cultivares de morango. Chagnon *et al.* (1989) obtiveram um aumento médio de 28% na produção de frutas com polinização aberta em relação as parcelas isoladas dos insetos, e foi observado que as abelhas se destacaram entre os insetos que visitaram as flores. Já no rendimento de sementes em citrus, os frutos do tratamento descoberto, apresentaram mais sementes em média (5,87) do que aqueles do tratamento coberto (3,90) (Malerbo, 1991).

Na Nova Zelândia, ocorreram incrementos de 200-300% no rendimento de sementes de trevo branco, obtidos com a polinização das abelhas. Em trevo vermelho, 500 a 600 kg/ha foram obtidos, quando foram utilizadas cinco a dez colônias de *Bombus hortorum* por hectare. A produção de sementes desta espécie decresce 7,2 kg/ha para cada 30 metros de distância do apiário (Ahmad, 1987).

Para alfafa foram registrados incrementos de 500-1000% no rendimento de sementes com o uso de insetos (Roubik, 1995). Também em trevo vermelho, verificou-se efeito significativo para alguns fatores que estão

ligados diretamente ao rendimento de sementes, entre eles o número de sementes por inflorescência, e a relação com o número de polinizadores que visitaram a cultura (Hawkins, 1965).

Em *lab-lab* foi encontrada maior produção de vagens nas inflorescências que não haviam sido protegidas da ação polinizadoras das abelhas domésticas (13 vagens por inflorescência, em média) quando comparadas com inflorescências protegidas (4,3 vagens por inflorescência, em média) (Garcia Neto, 1988).

Em estudos sobre o efeito da polinização na produção de sementes de *G. striata*, utilizando parcelas com e sem cobertura, foi observado diferença significativa entre os tratamentos para o número médio de vagens por metro quadrado, quando comparados com os tratamentos com cobertura (23,72 vagens/m²) e sem cobertura (621,84 vagens/m²). Foi evidenciado, portanto, que o agente polinizador, no caso, foi impedido de atuar para proporcionar a fecundação dos óvulos. O número total de sementes e o número de sementes normais por vagem nas plantas descobertas, também foi superior ao tratamento isolado da ação das abelhas (Almeida, 1985).

Em soja perene (*Neonotonia wightii* L.), o número médio de vagens produzidas nas inflorescências cobertas (3,03), isoladas da ação dos insetos, foi inferior, estatisticamente, ao número médio de vagens produzidas pelas inflorescências descobertas (4,7). O número médio de sementes por vagem, produzidas nas inflorescências cobertas (2,4), foi inferior ao número médio de sementes nas inflorescências descobertas (3,5) (Pereira, 1982). Com *B. napus* L. ocorreu o dobro da produção de

sementes no canteiro descoberto, livre a ação das abelhas, quando comparado ao canteiro telado, sem abelhas. Por outro lado, a produção no canteiro telado, com abelhas no interior, foi 3,4 e 2,6 vezes maior do que no canteiro telado sem abelhas, respectivamente para o primeiro e segundo ano (Adegas, 1987).

2.3.5 Efeito da polinização sobre a qualidade de sementes e frutos

Segundo Pedersen *et al.* (1972), muitas pesquisas que buscavam uma alta produtividade de sementes em alfafa, resultado da relação entre eficiência dos insetos na polinização com o máximo de fecundação, registraram cultivares que produziram um número muito grande de sementes por planta, mas com peso individual reduzido. Pesquisas recentes com novas e aperfeiçoadas variedades comerciais para altos rendimentos, mostram que é possível em alfafa, obter altos rendimentos de feno com alta produção de sementes, tanto em número como em peso, aproveitando ao máximo a presença de abelhas (Cane, 2002).

A presença de abelhas pode melhorar ainda a qualidade dos frutos de diversas espécies frutíferas, como em experimento com citrus, cuja quantidade de vitamina C no tratamento com presença de insetos foi de 48,25 mg/100g de suco, em média, enquanto nos tratamentos sem abelhas a quantidade foi menor, ou seja, 42,69 mg/100g de suco. A acidez foi maior (1,30 g de ácido cítrico/100ml de suco) sem a ação das abelhas, enquanto que, com a ação polinizadora das mesmas, registrou-se 1,23 g de ácido cítrico/100ml de suco nas cultivares Pera-Rio e Valência (Malerbo, 1991).

Em trevo vesiculoso, o peso de mil sementes e a viabilidade das mesmas diminuíram nos tratamentos que ficaram isolados da ação polinizadora das abelhas domésticas, a partir dos 14 dias após o início do florescimento. À medida que as parcelas foram sendo liberadas para ação das abelhas, muitas inflorescências primárias e flores basais haviam perdido a viabilidade, restando as flores intermediárias e do ápice, que sendo drenos menos potentes, originaram sementes mais leves e menos viáveis (Camacho *et al.*, 1999).

Em geral, a ação dos insetos não afeta a qualidade de sementes, visto ser esta uma característica intrínseca da planta e do seu meio ambiente, conforme mostra o trabalho de Adegas *et al.* (1992) com colza (*B. napus* L.), que observou diferenças no peso médio individual de sementes entre os tratamentos telado com abelhas, telado sem insetos e livres para visitação de diferentes insetos. Concluiu este autor, que o canteiro descoberto apresentou sementes mais pesadas em rela o aos outros dois tratamentos. Esta diferença, provavelmente tenha sido em fun o de uma maior radia o solar na área livre do que nas áreas cobertas com tela. Segundo Free (1993), coberturas de telas usadas em experimentos com poliniza o pode afetar fisiologicamente as plantas em fun o da diminui o da radia o solar.

Em *Crotalaria* sp. ocorreu influência negativa de insetos do g nero *Trigona* sp., com diferença significativa no peso médio de sementes provenientes de flores perfuradas e não perfuradas pelos insetos de 0,035 gramas e 0,045 gramas, respectivamente. Estas perfura es são focos potenciais de entrada de doenças que prejudicam a forma o de legumes e sementes. Além disto, as flores perfuradas para retirada de pólen e néctar

tiveram desempenho pior no teste de germinação, resultando 65% de germinação nas sementes originadas de flores perfuradas e de 86% em flores não perfuradas, demonstrando assim, o efeito destrutivo das abelhas *Trigona sp.* em relação as abelhas domésticas (Couto,1988).

A relação entre o peso médio individual das sementes em *G. striata* e a polinização foi estudada por Almeida (1985), que obteve diferença entre os valores observados para os tratamentos com cobertura (0,0381 g/semente) e sem cobertura (0,0433 g/semente). Sementes mais pesadas foram observadas no tratamento sem cobertura e que estavam livre para ação das abelhas, apresentando melhores condições de polinização. De acordo com este autor, a diferença não foi resultado da ação das abelhas mas sim de um melhor desenvolvimento da plantas na área livre em comparação com a área isolada. Com relação aos valores referentes às percentagens de germinação desta espécie, houve diferença significativa quando comparou os tratamentos sem a ação das abelhas, em plantas tutoradas e não tutoradas, e com a presença das mesmas, sendo esta diferença constatada, apenas, na presença de tutor. Os teores mais elevados de germinação, apresentados pelas sementes do tratamento sem abelhas e com tutor, provavelmente foi devido ao ambiente mais protegido, proporcionado pela cobertura das plantas, o que pode ter contribuído para redução da dormência das sementes formadas.

A polinização entomófila é um recurso técnico que pode ser utilizado para incrementar a produção de sementes, não só de leguminosas forrageiras, mas também de outras culturas, no entanto, mesmo que a presença dos insetos nas flores não influencie diretamente a qualidade

fisiológica de sementes, há que se considerar os efeitos das metodologias utilizadas em polinização, como o isolamento das parcelas da ação dos insetos através de telas, sacos de telas e estufas como possíveis influenciadores da qualidade de sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e clima

O trabalho foi conduzido de agosto de 2000 a dezembro de 2002 na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul (30^o05'52" latitude sul, 51^o39'08" longitude oeste e altitude média de 46 metros).

De acordo com a classificação de Köppen (Moreno, 1961), o clima apresenta as seguintes características gerais: clima Cfa (subtropical úmido com verão quente, com média da temperatura do mês mais quente superior a 22 °C).

A precipitação média está em torno de 1440 mm, com média mensal de 120 mm, sendo os meses mais chuvosos junho, julho e agosto, ocorrendo deficiência hídrica de novembro a março.

A radiação global mais elevada é no mês de dezembro, cuja média diária é de 20,94 Mj/dia. Janeiro e fevereiro são os meses mais quentes e junho e julho, os de menor temperatura média (Bergamaschi *et al.*, 2003).

Os dados meteorológicos registrados na Estação Agronômica encontram-se no Apêndice 1.

3.2 Histórico da área e condução do experimento

O solo pertence à unidade de mapeamento Arroio dos Ratos, classificado como plintossolo, com boa drenagem, média porcentagem de argila, com baixo teor de fósforo e características ácidas.

O experimento foi conduzido no primeiro ano (2000) em uma área já estabelecida desde 1998 denominada de “área A”. Nesta área fez-se capina manual para controle de ervilhaca (*Vicia sativa* L.), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e poaia branca (*Richardia brasiliensis* Gomez). Utilizou-se também aplicações de herbicidas (Bentazon 1,2 l/ha) e para folhas estreitas (Sethoxydim 1,3 l/ha, misturado com óleo mineral Assist) com a *Adesmia* na fase de pré-florescimento.

Devido a dificuldade no controle de invasoras, foi escolhida outra área, menos infestada denominada de “área B” para os trabalhos de avaliações nos dois anos seguintes: 2001 e 2002.

As áreas experimentais A e B, de 400 m² cada uma, foram estabelecidas diretamente com sementes provenientes de Bagé/RS que foram previamente escarificadas com lixa, antes da semeadura, para quebra da dormência (Montardo *et al.*, 2000), inoculadas com rizóbio específico (*Bradyrhizobium* sp.) e semeadas a lanço, utilizando-se uma densidade de 6 kg/ha (Dutra *et al.*, 1998).

Irrigações foram realizadas na área sempre que necessário. Foram realizadas análises químicas de solo através de amostras coletadas semestralmente e efetuadas às correções devidas (Apêndice 2).

Não foram observadas doenças nas abelhas ou nas plantas e nem foram constatados ataques de pragas nas plantas de *A. latifolia*.

3.2.1 Tratamentos e dimensões das parcelas

Após o início do florescimento, estabeleceu-se três tratamentos dentro dos 400 m².

Duas áreas de oito m² por dois metros de altura foram isoladas através de tela de nylon (Roubik,1995; Sampson & Cane, 2000) e constaram de: somente ação polinizadora de *Apis mellifera* (área controlada a) e exclusão de abelhas domésticas e insetos nativos (área isolada b). Uma terceira parcela de 8 m² foi estabelecida com livre acesso para abelhas e insetos nativos (área livre c) (Figuras 1 e 2).

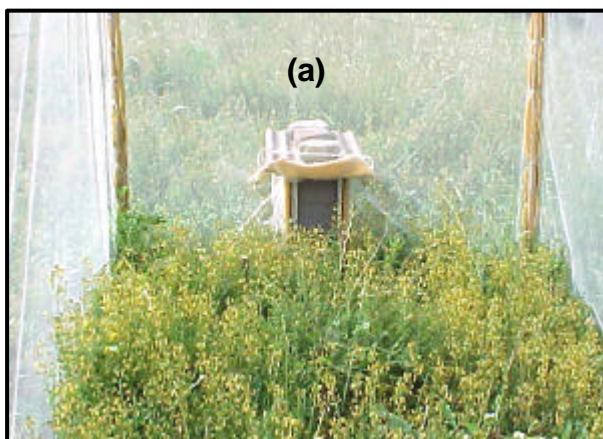


FIGURA 1. Vista interna do tratamento (a). Somente ação polinizadora de *A. mellifera*.

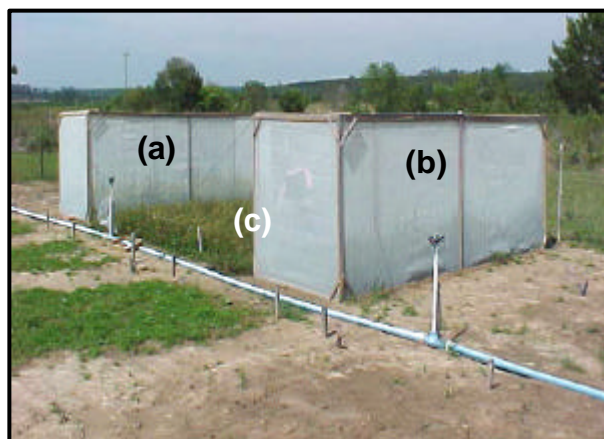


FIGURA 2. Vista geral. (a)c/abelhas (b) livre (c) isolada

Na área com somente ação polinizadora de *A. mellifera* (a) (Figura 1), foi colocada internamente uma colméia, com aproximadamente 20.000 abelhas, recebendo semanalmente água potável e meio litro de xarope com uma concentração de açúcar em torno de 50% como complemento alimentar (Free, 1993). As reservas de pólen dentro da colméia foram diminuídas em

50% na tentativa de forçar as abelhas a coletá-lo e, para isto, foi colocado um favo vazio para postura nova e colocação futura do pólen de *A. latifolia*.

Distantes 20 metros da área experimental, foi colocada outra colméia com mesmo número de abelhas. Próximo a esta área, existe ainda uma mata ciliar e campo nativo, trevo branco, vermelho e cornichão (um ano).

Para as amostragens semanais, que duraram seis a oito semanas de acordo com o fim das observações, utilizou-se retângulos delimitadores de 50 x 25 cm (0,125 m²) (Figura 3). Manteve-se a área isolada (b) para acompanhamento da evolução das plantas de *A. latifolia*.



FIGURA 3. Retângulo de 0,125 m² para coletas de dados

3.2.2 Avaliações realizadas

3.2.2.1 Frequência de visitas dos insetos nas flores

Durante todo o período de floração, em cada um dos anos, mediu-se a frequência de visitas de insetos nas flores, nos horários das 9:00 horas às 17:00 horas (registros de dez minutos por hora), de sete em sete dias

conforme metodologia proposta por Almeida (1985). Um observador ficava sentado próximo ao retângulo delimitador, contando o número de insetos e o número de flores visitadas. Para a descrição do comportamento dos visitantes e estruturas florais de *A. latifolia* foram efetuados registros fotográficos. A captura de insetos para identificação foi feita com puçá ou frascos coletores.

O registro do tempo de visitas dos insetos na flores de *A. latifolia* foi obtido através de um cronômetro. Observou-se dez insetos diferentes a cada semana somente no ano de 2000, totalizando sete semanas e setenta insetos amostrados nas áreas livre e controlada.

3.2.2.2 Variáveis fenológicas e produção de sementes

No mesmo dia da contagem dos insetos realizada semanalmente, dentro de quatro áreas retangulares (0,125 m²/cada), distribuídas ao acaso dentro de cada tratamento: livre, isolado e controlado, contou-se o número de inflorescências por área. Foram retiradas ao acaso cinco inflorescências dentro do retângulo (5 x 4 = 20 inflorescências/tratamento) para a contagem do número de flores, flores abortadas (queda de flores não polinizadas) e lomentos por inflorescência (Figura 4).

O rendimento de sementes/área foi obtido através da separação manual e posterior trilha do total de lomentos contidos dentro dos 8 m² de cada parcela. Para a trilha, atritou-se os lomentos entre duas superfícies rugosas de borracha e posteriormente as sementes foram limpas em um soprador de sementes tipo "South Dakota", e pesadas em balança de precisão. Os valores foram expressos em kg/ha.

Posteriormente, a germinação de sementes foi analisada de acordo com metodologia de Suñé & Franke (2001). O vigor de sementes foi obtido através do peso de matéria fresca de plântulas e o peso de mil sementes através da contagem e pesagem em balança analítica. Os resultados foram expressos em gramas (Brasil, 1992).



FIGURA 4. Fruto de *Adesmia latifolia* do tipo lomento típico ou hemicraspédio.

3.2.2.3 Recursos florais

A concentração de açúcar total presente no néctar foi obtida semanalmente em três horários: 9:00, 12:00 e 15:00 horas. Para isto, capturou-se com puçá ou diretamente em frascos coletores, imediatamente após a ingestão do néctar (Oertel, 1951), 20 abelhas domésticas que visitavam as flores dentro da área controlada, e através da regurgitação por compressão abdominal, conforme metodologia proposta por Gary & Lorenzen (1976) e utilizadas por outros autores (Pereira, 1982; Rinderer *et al.*, 1984; Neff & Simpson, 1990), coletou-se o néctar (Figura 5), proveniente do “papo” ou vesícula melífera através de micropipetas (Dafni, 1992). Determinou-se a concentração de açúcar total no néctar através de

refratômetro manual no campo (Figura 6), nos anos de 2001 e 2002 (Roubik,1995; Piratelli,1998).



FIGURA 5. Regurgitação do néctar por compressão abdominal da Abelha *A. mellifera*.



FIGURA 6. Refratômetro manual usado para medir a porcentagem de açúcar.

A viabilidade do pólen foi verificada, durante o pico máximo de floração, através da montagem de lâminas coradas com carmim acético (Piratelli,1998), tendo sido utilizadas flores fechadas com anteras de tamanho acima de 1 mm. Para isto, coletou-se flores de cinco pontos diferentes dentro da área total da parcela (oito m²) e, após o pólen ter sido corado, contava-se cinco repetições com 500 grãos de pólen cada. Analisou-se os pólenes viáveis e os não viáveis (Figura 7) que foram expressos em porcentagem, dividindo-se o número de grãos corados pelo total de grãos x 100.

Através do método da coloração somente é possível realizar a estimativa da viabilidade do pólen (no caso, capacidade de coloração), pois a

fertilidade do pólen é determinada por testes de germinação e crescimento do tubo polínico (Tedesco,2000).



FIGURA 7. Pólen de *A. latifolia* viável (colorido) e não viável (incolor).

3.2.3 Análise estatística

As variáveis fenológicas: número de inflorescências por área; número de flores, lomentos e abortos florais por inflorescência foram obtidas através de quatro repetições inteiramente casualizadas.

As variáveis: freqüência de visitas dos insetos, número de flores visitadas, tempo de visitas nas flores, foram obtidas através de observações (Dequech, 1987; Piratelli,1998; Greco *et al.*,1995) feitas em uma única área delimitada (0,125 m²), dentro de cada tratamento ou parcela de 8 m² , em diversos horários, em cada semana de observação, variando de 6 a 8 semanas, dependendo do pico máximo de frutificação.

A viabilidade do pólen e qualidade do néctar foram obtidas através de médias simples.

3.2.3.1 Teste de independência (Qui-quadrado)

A independência entre as variáveis, frequência de visita dos insetos e número de flores visitadas com os horários, no total dos três anos de estudos, foram analisados pelo teste de Qui-quadrado (χ^2).

As hipóteses formuladas são:

Ho: O número de insetos amostrados nas áreas livre e controlada independe dos horários analisados

Ha: O número de insetos amostrados nas áreas livre e controlada depende dos horários analisados

3.2.3.2 Análise de regressão

As variáveis fenológicas: número de inflorescências/área, nº de abortos e lomentos formados/inflorescências, foram analisadas através da análise de regressão. Foram obtidos os coeficientes de determinação (R^2) do modelo que melhor se ajustou em cada relação (variáveis analisadas x coleta). O ajustamento de curvas foi realizado com as médias das quatro repetições feitas em cada coleta, para cada ano, para os modelos: linear, logarítmica, exponencial e potência. Esta análise foi feita pelo programa STATPAK (Duran, 1986).

3.2.3.3 Prova de iterações ou seqüências de Wald-Wolfowitz

O teste de Wald-Wolfowitz, não paramétrico, compara as frequências de insetos entre a área livre e a controlada. A prova é aplicável

quando se deseja comprovar a hipótese de nulidade, de que duas amostras tenham sido extraídas da mesma população, contra a hipótese alternativa de que os dois grupos difiram de uma maneira qualquer. A prova de Wald-Wolfowitz permite comprovar qualquer tipo de diferença (Siegel, 1979) .

As hipóteses formuladas foram:

Ho: As frequências de insetos da área livre e da controlada são iguais no total dos anos.

Ha: As frequências de insetos da área livre e controlada não são iguais no total dos anos.

3.2.3.4 Índice de flores visitadas pelos insetos

O índice de flores visitadas pelos insetos foi obtido através da divisão do total de flores visitadas pelo número total de insetos em cada tratamento, nos três anos de avaliações e as comparações entre as espécies de insetos foi analisada pelo teste não paramétrico de Wald-Wolfowitz (Siegel,1979).

$$I = \frac{\sum n^{\circ} \text{ Flores visitadas}}{\sum n^{\circ} \text{ insetos}}$$

3.2.3.5 Estatística descritiva

Foram obtidas a média, moda, desvio padrão e coeficiente de variação do número de insetos nativos livres, *A. mellifera* livre e *A. mellifera* na área controlada, em função dos horários no conjunto dos anos. Para os resultados de germinação, vigor e peso de mil sementes foram consideradas as médias simples.

Os dados originais encontram-se do Apêndice 18 ao Apêndice 35.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Freqüência de visitas dos insetos nas flores de *Adesmia latifolia*.

A Figura 8 apresenta o número de visitas dos insetos nativos mais as abelhas domésticas nas flores de *A. latifolia* em função dos horários, na área livre. Segundo o teste de Qui-quadrado ($\chi^2 = 11,82^{**}$), a distribuição de freqüência de visitas dos insetos depende dos horários avaliados.

O intervalo entre 11 e 15 horas foi o período do dia em que os insetos mais visitaram as flores na área livre, independente de serem visitantes nativos ou abelhas. Neste intervalo, de acordo com o teste χ^2 , as freqüências observadas foram maiores que as esperadas (Apêndice 3).

Dentro dos horários, o pico de maior freqüência de visitas na área livre, foi em torno das 15 horas (Figura 8), conforme o cálculo da moda, sendo o pico máximo às 15:18 horas para os insetos nativos e 15:12 horas para as abelhas (Apêndice 4).

Para Piratelli (1998) os picos de visitas nas flores da espécie *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A.DC. (Caricaceae), espécie da mata atlântica da Santa Catarina, foram em dois momentos da floração: um entre sete e oito horas, representado por borboletas, e outro entre 19 e 20 horas, protagonizado pelas mariposas. Estes picos coincidiram com os horários de

maior concentração de açúcar no néctar. Em Sobral, no Ceará, Mesquita & Alves (2002) determinaram o horário de maiores fluxos de saída de moça branca (*Frieseomelia varia*) de seus ninhos ao longo do dia para coletar néctar, pólen e água, constando entre 12 e 16 horas, concluindo que *F. varia* apresentou uma preferência pelos horários de temperatura mais elevadas do dia.

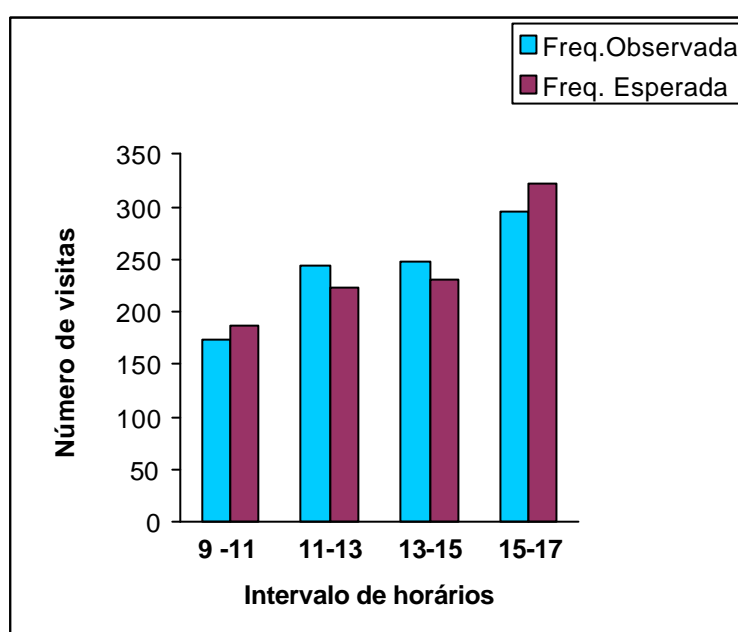


FIGURA 8. Distribuição de freqüência de visitas dos insetos nativos mais *Apis mellifera* nas flores de *A. latifolia* (área livre), na Estação Agronômica da UFRGS, em função dos horários, nos três anos de avaliação (2000, 2001, 2002).

Para Free (1993), o que determina se uma flor será visitada num dado momento, é a concentração de açúcar no néctar, sendo que o volume determinará a quantidade de insetos que a visitarão.

Constatou-se ainda, que o período compreendido entre 11 e 15 horas, apresentou a maior quantidade de flores abertas, coincidindo com o aumento na freqüência de visitas dos insetos na área livre (Apêndice 5).

Houve uma tendência progressiva na quantidade de visitas dos insetos ao longo do dia.

Em seus estudos sobre polinização, Gimenes & Oliveira (2002) constataram que o inseto *Xylocopa subcyanea* L., apresentava um pico de visitas entre seis e 16 horas nas espécies de restinga da Bahia (*Comolia ovalifolia* Fab., *Chamaecrista* sp. e *Cuphea* sp.), sincronizadas com a abertura da maior parte das flores. Na região de Erzurum (Turquia), os insetos *Andrena labialis* (Andrenidae) foram mais ativos no período das sete às 17 horas nas flores de alfafa com maior população no horário das 13 horas, *Bombus insertus* (Apidae) foi ativo das 6 às 18 horas e as abelhas das 7 às 17 horas (Özbek, 1976).

Além da concentração de açúcar no néctar e abertura da flor, fatores ambientais como temperatura, precipitação e radiação solar influenciam na atividade dos insetos (Melo, 1997). Possivelmente, o aumento da quantidade de visitantes florais ao longo do dia, tenha sido influenciado pelo aumento da temperatura. No Apêndice 1, observa-se que a temperatura mínima está sempre abaixo de 20°C, naturalmente no período noturno e início da manhã, daí a menor atividade dos insetos neste período, tanto de nativos como de abelhas.

Para Corbet *et al.* (1993), a temperatura limita a atividade de vôo tanto para abelhas domésticas como para insetos nativos diminuindo a eficiência polinizadora. Em seus estudos, constataram que *Bombus terrestris*, *B. pascuorum* e *B. hortorum* começaram a forragear em temperaturas mais baixas temperaturas que abelhas domésticas e *B. lapidarius*.

Roubik (1995) concluiu que 80 a 100% de *A. mellifera* coletavam pólen de flores de trevo vermelho acima de 25°C, declinando as visitas abaixo deste valor, chegando a parar de coletar pólen com temperaturas abaixo de 16°C.

Em *A. latifolia*, a maior discrepância na quantidade de visitas ocorreu no período compreendido entre 15 e 17 horas. De acordo com o teste de χ^2 , a frequência observada de insetos (296 visitas), na área livre, foi menor que a esperada. Já na área controlada, a frequência de visitas de abelhas foi maior (402 visitas) que a esperada (Apêndice 3). Essa diferença em relação a área livre se deve ao fato de que as abelhas por estarem em uma colméia, sob o sol e confinadas em uma pequena área, tenham que sair para diminuir a temperatura dentro da colméia, que não pode passar dos 36°C (Roubik, 1995).

Entre às 9 e 15 horas houve uma tendência ao equilíbrio nas frequências de visitas das abelhas na área controlada (Figura 9). Provavelmente, as temperaturas mais baixas no início da manhã, não afetaram a presença das abelhas nesta área, já que elas toleram temperaturas mais baixas quando comparadas com muitos polinizadores nativos (Free, 1993). Como as abelhas estavam confinadas dentro de uma área restrita de oito m² e tinham como única fonte de alimento os recursos florais das plantas de *A. latifolia*, elas tinham que coletar a maior quantidade de alimentos possível, iniciando a coleta em grande número. Além disto, a população de insetos era relativamente grande nesta área controlada, chegando a 20.000 abelhas dentro da colméia. Em contrapartida, a frequência de visitas das abelhas na área livre, foi muito menor (aproximadamente 10%) que a dos insetos nativos (Apêndice 3).

Dois motivos podem ter influenciado este parâmetro na área livre: os recursos florais (pólen e néctar) não foram tão atrativos, ou as abelhas buscaram outras fontes com maior potencial de néctar e pólen em áreas vizinhas. Neste mesmo período, havia plantas de trevo branco e cornichão bem próximas a área experimental.

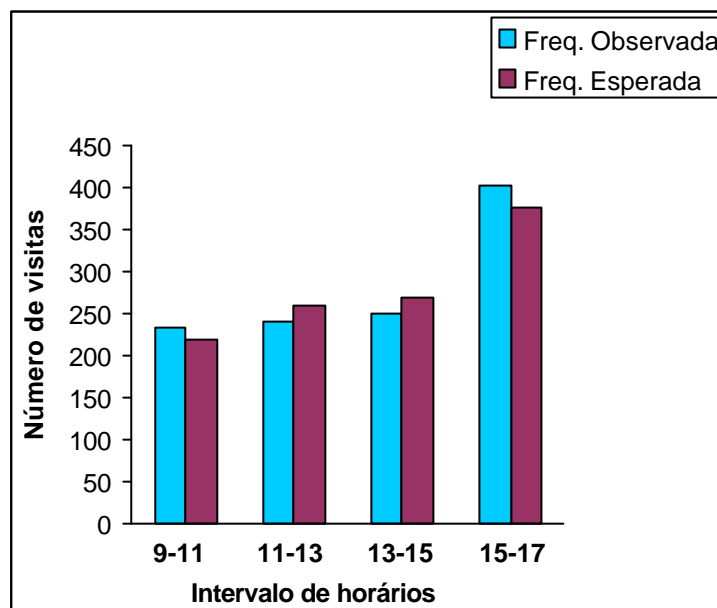


FIGURA 9. Distribuição de freqüência de visitas de *Apis mellifera* nas flores de *A. latifolia* (área controlada), na Estação Agronômica da UFRGS, em função dos horários, nos três anos de Avaliação (2000, 2001, 2002).

Em alfafa, mesmo sendo esta uma boa fonte de recursos para as abelhas, podendo fornecer entre 100-200 kg/ha de mel, recomenda-se afastar a área de produção de sementes pelo menos 1,5 km de distância de outros cultivos, pois as flores apresentam mecanismo de “explosão” (Free,1993; Roubik,1995).

4. 2 Número total de flores visitadas pelos insetos em

Adesmia

A Figura 10 apresenta o número de flores de *A. latifolia* visitadas pelos insetos nativos e abelhas na área livre, em função dos horários. Segundo o teste de Qui-quadrado ($\chi^2 = 15,38^{**}$), o número de flores visitadas, no total dos três anos, depende dos horários avaliados.

O intervalo entre 11 e 15 horas foi o período do dia em que um maior número de flores foram visitadas na área livre. Nesse intervalo, de acordo com o teste de χ^2 , o número de visitas observadas foi maior que as esperadas (Figura 10). A maior discrepância na quantidade de flores visitadas, ocorreu no período compreendido entre 15 e 17 horas. O número de flores visitadas na área livre (537 flores) foi menor que o esperado. Já na área controlada somente com abelhas, o número foi maior que o esperado (830 flores) (Apêndice 5).

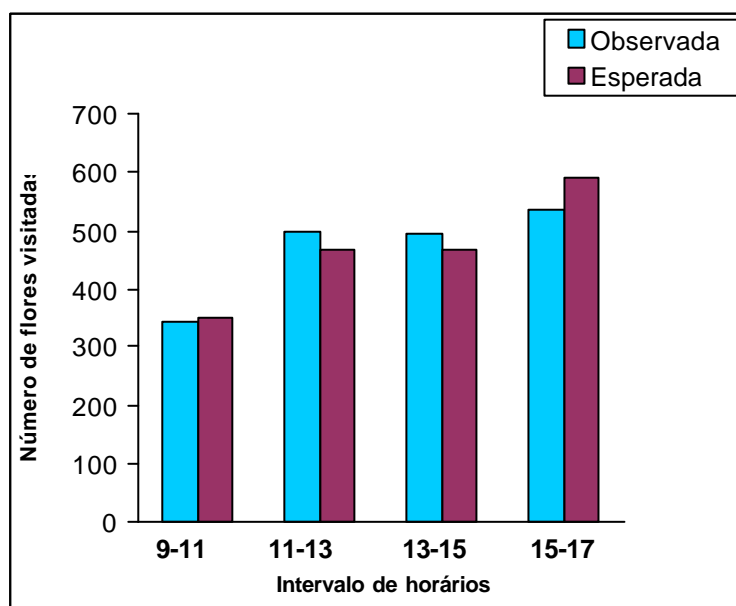


FIGURA 10. Número total de flores de *A. latifolia* visitadas por insetos nativos e *A. mellifera* (área livre), na Estação Agronômica da UFRGS, em função dos horários, nos três anos de Avaliação (2000, 2001, 2002).

Esta quantidade a mais de flores visitadas pelas abelhas na área controlada, se deve ao fato delas estarem em alta concentração por área, com pólen e néctar limitados, necessitando assim de um maior número de coletoras em atividade. Além disto, com o aumento da temperatura a partir do meio dia, há necessidade de regular a temperatura dentro da colmeia, o que em parte é obtido pela saída de mais campeiras em busca de água e alimento. Segundo Kakutani *et al.* (1993), o meliponíneo *Trigona minangkabau* foi relativamente sensível às mudanças na radiação solar, enquanto o oposto foi verificado com as abelhas domésticas *A. mellifera*. Estas abelhas não responderam às mudanças na radiação solar mas foram sensíveis às variações na temperatura do ar. Meliponíneos confinados em estufas iniciaram o seu forrageamento mais tarde e interromperam esta atividade mais cedo.

No Brasil, Malagodi-Braga *et al.* (2002) constataram que estes insetos iniciaram o forrageamento por volta das 10 horas e terminaram às 15 horas. Já as abelhas iniciaram o forrageamento mais cedo e terminaram mais tarde. Provavelmente, efeito semelhante ocorra com os insetos nativos que trabalham em flores de *A. laltifolia*, ou seja, para eles, a radiação solar tem maior influência que a temperatura, enquanto que as atividades das abelhas inicia no começo da manhã, passando a trabalhar com maior intensidade após o meio dia, em função principalmente da temperatura.

A Figura 11 mostra o número de flores visitadas por abelhas na área controlada. Pode-se observar que a quantidade de flores visitadas ao longo do dia é maior nesta área do que a quantidade de flores visitadas por insetos nativos mais as abelhas na área livre, descrita anteriormente. A

freqüência de visitas também segue esta tendência, percebendo-se uma nítida diferença a mais para as abelhas. Uma diferença que aparece tanto no início , quanto ao longo e no final do dia, ou seja, um maior número delas visitam um maior número de flores.

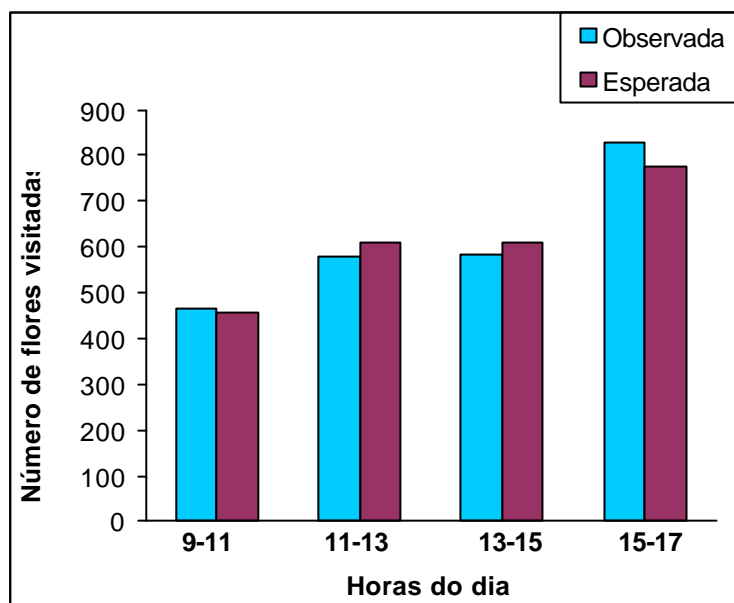


FIGURA 11. Número total de flores de *A. latifolia* visitadas por *A. mellifera* (área controlada), na Estação Agronômica da UFRGS, em função dos horários, nos três anos de avaliação (2000, 2001, 2002).

A freqüência de visitas e número de flores visitadas depende de diversos fatores inerentes aos insetos e as plantas. Estas relações podem ser recíprocas ou não, envolvendo muitas vezes comportamentos co-evolutivos (Ericson, 1978). O comportamento de trabalho das abelhas é característico para cada espécie, dentre elas, o horário de trabalho no campo e suas tarefas durante o dia (Kevan, 1999).

Contrariamente ao comportamento das abelhas neste trabalho, que sai em maiores quantidades da colméia nas horas mais quentes do dia, Mesquita *et al.* (2002) constataram que insetos nativos *Melipona*

quinquefasciata (Uruçú do chão) em Sobral/CE saíam em maior fluxo das 5:00-5:15 horas e 16:00-16:15 horas, sendo o transporte de produtos nas corbículas das 5:00 às 8:00 horas e de água ou néctar das 6:00 às 16:00 horas, buscando portanto os horários mais frios do dia para os trabalhos de campo.

Na maioria das cinco espécies de *Eucalyptus* sp. estudadas, Marchini & Moreti (2002) constataram que no início do florescimento, o recurso com maior disponibilidade para os insetos é o pólen e que a partir do terceiro dia, é o néctar, variando assim a frequência de visitas de abelhas *A. mellifera*. No horário das oito horas, o elemento com maior disponibilidade é o pólen, enquanto às 11 e 16 horas passa a ser o néctar.

Observou-se que em *A. latifolia*, tanto na área controlada como na área livre, as abelhas coletavam unicamente néctar das flores, no entanto, as coletoras de pólen são mais eficientes na polinização (Free, 1993).. Dependendo de suas necessidades e da qualidade dos recursos, um inseto é direcionado para atuar numa determinada flor de determinada espécie. Não só pólen e néctar são coletados, mas resinas, e óleos também (Free,1993). Em *Angelonia cornigera*, uma espécie do litoral da Bahia, os insetos nativos *Centris* spp. coletam óleo de suas flores das cinco às 18 horas, com pico por volta das sete horas, sendo considerados os polinizadores mais eficientes (Santos *et al.*, 2002).

Trabalho com o objetivo de aumentar a frequência de visitas nas flores independente do horário foi realizado por Mota *et al.* (1996). Estes autores notaram que as flores de morango eram visitadas principalmente por abelhas do gênero *Trigona* e pouco atraíam as abelhas africanizadas. Após

a pulverização com uma ou duas gotas de atrativo Bee-Here por litro de água, verificaram que o número de abelhas africanizadas nas flores aumentou até 338,6%. As flores da área visitada pelas abelhas produziram o dobro de frutos (119%) quando comparadas com as áreas não tratadas.

4.3 Visitantes florais em *Adesmia latifolia*: tempo de visita e número de flores visitadas por inseto.

4.3.1 Visitantes florais

Os únicos insetos nativos em *A. latifolia* na área livre, nos três anos de estudos, foram: *Megachile* sp. (Hymenoptera: Megachilidae) e *Centris* sp. (Hymenoptera: Apidae) (Figuras 12 e 13).

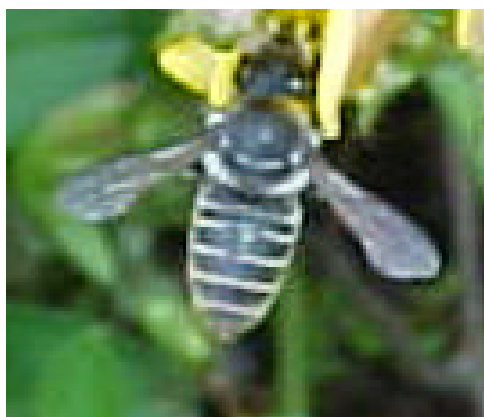


FIGURA 12. Abelha do gênero *Megachile* gênero sp. visitando flor de *A. latifolia* visitando na área experimental. de *A. latifolia*.



FIGURA 13. Abelha do *Centris* sp. flor

A frequência de visitas destes insetos nas flores de *A. latifolia*, na área livre, foi de 81% e 9% de visitas, respectivamente, enquanto as abelhas *A. mellifera* participaram com 10% do total de visitas (Figura 14). Nota-se uma baixa preferência das abelhas pelos recursos florais, pólen e néctar de *A. latifolia*. Constatou-se que há uma preferência das abelhas em visitar as

flores de trevo branco e cornichão em áreas vizinhas do experimento. Estas espécies forrageiras são consideradas excelentes fornecedoras de néctar para as abelhas, chegando a fornecer de 100 a 200 kg de mel, no caso de *T. repens* (Roubik,1995).

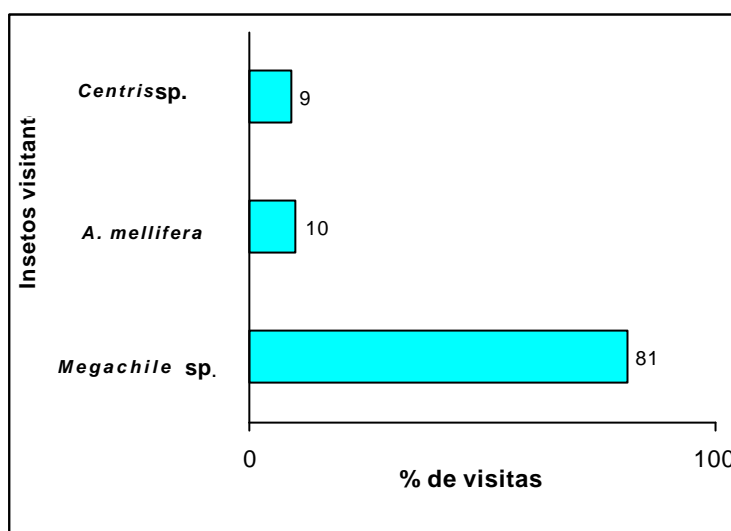


FIGURA 14. Porcentagem de visitas dos insetos nas flores de *A. latifolia* na área livre. Estação Experimental Agronômica da UFRGS (Eldorado do Sul).

Provavelmente os recursos florais de *A. latifolia* (néctar e pólen) não são tão atrativos para esta espécie de insetos. Além disto, não houve competição durante as visitas pelos recursos florais entre as abelhas e os insetos nativos durante as visitas, o que em muitas espécies de plantas acontece. Em *Melastoma affine*, uma planta do norte da Austrália, as abelhas *A. mellifera* em 91% das interações com insetos nativos, expulsou-os das flores e depositou significativamente menos pólen nos estigmas, reduzindo a aptidão sementeira desta espécie (Gross & Mackay, 1998).

Na Austrália, em três anos de estudos, o arbusto endêmico *Dillwynia juniperina* Fab. (Fabaceae) foi polinizado efetivamente pelas

abelhas *A. mellifera* introduzidas na região, sendo estes insetos mais freqüentes nas flores com um tempo de coleta de néctar e pólen maior, enquanto os insetos nativos efetivos na polinização, *Leioproctus* sp. e *Lasioglossum* sp., além de terem uma freqüência menor, ainda eram expulsos pelas abelhas em função da competição pelos recursos florais (Gross, 2001). Neste caso, além de uma quantidade maior, as abelhas apresentaram uma eficiência maior na polinização mesmo ficando menos tempo na flor em comparação com os insetos nativos. Em seus estudos com polinizadores, Batra (1994) informa que em muitos casos as abelhas afastam insetos nativos, entretanto neste experimento com *A. latifolia* isto não ocorreu pois a presença destas abelhas na área livre foi muito baixa, não sendo constatado um afastamento dos insetos nativos.

Em alfafa, no vale central da Califórnia, Cane (2002) obteve registros de 81% de visitas de fêmeas da espécie *N. melanderi* (abelha alcalina) nas flores, enquanto os machos estiveram presentes em 51%. As fêmeas de *M. rotundata* L. (abelhas cortadeiras de folhas) visitaram 78% das flores e os machos 51%, enquanto *A. mellifera* visitou, proporcionalmente, 22% das flores.

4.3.2 Tempo de visitas nas flores de *A. latifolia* e número de flores visitadas

O sucesso na polinização depende de uma série de fatores, entre eles o número de flores visitadas e o tempo que a abelha passa na flor. Com isto, aumenta a probabilidade dela depositar mais pólen viável e compatível nas flores (Freitas, 2002).

Quanto ao tempo de permanência nas flores de *A. latifolia*, registrou-se um tempo médio para *Megachile* sp. e *Centris* sp., em cada flor de 5,6 e 5,7 segundos, com desvio padrão de 1,16 e 1,24 segundos, respectivamente. Através da moda obteve-se o pico de maior frequência de insetos atuando com o tempo de visita na flor de 5,8 segundos, tanto para os insetos *Megachile* sp. como para *Centris* sp. Para as abelhas, a média de permanência na flor foi de 4,8 segundos, com desvio padrão de 1,30 segundos e o pico de maior frequência de insetos atuando com o tempo de 4,3 segundos por flor (Apêndice 7).

As abelhas diferem dos insetos nativos sem ferrão pois as primeiras são mais apressadas, visitam mais flores mas ficam menos tempo nelas. Os insetos nativos são mais lentos e tranquilos nas flores, passando períodos mais longos em cada flor, reduzindo o número de flores visitadas por inseto.

O tempo de presença na flor pode aumentar a probabilidade de determinado inseto em efetivar a transferência de pólen das anteras para o estigma, embora em muitos casos isto não aconteça (Proctor *et al.*,1996). Em alfafa, os insetos da espécie *Megachile rotundata* visitaram 20 flores por minuto, expondo os órgãos reprodutivos da planta e efetuando assim a polinização com a média de 3 segundos por flor visitada (Drake, 1948). Nesta mesma cultura, Stubbs & Drummond (1997) obtiveram o tempo de permanência de fêmeas de *N. melanderi* nas flores de $2,4 \pm 1.2$ segundos, sendo estes efetivos polinizadores e Özbek (1976) registrou 4 segundos para *Bombus incertus* e 7 segundos para *A. mellifera*. Em cornichão esta média apresentou-se maior para *A. mellifera*, sendo que, as coletoras de pólen

demoraram 5,45 segundos e as de néctar 7,07 segundos (Bader & Anderson, 1962).

O número de visitas e o tempo de permanência nas flores pelos insetos é variável (Roubik, 1995), dependendo da espécie de planta e da qualidade dos recursos florais (pólen e néctar), bem como da espécie de inseto (Hawkins, 1969; Free, 1993; Proctor *et al.*, 1996). Assim, em *A. latifolia*, registrou-se uma superioridade na frequência e no tempo de visitas dos insetos nativos nas flores da área livre em comparação com as abelhas.

Já o índice de flores visitadas individualmente pelas abelhas na área controlada é praticamente o mesmo dos insetos nativos. Observando-se os índices de flores visitadas pelos insetos nos diversos horários e comparando estas médias através do teste não paramétrico de Wald-Wolfowitz, verifica-se que não existem diferenças significativas a nível de 5% entre o número de flores visitadas pelos insetos nativos (2,0) e o número de flores visitadas pelas abelhas na área controlada (2,2), mas ocorrem diferenças significativas no número de flores visitadas entre abelhas na área livre (1,6) e abelhas na área controlada (2,2) (Apêndice 8). Provavelmente, este baixo índice de flores visitadas pelas abelhas *A. mellifera* na área livre se deve ao fato dos recursos florais, pólen e néctar, não serem interessantes para as mesmas, mas sim, para os insetos nativos, pois são espécies que co-evoluíram ao longo do tempo com benefícios mútuos. Na área controlada, por terem como única fonte de recursos as flores de *A. latifolia*, as abelhas recorrem em maior número (2,2 flores), buscando mais flores de *A. latifolia* do que na área livre, onde buscam outras opções mais atrativas ao redor da área.

Segundo Goulson (1994), a constância no número de visitas florais diminui em espécies de plantas mais escassas em favor de espécies mais comuns e aquelas só serão polinizadas se oferecerem uma recompensa relativamente enorme por flor, que as colocará em vantagem em relação as espécies mais comuns.

Em geral, quanto maior o tempo que o visitante passa na flor, maior a possibilidade dele tocar os órgão reprodutivos, adquirir grandes quantidades de pólen no seu corpo, e passar o número necessário de grãos de pólen viáveis e compatíveis para o estigma da flor. Por outro lado, para ser eficiente do ponto de vista comercial, o polinizador tem que visitar muitas flores por dia, apresentando boa produtividade. O bom polinizador, levando em conta esse aspecto, deve manter o equilíbrio entre o tempo gasto por flor e o número de flores visitadas por dia, de forma que o tempo seja o mínimo necessário para efetuar uma polinização adequada, sem comprometer o número de flores visitadas pelo polinizador.

4.4 Qualidade do néctar, viabilidade do pólen e relação insetos-morfologia floral

4.4.1 Qualidade do néctar

As Figuras 15 e 16 mostram a variação da concentração de açúcar no néctar de *A. latifolia* ao longo do período de floração, em três horários, nos anos de 2001 e 2002. A constância floral é descrita como a preferência pelos insetos por uma espécie particular de flor quanto a seus recursos, néctar e pólen. As abelhas rapidamente aprendem a associar a viabilidade do néctar (quantidade e qualidade) com uma espécie particular de flor, e podem usar a cor, cheiro e forma para identificar a espécie correta.

Neste trabalho, embora não tenha sido avaliado a quantidade de néctar por flor, avaliou-se a qualidade deste néctar, visto ser a concentração de açúcar o determinante para uma flor ser visitada num dado momento (Free,1993). Constatou-se que a concentração de açúcar no néctar medido por refratômetro manual, apresenta em média 5,7% de concentração de açúcar (Figura 16), entre os horários, no ano de 2001, sendo considerado muito baixo (Roubik, 1995) quando comparados com outras espécie que atraem mais as abelhas, tais como a colza, com 37% de açúcar no néctar coletado na vesícula melífera das abelhas (Adegas & Couto, 1992), crotalária, com 42% de açúcar no néctar coletado na flor (Couto *et al.*, 1992) e labe-labe (*Dolichos lab-lab*), com 35% de açúcar na flor (Garcia-Neto *et al.*, 1988).

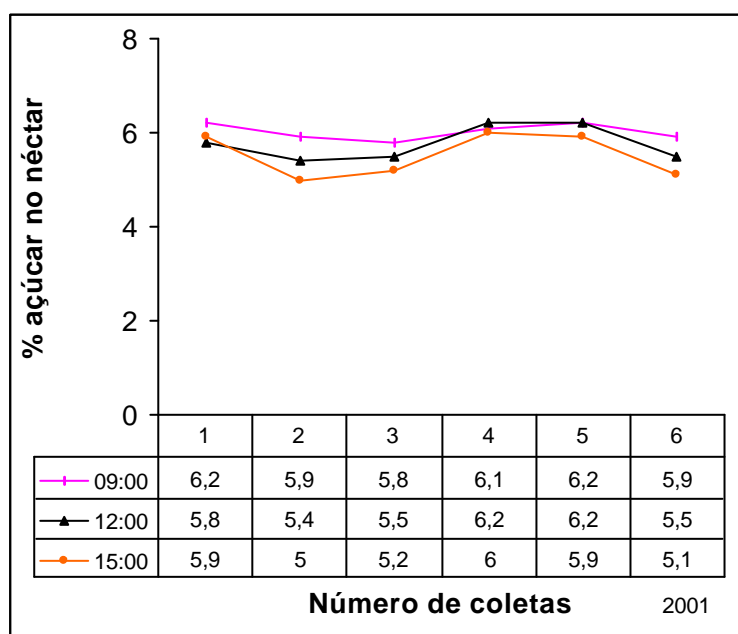


FIGURA 15. Variação da concentração de açúcar no néctar de *Adesmia latifolia* ao longo do período de floração (intervalo de 7 dias), em três horários, no ano de 2001.

Observa-se que o horário das 9 horas foi o período do dia em que a concentração de açúcar no néctar, em média, foi maior (6,0%). Nos horários das 12 e 15 horas, esta concentração ficou em torno de 5,7 e 5,5%, respectivamente. Essa tendência se repete no ano de 2002, conforme a Figura 16. Neste ano, as concentrações por horário resultaram em 5,9% de açúcar no horário da 9:00 horas e 5,7 e 5,4% nos horários das 12:00 e 15:00 horas, respectivamente.

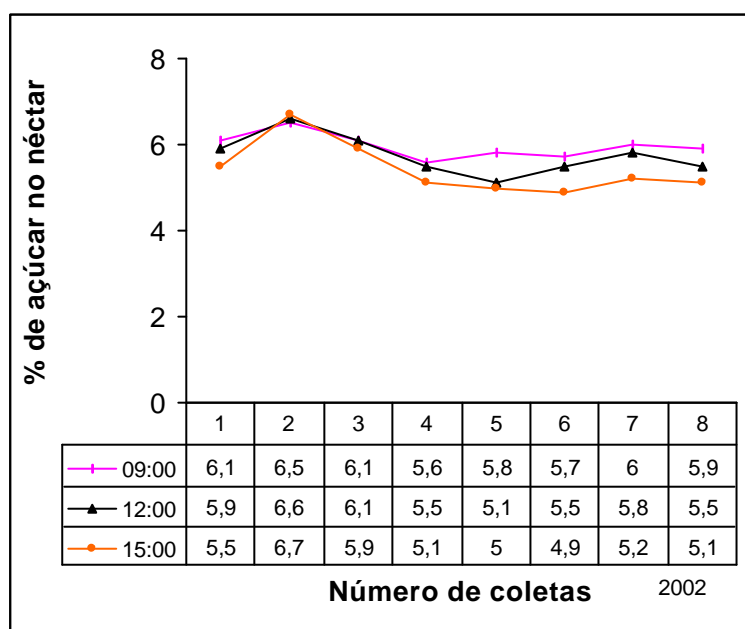


FIGURA 16. Variação da concentração de açúcar no néctar de *Adesmia latifolia* ao longo do período de floração (intervalos 7 dias), em três horários, no ano de 2002.

Em trevo vermelho foram encontradas concentrações de açúcar nas flores que variaram de 33,1 a 49,3%, alfafa cultivar “Peace”, 63,5%, trevo branco, 29,2%, cornichão, 51,6% e *Trifolium hybridum* com 47,8 – 48,0% de açúcar no néctar (Murrell & Szabo, 1981). Esta variação na concentração de açúcar depende de diversos fatores, como, hora do dia interligado com as condições climáticas e características da planta (Freitas,

1998). Em geral, no início do dia o néctar é menos concentrado. Geralmente, no início da manhã o ambiente é mais úmido e como o açúcar do néctar é uma substância higroscópica, acaba absorvendo água do orvalho ou cerração, ou seja, a concentração varia com a umidade relativa (Michaud,1990). Do meio dia em diante, o ar estando mais seco diminui a quantidade de água.

Dependendo da espécie e de seus mecanismos para atrair polinizadores, a planta pode variar a concentração em função da hora de trabalho de determinado polinizador. Além disso, certas espécies como as dióicas apresentam concentração diferente de açúcar no néctar dependendo do tipo de flor, masculina ou feminina. É o caso de *Jacaratia spinosa* (Aubl) .A.DC., uma espécie arbórea do sudeste brasileiro, em que a concentração de açúcares foi em média de 13,9%, tendo variado ao longo do dia. As maiores concentrações de açúcar foram observadas entre 6 e 8 horas onde insetos diurnos, como borboletas e beija-flores foram os visitantes florais e entre 18 e 21 horas, onde as mariposas foram os visitantes noturnos. As flores femininas não produziram néctar atraindo os polinizadores pelo odor, cor e forma (Piratelli, 1998).

Além da característica fisiológica da planta em atrair polinizadores específicos em determinados horários, o inseto também pode se condicionar a coletar recursos somente de flores específicas (Freitas, 2000). Isto pode ser uma questão evolutiva entre ambos. Para os insetos nativos *Megachile* sp. e *Centris* sp., os recursos oferecidos pelas flores de *A. latifolia* fazem parte de sua alimentação já que estes dois gêneros de insetos não formam grandes colônias (Schlindwein, 2000), portanto, não necessitam de muitos

recursos como as abelhas *A. mellifera* que buscaram outras fontes como as que haviam ao redor da área experimental (trevo branco e cornichão). Estas espécies de plantas não evoluíram com estes insetos nativos. Para esses insetos, o que sempre existiu nesta época de floração nos campos do Rio Grande do Sul, são flores de espécies nativas como *A. latifolia*. Deve-se considerar ainda o fato de que as abelhas coletam mais os néctares altamente concentrados (Rinderer *et al.*, 1984).

4.4.2 Viabilidade do pólen

A viabilidade do pólen nas flores de *A. latifolia*, nos três anos avaliados foi em torno de 98% (Apêndice 9), semelhante aos resultados obtido por Tedesco (2000) de 97%. A autora em todos os acessos estudados, observou valores acima de 90% de grãos corados com carmim propiônico à 2%.

De qualquer forma, embora o objetivo de verificar a viabilidade do pólen tenha sido mais em função da planta do que dos insetos, constatou-se que a maioria das abelhas não coletaram pólen. De um total de 1127 abelhas registradas na área livre (Apêndice 3), somente 19 coletaram pólen de *A. latifolia* nos três anos de avaliações, demonstrando não ser interessante o pólen desta espécie para as abelhas. Segundo Free (1993), pelo menos 10% das abelhas que saem a procura de alimento são coletoras de pólen.

Um número grande de autores afirmam que os grãos de pólen contém em maior ou menor quantidade componentes atrativos para as abelhas *Apis* (Youssef *et al.*, 1978; Schmidt, 1985; Proctor *et al.* 1996) e outros dizem que a necessidade da colônia é que determina a coleta (Free, 1993; Westerkamp, 1991). As abelhas *A. mellifera* são espécies

extremamente poliléticas que ao se alimentarem vão em busca de grandes quantidades de pólen, em torno de 35 kg/ano (Roubik,1995) e, principalmente, numa grande diversidade de plantas, enquanto muitos insetos não sociais não diversificam essa busca (Schmidt, 1985, Schindwein & Wittmann, 1995).

Em *Adesmia*, nenhum fator relacionado ao pólen, como qualidade alimentícia ou necessidade da colônia, condicionou as abelhas a colhê-lo. Embora em grande número dentro da área controlada, a pequena produção de sementes foi resultante das poucas coletoras de pólen. Se considerarmos que elas só tinham como única fonte deste recurso as flores de *A. latifolia* e, tendo ficado com poucas reservas deste alimento dentro da colméia, era de se esperar uma presença maior na coleta do pólen, o que não ocorreu. Mesmo aquelas abelhas, em sua maioria coletoras de néctar, não expuseram ou tocaram os órgãos reprodutivos das flores de *Adesmia*, enquanto na área livre, com baixa presença de *Apis* houve uma produção de sementes considerável que se atribui aos dois únicos insetos nativos observados nas flores de *A. latifolia*: *Megachile* sp. e *Centris* sp.

4.4.3 Relação entre os insetos e a morfologia floral de *A. latifolia*

Neste trabalho, constatou-se que as abelhas não são eficientes polinizadoras de *A. latifolia*, pois coletam o néctar lateralmente entre o cálice e a corola sem liberar os órgãos reprodutivos das flores (anteras e estigmas) dentro da quilha (Figura 17).

Pode-se observar na Figura 18, um orifício natural, localizado entre o cálice e a base da corola da flor de *A. latifolia*, demarcado com tinta

vermelha, por onde a abelha doméstica introduz a língua para retirada do néctar sem coletar o pólen, não contatando assim os órgãos reprodutivos da flor.



FIGURA 17. Abelha *A. mellifera* coletando néctar lateralmente entre o cálice e a corola em *A. latifolia*.

Neste trabalho, constatou-se ainda que as abelhas não danificaram as flores de *A. latifolia*.

Por não pressionar a quilha das flores de *A. latifolia* e expor as anteras (Figura 19), o pólen não é coletado pelas abelhas *A. mellifera*. Além disto, o baixo número de abelhas coletoras de pólen (em torno de 10%), demonstra que estas abelhas buscam outras fontes mais atrativas deste alimento. Segundo Free (1993) estas coletoras de pólen são mais eficientes na polinização do que as coletoras de néctar, mas como não atuaram adequadamente em *Adesmia*, o resultado foi a baixa produção de lomentos na área controlada.



FIGURA 18. Orifício lateral (seta) entre o cálice e a corola de uma flor de *A. latifolia*.

Observa-se na Figura 19, que para expor as anteras e o estigma dentro da quilha, o inseto deverá chegar pela parte frontal da flor, pousar com as patas sobre as duas alas empurrando-as para baixo, originando assim um movimento de alavanca, permitindo a saída da estrutura reprodutiva da flor. Esta estrutura retorna novamente a sua posição original num mecanismo que Taylor (1987) designa de “bombeamento” e pode ser pressionada por outro inseto aumentando as chances de transferência de pólen.

Estes movimentos para abertura das quilha das flores em *A. latifolia* foram realizados pelos insetos nativos da região de Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul: *Megachile* sp. e *Centris* sp. (Figura 20). O inseto *Centris* sp. empurra a quilha com as patas traseiras, onde coleta e transporta o

pólen, conseguindo assim tocar os órgãos reprodutivos das flores. O mesmo acontece com o *Megachile* sp. que se posiciona frontalmente na flor.

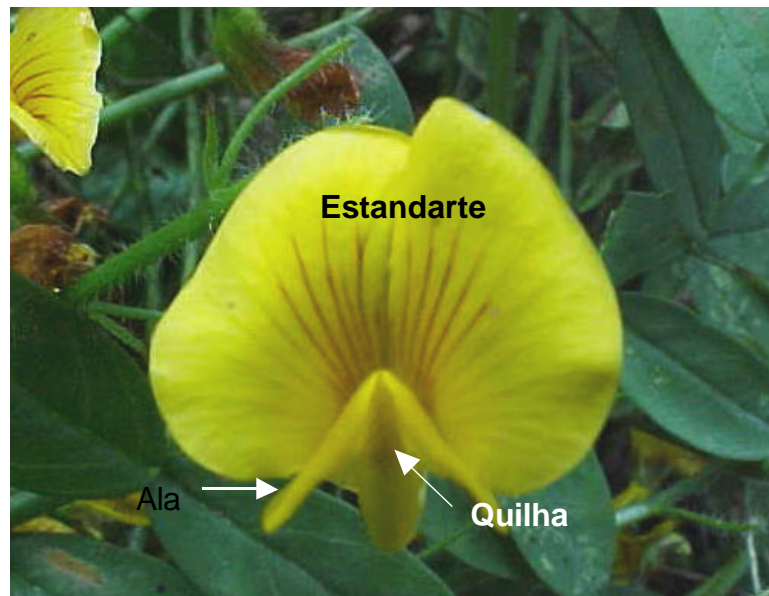


FIGURA 19. Estruturas florais em *A. latifolia*

Algumas culturas dependem de polinizadores com características específicas como é o caso da *Crotalaria*, que necessita da visita de insetos pesados, que consigam abaixar a quilha, como as abelhas do gênero *Xylocopa* sp. para efetivar a polinização e formação das sementes. Nesta cultura, *A. mellifera* e *Trigona* spp. atuam como parasitas, removendo o néctar e pólen, sem auxiliar na polinização (Couto *et al.*, 2002).

Segundo Roubik (1995), as abelhas com corpo maior podem potencialmente ser melhores polinizadoras que as menores. No maracujá (*Passiflora* spp.), ocorre auto-incompatibilidade e suas flores para reproduzirem, necessitam receber visitas, especialmente de abelhas de porte grande do gênero *Xylocopa*, dada a sua morfologia floral (Camillo, 1996).

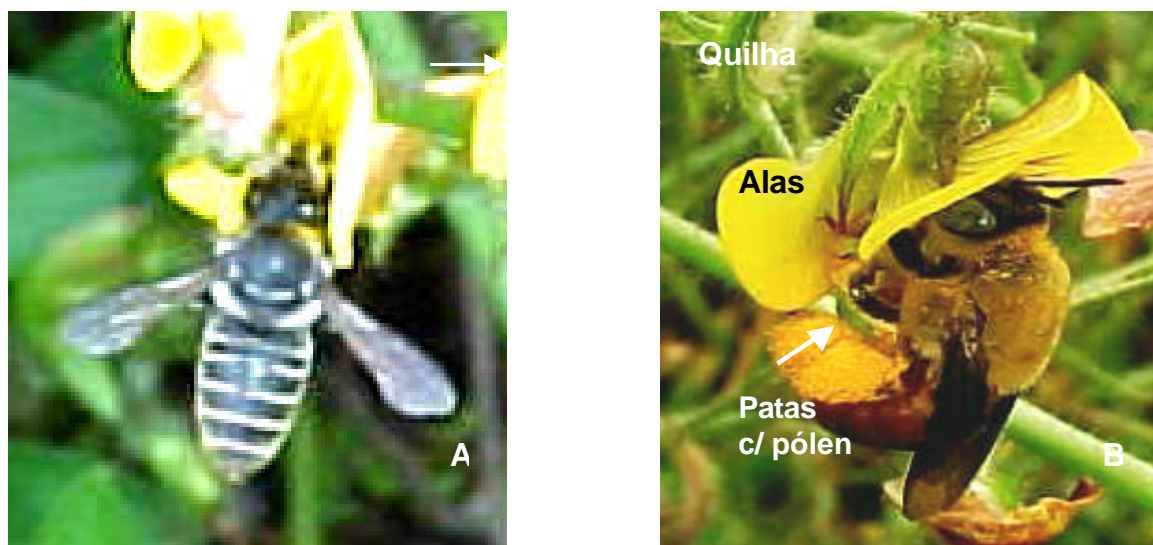


FIGURA 20. Insetos potenciais polinizadores em *A. latifolia*: *Megachile* sp. (A) e *Centris* sp. (B).

Constatou-se que o inseto do gênero *Megachile*, ao pousar na flor, toca a escova coletora de pólen nas anteras das flores coletando e transferindo-o para outras flores de *A. latifolia* (Figura 21).



Figura 21. Escova abdominal coletora de pólen em *Megachile* sp. com pólen de *A. latifolia*.

Além do fator posicionamento nas flores de *A. latifolia*, constatou-se que o inseto *Megachile* sp. se adaptou perfeitamente a sua morfologia floral, provavelmente resultado da co-evolução entre espécies.

Comparando estes resultados nem sempre as abelhas apresentam superioridade com relação as demais insetos polinizadores. Dasgan *et al.* (1999), comparando a eficiência das mamangavas *Xylocopa* sp. e das abelhas *A. mellifera* no melão (*Cucumis melo* L.), em casas de vegetação, verificaram que a produção de frutos foi semelhante entre ambos, mas nas características que envolve qualidade, as visitas das mamangavas nas flores do melão resultaram na produção de frutos maiores e com maior número de sementes devido a adequada polinização.

Os polinizadores apresentam diferenças nas habilidades, como tamanho, presença de pêlos, rapidez, fidelidade, longevidade, capacidade de aprendizado, velocidade de vôo, etc. (Batra, 1995; Calzoni & Speranza, 1996).

Embora a qualidade do néctar e do pólen das flores de *A. latifolia* não sejam atrativos para as abelhas *A. mellifera*, as poucas abelhas que visitaram a área livre, provavelmente foram atraídas pelo odor adocicado, uma vez que o olfato é um dos sentidos mais importantes para os insetos (Roubik, 1995).

4.5 Componentes do rendimento de sementes

4.5.1 Número de lomentos amostrados nas áreas livre, controlada e isolada durante a floração

Nas áreas controlada e livre, o número de lomentos formados por inflorescência, em função das coletas semanais após o início do florescimento, está apresentado nas Figuras 22 e 23 e nos Apêndices 10 e 11. Não houve formação de lomentos na primeira semana após o início do florescimento. Nos três anos de avaliações não foi produzido nenhum lomento na área isolada da ação dos insetos. Na área controlada, o número de lomentos coletados foi melhor explicado através de uma regressão logarítmica para o ano de 2000, não havendo ajuste nos anos de 2001 e 2002.

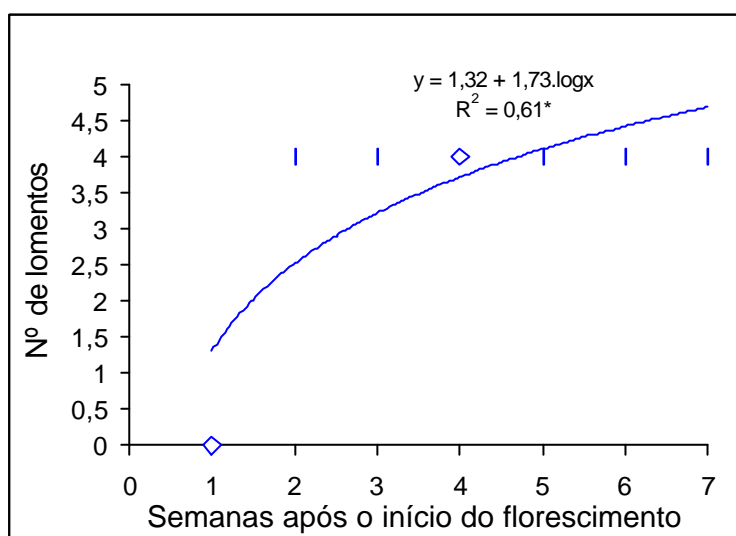


FIGURA 22. Número de lomentos coletados de *A. latifolia* na área controlada no ano de 2000.

Registrou-se uma baixa produção de lomentos nesta área em todas as semanas em que foram coletados, mantendo-se estável até a última semana de coleta, que resultou em quatro, oito e quatro lomentos para os anos de 2000, 2001 e 2002, respectivamente (Apêndice 11). Contrariamente a esses resultados, observou-se que na área livre a

produção de lomentos foi maior (Apêndice 11) chegando na última semana de coleta com 208, 96 e 56 lomentos amostrados para os anos de 2000, 2001 e 2002, respectivamente, com uma resposta linear (Figura 23). A baixa na produção de lomentos nos dois últimos anos foi devido a fatores climáticos, como chuvas mais intensas (out/01 a nov/02) e ventos (out/02), diminuindo a temperatura e radiação solar em relação ao ano de 2000, conforme se observa no Apêndice 1.

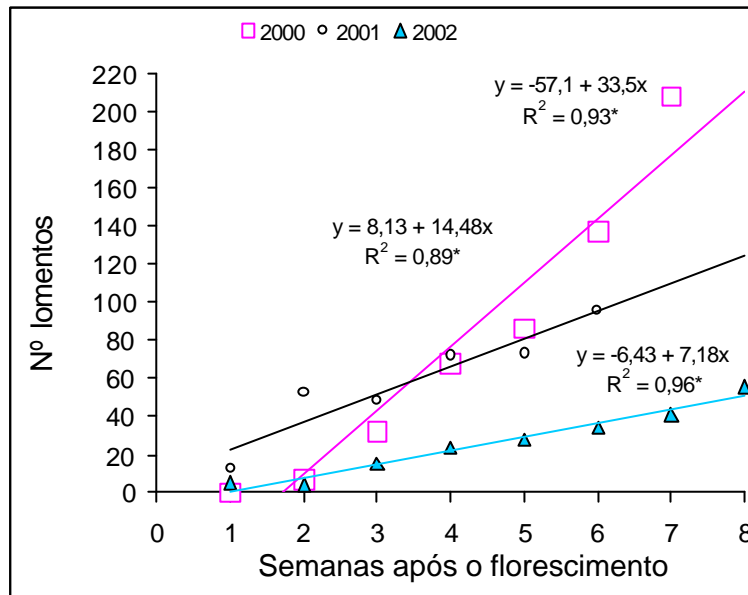


FIGURA 23. Número de lomentos coletados de *A. latifolia* na área livre nos anos de 2000, 2001 e 2002.

Estimativas baseadas nos componentes da produção de sementes de *A. latifolia*, registrados por Menezes (2001), em Eldorado do Sul e Veranópolis, em função das datas de amostragens, resultaram na coleta de até 265 e 328 lomentos verdes em dez inflorescências amostradas, respectivamente. A não formação de lomentos na área isolada da ação dos insetos confirma a conclusão de Tedesco *et al.* (1998) de que a espécie *A.*

latifolia necessita pelo menos de estímulo mecânico para formação de sementes.

Na Índia, nos estudos com *Brassica campestris* var. Thoria, Shiag (1986) obteve 1060 vagens na área livre com a presença de *Apis dorsata* L., *Apis florea* L., *A. mellifera* e seis espécies de insetos nativos, e 25 vagens na área isolada sem ação dos insetos. Cane (2002), em alfafa, em casa de vegetação, obteve 45% (1º ano) e 54% (2º ano) de vagens produzidas por racemos com os insetos *M. rotundata*. Estes apresentaram uma eficiência diferente entre anos, segundo o autor. Dependendo do ano, um maior número de indivíduos machos atuaram nas flores de alfafa em comparação com as fêmeas, sendo estas mais eficientes na polinização. Nesta mesma espécie de planta, Drake (1948) obteve 5 legumes produzidos em 97 flores visitadas por abelhas. Em *Vicia faba* L., Free (1966) obteve 2,56 vagens/planta em área isolada de insetos; 4,88 em área somente com abelhas e 8,46 vagens em área aberta (livre).

Da mesma forma que em outras culturas, nem sempre as abelhas *A. mellifera* são mais eficientes. Em *C. juncea* L., *C. striata* D.C. e feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D.C.) houve um aumento na produção de legumes em 50, 400 e 320% na área livre com a atuação de diversos insetos (Ahmad,1987). Em girassol, uma espécie muito atrativa para abelhas domésticas, tanto com relação a pólen como néctar (Ahmad,1987; Free,1993), houve nos últimos dias de floração uma baixa atração para as abelhas pois com a diminuição na oferta de pólen por diminuição da própria floração, as últimas flores não produziram aquênios por falta de atuação das abelhas (Basualdo *et al.*,1994). Nessa mesma espécie, Moreti *et al.* (1993)

obtiveram 554,16 aquênios por capítulo nas flores visitadas por vários insetos, enquanto nas flores visitadas por abelhas, o resultado foi de 185,87 aquênios e nas flores isoladas foi de 8,85 aquênios.

Embora o uso de *A. mellifera* seja generalizado na polinização de diversos cultivos, pois tem manejo e biologia conhecidos, outros insetos, especialmente os nativos, podem exercer esta função, igual ou até melhor que

as abelhas domésticas, e em muitos casos podem ser usados em conjunto. Isto não significa que as abelhas domésticas não sejam boas polinizadoras (Moretti *et al.*,1994). Pelo contrário, elas tem contribuído para o aumento da produção agrícola em diversas espécies vegetais (Free,1993; Roubik, 1995; Proctor *et al.*1996; Freitas, 2002). Em *Galactia striata* (Jacq) Urban., por exemplo, uma espécie nativa do Brasil, a polinização é realizada por algumas espécies de abelhas nativas. Com o escasseamento dessas abelhas na região de São Paulo, essa cultura tem apresentado problemas na produção de sementes. Em *G. striata*, o uso sistemático de abelhas na polinização, aumentou a produção de 19,1 para 706,4 vagens/m² (Couto *et al.*, 1997).

4.5.2 Número de flores abortadas amostradas nas áreas controlada, livre e isolada durante a floração

O número de flores abortadas por inflorescência na área controlada, livre e isolada, em função das coletas semanais, são apresentados nas Figuras 24, 25 e 26, respectivamente e no Apêndices 12. No Apêndice 13 encontram-se os resultados da análise de regressão. Verifica-se na Figura 24 uma resposta linear crescente no número de flores

abortadas na área controlada em todos os anos avaliados, evidenciando uma baixa capacidade polinizadora da abelhas em *A. latifolia*.

Praticamente os valores estão próximos aos da área isolada da ação dos insetos (Figura 25) e sendo esta espécie alógama, necessitando de um vetor eficiente para transferência do pólen, fica evidente a falha na polinização pelas abelhas.

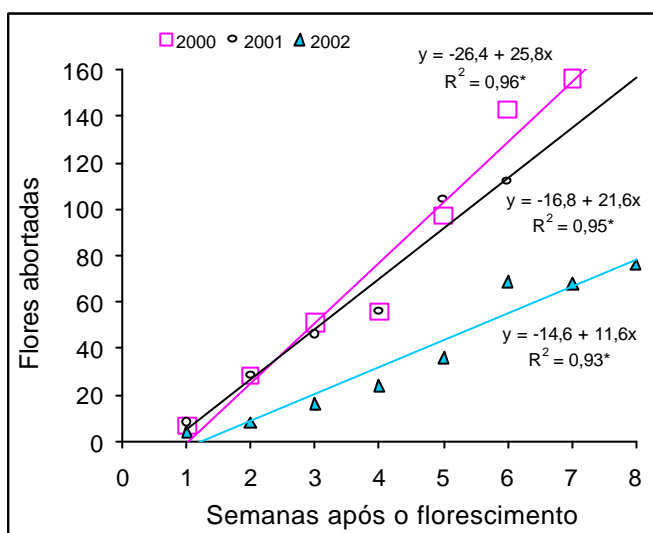


FIGURA 24. Número de flores abortadas de *A. latifolia* na área controlada, nos anos de 2000, 2001 e 2002.

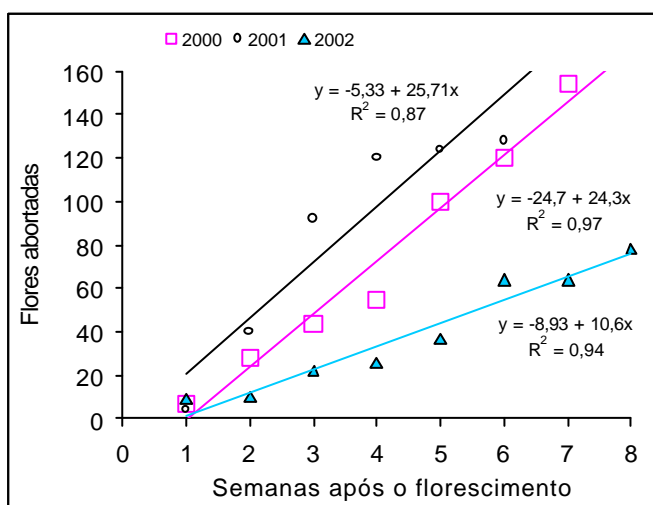


FIGURA 25. Número de flores abortadas de *A. latifolia* na área isolada nos anos de 2000, 2001 e 2002.

A frequência de visitas nas flores pela, vista anteriormente na área controlada, é praticamente a mesma do total de insetos nativos na área livre. No entanto, o número de lomentos registrados em todos os momentos de coleta foi baixo nos três anos de avaliações (Apêndice 11), enquanto o número de flores abortadas foi alto em relação a área livre (Apêndice 12). Foram registrados na última semana de avaliação 156, 112 e 76 flores abortadas para os anos de 2000, 2001 e 2002, respectivamente. Em contrapartida, na área livre, o número de flores abortadas teve uma resposta linear (Figura 26 e Apêndices 13), para os anos de 2000 e 2002, mas em menor número em relação as áreas com *A. mellifera* e isolada. Constatou-se dez e 20 flores abortadas na última semana de coleta, respectivamente, para esses dois anos de avaliações (Apêndice 12).

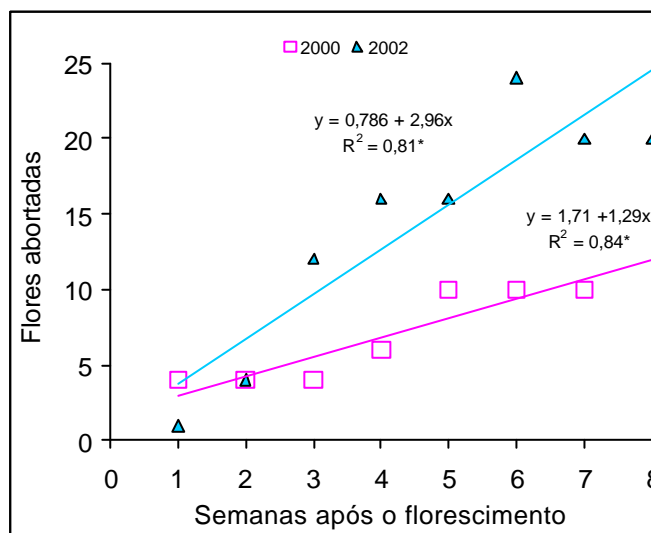


FIGURA 26. Número de flores abortadas de *A. latifolia* na área livre nos anos de 2000 e 2002.

Em 2001 não houve ajuste da reta, mas segue a tendência de pequeno número de abortos florais na área livre. Obteve-se oito flores abortadas nas inflorescências amostradas na última semana de avaliação (Apêndice 12). Este número é mais elevado em 2002 (20 abortos florais), do

que nos outros anos, devido as chuvas (Apêndice 1) que ocorreram no período, prejudicando a atividade dos insetos nativos.

Estes dados indicam que na área livre os insetos atuantes *Megachile* sp. e *Centris* sp. são potenciais na polinização de *A. latifolia* comparativamente com as abelhas, haja visto os melhores resultados obtidos por eles no número de lomentos produzidos e no número de flores abortadas , além do que, a baixa frequência de visitas da abelha doméstica na área livre demonstra desinteresse por esta forrageira.

4.5.3 Número de inflorescências e flores abertas amostradas nas áreas controlada, livre e isolada durante a floração

As Figuras 27, 28 e 29 mostram o número de inflorescências observadas em todas as áreas avaliadas, nos anos de 2000, 2001, 2002, respectivamente. Verifica-se uma resposta linear crescente para o número de inflorescências em todas as áreas e em todos os anos (Apêndice 14).

Nos anos de 2001 e 2002 houve uma redução no número de inflorescências, provavelmente devido as chuvas e nebulosidade ocorridas no período. O total de inflorescências entre tratamentos, no ano, foi aproximadamente igual (Apêndice 15) não sendo o número baixo de inflorescências o fator que ocasionou diferenças no rendimento de qualquer variável anteriormente analisada. Embora não se espere diferenças nesta variável, entre os tratamentos, diversos fatores como herbivoria por alguns tipos de insetos, especialmente na área livre, poderia ocasionar alguma diferença em relação as demais áreas.

Durante a maior parte do período experimental, tinha-se a presença em ambas as áreas, de inflorescências de *A. latifolia* contendo botões florais, flores, legumes verdes e legumes marrons concomitantemente.

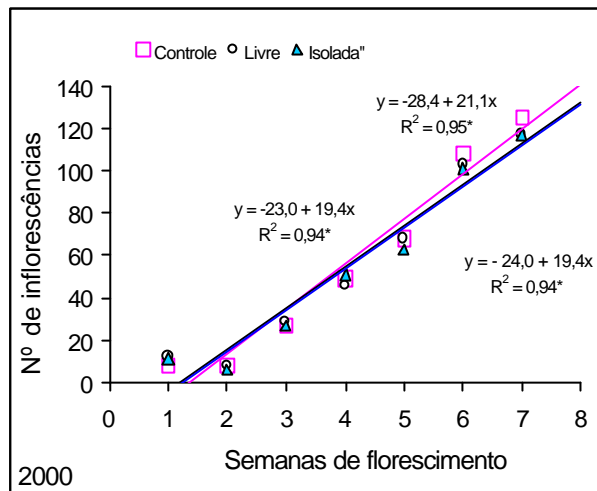


FIGURA 27. Nº de inflores. de *A. latifolia* nos três tratamentos (2000).

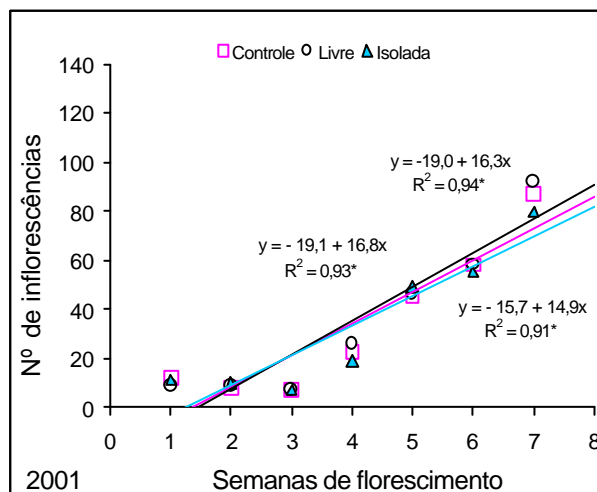


FIGURA 28. Nº de inflores. de *A. latifolia* nos três tratamentos (2001).

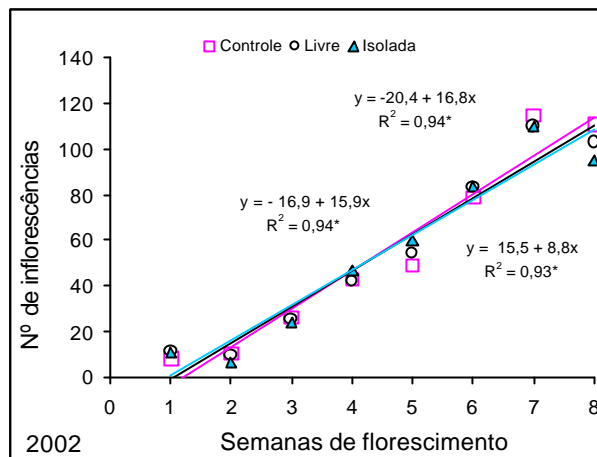


FIGURA 29. Nº de inflores. de *A. latifolia* nos três tratamentos(2002).

Menezes (2001) também constatou esta característica da espécie, cujo florescimento e frutificação se prolongaram de acordo com o ano. Além disso, também comentou que a temperatura não é o principal fator determinante do início do florescimento de *A. latifolia*. Este autor concluiu que o florescimento iniciou quando o número de horas de luz estava em torno de 12,8 horas, indicando, portanto, que *A. latifolia* é uma espécie de dias longos.

A partir de outubro dos anos de 2000 e 2001 já havia a formação de inflorescências. O florescimento e frutificação no primeiro e segundo ano estenderam-se até o final de dezembro, enquanto no terceiro ano (2002) terminou mais cedo (início de dezembro). Constatou-se que nesse ano, tanto a floração como a presença dos insetos foi prejudicada pelo excesso de chuvas daí a menor produção de lomentos e maior número de flores abortadas no ano de 2002 (Apêndice 12).

Estes resultados no período de florescimento assemelham-se bastante com os observados por outros autores (Miotto & Leitão Filho, 1993; Menezes, 2001). Miotto & Leitão Filho (1993) observaram que *A. latifolia* floresce de outubro a janeiro e que a floração é mais intensa no mês de novembro. Os autores relatam também que a frutificação ocorre de outubro a

janeiro, estando concentrada nos meses de novembro e dezembro (Miotto, 1993).

Observou-se que no tratamento controlado e isolado, por não ocorrer polinização suficiente e conseqüente frutificação, a floração estendeu-se por mais tempo em todos os três anos de avaliações, diferentemente da área livre.

Em média, foram duas semanas a mais. Provavelmente, por serem drenos mais fortes que as flores, os lomentos originados pela eficiente polinização dos insetos na área livre diminuíram os recursos da planta para emissão de mais flores, encerrando assim seu período reprodutivo.

O número de flores abertas por inflorescência foi amostrado mas não foi avaliado estatisticamente. No entanto, pode-se observar que o número de flores abertas na área livre foi menor em todos os anos (Apêndice 16). Isso ocorre porque na flor polinizada e fertilizada, as pétalas murcham, fecham-se e caem posteriormente, enquanto na área controlada (somente com abelhas) as flores tem um período maior de abertura a espera de um possível polinizador.

Em 2002, como as condições climáticas não foram favoráveis, nota-se uma tendência um pouco maior de um aumento no número de flores abertas na área livre (média de 8 flores). Flores estas não polinizadas, pois a freqüência de insetos nativos foi menor em relação aos anos anteriores devido a um período de chuvas mais intenso (Apêndice 1).

Na Depressão Central do Rio Grande do Sul, Menezes (2001) obteve no máximo 16,7 flores abertas/inflorescência, seguido de 10,4 flores/inflorescência, bem próximo aos encontrados por Tedesco (2000) que

também observou uma grande variação neste componente do rendimento, encontrando em cinco acessos de *A. latifolia*, valores em torno de 9,8 a 18,3 flores/inflorescência.

4.5.4 Rendimento e qualidade de sementes

4.5.4.1 Rendimento de sementes

A figura 30 apresenta os dados de rendimento de sementes de *A. latifolia* obtidos na área experimental da Estação Agronômica da UFRGS, em função dos tratamentos, nos três anos de avaliação.

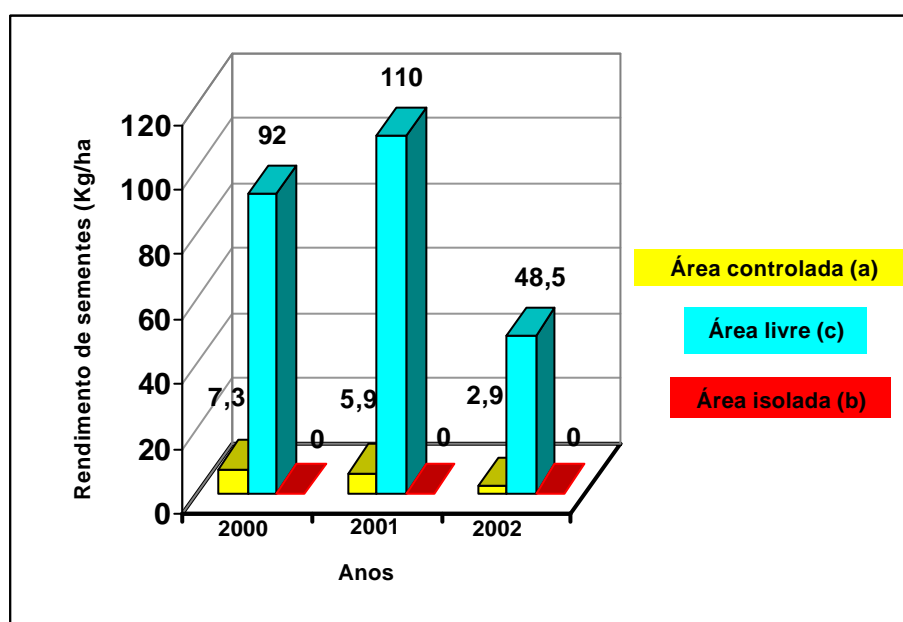


FIGURA 32. Rendimento de sementes de *A. latifolia*, em kg/ha, em função dos tratamentos (a), (b) e (c) obtidos na Estação Agronômica da UFRGS nos anos de 2000, 2001 e 2002.

Na ausência de insetos polinizadores (área isolada da ação dos insetos – b), não houve a formação de legumes (item 4.5.1) e, portanto, não houve produção de sementes, confirmando resultados obtidos por Tedesco

et al.(1998) de que *A. latifolia* é uma espécie alógama e precisa de algum estímulo para que ocorra fecundação. Pode-se observar também que neste tratamento o número de flores abortadas foi elevado (Figura 25), o que evidencia a necessidade de insetos polinizadores nesta cultura. Mesmo em situação de saturação de abelhas *A. mellifera* na cultura, através da utilização de gaiola (área controlada– a) não houve um aumento significativo na produção de sementes, evidenciando que este inseto não realiza uma polinização efetiva das flores de *A. latifolia*, conforme discutido anteriormente. *A. mellifera* pouco coleta pólen das flores. De 1127 abelhas, somente 19 coletavam pólen e as coletoras de néctar o coletam lateralmente, num orifício natural entre o cálice e a corola. Em alfafa, Cane (2002) constatou que os insetos *N. melanderi* e *M. rotundata* coletam pólen e néctar das flores sem evitar o mecanismo explosivo da quilha para liberação dos órgãos reprodutivos das flores, enquanto grande parte das abelhas coletam o néctar lateralmente nas flores, não realizando a polinização.

Roubik (1995) constatou que para ocorrer pelo menos 50% de “tripping” nas flores de alfafa devem haver entre 5.000 – 6.000 *Apis*/hectare, enquanto os insetos *Megachile rotundata* devem estar presentes na faixa de 500 -1.200 indivíduos/ hectare. Considerando que no tratamento (a) existiam aproximadamente 20.000 abelhas melíferas, a polinização deveria ser adequada já que havia uma grande concentração de indivíduos por área. Além da morfologia da flor e comportamento de coleta de néctar pelas abelhas, a baixa frequência de visitas destes insetos na área livre (aproximadamente 10%) em comparação com os insetos nativos (90%), comprova a baixa preferência das abelhas pelos recursos florais, pólen e

néctar das flores de *A. latifolia*. Abelhas domésticas tem preferência por néctar mais concentrado (Bond, 1968). A qualidade do néctar que foi coletado via estômago das abelhas não é boa em *Adesmia* (5,7%) quando comparado com outras culturas, conforme discutido no item 4.4.1.

Além de uma visita ineficiente e pouco freqüente nas flores de *A. latifolia*, o tempo de permanência na flor (4,8 segundos) da abelha é menor que o tempo de permanência dos insetos nativos *Megachile* sp. e *Centris* sp. com 5,6 e 5,7 segundos, respectivamente. Segundo Özbek (1976), o tempo de permanência do inseto na flor aumenta a probabilidade em efetivar a transferência de pólen das anteras para o estigma. Deve-se considerar ainda que o índice de flores visitadas por uma abelha, na área livre, foi significativamente menor (1,6) que os insetos nativos (2,0), demonstrando mais uma vez a baixa preferência desta abelha pela flor de *A. latifolia*.

Todos estes fatores refletiram-se negativamente nos componentes do rendimento de sementes na área controlada, resultando num elevado índice de flores abortadas e, num baixo rendimento de sementes em comparação com a área livre.

Na área livre para ação de todos os insetos (c), obteve-se rendimentos de sementes de até 110 kg/ha (Figura 30), sendo os insetos nativos responsáveis pela produção. Além de mais eficientes, pois coletam pólen e néctar de *Adesmia*, permanecem mais tempo nas flores, visitam um maior número de flores individualmente e se adaptam perfeitamente a morfologia floral de *A. latifolia*, conforme já discutido.

Os rendimentos de sementes variaram de 2,9 a 7,3 kg/ha na área controlada e de 48,5 a 110 kg/ha na área livre, durante os três anos

avaliados. Menezes (2001) também obteve rendimentos de 110 kg/ha de sementes de *A. latifolia* nesta região de Eldorado do Sul, trabalhando com comportamento do florescimento, produção de forragem e sementes.

No ano de 2002 os rendimentos de sementes de *A. latifolia* foram menores nos três tratamentos avaliados, provavelmente devido a quantidade de chuvas mais intensas durante a floração ocorridas no período de setembro a novembro de 2002 (Apêndice 1). Para Menezes (2001), a ocorrência de dias mais quentes e ensolarados e uma estação mais seca é o ideal para se obter altos rendimentos de sementes desta espécie.

Constatou-se que o pólen amostrado das flores de *A. latifolia* apresentou-se viável (Apêndice 9), não sendo este o principal fator para a diminuição do rendimento de sementes no ano de 2002. No entanto, períodos chuvosos diminuem a atividade de vôo dos insetos bem como a sua nidificação (Roubik, 1995; Martins *et al.*, 2002). Além disto, as chuvas sobre as flores acabam por diluir a concentração de açúcar no néctar e como flores com néctar menos concentrado atraem menor número de insetos (Free, 1966), pode-se concluir que as chuvas ocorridas na área experimental prejudicaram tanto as plantas de *Adesmia* como os insetos visitantes .

Considerando-se o somatório total dos rendimentos de sementes apresentados na Figura 30, no total dos três anos avaliados, *A. mellifera* na área controlada mostrou-se responsável por apenas 6,1% dessa produção em relação ao resultado dos insetos nativos na área livre (93,9 %), ao contrário do que ocorreu com outras espécies, tais como, labe-labe com aumento na produção de sementes de 43% (Garcia-Neto *et al.*, 1988). Em colza, Adegas & Couto (1992) obtiveram aumento na produção de sementes

de 40,2%. Em soja perene, Couto *et al.* (1998) obtiveram 42,7% de aumento na produção com o uso sistemático de abelhas.

Os resultados negativos da ação das abelhas *A. mellifera*, obtidos em *A. latifolia*, são semelhantes aos ocorridos na Índia, onde os insetos mais eficientes na polinização de *Trifolium alexandrinum* L. foram *Apis dorsata* e *A. cerana* por terem comprimento de língua (probóscide) maior, permitindo uma melhor eficiência na coleta de pólen e néctar e conseqüentemente uma maior deposição de pólen viáveis nas flores desta leguminosa. A abelha *A. mellifera* não foi eficiente (Roubik, 1995).

Embora os resultados obtidos sirvam de parâmetros para diferenciar resultados entre os tratamentos com insetos, produções de até 317 kg/ha foram obtidos por Menezes (2001) na região de Veranópolis, demonstrando que esta espécie tem um grande potencial para produzir sementes. Scheffer-Basso (1999), em sua tese de doutorado, conclui que dentre as espécies de *Adesmia* estudadas, *A. latifolia* é a mais promissora para um programa intensivo de melhoramento.

Para obter o máximo rendimento de sementes em *A. latifolia* é necessário, entre outros, diminuir as perdas na transformação de flores em legumes. Estas perdas de órgãos florais já foram constatadas por Franke (1993) em alfafa. Essa autora, comenta que em média 40% das flores são polinizadas mas apenas 25% transformam-se em legumes.

Em *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. de 200 a 250 flores produzidas por inflorescência, em média, 1 a 2% desenvolvem vagens maduras (Ganeshiah & Shaanker (1986). Segundo Carambula (1981), são vários os fatores que interferem na fertilização das flores: idade do cultivo,

ambiente (temperatura, umidade, nutrientes), quantidade de pólen viável e compatível (densidade, tamanho, longevidade) e época da emissão da inflorescência. Assim, para que o potencial produtivo da espécie se expresse, entre outros, o grau de polinização e fertilização das flores não deve ser limitante.

4.5.4.2 Germinação, peso de matéria verde e peso de mil sementes

Houve diferença pequena entre os tratamentos quanto a germinação, peso de matéria verde de plântulas e peso de mil sementes dentro do ano. No entanto, houve diferenças entre anos (Apêndice 17). A percentagem de germinação foi maior em 2001, tanto para a área controlada como para a área livre, com valores em torno de 80 e 78%, respectivamente, enquanto em 2002 o vigor (0,11g e 0,10g, respectivamente) e o peso de mil sementes (1,79g e 1,74g, respectivamente) apresentaram os menores resultados. Provavelmente, estas sementes menos pesadas sejam resultado da quantidade de chuvas e frio a mais nesse ano prejudicando o desenvolvimento e maturação das sementes.

Menezes (2001) obteve peso médio mil de sementes de *A. latifolia* de 2,1 g, com variação entre 1,8 a 2,3g. Segundo esse autor, muitas das variações que se registram nesse componente, entre anos, se devem as distintas condições climáticas imperantes em cada ano. Em laboratório, Suñé & Franke (2001) obtiveram 98% de germinação em *A. latifolia* utilizando a técnica de "Priming" a 20 °C, o que é uma elevada percentagem de

germinação. Usando apenas água no substrato e temperaturas de 60 °C e 35 °C apenas 73% das sementes germinaram para quebra de dormência.

Embora os insetos não influenciam diretamente no peso e vigor das sementes, sendo esses fatores uma questão fisiológica e ambiental, em muitas situações isso pode ocorrer. Efeitos positivos da ação das abelhas sobre o peso individual de sementes foram obtidos por Moretti & Silva (1994), em feijoeiro (*Phaseolus* sp.), observando um acréscimo de 2,07% no peso de 100 sementes nas flores que tiveram a ação polinizadora das abelhas. Em *A. latifolia* não houve influência dos insetos, na germinação, vigor e peso de mil sementes. Da mesma forma em alfafa, Dequesch (1987) constatou que não houve influência das abelhas *A. mellifera* na germinação e vigor de sementes.

5. CONCLUSÕES

Adesmia latifolia não apresenta formação de legumes na ausência de insetos polinizadores.

As abelhas domésticas não realizam uma polinização efetiva em *A. latifolia*.

Os polinizadores de *A. latifolia* são os insetos nativos *Megachile* sp. e *Centris* sp.

O inseto nativo mais freqüente nas flores de *A. latifolia* é *Megachile* sp.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, J. E. B. **Ensaio sobre polinização entomófila em colza *Brassica napus* L. var, Oleífera.** Jaboticabal, SP: UNESP, 1987. 46 p.

ADEGAS, J. E. B.; COUTO, R. H. N. Entomophilous pollination in rape (*Brassica napus* L. var. oleífera) in Brazil. **Apidologie**, Versailles, v. 23, n. 1, p. 203-209, 1992.

AGUINAGA, A. A.; FRANKE, L. B.; CAMACHO, J.C.B. Respostas de sementes de *Adesmia latifolia* a diferentes profundidades de semeadura. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 19., 2002, Mercedes. **Resumos...** Mercedes: INTA/EEA, 2002, p. 130.

AHMAD, R. **Honey bee pollination of important entomophilus crops** Islamabad: Pakistan Agricultural Research Council, 1987. 103 p.

ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. **The leguminosae.** Wisconsin: The Univesity of Wisconsin Press, 1981. 20 p.

ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARDT, P.; BITNER, R. The potential consequences of pollination declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation biology**, Boston, v.12, n.1, p.8-17, 1998.

ALMEIDA, L. F. **Ensaio sobre polinização entomófila e tutoramento em *Galactia striata* L. (Jacq.) Urb.** Jaboticabal: UNESP, 1985. 32 f. Monografia (Graduação)- Faculdade de Agronomia de Jaboticabal, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 1985.

ARAUJO, A. A. de. Leguminosas forrageiras do Rio Grande do Sul, pega-pega, uruinária e outras. **Boletim da Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio**, Porto Alegre, RS, v. 60, n. 2, p. 8-26, 1940.

BADER, K. L.; ANDERSON, S. R. Effect of pollen and néctar collecting honey bees on the seed yield of birds foot trefoil (*Lotus corniculatus*). **Crop science**, Madison, v.2, n.1, jan-fev. 1962.

BARRETO, I. L. ; KAPPEL, A. Principais gramíneas e leguminosas das pastagens naturais do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, 15., 1994, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 1994. p. 281-294.

BASUALDO, M.; et al. Estudio de la dinamica de transferencia de pólen por las abejas (*Apis mellifera* L.) en lotes de produccion de semillas de girassol (*Helianthus annuus*). In: CONGRESSO IBEROLATINOAMERICANO DE APICULTURA, 4, 1994, Cordoba, Argentina. **Anais...** Cordoba: Soc. Rural, 1994. P. 139-142.

BASUALDO, M.; BEDASCARRASBURE, E.; DE JONG, D. Africanized honey bees (Hymenoptera- Apidae) have a greater fidelity to sunflower than european bees. **Journal Economic Entomology**, Madison, v. 93, n. 3, p. 302-307, 2000.

BATRA, S. W. T. Bees and pollination in our changing environment. **Apidologie**, Versailles, v. 26, n. 4, p.361-370, 1995.

BATRA, S. W. *Pilipes villoseela* SM (hymenoptera- Anthophoridae) a manageable japanese bee that visits blueberries and apples during cool, rainy, spring weather. **Procedings Entomological Society**, Washington, v.96, n.1, p.98-119, 1994.

BEN, J. R.; LODI, B.; SCHEFFER-BASSO, S. M. Resposta de leguminosas nativas (*Adesmia* DC.) ao aumento na disponibilidade de fósforo no solo. In: REUNIÃO DO CORPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages. **Anais...** Lages: EPAGRI/UEDESC, 1998. p. 89.

BERGAMASCHI, H. et al. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e Região de Abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 1990. 91 p.

BOHART. G. E.; NYE, W. P.; HAWTHORN, L. R. Onion pollination as effected by different levels of pollinator activity. **Bulletin Utah Agriculture**, Utah, v. 483, n. 6, p.57- 59, 1970.

BOND, D. A.; FYFE, F.L. Corolla tube length and nectar height of F1 red clover plants (*Trifolium pratense* L.) and their seed yield following honey bee pollination. **Journal Apicultural Science**, Cambridge, v. 70, n. 1, p. 5-10, 1968.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras Para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 65 p.

BUCHMANN, S. L. Buzz pollination in angiospermas. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. **Handbook of experimental pollination biology**. New York: van Nostrand Reinhold, 1983. p. 73- 113.

BURKART, A. **Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas**. 6 ed. Buenos Aires: ACME Agency, 1952. 569p.

BURKART, A. Contribucion al estudio del género *Adesmia* (Leguminosae) **Darwiniana**, San Isidro, v. 1, n. 6, p.195-248, 1966.

BURKART, A. Sinopsis del género sudamericano de leguminosas *Adesmia* DC. (Contribución al estudio dal género *Adesmia*. **Darwiniana**, San Isidro, v.14, n.2, p.463-568, 1967.

CALZONI, G. L.; SPERANZA, A. Pear and plum pollination honey bees, bumble bees of both? **Acta horticulturae**, The Hague, v. 423,n. 2, p. 83-91, 1996.

CAMACHO, J. C. B.; MONKS, P. L.; SILVA, J.B. A polinização entomófila na produção e qualidade germinativa de sementes de trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi) cv. EMBRAPA-28, Santa Tecla. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 5, n. 2, p. 114-119, maio- ago, 1999.

CAMARGO, J. M. F.; MAZUCATO, M. Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, Brasil. **Dusenya**, São Paulo, v.14, n.2, p. 55-87, 1986.

CAMILLO, E. Utilização de espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera–Anthophoridae) na polinização do maracujá amarelo. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2, 1996. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 1996. P. 141-146.

CANE. H. J. Pollinating bees (Hymenoptera: Apiformes) of U.S. alfafa compared for rates of pod and seed set. **Journal of Economic Entomology**, Madison, v.95, n. 1, p. 22-27, 2002.

CARAMBULA, M. **Produccion de semillas de plantas forrajeras**. Montevideu: Hemisferio Sur, 1981. 518 p.

CHAGNON, M.; GINGRAS, J.; OLIVEIRA, D. Effect of honey bee (Hymenoptera - Apidae) visits on the pollination rate of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). **Journal of Economic Entomology**, Madison, v. 8, n. 5, p. 1350-1353, 1989.

CHAPPELL, M. A. Temperature regulation of carpenter bees (*Xylocopa californica*) foraging in the Colorado desert of Southern California. **Physiological zoology**, Chicago, v. 55, n.3, p. 267-280, 1982.

COELHO, L. G. M. **Citogenética e qualidade de forragem de espécies de *Adesmia* DC. Nativas no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 1996. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

COLL, J; ZARZA, A. Leguminosas nativas promissórias: Trevol polimorfo y babosita. **Boletim de Divulgação del INIA**, Montevideo, v.22, n. 4, 19 p. , 1992.

CORBET, S. A. et al. Temperature and the pollinating activity of social bees. **Ecological Entomology**, London, v. 18, n. 1, p. 17-30, 1993.

CORBET, S. A.; BEE, J.; DASMAHAPATRA, L. Native or exotic? Double or single? Evaluating plants for pollination-friendly gardens. **Annals of Botany**, Cambridge, v. 87, n. 1, p. 219-232, 2001.

COUTO, R. H. N. Efeito da polinização entomófila sobre a produção de sementes em *Crotalaria juncea*. **Científica**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 85 – 88, 1988.

COUTO, R. H. N.; PEREIRA, J. M. S.; COUTO, L. A. Estudo da polinização entomófila em *Cucurbita pepo* (abóbora italiana). **Científica**, São Paulo, v. 18, n.1, p. 21-27, 1990.

COUTO, R. H. N.; et al. Polinização de *Crotalaria juncea* por abelhas nativas. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 17, n.3, p.12-16, 1992.

COUTO, R. H. N.; et al. Insect pollination and plant quiding in *Galactia striata* (Jacq.) URB. (Leguminosae). **Pasturas tropicales**, Cali, v. 19, n. 1, p. 51-54, 1997.

COUTO, R. H. N.; PEREIRA, J. M. S.; DE JONG, D. Pollination of *glycine wightii*, a perennial soybean by africanized honey bees. **Journal of Apicultural Research**, London, v, 37, n. 4, p. 289-291, 1998.

COUTO, R. H. N. Plantas e abelhas, uma parceria em crise? In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2002. p.87-94.

DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford: Rickwood & Hames, 1992. 240 p.

DALL' AGNOL, M.; GOMES, K.E. Qualidade de forragem de acessos do gênero *Adesmia* DC. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 653.

DASGAN, H. Y. ; et al. Comparison of honey bees (*Apis mellifera*) and bumble bees (*Bombus terrestris*) as pollinators for melon (*Cucumis melo* L.) grown in greenhouse. **Acta horticultrae**, The Hague, v. 20, n. 2, p. 131-134, 1999.

DATE, R.A. Microbiological problems in the inoculation and nodulation of legumes. **Plant and Soil**, Hagne, v. 32, n.1, p. 703-725, 1970.

DAVIES, E. W. Host pollinator relationships in the evolution of herbage legumes in Britain. **Science Proceedings Oxford**, Oxford, v. 59, n.4, p. 573-589, 1971.

DEQUECH, S. T. B. **Estudos sobre a polinização de alfafa (*Medicago sativa* L. cv. Crioula) no Município de Augusto Pestana**. 1987. 170 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987.

DIAS, P. M. B. **Caracterização de Espécies Brasileiras de *Adesmia* DC. por RAPD**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós- Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003..

DRAKE, C. J. Influence of insects on alfalfa seed production in Iowa. **Journal of Economic Entomology**, Madison, v. 41, n. 5, p. 742-750, 1948.

DRUMMOND, F. A. STUBBS, C. S. Potential for management of the blueberry bee, *Osmia atriventris* Cresson. **Acta horticulturae**, Hague, v. 446, n. 2, 77-85, 1997.

DURAN, J. F. **Como Usar o Pacote Estadístico STATPAK**. Montevideo: IICA, 1986. 201p.

DUTRA, G. M.; MAIA, M.S.; OLIVEIRA, J.C.P. Efeito de época e densidade de semeadura na produção de matéria seca de *Adesmia latifolia* no ano de estabelecimento. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL- CAMPOS, 17, 1998, Lages. **Anais...** Lages: EPAGRI/UEDESC, 1998. p. 123.

ERICSON, E. H. Honey bee pollination increases soybean yields in the Mississippi delta region of Arkansas and Missouri. **Journal of Economic Entomology**, Madison, USA, v.71, n.4, p. 601-603, 1978.

FAEGRI, K.; van der PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3 ed. Oxford: Pergamon Press, 1980. 244 p.

FAIREY, D.T. Reproduction of *Megachile rotundata* Fab. Foraging on *Trifolium* spp. and *Brassica campestris*. **Acta horticulturae**, Wageningen, v.3, n. 2, p. 185-189, 1991.

FISCHER, B. L. Insect behaviour and ecology in conservation- preserving function species interactions. **Journal Economic Entomology**, Madison, USA, v. 91, n.3, p. 155- 158, 1998.

FRANKE, L. B. Componentes do rendimento de sementes de cinco cultivares de trevo branco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n.9, p.1431-1445, 1991.

FREE, J. B. The pollination requirements of broad beans and field beans (*Vicia faba* L.). **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 66, n.1, p. 395-397, 1966.

FREE, J. B. **The pollination of crops**. 2 ed. London: Academic Press, 1970. 544 p.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 3 ed. London: Academic Press, 1993. 643 p.

FREE, J. B.; WILLIAMS, I. H. The effect of giving pollen and pollen supplement to honey bee colonies on the amount of pollen collected. **Journal Apicultural Research**, Cambridge, v.10, n.2, p. 87-90, 1973.

FREITAS, B. M. A importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3., 1998, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1998. p.10-20.

FREITAS, B. M. Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem doce**, São Paulo, v. 46, n.1, p. 1 – 7, 2000.

FREITAS, B. M. A polinização com abelhas: quando usar *Apis* ou meliponíneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14, 2002. Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2002. p.247-250

FUNARI, S. R. C. et al. Atividade de coleta das abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) em linhagens férteis e com macho esterilidade citoplasmática de couve-flor (*Brassica oleracea*L.) e sua influência na produção de sementes. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, BR, v. 51, n.1, p.69-75, jan-jun, 1994.

GANESHIAH, K. N.; SHAANKER, R. V.; SHIVA-SHANKAR, G. Stigmatic inhibition of pollen grain germination- its implication for frequency distribution of seed number in pods of *Leucaena leucocephala*. **Oecologia**, Berlin, v.10, p. 568-572, 1986.

GARCIA-NETO, M.; COUTO, R. H. N.; MALHEIROS, E. R. Polinização em *Dolichos lab lab*. **Ciência Zootecnica**, Jaboticabal, v.3, n.1, p.3-4, 1988.

GARY, N.E.; LORENZEN, K. A method for collecting the honey-sac contents from honeybees. **Journal Apicultural Research**, Cambridge, v. 15, p.73-79, 1986.

GIMENES, M.; OLIVEIRA, P. Polinização de três espécies vegetais por *Xylocopa subcyanea* (Anthophoridae-Apoidea) em restinga na Bahia. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2002. p. 328.

GOODELL, K.; THOMSON, J. D. Comparisons of pollen removal and deposition by honey bees and bumble bees visiting apple. **Acta horticulturae**, The Hague, v. 437, n. 1, p. 25-32, 1997.

GOULSON, D. A. A model to predict the influence of insect flower constancy on interspecific competition between insect pollinated plants. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 168, p. 309-314, 1994.

GRECO, C. F.; BANKS, P.; KEVAN, P. G. Foraging behaviour of honey bees (*Apis mellifera* L.) on asparagus (*Asparagus officinalis*). **Proceedings of the Entomological Society of Ontario**. Ontário, v.126, n.2, p. 37- 43, 1995.

GROSS, C. L.; MACKAY, D. Honey bees reduce fitness in the pioneer shrub *Melastoma affine* (Melastomataceae). **Biological Conservation**, Essex, v. 86, n.4, p. 169-178, 1998.

GROSS, C. L. The effect of introduced honey bee on native bee visitation and fruit-set in *Dillwynia juniperina* (Fabaceae) in a fragmented ecosystem. **Biological Conservation**, Sidney, v. 102, n.1, p. 89-95, 2001.

HAWKINS, R. P. Factors affecting the yield of seed produced by different varieties of red clover (*Trifolium pratense*). **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v.65, n. 3, p.245-253, 1965.

HAWKINS, R. P. Length of tongue in a honey bee in relation to the pollination of red clover (*Trifolium pratense*). **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v.75, n. 1, p.489-493, 1969.

JARLAN, A.; OLIVEIRA, D.; GINGRAS, J. Pollination by *Eristalis tenax* (Diptera - Syrphidae) and seed set of greenhouse sweet pepper. **Journal of Economic Entomology**, Madison, v. 90, n.6, p.1646-1649, 1997.

KAKUTANI, I.; TEZUKA, T.; MAEDA, Y. Pollination of strawberry by stingless bee (*Trigona minangkabau*) and the honey bee (*Apis mellifera*). An experimental study of fertilization efficiency. **Review Popular Ecology**, Toquio, v. 35, n.4, p. 95-111, 1993.

KEVAN, P. G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment species, activity and diversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n.1, p. 373-393, 1999.

KEVAN, P. G.; STRAUER, M.; LAVERTY, T.M. Pollination of greenhouse tomatoes by bumble bees in Ontario. **Proceedings of the Entomological Society of Ontário**, Ontário, v.122, n.1, p.15-19, 1991.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. Os meliponíneos como polinizadores em estufa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002. **Anais...** Campo grande, MS: UFMT, 2002. p. 204-208.

MALERBO, D. T. S. **Polinização entomófila em três variedades de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. Ribeirão Preto: USP. 1991. 66 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade Zootecnia de Ribeirão Preto, SP, Ribeirão Preto, 1991.

McGREGOR, S. E. Insect pollination of cultivated crop plants. **Agriculture HandBook**, Washington, 1976. 411 p.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. Comportamento de coleta de alimento por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera – Apidae) em cinco espécies de *Eucalyptus*. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão preto, SP: Universidade de São Paulo, 2002. p. 310.

MARTINS, C. F.; CAMAROTTI-DE-LIMA, M. F.; AGUIAR, A. J. C. Abelhas e vespas solitárias nidificantes em cavidades preexistentes na reserva biológica de guaribas (Mamanguape-PB): uma proposta de monitoramento. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5, 2002. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, SP: USP, p. 40-44, 2002.

MEDEIROS, R. B.; NABINGER, C. Superação da dormência em sementes de leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n.2, p.193-199, 1996.

MEISELS, S.; CHIASSON, H. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. As pollinators of greenhouse sweet peppers (*Capsicum annum* L.). **Acta Horticultural**, Quebec, v.437, n.6, p.425-429, 1997.

MELO, C. G. et al. Polinizadores de *Malpighia glabra* L. **Mensagem doce**, São Paulo, v. 42, n.2, p. 14 – 17, 1997.

MENEZES, E. G. **Comportamento do florescimento, produção de sementes e de forragem de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. em duas regiões fisiográficas do Rio grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS. 2001, 120 f. Dissertação (Mestrado)- Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MESQUITA, F. L. A.; ALVES, J. E. Padrão diário de trabalho de operárias dos ninhos de moça branca (*Frieseomelita varia*) ao longo do dia. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, SP: Universidade de São Paulo, 2002. p. 311.

MESQUITA, F. L. A.; ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Fluxo de entrada e saída de operárias dos ninho de uruçú do chão (*Melipona quinquefasciata*) em caixas de madeira ao longo do dia. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, SP: Universidade de São Paulo, 2002. p. 310.

MICHAUD, J. P. Observations on nectar secretion in fireweed (*Epilobium angustifolium* L. (Onagraceae). **Journal of Apicultural Research**, London, v. 29, n. 3, p. 132-137, 1990.

MILAN, P. A.; RITTER, W.; DALL' AGNOL, M. Seleção de leguminosas forrageiras tolerantes a alumínio e eficientes na utilização de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.119-124, 1991.

MIOTTO, S. T. **O gênero *Adesmia* (Leguminosae – faboideae) no Brasil**. 1991. 307 f. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP., 1991.

MIOTTO, S. T. Quatro espécies novas de *Adesmia* Dc. (Leguminosae-Faboideae) do sul do Brasil. **Bladeya**, Rio de Janeiro, v.6, n.29, p. 248-258. 1993.

MIOTTO, S. T.; LEITÃO-FILHO, H. F. Leguminosae- Faboideae, gênero *Adesmia* DC. **Boletim do Instituto de Biociências**, Porto Alegre: IB, n. 52, p. 1-157, 1993.

MIOTTO, S. T. ; WAECHHTER, J. L. Considerações fitogeográficas sobre o gênero *Adesmia* (Leguminosae – Faboideae) no Brasil. **Boletim da Sociedade Argentina de Botânica**, Buenos Aires: SAC, v.32, n. 2, p.59 – 66, 1996.

MONTARDO, D. P. et al. Efeitos de dois tratamentos na superação de dormência de sementes de cinco espécies de *Adesmia* DC. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2000.

MORAES-FILHO, J. R. Polinização entomófila em berinjela (*Solanum melongena* L.) e coentro (*Coriandrum sativum* L.). In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2002. p. 89.

MORANDIN, L. A .; LAVERTY, T. M.; KEVAN, P. G. Effect of bumble bee (Hymenoptera- Apidae) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, Madison, USA: International Society of America, v.94, n.1, feb. 2001.

MORENO, A. de. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41 p.

MORETTI, A. C. C. C.; MAECHINI, L.C.; SCHAMMASS, E. A. Efeito das visitas de abelhas sobre a produção de três cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, v. 48, n.2, p.83-91, 1991.

MORETTI, A. C. C. C.; et al. Observações iniciais sobre a polinização do girassol (*Helianthus annuus* L.) efetuada por *Apis mellifera* L. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, v. 50, n.1, p.31-34, jan-jun. 1993.

MORETTI, A. C.C .C.; SILVA, R. M. B. polinização do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) efetuada por *Apis mellifera* L. **Científica**, São Paulo, v. 51, n. 2, p.119-124, 1994.

MOTA, M.O.S.; COUTO, R.H.N.; MALERBO-SOUZA, D. T. S. Polinização e uso de atrativos para as abelhas *Apis mellifera* em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* P.). In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2., 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, SP: Universidade de São Paulo, 1996. p. 10-14.

MURRELL, D. C.; SZABO, T. I. Pollen collection by honey bees at beaverlodge in Alberta. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 121, n. 12, p. 885-888, 1981.

NEFF, J. L.; SIMPSON, B.B. The roles of phenology and reward structure in the pollination biology of wild sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Israel Journal Botany**, Jerusalem, v. 39,n. 2, p. 197-216, 1990.

NEPI, M. PACINI, E. Pollination, pollen viability and pistil receptivity in *cucurbita pepo*. **Annals of Botany**, London, v. 72, n. 13, p. 527-536, 1993.

OERTEL, E. Inversion of cane sugar in the honey stomach of the bee. **Journal of Economic Entomology**, Madison, v. 44, n. 2, p.102-108, 1951.

OSÓRIO-BERISTAIN, M. et al. Pollination efficiency of native and invading africanized bees in the tropical dry forest annual plant (*Kallstroemia grandiflora* Torr ex Gray. **Apidologie**, Versailles, v. 28,n.3, p. 302-307, 2000.

ÖZBEK, H. Pollination bees on alfalfa in the Erzurum region of Turkey. **Journal of Apicultural Research**, Lahore, Pakistan, v. 15, n. 3, p.145 – 148, 1976.

PARKER, F. D.; TORCHIO, W. P.; PEDERSEN, M. Utilization of additional species and populations of leafcutter bees for alfalfa pollination. **Journal of Apicultural Research**, Washington, v.15, n.1, p. 359-377, 1981.

PATON, D. C. Honey bees in the Australian environment: does *Apis mellifera* disrupt or benefit the native biota? **Bioscience**, Washington, v. 43, n.2, feb. 1993.

PATON, D. C. Honey bees *Apis mellifera* and the disruption of plant-pollinator systems in Australia. **The Victorian Naturalist**, Sidney, v.144, n.1, p.23-29, 1997.

PEDERSEN, M. W. et al. Seed production practices. **American Society of Agronomy**, Wisconsin, v. 3, n. 1, p. 689-715, 1972.

PEREIRA, J. M. S. Ensaio sobre polinização entomófila em *Cucurbita pepo* (abóbora italiana) e *Glycine wightii* (soja perene).

Jaboticabal:UNESP,1982. 47 f. Monografia de graduação. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, SP. 1982.

PIRATELLI, A. J. Biologia da polinização de *Jacaratia spinosa* (AUBL) ADC (Caricaceae) em mata residual do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 4, p. 641-679, 1998.

PROCTOR, P.J.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. 5ed. London: HarperCollins, 1996. 463 p.

RICK, C. M. Pollination relations of *Lycopersicon esculentum* in native and foreign regions. **Evolution**, Bolder, Colorado, v.4, n.6, p.110-122, 1950.

RINDERER, T. E.; et al. Nectar foraging characteristics of africanized and european honey bees in the neotropics. **Journal of Apicultural Research**, Washington, v. 23, n. 2, p. 70-79, 1984.

ROBINSON, W. S.; NOVOGRODZKI, R.; MORSE, R. A. The value of honey bees as pollination of Us crops. **American Bee Journal**, Hamilton, v.6, n.129, p.411-423, 1989.

ROSENGURT, B. La estrutura y el pastoreo de las praderas en la region de palleros. In: VICENZI, M. L. (eds.). **Estudios Sobre Praderas Naturales del Uruguay**. 3 ed. Montevideo: IICA, 1943. p.123-281.

ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Rome: FAO, 1995. 196 p. (Agricultural Services Bulletin, 118).

SAMPSON, B. J.; CANE, J. H. Pollination efficiencis of three bee (Hymenoptera: Apoidea) species visiting rabbiteye blueberry. **Horticultural entomology**, New York, v. 93, n. 6, p. 1727-1731, 2000.

SANTOS, A. H. P.; ALMEIDA, G. F. GIMENES, M. Interações entre *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidea) e flores de *Angelonia cornigera* Hook (Scrophulariaceae) no litoral norte da Bahia. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., 2002. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2002. p.334.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; CARNEIRO, C. M.; VOSS, M. Radial nodulation and biological nitrogen fixation in *Adesmia araujo* Burk. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE TROPICS THE ROLE OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION, 1995, Angra dos Reis, RJ. **Proceedings...** Rio de janeiro: CNPAB/UFRJ, 1995. p. 178-179.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; VENDRUSCOLO, M.C. Germinação de Sementes de leguminosas forrageiras nativas *Adesmia araujo* Burk, e *Desmodium incanum* DC. **Revista Agrociência**, Pelotas, v. 3, n. 2, 1997.

SCHEFFER-BASSO, S. M. et al. Qualidade de forragem de espécies de *Adesmia* Dc. e *Lotus* L.- conteúdo mineral. In: REUNIÃO DO CORPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 17, 1998, Lages. **Anais...** Lages: EPAGRI/UEDESC, 1998. p. 118 – 119.

SCHEFFER-BASSO, S. M. **Caracterização morfofisiológica, fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia* DC., *Lotus* L.** 1999. 276 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

SCHEFFER-BASSO, S. M. et al. Crescimento de plântulas de *Adesmia* spp. submetidas a doses de alumínio em solução nutritiva. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.30, n. 2, p.217-222, 2000a.

SCHEFFER-BASSO, S. M., et al. Dinâmica de formação de gemas, folhas e hastes de espécies de *Adesmia* DC. e *Lotus* L. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1961-1968, 2000b.

SCHMIDT, J. O. Phagostimulants in pollen. **Journal of Apicultural Research**, Washington, v. 24, n. 2, p. 107-114, 1985.

SCHLINDWEIN, C.; WITTMANN, D. Specialized solitary bees as effective pollinators of south Brazilian species of *Notocactus* and *Gymnolalycium*. **Bradleya**, v. 13, n.1 p.25-34, 1995.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., 2000. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP. 2000, p. 131-135.

SHIAG, R. C. Insect pollination increases seed production in cruciferous and umbelliferous crops. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 25, n. 2, p. 121-126, 1986.

SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1979. 296 p.

SILVA, E. C. A.. et al. Observações iniciais sobre a polinização do girassol (*Helianthus annuus* L.) efetuada por *Apis mellifera* L. em Pindamonhangaba. **Científica**, São Paulo, v. 50, n.1, p. 31-34, 1993.

SOUTHWICK, E. E.; SOUTHWICK, Jr. Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera- Apidae) as agricultural pollinators in the United states. **Journal of Economic Entomology**, Madison, v. 85, n.3, p. 621-633, jun. 1992.

STANGHELLINI, M. S.; AMBROSE, J. T.; SCHULTHEIS, I. R. Seed production in watermelon: a comparison between two commercially available pollinators. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 33, n.1, p. 28- 30, 1997.

STANGHELLINI, M. S.; AMBROSE, J. T.; SCHULTHEIS, I. R. The effects of honey bee and bumble bee pollination on fruit set and abortion of cucumber and watermelon. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 137, n.3, p. 386- 391, 1997.

STUBBS, C. S.; DRUMMOND, F. A.; OSGOOD, E. A. *Osmia ribiflora* B. and *Megachile rotundata* (hymenoptera-Megachilidae) introduced into the lowbush blueberry agroecosystem in Maine. **Journal of the Kansas entomology**, Kansas, v. 67, n.2, p.173-185, 1994.

STUBBS, C. S.; DRUMMOND, F. A. Management of the alfalfa leaf cutting bee *Megachille rotundata* for pollination of wild lowbusch blueberry. **Journal of the Kansas entomology**, Kansas, v. 70, n.1, p.81-93, 1997.

SUÑÉ, A. D.; FRANKE, L. B. Metodologia para o teste de germinação de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 6, n.1, p. 143-149, 2001.

SUÑÉ, A. D.; FRANKE, L. B.; SAMPAIO, T. G. Metodologia para aplicação da técnica de condicionamento osmótico em sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.8, n.1, p. 93-102, 2003.

STONE, G. N.; WILLMWR, P. G. Warm-up rates and body temperatures in bees: the importance of body size, thermal regime and phylogeny. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 147,n.2, p. 303-328, 1989.

TANDON, R.; SHIVANA, K.R. Pollination biology and breeding system of *Acacia senegal*. **Botanical Journal of The Linnean Society**, Londres, v. 135, n.1, p. 252- 262, 2001.

TAYLOR, N. L. Forage legumes. In: **Principles of cultivar development**. New York, 1987. p.208-227.

TEDESCO, S. B.; DALL'AGNOL, M. SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Observações sobre o modo de reprodução em *Adesmia latifolia* Spreng. Vog. (leguminosae). **Ciência Rural**, Santa Maria: UFSM, v. 28, n. 1, p. 141-142, 1998.

TEDESCO, S. B. **Morfologia, microesporogênese e modo de reprodução das espécies brasileiras do gênero *Adesmia* DC. (Leguminosae).**2000, 163 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

TEPEDINO, V. J. The pollination efficiency of the squash bee (*Peponapis pruirosa*) and the honey bee (*Apis mellifera*) on summer squash (*Cucurbita pepo*). **Journal Kansas Entomology**, Kansas, v. 54, n.3, p. 359-377, 1981.

TEUBER, L. R.; BARNES, D. K.; RINCKER, C. M. Effectiveness of selection for nectar volume, receptacle diameter, and seed yield characteristics in alfafa. **Crop Science**, Madison, v. 23, n.1, p. 283-288, 1983.

VALLS, J. F. M. **Notas sobre a taxonomia, disponibilidade de germoplasma e problemas para a utilização forrageira de *Adesmia* spp. no sul do Brasil.** Brasília: EMBRAPA – CENARGEM, 1984. 11 p.

VIDOR, M. A.; PÉREZ, C. Ensaio *in vitro* de tolerância ao alumínio e baixo teor de fósforo de *Adesmia tristis* e *Lotus uliginosus*. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE-SUL – ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages, SC. **Resumos...**Lages: EPAGRI/UEDESC, 1998. P.96.

VICENZI, M. L. Fatores essenciais para o sucesso da sobre semeadura de espécies de inverno em campos naturais e naturalizados. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO DE FORRAGEIRAS DO CONE-SUL-ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages. **Resumos...** Lages, SC: EPAGRI/UEDESC, 1998. p.29-30.

WESTERKAMP, C. Honey bees are poor pollinators-why? **Plant Systematics and Evolution**, Viena, v. 177, n.1, p. 71-75, 1991.

WHYTE, R. O.; NILSSON-LEISSNER, G.; TRUMBLE, H. C. **Las leguminosas en la agricultura.** Roma: FAO, 1955. 405 p.

YOUSSEF, A. M.; et al. Chemical studies on pollen collected by honey bees in Giza region , Egypt. **Journal of Apicultural Research**, Washington, v. 27, n. 3, p. 110-113, 1978.

7. APÉNDICE

Apêndice 1. Dados meteorológicos registrados na Estação Experimental Agronômica – UFRGS durante o período de floração de *Adesmia latifolia* para os três anos de avaliação.

Mês	Dia	Rs Cal/cm ² /dia	Temp. do ar (°C)			Chuva mm	Vento m/s	UR %
			Média	Máx	Min			
Out/00	Dec1	376	17,0	22,4	12,3	69,4	1,5	79
	Dec2	320	21,9	26,6	18,6	96,6	1,9	74
	Dec3	460	19,9	25,2	15,2	17,0	1,9	79
Nov/00	Dec1	452	20,2	26,9	13,8	42,8	2,1	75
	Dec2	521	18,9	24,7	13,0	8,4	1,6	75
	Dec3	446	21,5	28,0	15,5	56,4	1,7	75
Out/01	Dec1	402	18,9	23,1	16,1	37,2	1,3	83
	Dec2	418	20,9	25,3	17,1	25,6	1,7	82
	Dec3	469	21,1	28,6	14,0	0,8	0,9	73
Nov/01	Dec1	490	20,5	27,1	14,6	13,0	1,2	75
	Dec2	539	20,6	27,2	13,7	56,2	1,3	73
	Dec3	420	21,7	27,7	16,4	102,2	1,9	78
Set/02	Dec1	292	12,1	18,5	5,6	49,8	1,4	76
	Dec2	197	16,4	20,2	12,3	115,4	1,0	84
	Dec3	321	15,4	22,7	8,9	2,9	0,7	76
Out/02	Dec1	213	20,7	25,1	17,4	128,2	2,0	88
	Dec2	269	21,6	27,1	17,2	61,7	24,7	83
	Dec3	255	18,5	23,1	14,2	63,4	25,3	82
Nov/02	Dec1	361	19,4	25,5	13,7	48,2	2,3	75
	Dec2	379	22,0	28,8	15,5	73,4	1,9	76
	Dec3	277	22,5	27,5	18,1	22,5	2,2	84

Apêndice 2. Laudos de análises de solo coletado na área experimental da EEA/UFRGS em 2000, 2001 e 2002 no município de Eldorado do Sul (área A e B).

Datas	Argila (%)	pH	Índice SMP	P (ppm)	K (ppm)	MO (%)	Al (me/dl)	Ca (me/dl)	Mg (me/dl)
Mar/00	25 (A)	5,2	6,2	32	241	2,4	0,1	2,6	1,1
Jul/00	22(A)	5,4	6,0	20	182	1,7	0,2	2,8	0,8
Jul/00	27(B)	5,0	5,7	8,2	147	1,7	0,5	2,3	0,6
Jan/01	22(B)	5,0	6,1	19	202	1,5	0,4	1,9	0,8
Set/01	24(B)	5,6	6,5	8,8	111	1,4	0,2	2,2	1,0
Jul/02	24(B)	6,3	6,9	13	125	1,6	0,0	2,0	1,2

Apêndice 3. Distribuição de freqüência de visitas dos insetos nas flores de *Adesmia latifolia* em função dos horários no total dos três anos de avaliação.

HORÁRIOS			C _j	Livre				Controlada (<i>A. mellifera</i>)		Total F _O
				insetos nativos	<i>A. mellifera</i>	F _O	F _E	F _O	F _E	
9:00		11:00	10	157	17	174	187	233	220	407
11:00		13:00	12	216	27	243	222	240	261	483
13:00		15:00	14	206	27	248	230	252	270	500
15:00		17:00	16	268	29	296	322	402	376	698
TOTAL						961		1127		2088
x ²										11,82**

Área amostrada: 0,125 m²

F_O= Freqüência observada

F_E= Freqüência esperada

TESTE DE INDEPENDÊNCIA (Qui-quadrado)

H_o = O n^o de insetos amostrados nas áreas livre ou controle independe dos horários analisados

H_a = O n^o de insetos amostrados nas áreas livre ou controle depende dos horários analisados

$$x^2 : (F_o - F_e) / F_e$$

$$F_{eij} : L_i \times C_{ij} / T$$

Valores da tabela de contingência para:

$$x^2_{0,05}(3) : 7,82$$

$$x^2_{0,01}(3) : 11,34$$

Apêndice 4. Média, desvio padrão, moda e coeficiente de variação para as frequências de visitas dos insetos nas flores de *Adesmia latifolia*, em função dos horários, nas áreas livre e controlada nos três anos de avaliação.

Horários (h)		Ponto meio(C _j)	Frequências (F _j)		
			NL	AL	AC
9:00	11:00	10	157	17	233
11:00	13:00	12	216	27	240
13:00	15:00	14	223	25	252
15:00	17:00	16	268	28	402
Média			13,4	13,3	13,5
Moda			15,3	15,2	15,5
Desvio Padrão			2,19	2,16	3,40
C.V. (%)			16,3	16,1	25,4

NL: Insetos nativos na área livre

AL: Insetos *Apis mellifera* na área livre

AC: Insetos *Apis mellifera* na área controle

Apêndice 5. Número de flores de *Adesmia latifolia* visitadas pelos insetos em função dos horários no total dos três anos de avaliação.

HORÁRIOS			C _j	Livre				Controlada (<i>A. mellifera</i>)		Total F _O
				insetos nativos	<i>A.</i> <i>mellifera</i>	F _O	F _E	F _O	F _E	
9:00		11:00	10	320	24	344	260	464	459	808
11:00		13:00	12	445	52	497	345	580	611	1077
13:00		15:00	14	447	47	494	345	584	612	1078
15:00		17:00	16	497	40	537	438	830	776	1367
TOTAL						1388		2458		4330
x ²										15,38 **

Área amostrada: 0,125 m²

F_O= Freqüência observada

F_E= Freqüência esperada

TESTE DE INDEPENDÊNCIA (Qui-quadrado)

H_o = O n^o de flores amostradas nas áreas livre ou controle independe dos horários analisados

H_a = O n^o de flores amostrados nas áreas livre ou controle depende dos horários analisados

$$x^2 : (F_o - F_e) / F_e$$

$$F_{eij} : L_i \times C_{ij} / T$$

Valores da tabela de contingência para:

$$x^2_{0,05}(3) : 7,82$$

$$x^2_{0,01}(3) : 11,34$$

Apêndice 6. Prova de iterações (seqüências) de Wald-Wolfowitz comparando as freqüências de visitas dos insetos nativos e *A. mellifera* nas flores de *Adesmia latifolia* entre a áreas controle e livre, no total dos três anos de avaliação.

NL	AL	AC
157	17	233
216	27	240
223	25	252
267	29	402

$$n_1 = 4 ; n_2 = 4$$

$$AC \times NL = r$$

157	216	223	233	240	252	267	40
NL			AC			NL	AC

$r = 4 > \hat{\alpha}_{0,05(4,4)} = 2$. Aceita-se H_0 . Freqüência de NL é igual a freqüência de AC

$$AL \times AC = r$$

17	25	27	29	233	240	253	40
AL				AC			

$r = 2 < \hat{\alpha}_{0,05(4,4)} = 2$. Rejeita-se H_0 . Freqüência de AL é diferente da freq. de AC

NL= Insetos nativos na área livre
 AC= *Apis* na área controlada
 AL= *Apis* na área livre

Apêndice 7. Tempo de coleta dos insetos nas flores de *Adesmia latifolia*.

Tempo (s)	Ponto meio(C _J)	Frequências (F _J)		
		<i>Megachile</i> sp.	<i>Centris</i> sp.	<i>Apis mellifera</i>
3 5	4	21	19	45
5 7	6	41	42	19
7 9	8	8	9	6
Média		5,6	5,7	4,8
Moda		5,8	5,8	4,3
Desvio Padrão		1,16	1,24	1,30
C.V. (%)		20,7	21,7	27,1

Apêndice 8. Prova de iterações (seqüências) de Wald-Wolfowitz comparando os índices de flores visitadas pelos insetos nativos e *A. mellifera* na área livre e *A. mellifera* na área controle, no total dos três anos de avaliação em função dos horários em *Adesmia latifolia*.

Horários		Índice de flores visitadas		
		NL	AL	AC.
9:00	11:00	2,0	1,4	2,0
11:00	13:00	2,0	1,9	2,4
13:00	15:00	2,2	1,7	2,3
15:00	17:00	1,8	1,4	2,0
Média		2,0	1,6	2,0

$$n_1 = 4 ; n_2 = 4$$

AC X NL = r

1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,3	2,4
NL			AC		NL	AC	

$r = 4 > \hat{\alpha}_{0,05(4,4)} = 2$. Aceita-se H_0 . Índice de flores visitadas são iguais entre *Apis* na área controlada e insetos nativos na área livre.

AL X NL = r

1,4	1,4	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,4
AL			NL	AL	NL		

$r = 4 > \hat{\alpha}_{0,05(4,4)} = 2$. Aceita-se H_0 . O índice de flores visitadas são iguais entre *Apis* e insetos nativos na área livre .

AL X AC = r

1,4	1,4	1,7	1,9	2,0	2,0	2,3	2,4
AL				AC			

$r = 2 < \hat{\alpha}_{0,05(4,4)} = 2$. Rejeita-se H_0 . Índice de flores visitadas não são iguais entre *Apis* livre e *Apis* na área controlada

Apêndice 9. Valores amostrados do número de grãos de pólen viáveis e inviáveis de *Adesmia latifolia*.

2000				2001				2002		
Viável	%	Inviável	%	Viável	%	Inviável	%	Viável	%	Inviável
2450	98	50	2	2425	97	75	3	2475	99	25

Total de 2500 pólenes contados por ano.

Apêndice 10. Equações de regressão para o número de lomentos formados em função das coletas em *Adesmia latifolia*.

Ano	Área	Linear		Exponencial		logarítmica		Potência		Equações
		t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²	
2000	Controlada	6,92**	0,37	0	0	2,83*	0,61	0	0	$y = 1,32 + 1,73 \cdot \log x$
	Livre	8,17**	0,93	0	0	1,37ns	0,75	0	0	$y = -57,1 + 33,5x$
	Isolada	–	–	–	–	–	–	–	–	Zero lomento
2001	Controlada	–	0,27	0	0	–	0,31	–	–	Não houve ajuste
	Livre	5,8**	0,89	144,8**	0,72	2,30ns	0,91	76,2**	0,88	$y = 8,13 + 14,48x$
	Isolada	–	–	–	–	–	–	–	–	Zero lomento
2002	Controlada	–	0,17	–	0,17	–	0,12	–	0,12	Não houve ajuste
	Livre	13,0**	0,96	143,6**	0,87	1,70ns	0,83	39,8**	0,88	$y = -6,43 + 7,18x$
	Isolada	–	–	–	–	–	–	–	–	Zero lomento

$y = n^{\circ}$ de lomentos/ inflorescência; $x = n^{\circ}$ de leituras

** = significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.; * = significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t., ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 11. Dados do número de lomentos formados em função das coletas em *Adesmia latifolia*.

Coletas 2000	LAC	LAL		Coletas 2001	LAC	LAL		Coletas 2002	LAC	LAL
1	0	0		1	0	12		1	4	5
2	4	7		2	4	52		2	4	4
3	4	32		3	8	48		3	4	15
4	4	68		4	1	72		4	4	24
5	4	86		5	4	73		5	4	28
6	4	137		6	8	96		6	7	34
7	4	208						7	7	41
								8	4	56

Avaliação: Médias obtidas semanalmente de 5 inflorescência ao acaso dentro de 4 retângulos de 0,25 x 0,50 cm

LAC: Lomentos produzidos na área controlada

LAL: Lomentos produzidos na área livre

Apêndice 12. Dados do número de flores abortadas de *Adesmia latifolia* em função das coletas.

Coleta 2000	AAC	AAL	AAI	Coleta 2001	AAC	AAL	AAI	Coleta 2002	AAC	AAL	AAI
1	7	4	7	1	8	4	4	1	4	1	9
2	28	4	28	2	28	4	40	2	8	4	10
3	51	4	44	3	46	12	92	3	16	12	22
4	56	6	55	4	56	12	120	4	24	16	26
5	97	10	100	5	104	8	124	5	36	16	37
6	143	10	120	6	112	8	128	6	69	24	64
7	156	10	154					7	68	20	64
								8	76	20	78

Avaliação: Médias obtidas semanalmente de 5 inflorescência ao acaso dentro de 4 retângulos de 0,25 x 0,50 cm.

AAC: Abortos na área controlada

AAL: Abortos área livre

AAI: Abortos área isolada

Apêndice 13. Equações de regressão para o número de flores abortadas de *Adesmia latifolia* em função das coletas.

Ano	Área	Linear		Exponencial		logarítmica		Potência		Equações
		t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²	
2000	Controlada	11,2**	0,96	34,4**	0,88	1,72ns	0,83	27,4**	0,98	$y = -26,4 + 25,8x$
	Livre	5,3**	0,84	43,0**	0,85	1,22ns	0,71	8,60**	0,74	$y = 1,71 + 1,295x$
	Isolada	13,6**	0,97	347,1**	0,89	1,76ns	0,84	303,7	0,98	$y = -24,7 + 24,3x$
2001	Controlada	9,8**	0,95	270,0**	0,89	1,87ns	0,86	240,0	0,98	$y = -16,8 + 21,66x$
	Livre	–	–	–	–	–	–	–	–	Não houve ajuste
	Isolada	5,35**	0,87	128,5**	0,68	3,3*	0,96	75,6	0,88	$y = -5,33 + 25,71x$
2002	Controlada	9,4**	0,93	290,2**	0,94	1,52ns	0,79	129,0**	0,97	$y = -14,6 + 11,61x$
	Livre	5,19**	0,81	29,6**	0,69	2,0ns	0,90	15,5**	0,90	$y = -8,93 + 10,6x$
	Isolada	10,6**	0,94	353,3**	0,95	1,53ns	0,79	81,5**	0,92	$y = -20,46 + 16,8x$

$y = n^{\circ}$ de abortos florais/inflorescência; $x = n^{\circ}$ de leituras

** = significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.; * = significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t., ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 14. Equações de regressão para o número de inflorescências de *Adesmia latifolia* em função das coletas.

Ano	Área	Linear		Exponencial		logarítmica		Potência		Equações
		t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²	
2000	Controlada	1,95ns	0,95	68,0**	0,94	0,90ns	0,79	57,0**	0,91	$y = -28,4 + 21,1x$
	Livre	1,83ns	0,94	55,4**	0,90	0,88ns	0,78	43,1**	0,83	$y = -23,0 + 19,4x$
	Isolada	1,8ns	0,94	44,0**	0,86	0,88ns	0,78	35,9**	0,80	$y = -24,0 + 19,4x$
2001	Controlada	1,89**	0,94	52,5**	0,92	0,98ns	0,77	37,8**	0,86	$y = -19,0 + 16,3x$
	Livre	1,75**	0,93	48,0**	0,90	0,95ns	0,76	35,7**	0,83	$y = -19,1 + 16,8x$
	Isolada	1,6ns	0,91	40,4**	0,88	0,9ns	0,75	29,3**	0,78	$y = -15,7 + 14,9x$
2002	Controlada	1,54ns	0,94	64,6**	0,94	0,80ns	0,79	67,2**	0,94	$y = -20,4 + 16,8x$
	Livre	1,55ns	0,94	52,9**	0,91	0,82ns	0,80	46,7**	0,89	$y = -16,9 + 15,9x$
	Isolada	0,78ns	0,93	19,2**	0,84	0,48ns	0,81	18,4**	0,82	$y = 15,5 + 8,8x$

$y = n^{\circ}$ de abortos florais/inflorescência; $x = n^{\circ}$ de leituras

** = significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.; * = significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t., **ns** = não significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 15. Dados do número de inflorescência de *Adesmia latifolia* em função das coletas.

Coleta 2000	IAC	IAL	IAI	Coleta 2001	IAC	IAL	IAI	Coleta 2002	IAC	IAL	IAI
1	8	12	11	1	8	9	10	1	8	11	11
2	8	8	6	2	7	7	7	2	10	9	6
3	27	29	27	3	23	26	19	3	26	25	24
4	49	46	51	4	45	46	49	4	43	42	47
5	68	68	63	5	58	58	55	5	49	54	60
6	108	103	101	6	87	92	80	6	79	83	84
7	125	117	117					7	115	110	110
								8	111	103	95

Avaliação: Médias obtidas semanalmente dentro de 4 retângulos de 0,25 x 0,50 cm.

IAC: Inflorescências na área controlada

IAL: Inflorescências área livre

IAI: Inflorescências área isolada

Apêndice 16. Dados do número de flores abertas/inflorescência em *Adesmia latifolia*.

Coleta 2000	FIC	FIL	FII	Coleta 2001	FIC	FIL	FII	Coleta 2002	FIC	FIL	FII
1	8	5	9	1	6	5	8	1	10	8	11
2	9	6	8	2	8	6	10	2	12	10	9
3	13	5	15	3	16	5	12	3	11	9	12
4	15	7	13	4	19	5	18	4	16	13	15
5	17	7	14	5	13	4	20	5	15	8	11
6	15	5	12	6	11	2	16	6	14	7	10
7	15	2	11					7	13	6	10
								8	12	6	8
Média	13	5	12		12	5	13		13	8	11

Avaliação: Médias obtidas semanalmente de 5 inflorescências dentro de 4 retângulos de 0,25 x 0,50 cm de área.

FIC: Flores/inflorescência na área controlada

FIL: Flores/Inflorescências área livre

FII: Flores/Inflorescências área isolada

Apêndice 17. Resultados de germinação, peso de matéria fresca de plântulas e peso de mil sementes em *Adesmia latifolia*.

Ano	Trat.	Germinação (%)	Vigor (g)	Peso de mil (g)
2000	AC	64	0,14	2,4
	AL	60	0,13	2,1
	AI	–	–	–
2001	AC	80	0,15	1,93
	AL	78	0,14	1,89
	AI	–	–	–
2002	AC	69	0,11	1,79
	AL	72	0,10	1,74
	AI	–	–	–

AC: Área controlada (somente *A. mellifera*)

AL: Área livre para ação de todos os insetos

AI: Área isolada da ação dos insetos

Apêndice 18. Dados originais da frequência de visitas dos insetos em *A. latifolia*: número de insetos e flores visitadas no ano de 2000.

Frequência de visitas em 10 minutos		CONTROLE		LIVRE					
Data	Horário	Apis	Nº Flor Visitada NFV	Nativos				Apis	NFV
				Mega	NFV	Colet	NFV		
17/10	9:00	1	3	1	2	0	0	0	0
	10:00	5	15	3	7	0	0	1	2
	11:00	6	18	1	3	0	0	0	0
	12:00	8	14	2	7	0	0	1	1
	13:00	7	13	0	0	2	4	0	0
	14:00	7	9	2	5	1	1	0	0
	15:00	6	14	2	4	1	2	0	0
	16:00	9	18	0	0	1	1	1	1
	17:00	5	10	0	0	0	0	0	0
24/10	9:00	8	8	4	9	1	1	1	2
	10:00	10	17	6	10	2	4	1	1
	11:00	11	20	4	8	1	1	0	0
	12:00	11	12	10	21	1	1	0	0
	13:00	12	20	8	17	0	0	2	2
	14:00	7	10	7	15	0	0	0	0
	15:00	8	16	11	11	1	2	0	0
	16:00	6	12	12	26	2	3	0	0
	17:00	4	12	16	33	1	1	0	0
31/10	9:00	18	19	8	23	1	2	0	0
	10:00	22	29	16	22	3	3	0	0
	11:00	20	27	17	26	3	4	1	3
	12:00	24	35	18	36	6	7	0	0
	13:00	25	32	19	33	3	4	0	0
	14:00	27	32	20	37	1	2	1	1
	15:00	21	25	20	36	1	2	0	0
	16:00	19	29	15	31	1	1	2	2
	17:00	14	26	14	31	0	0	0	0

07/11	9:00	16	32	8	16	1	1	0	0
	10:00	25	38	11	22	3	6	0	0
	11:00	24	31	10	20	2	3	0	0
	12:00	21	27	15	31	1	2	0	0
	13:00	24	28	15	30	2	2	1	4
	14:00	27	39	20	26	1	1	1	2
	15:00	25	37	21	22	1	2	0	0
	16:00	30	45	24	28	0	0	0	0
14/11	17:00	28	40	19	25	0	0	0	0
	9:00	12	23	6	12	1	1	0	0
	10:00	17	23	11	20	2	3	0	0
	11:00	15	27	9	16	3	3	1	2
	12:00	16	26	12	18	5	6	0	0
	13:00	15	30	12	15	2	3	0	0
	14:00	10	25	10	14	2	2	1	1
	15:00	13	26	9	9	1	1	0	0
21/11	16:00	14	29	12	20	1	1	0	0
	17:00	18	25	6	18	0	0	0	0
	9:00	7	14	8	24	0	0	0	0
	10:00	10	20	13	25	0	0	1	1
	11:00	11	25	10	26	1	2	1	2
	12:00	7	21	8	16	1	1	1	3
	13:00	6	18	9	17	0	0	0	0
	14:00	8	15	5	11	2	3	0	0
28/11	15:00	8	16	6	14	1	1	1	1
	16:00	9	19	7	16	0	0	1	1
	17:00	5	10	4	8	0	0	0	0
	9:00	2	6	6	9	0	0	0	0
	10:00	5	10	8	9	1	2	0	0
	11:00	2	5	5	6	1	3	1	2
	12:00	0	0	3	4	0	0	0	0
	13:00	2	4	3	3	0	0	1	2
	14:00	6	10	1	1	1	1	0	0
	15:00	3	6	2	3	0	0	0	0
	16:00	4	8	1	1	0	0	1	1
	17:00	3	6	1	1	0	0	0	0

Apêndice 19. Dados originais da frequência de visitas dos insetos em *A. latifolia*: número de insetos e flores visitadas no ano de 2001.

Frequência de visitas em 10 minutos		CONTROLE		LIVRE					
Data	Horário	Apis	Nº Flor Visitada NFV	Nativos				A p i s	NFV
				Mega	NFV	Colet	NFV		
24/10	9:00	5	15	1	2	0	0	1	1
	10:00	9	18	2	4	0	0	1	2
	11:00	10	20	1	2	0	0	0	0
	12:00	15	19	5	10	0	0	2	3
	13:00	14	21	6	18	0	0	3	3
	14:00	12	16	8	20	0	0	2	4
	15:00	15	25	5	15	0	0	2	2
	16:00	12	22	4	9	0	0	1	1
30/10	17:00	9	14	2	5	0	0	1	2
	9:00	10	30	4	15	0	0	1	2
	10:00	15	30	7	14	0	0	1	3
	11:00	15	29	9	25	1	4	1	1
	12:00	16	31	12	28	0	0	1	2
	13:00	14	15	14	18	0	0	2	4
	14:00	17	25	9	16	0	0	1	3
	15:00	18	25	7	12	0	0	0	0
07/11	16:00	10	21	4	8	0	0	1	1
	17:00	7	20	1	3	0	0	1	2
	9:00	3	9	3	6	1	2	0	0
	10:00	2	7	4	6	0	0	1	1
	11:00	4	12	2	12	1	3	1	2
	12:00	2	8	1	4	0	0	1	3
	13:00	2	6	1	3	0	0	2	6
	14:00	4	10	3	10	1	2	1	3
15:00	4	6	4	9	0	0	0	0	
16:00	3	6	2	4	0	0	0	0	
17:00	3	7	2	6	0	0	2	2	

14/11	9:00	4	12	1	1	0	0	1	2
	10:00	5	16	0	0	0	0	0	0
	11:00	8	21	2	4	0	0	0	0
	12:00	8	19	2	3	1	1	3	5
	13:00	10	23	1	6	0	0	1	2
	14:00	5	10	3	9	0	0	2	4
	15:00	3	24	1	3	1	3	2	6
	16:00	2	7	1	3	0	0	2	2
	17:00	3	9	2	6	0	0	3	4
21/11	9:00	1	3	1	4	1	1	1	1
	10:00	2	4	0	0	1	1	2	2
	11:00	2	6	2	6	0	0	3	4
	12:00	1	1	1	8	0	0	0	0
	13:00	3	9	4	8	0	0	0	0
	14:00	1	3	1	4	0	0	1	2
	15:00	1	5	0	0	1	2	0	0
	16:00	1	2	0	0	0	0	1	1
17:00	0	0	1	3	0	0	2	3	
28/11	9:00	0	0	2	6	0	0	1	1
	10:00	2	7	1	4	0	0	2	2
	11:00	1	6	0	0	0	0	2	3
	12:00	2	3	1	5	0	0	1	3
	13:00	1	2	1	2	0	0	1	2
	14:00	0	0	1	6	0	0	0	0
	15:00	1	2	0	0	0	0	0	0
	16:00	0	0	1	3	0	0	2	3
	17:00	1	1	1	4	0	0	0	0

Apêndice 20. Dados originais da frequência de visitas dos insetos em *A. latifolia*: número de insetos e flores visitadas no ano de 2002.

Frequência de visitas em 10 minutos		CONTROL E		LIVRE					
Data	Horário	A pi s	N ^o Flor visitada NFV	Nativos				A pi s	NFV
				Mega	NFV	Colet	NFV		
25/09	9:00	1	3	0	0	0	0	0	0
	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	11:00	1	4	0	0	0	0	1	2
	12:00	1	3	0	0	0	0	0	0
	13:00	2	2	0	0	0	0	0	0
	14:00	1	4	0	0	0	0	0	0
	15:00	2	3	0	0	0	0	0	0
	16:00	1	1	0	0	0	0	0	0
02/10	17:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	9:00	1	3	0	0	0	0	0	0
	10:00	1	6	0	0	0	0	0	0
	11:00	2	4	1	2	0	0	0	0
	12:00	2	5	0	0	0	0	0	0
	13:00	1	2	0	0	1	1	1	1
	14:00	0	0	1	1	0	0	0	0
	15:00	1	3	0	0	0	0	0	0
09/10	16:00	1	4	0	0	0	0	1	2
	17:00	1	2	0	0	0	0	0	0
	9:00	1	3	0	0	0	0	0	0
	10:00	2	6	1	6	0	0	0	0
	11:00	1	1	1	5	0	0	1	2
	12:00	1	4	1	2	0	0	0	0
	13:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	14:00	1	3	0	0	0	0	1	1
15:00	1	2	1	4	0	0	0	0	
16:00	0	3	0	0	0	0	0	0	
17:00	0	5	0	0	0	0	0	0	

16/10	9:00	3	12	0	0	0	0	0	0
	10:00	1	3	0	0	0	0	1	1
	11:00	2	8	1	4	0	0	0	0
	12:00	3	13	1	3	1	1	0	0
	13:00	2	8	2	6	1	2	0	0
	14:00	1	3	1	4	0	0	0	0
	15:00	4	12	1	5	0	0	0	0
	16:00	2	5	0	0	0	0	0	0
	17:00	1	4	0	0	0	0	0	0
22/10	9:00	1	3	0	0	0	0	0	0
	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	11:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	12:00	1	2	0	0	0	0	0	0
	13:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	15:00	1	3	0	0	0	0	0	0
	16:00	0	0	0	0	0	0	0	0
29/10	9:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	10:00	1	1	0	0	0	0	0	0
	11:00	0	0	1	5	0	0	0	0
	12:00	0	0	0	0	0	0	1	4
	13:00	1	2	1	4	0	0	0	0
	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	15:00	0	0	0	0	0	0	1	3
	16:00	0	0	0	0	0	0	0	0
06/11	9:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	10:00	1	4	0	0	0	0	0	0
	11:00	1	4	0	0	0	0	0	0
	12:00	4	16	1	3	0	0	0	0
	13:00	7	25	2	15	0	0	0	0
	14:00	7	26	2	7	0	0	0	0
	15:00	11	32	4	11	0	0	0	0
	16:00	5	24	0	0	0	0	0	0
	17:00	5	20	0	0	0	0	0	0

13/11	9:00	1	3	0	0	0	0	0	0
	10:00	3	9	3	15	0	0	0	0
	11:00	5	12	6	16	0	0	1	3
	12:00	10	41	5	18	0	0	1	2
	13:00	11	45	5	19	0	0	0	0
	14:00	10	39	4	19	0	0	0	0
	15:00	11	41	3	15	1	1	0	0
	16:00	4	16	2	10	0	0	0	0
	17:00	5	19	2	12	0	0	0	0

Apêndice 21. Dados originais do tempo de coleta dos insetos nas flores de *A. latifolia* no ano de 2000.

Tempo (s)	<i>Megachile</i> sp.	<i>Centris</i> sp.	<i>A. mellifera</i>
3	9	7	22
4	12	12	23
5	20	18	12
6	21	24	7
7	3	4	3
8	3	3	2
9	2	2	1
Total	70	70	70

Apêndice 22. Dados originais da viabilidade do grão de pólen (viável = V e inviável = I) nas áreas controlada (a) Isolada (b) livre (c) em 2000, 2001 e 2002 (%).

Coletas	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
Coletas 2000										
1	490	10	491	9	489	11	494	6	487	3
2	489	11	487	13	491	9	491	9	488	12
3	491	9	499	1	495	5	492	8	490	10
4	487	13	489	11	491	9	487	13	492	8
5	498	2	490	10	499	1	498	2	495	5
COLETAS 2001										
1	485	15	486	14	490	10	482	18	483	17
2	490	10	491	9	490	10	481	19	493	7
3	489	11	481	19	482	18	490	10	494	6
4	491	9	481	19	490	10	489	11	491	9
5	490	10	487	13	491	9	490	10	481	19
COLETA 2002										
1	499	1	493	7	497	3	490	10	500	0
2	494	6	498	2	500	0	493	7	499	1
3	495	5	495	5	497	3	498	2	497	3
4	493	7	494	6	489	11	499	1	494	6
5	498	2	497	3	499	1	497	3	493	7

Apêndice 23. Dados originais do número de abortos florais em *A. latifolia* no ano de 2000.

Situação floral		Controle Apis A	Isolada	
Data	Repetições		Livre B	C
17/10	R1	2	1	3
	R2	4	0	2
	R3	0	1	1
	R4	1	2	1
24/10	R1	6	0	7
	R2	10	0	10
	R3	8	2	5
	R4	4	2	6
31/10	R1	10	0	18
	R2	11	1	11
	R3	14	0	10
	R4	9	3	5
07/11	R1	14	2	15
	R2	13	2	16
	R3	14	1	12
	R4	15	1	12
14/11	R1	20	2	27
	R2	28	2	29
	R3	25	2	23
	R4	24	4	21
21/11	R1	47	1	35
	R2	28	2	26
	R3	48	4	39
	R4	20	3	20
28/11	R1	29	2	25
	R2	45	3	44
	R3	46	2	45
	R4	36	3	40

Apêndice 24. Dados originais do número de abortos florais em *A. latifolia* no ano de 2001.

Situação floral		Controle	Livre	Isolada
Data	Repetições	Apis	B	C
24/10	R1	1	1	1
	R2	4	2	1
	R3	2	1	1
	R4	1	0	1
30/10	R1	7	2	9
	R2	8	2	12
	R3	6	0	13
	R4	7	0	6
07/11	R1	10	2	21
	R2	9	4	18
	R3	15	2	23
	R4	12	4	30
14/11	R1	11	1	32
	R2	17	5	28
	R3	13	3	27
	R4	15	3	33
21/11	R1	24	2	30
	R2	28	1	31
	R3	26	3	30
	R4	26	2	33
28/11	R1	30	0	32
	R2	26	3	33
	R3	29	3	31
	R4	27	2	32

Apêndice 25. Dados originais do número de abortos florais em *A. latifolia* no ano de 2002.

Situação floral		Controle Apis	Livre	Isolada
Data	Repetições			
		A	B	C
25/09	R1	2	0	2
	R2	1	1	4
	R3	0	0	2
	R4	1	0	1
02/10	R1	2	1	4
	R2	3	2	2
	R3	1	0	4
	R4	2	1	0
09/10	R1	4	3	4
	R2	2	2	7
	R3	6	4	5
	R4	4	3	6
16/10	R1	7	4	7
	R2	5	4	8
	R3	6	5	6
	R4	6	3	5
22/10	R1	9	4	6
	R2	8	6	11
	R3	11	2	10
	R4	8	4	10
29/10	R1	17	5	14
	R2	18	6	16
	R3	16	7	19
	R4	18	6	15
06/11	R1	19	2	18
	R2	15	5	20
	R3	17	8	14
	R4	17	5	12
13/11	R1	20	5	18
	R2	19	7	20
	R3	18	4	10

Apêndice 26. Dados originais do número de legumes formados em *A. latifolia* no ano de 2000.

Situação floral		Controle Apis A	Livre		Isolada	
Data	Repetições		B	C		
17/10	R1	0	0	0		
	R2	0	0	0		
	R3	0	0	0		
	R4	0	0	0		
24/10	R1	1	1	0		
	R2	1	2	0		
	R3	1	3	0		
	R4	1	1	0		
31/10	R1	1	11	0		
	R2	1	5	0		
	R3	1	6	0		
	R4	1	10	0		
07/11	R1	1	13	0		
	R2	1	16	0		
	R3	2	19	0		
	R4	0	20	0		
14/11	R1	2	26	0		
	R2	1	17	0		
	R3	0	18	0		
	R4	1	25	0		
21/11	R1	2	26	0		
	R2	2	28	0		
	R3	0	43	0		
	R4	0	40	0		
28/11	R1	1	52	0		
	R2	1	60	0		
	R3	1	51	0		
	R4	1	45	0		

Apêndice 27. Dados originais do número de legumes formados em *A. latifolia* no ano de 2001.

Situação floral		Controle Apis A	Livre B	Isolada C
Data	Repetições			
24/10	R1	0	2	0
	R2	0	4	0
	R3	0	3	0
	R4	0	3	0
30/10	R1	2	12	0
	R2	0	14	0
	R3	1	16	0
	R4	1	10	0
07/11	R1	2	11	0
	R2	4	10	0
	R3	1	15	0
	R4	1	12	0
14/11	R1	0	14	0
	R2	0	18	0
	R3	0	20	0
	R4	0	20	0
21/11	R1	1	15	0
	R2	1	19	0
	R3	1	21	0
	R4	1	18	0
28/11	R1	2	24	0
	R2	0	22	0
	R3	3	28	0
	R4	3	22	0

Apêndice 28. Dados originais do número de legumes formados em *A. latifolia* no ano de 2002.

Situação floral		Controle Apis A	Livre		Isolada	
Data	Repetições		B	C		
25/09	R1	1	2	0		
	R2	2	2	0		
	R3	0	1	0		
	R4	1	0	0		
02/10	R1	0	1	0		
	R2	0	1	0		
	R3	2	1	0		
	R4	2	1	0		
09/10	R1	1	2	0		
	R2	1	4	0		
	R3	1	5	0		
	R4	1	4	0		
16/10	R1	2	6	0		
	R2	1	7	0		
	R3	1	4	0		
	R4	0	7	0		
22/10	R1	1	5	0		
	R2	1	6	0		
	R3	1	9	0		
	R4	1	8	0		
29/10	R1	0	6	0		
	R2	0	9	0		
	R3	2	10	0		
	R4	2	9	0		
06/11	R1	1	10	0		
	R2	1	9	0		
	R3	2	12	0		
	R4	3	10	0		
13/11	R1	0	13	0		
	R2	0	12	0		
	R3	2	16	0		
	R4	2	15	0		

Apêndice 29. Dados originais do número de inflorescências em *A. latifolia* no ano de 2000.

Situação floral		Controle Apis A	Livre B	Isolada C
Data	Repetições			
17/10	R1	1	2	1
	R2	2	2	1
	R3	4	6	4
	R4	1	2	5
24/10	R1	2	3	1
	R2	2	1	2
	R3	2	1	3
	R4	2	3	2
31/10	R1	6	5	7
	R2	7	8	4
	R3	8	9	7
	R4	6	7	9
07/11	R1	10	9	8
	R2	14	11	13
	R3	13	15	16
	R4	12	11	14
14/11	R1	19	17	18
	R2	18	19	15
	R3	21	19	18
	R4	10	13	12
21/11	R1	26	25	24
	R2	28	26	25
	R3	29	28	26
	R4	25	24	26
28/11	R1	31	30	28
	R2	33	32	29
	R3	34	29	31
	R4	27	26	29

Apêndice 30. Dados originais do número de inflorescências em *A. latifolia* no ano de 2001.

Situação floral		Controle Apis A	Livre B	Isolada C
Data	Repetições			
17/10	R1	1	2	1
	R2	2	2	1
	R3	4	6	4
	R4	1	2	5
24/10	R1	2	3	1
	R2	2	1	2
	R3	2	1	3
	R4	2	3	2
31/10	R1	6	5	7
	R2	7	8	4
	R3	8	9	7
	R4	6	7	9
07/11	R1	10	9	8
	R2	14	11	13
	R3	13	15	16
	R4	12	11	14
14/11	R1	19	17	18
	R2	18	19	15
	R3	21	19	18
	R4	10	13	12
21/11	R1	26	25	24
	R2	28	26	25
	R3	29	28	26
	R4	25	24	26
28/11	R1	31	30	28
	R2	33	32	29
	R3	34	29	31
	R4	27	26	29

Apêndice 31. Dados originais do número de inflorescências em *A. latifolia* no ano de 2002.

Situação floral		Controle Apis A	Livre B	Isolada C
Data	Repetições			
25/09	R1	0	3	2
	R2	1	1	2
	R3	4	5	4
	R4	3	2	3
02/10	R1	1	2	1
	R2	3	2	2
	R3	4	2	2
	R4	2	3	1
09/10	R1	5	4	7
	R2	8	6	5
	R3	7	8	7
	R4	6	7	5
16/10	R1	9	10	7
	R2	11	9	12
	R3	12	13	15
	R4	11	10	13
22/10	R1	10	16	14
	R2	12	15	16
	R3	15	12	13
	R4	12	11	17
29/10	R1	15	18	20
	R2	19	20	22
	R3	21	22	22
	R4	24	23	20
06/11	R1	28	30	26
	R2	29	30	27
	R3	31	26	30
	R4	27	24	27
13/11	R1	31	28	26
	R2	29	25	24
	R3	26	23	23
	R4	25	27	22

Apêndice 32. Dados originais do número de flores abertas/ inflorescências em *A. latifolia* no ano de 2000.

Situação floral		Controle Apis A	Livre B	Isolada C
Data	Repetições			
17/10	R1	0	2	1
	R2	1	4	1
	R3	2	3	2
	R4	4	0	4
24/10	R1	2	1	1
	R2	1	3	1
	R3	3	4	5
	R4	3	2	1
31/10	R1	9	2	11
	R2	10	2	10
	R3	7	1	8
	R4	4	1	3
07/11	R1	7	0	5
	R2	5	6	8
	R3	7	0	6
	R4	4	1	5
14/11	R1	2	1	6
	R2	3	4	5
	R3	4	1	4
	R4	5	3	3
21/11	R1	3	1	8
	R2	7	1	3
	R3	4	1	0
	R4	2	1	3
28/11	R1	4	1	3
	R2	6	1	2
	R3	1	2	7
	R4	1	1	2

Apêndice 33. Dados originais do número de flores abertas/ inflorescências em *A. latifolia* no ano de 2001.

Situação floral		Controle Apis A	Livre B	Isolada C
Data	Repetições			
24/10	R1	3	1	7
	R2	3	0	8
	R3	1	2	6
	R4	4	1	7
30/10	R1	5	2	5
	R2	9	3	6
	R3	7	2	4
	R4	7	1	5
07/11	R1	6	0	5
	R2	6	0	6
	R3	7	0	6
	R4	9	0	8
14/11	R1	9	1	4
	R2	7	1	2
	R3	8	1	2
	R4	7	1	1
21/11	R1	4	2	3
	R2	3	2	1
	R3	5	2	2
	R4	4	2	3
28/11	R1	2	0	1
	R2	2	0	4
	R3	3	0	1
	R4	4	0	2

Apêndice 34. Dados originais do número de flores abertas/ inflorescências em *A. latifolia* no ano de 2002.

Situação floral		Controle Apis A	Livre B	Isolada C
Data	Repetições			
25/09	R1	2	2	7
	R2	3	2	6
	R3	1	2	7
	R4	3	2	8
02/10	R1	4	2	5
	R2	8	3	6
	R3	7	5	5
	R4	8	6	4
09/10	R1	7	3	8
	R2	7	7	6
	R3	9	9	9
	R4	9	8	8
16/10	R1	7	6	4
	R2	8	5	6
	R3	4	6	4
	R4	5	3	3
22/10	R1	9	8	3
	R2	5	2	4
	R3	5	2	5
	R4	4	3	3
29/10	R1	1	2	1
	R2	1	0	1
	R3	3	2	3
	R4	3	1	2
06/11	R1	1	0	2
	R2	2	2	1
	R3	1	0	2
	R4	0	2	5
13/11	R1	1	1	1
	R2	1	1	5
	R3	1	1	4
	R4	1	2	2

Apêndice 35. Dados originais da viabilidade do grão de pólen (viável = V e inviável = I) nas áreas controlada (a) Isolada (b) livre (c) em 2000, 2001 e 2002 (%).

2000	Área controle				Área livre			
	Germ.	64	62	66	64	60	62	58
P. M. F	0,14	0,11	0,17	0,15	0,12	0,13	0,14	0,13
P. M. S.	2,4	2,1	2,7	2,4	2,0	2,2	2,0	2,0
2001								
Germ.	80	79	78	82	78	78	75	81
P. M. F	0,14	0,16	0,15	0,15	0,13	0,15	0,14	0,16
P. M. S.	1,93	1,90	1,96	1,93	1,87	1,91	1,92	1,87
2002								
Germ.	67	71	69	69	70	74	65	77
P. M. F	0,11	0,10	0,12	0,11	0,11	0,09	0,12	0,10
P. M. S.	1,79	1,70	1,88	1,79	1,72	1,76	1,65	1,83

VITA

Júlio César Brião Camacho - Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Pelotas em 1984, com atuação em extensão rural, em Cooperativas do Mato Grosso do Sul e Paraná, e como professor contratado do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, na área de Apicultura e Cunicultura, nos anos de 1996 e 1997. O título de Mestre em Zootecnia (área: pastagens) foi obtido no ano de 1999 pela Universidade Federal de Pelotas e, de Doutor em Zootecnia (área: produção de sementes), pela Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, no ano de 2003. É instrutor do SENAR, na área de Apicultura, na região sul do estado do Rio Grande do Sul.