

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

**BIOLOGIA REPRODUTIVA, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE  
SEMENTES DE *Adesmia tristis* VOGEL**

NADILSON ROBERTO FERREIRA  
Mestre em Zootecnia/UFRGS

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de  
Doutor em Zootecnia

Área de concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil  
Fevereiro de 2012

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao Princípio Criador do todo, razão de estarmos aqui.

Aos meus pais, Lúcio Roberto Ferreira, Elza Reis Gomes Ferreira e família que sempre me incentivaram nesta jornada, mesmo ao longe.

A minha companheira, amiga, parceira e amada Thereza Cristina Rodrigues por estar junto, literalmente, em todos os momentos do trabalho.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Lucia Brandão Franke pelo apoio, orientações e aconselhamentos.

À minha Co-orientadora Prof<sup>a</sup>. Betina Blochtein por suas orientações, encaminhamentos, incentivos e amizade.

À PUCRS, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul pela disponibilização de suas estruturas, de seus funcionários, principalmente aqueles ligados ao Pró-Mata que tão proativamente me apoiaram nos serviços de campo.

Aos amigos, colegas e bolsistas da UFRGS pela parceria e amizade.

Aos colegas e componentes, direta ou indiretamente, ligados ao Laboratório de Entomologia da PUCRS pelo apoio e contribuição nos trabalhos.

À UFRGS na pessoa dos demais professores e funcionários.

A Reuni/CAPES pelo subsídio financeiro, imprescindível à realização dos trabalhos.

Dedico este trabalho a um dos meus  
esteios de vida, Thereza Cristina  
Rodrigues, pelo tudo que ela me  
proporcionou e participou com muito  
carinho e cuidado tornando possível o  
presente esforço.

# BIOLOGIA REPRODUTIVA, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Adesmia tristis* VOGEL<sup>1</sup>

Autor: Nadilson Roberto Ferreira

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Lucia Brandão Franke

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Betina Blochtein

## RESUMO

*Adesmia tristis* Vogel é uma espécie endêmica com potencial forrageiro nos Campos de Altitude. Objetivou-se estudar a biologia floral e as interações com os polinizadores, a morfo-fenologia da planta, os componentes do rendimento de sementes e a dinâmica do néctar; avaliar as relações pólen/óvulo e semente/óvulo na espécie; analisar a morfo-anatomia das sementes; avaliar o tamanho e distribuição do banco de sementes do solo (BSS) e a interferência da acidez no mesmo. O estudo ocorreu entre dezembro 2007 a novembro 2011, no Pró-Mata/PUCRS (29°27'-29°35'S e 50°08'-50°15'W), São Francisco de Paula, RS. A área do estudo foi de 15 x 30 m subdividida em seis parcelas, três com corte e três sem corte (4,0 plantas/m<sup>2</sup>). Para os estudos nas flores fizeram-se marcações e ensacamento com tecido "voal", com amostras aleatórias. O néctar foi recolhido em quatro horários diários durante a antese, com utilização de micropipeta e leitura através de refratômetro. Para os cortes e levantamento dos parâmetros do rendimento de sementes, foi utilizado um retângulo metálico com 0,5 m<sup>2</sup>. Para análise dos dados utilizou-se da estatística descritiva, índice de Morisita, regressões, teste t de Student e análise de variância. A antese durou dois dias, e os principais polinizadores foram das famílias Megachilidae e Andrenidae, com pico de visitação ao meio dia. Abelhas do gênero *Megachile* forrageiam no estrato envolvendo o dossel, as da família Andrenidae no estrato inferior. Na base do estandarte há uma bolsa armazenadora de néctar, que começa a ser secretado na pré-antese. A planta faz reabsorção de parte do néctar, tornando as flores do segundo dia mais atraentes aos polinizadores. O regime de corte promoveu maior produção de sementes. A razão pólen/óvulo acusou alogamia obrigatória. Constatou-se déficit de polinização. *Adesmia tristis* possui dormência tegumentar e a semente possui adaptações para as variações de umidade no ambiente, promovendo ressemeadura natural. Em áreas naturais a planta apresenta distribuição agregada e aleatória em campos manejados. A acidez do solo contribui com a germinação de sementes de *A. tristis* contidas no BSS. Após o período reprodutivo ocorre perdas de plantas-mãe.

Palavras-chave: abelhas, antese, corte, néctar, ressemeadura.

---

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Zootecnia – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (181 p.), fevereiro 2012.

## REPRODUCTION BIOLOGY, DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF SEEDS IN *Adesmia tristis* VOGEL<sup>1</sup>

Author: Nadilson Roberto Ferreira  
Adviser: Profa. Lucia Brandão Franke  
Co-adviser: Profa. Betina Blochtein

### ABSTRACT

*Adesmia tristis* Vogel is an endemic species with forage potential in the Campos de Altitude. The aim of this research was to study the floral biology and the interactions with pollinators, the plant's morphophenology, the components of seed yield and dynamics nectar; assess relationships pollen/ovule and seed/ovule in the species; to analyze the seeds' morphology and anatomy; evaluate the size and distribution of the soil seed bank (SSB) and the acidity interference in it. The study was conducted between December 2007 to November 2001, in Pró-Mata/PUCRS (29° 27' – 29° 35'S and 50° 08' – 50° 15' W) in the town of São Francisco de Paula, RS. The study area had 15 x30 m subdivided into six plots. Three with cut and three no cut (4.0 plants/m<sup>2</sup>). For studies on the flowers were made marks and bagging by "voal" textile, with random samples. The nectar was collected four times daily, during anthesis, using micropipette and reading through refractometer. For cuts and taking seed yield parameters, we used a metal rectangle with 0.5 m<sup>2</sup>. Data analysis used descriptive statistics, Morisita index, regression function, Student's t test and variance analysis. Anthesis lasted two days, and the main pollinators belong to Megachilidae and Andrenidae families, with peak visitation at noon. The genus *Megachile* bees foraging in the canopy, the Andrenidae family foraging in the lower levels. On the banner basis there is storage bag nectar. The nectar starts to be secreted in the pre anthesis phase. The plant reabsorbs part of the nectar, making the second day life flowers more attractive to pollinators. The cutting regime caused greater seed production. The pollen/ovule ration accused obligatory allogamy. It was observed pollination deficit. *Adesmia tristis* has tegument dormancy and seed has adapted to variation of moisture in the environment and promoting natural replanting. In natural area the plant has aggregated distribution, but in managed field plays random distribution. The soil acidity aim in the seed germination of *A. tristis* SSB. After the reproductive period occurs loss of mother plants.

Key word: anthesis, bees, cut, natural seeding, nectar.

---

<sup>1</sup> Doctoral thesis in Forrage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (181 p.), February, 2012.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
1. INTRODUÇÃO .....	2
2.1 Os campos no Rio Grande do Sul e contexto atual .....	4
2.2. Os Campos de Cima da Serra.....	5
2.3 <i>Adesmia tristis</i> Vogel .....	6
2.4 Abelhas como agentes da polinização .....	10
2.5 A polinização no gênero <i>Adesmia</i> .....	12
3. HIPÓTESE .....	17
4. OBJETIVOS .....	18
4.1 Geral.....	18
4.2 Específicos .....	18
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>20</b>
Biologia floral de <i>Adesmia tristis</i> Vogel (Fabaceae) e interações com insetos polinizadores .....	21
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>46</b>
Aspectos morfo-fenológicos e rendimento de sementes de <i>Adesmia tristis</i> Vogel (Fabaceae).....	47
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>72</b>
Produção e dinâmica do néctar nupcial em <i>Adesmia tristis</i> Vogel .....	73
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>90</b>
Relação pólen - óvulo em <i>Adesmia tristis</i> e reflexos na razão semente – óvulo pela interação com polinizadores em dois estratos verticais .....	91
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	<b>112</b>
Estudos Morfo-Anatômicos Relacionados à Dormência em Sementes de <i>Adesmia tristis</i> Vogel (FABACEAE) .....	113
<b>CAPÍTULO VII</b> .....	<b>129</b>
Padrão do banco de sementes do solo de <i>Adesmia tristis</i> Vogel (Fabaceae) no ecossistema dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil .....	130
<b>CAPÍTULO VIII</b> .....	<b>151</b>
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	152
<b>CAPÍTULO IX</b> .....	<b>154</b>
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	155
<b>CAPÍTULO X</b> .....	<b>162</b>

APÊNDICES .....	163
<b>CAPÍTULO XI .....</b>	<b>179</b>
VITA .....	180

## LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I .....	1
CAPÍTULO II .....	20
Figura 1. Flor de <i>Adesmia tristis</i> : A - botão floral em pré-antese, B - flor plenamente aberta e C - Flor em senescência. Escala 1 : 3,5.....	41
Figura 2. Visitantes florais observados em <i>Adesmia tristis</i> no período de 15 a 21 de dezembro de 2009 e 15 a 18 de dezembro de 2010, com 20 h de observação em período de 30 min a partir das 9h; 12h; 14h e 16h. Barras representam o erro padrão. Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS, Brasil. ...	41
Figura 3. Curva de regressão com expressão matemática quadrática e coeficiente de determinação, relacionando a frequência de abelhas representantes da Família Megachilidae com a temperatura ambiental em flores de <i>Adesmia tristis</i> . Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS, Brasil .....	43
Figura 4. Curva de regressão com expressão matemática quadrática e coeficiente de determinação, relacionando a frequência de abelhas representantes da Família Megachilidae com a umidade relativa do ar .....	44
Figura 5. Curva de regressão com expressão matemática cúbica e coeficiente de determinação, relacionando a frequência de abelhas representantes da Família Andrenidae com a temperatura em flores de <i>Adesmia tristis</i> . Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS, Brasil.....	44
Figura 6. Curva de regressão com expressão matemática quadrática e coeficiente de determinação, relacionando a frequência de abelhas representantes da Família Andrenidae com a umidade relativa em flores de <i>Adesmia tristis</i> . Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS, Brasil.....	45
Figura 7. Comportamento de visitantes em flores de <i>Adesmia tristis</i> . A - <i>Megachile</i> sp. coletando néctar; B – <i>Megachile</i> sp. coletando pólen; C – abelha da família Andrenidae coletando néctar; D- abelha da família Andrenidae coletando pólen; E – Cópula de abelhas da família Andrenidae durante o forrageio; F – Saque de néctar por <i>Apis mellifera</i> . Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS, Brasil.....	45
CAPÍTULO III .....	46
Figura 1. Presença de.....	68
Figura 2. Desenvolvimento dos ramos de <i>Adesmia tristis</i> no período entre 24 de fevereiro a 11 de novembro de 2009, sem manejo de corte. (n=16 plantas) ...	68

Figura 3. A. Pedúnculos em *Adesmia tristis*, dispersos na ráquis no sentido helicoidal, B - Flores apresentando os estandartes com guias de néctar, C - corte de botão floral mostrando a bolsa de néctar, D - Glândulas de néctar na base dos filetes ..... 69

Figura 4. Frutos e sementes de *Adesmia tristis*. A. Hemicraspédios mucronados e hispídeos com sépalas recobrando o primeiro artícolo, em três fases de desenvolvimento. O hemicraspédio mais escuro indica o ponto de colheita. B - Deiscência dos artículos ficando aparente o replum. C - Hemicraspédios com artículos deprimidos por déficit de polinização (seta). D - Variabilidade na coloração do tegumento das sementes: palha, marmoreado castanho claro e marmoreado castanho escuro..... 70

#### CAPÍTULO IV..... 72

Figura 1. Variação da concentração do néctar em *Adesmia tristis* em função da variação da temperatura. No eixo horizontal apresentam-se as fases da antese, sendo: Pré = pré-antese; os números (1,2,3) = primeiro, segundo e terceiro dia de vida da flor; as letras minúsculas = horários diários das coletas (a = 9h 30min, b = 12h, c = 14h 30min, d = 17h)..... 86

Figura 3. Relação inversa, apresentada por uma regressão linear, entre a concentração de açúcar no néctar de *Adesmia tristis* e a umidade relativa do ar ( $p < 0,01$ )..... 87

Figura 4. Padrão da concentração dos sólidos solúveis do néctar (mg/μl) em *Adesmia tristis* durante a antese da flor. Os setores pontilhados da curva englobam o período noturno. As barras representam o erro padrão dos pontos. No eixo horizontal apresentam-se as fases da antese, sendo: Pré= pré-antese; os números (1,2,3) = primeiro, segundo e terceiro dia de vida da flor; as letras minúsculas= horários diários das coletas (a = 9h30min, b = 12h, c= 14h30min, d = 17h)..... 88

Figura 5. Padrão de acúmulo e reabsorção do néctar por flor de *Adesmia tristis* durante a antese. Os setores pontilhados da curva englobam o período noturno (intervalo entre os dias). As barras representam o erro padrão dos pontos. No eixo horizontal apresentam-se as fases da antese, sendo: Pré= pré-antese; os números (1,2,3)= primeiro, segundo e terceiro dia de vida da flor; as letras minúsculas= horários diários das coletas (a = 9h 30min, b = 12h, c = 14h 30min, d = 17h) ..... 88

#### CAPÍTULO V..... 90

Figura 1. Desenho esquemático do perfil vertical em *Adesmia Tristis* com a subdivisão dos estratos e localização dos dois grupos de polinizadores mais frequentes (Megachilidae e Andrenidae). ..... 110

Figura 3. Relação semente/óvulo dos racemos dos estratos inferior e superior em *Adesmia tristis*, com barras do erro padrão..... 111

CAPÍTULO VI.....	112
Figura 1. Características da testa e do hilo da semente de <i>Adesmia tristis</i> . A. Variação na coloração da testa da semente: a) cor palha, b) marmoreado castanho-claro e c) marmoreado castanho-escuro; B. Estrutura anatômica da testa da semente na região oposta ao hilo. Linha lúcida, (lu), macroesclereídes, (ma) osteoesclereídes, (os); C. Estrutura do hilo em corte tangencial aos traqueóides mostrando as duas camadas de macroesclereídes (ma), parte do tecido do arilo (ar) e as astroesclereídes (as) mais internamente; D. Estrutura do hilo em corte longitudinal na região dos traqueóides (tq); E. Estrutura do hilo em corte transversal mostrando o arranjo vertical dos traqueóides; F. Detalhe da ornamentação reticulada da parede dos traqueóides. Barras de escala igual a 100 µm em C e E; 50 µm em B e D e 20 µm em F .....	127
Figura 2. Características estruturais da semente de <i>Adesmia tristis</i> . A. Detalhe da região da rafe com a localização das células ampulheta (am), macroesclereídes do hilo, células taníferas (ta) e do feixe vascular que vem do funículo (fv). B e C. Desenho esquemático da semente mostrando a posição do embrião, em corte longitudinal B e em corte transversal C. cotilédone, (co), hipocótilo, (hi), meristema apical caulinar. D. Detalhe do corte transversal do hipocótilo com quatro feixes procambiais. E. Detalhe do corte transversal do cotilédone mostrando os tecidos do mesofilo e a disposição dos feixes procambiais. Paliçádico (pa), reserva (re). F. Detalhe do corte longitudinal do cotilédone mostrando os três feixes procambiais centrais (fc). Barra de escala igual a 50 µm em A e 200 µm em D, E e F .....	128
CAPÍTULO VII.....	129
Figura 1. Regressão linear negativa relacionando a germinação das sementes de <i>Adesmia tristis</i> não escarificadas após oito meses com a necessidade de adição de calcário para correção de cinco diferentes tipos de solos para um nível de pH = 6.....	149
Figura 2. Levantamento de plântulas de <i>Adesmia tristis</i> /m <sup>2</sup> nas parcelas com distúrbios (cortes) e parcelas preservadas (sem distúrbios) .....	150
CAPÍTULO VIII.....	151
CAPÍTULO IX.....	154
CAPÍTULO X.....	162
CAPÍTULO XI.....	179

## LISTA DE TABELAS

CAPITULO I .....	1
CAPÍTULO II .....	20
Tabela 1. Caracterização das três fases da antese (Pré-antese, Abertura e Senescência) em flores de <i>Adesmia tristis</i> , sendo c= comprimento, a= altura, L = largura. Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS.....	42
Tabela 2. Abelhas coletadas em flores de <i>Adesmia tristis</i> em dezembro 2009. Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS. ....	43
CAPÍTULO III .....	46
Tabela 1. Laudos de análise do solo da área de estudo, antes e após aplicação de calcário e fósforo. Laboratório de solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.....	70
Tabela 2. Comparação de médias dos componentes do rendimento de sementes de <i>Adesmia tristis</i> , rendimento/ha, rudimentos seminais/ovário e número de flores abortadas/m <sup>2</sup> para o adensamento de 4,0 plantas/ m <sup>2</sup> , ao final do período reprodutivo (outubro de 2009 a janeiro de 2010), nas parcelas com e sem corte. Pró-Mata - PUCRS, São Francisco de Paula, RS .....	71
CAPÍTULO IV .....	72
Tabela 1. Comparação das médias do acúmulo de sólidos solúveis por flor de <i>Adesmia tristis</i> , iniciando-se na pré-antese e cobrindo o período de vida da flor, de três dias, com quatro observações diárias (9:00 h; 12:00 h; 14:00 h; 17:00 h). Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS, Brasil, dezembro/2010.....	89
CAPÍTULO V.....	90
Tabela 1. Médias dos parâmetros levantados e estimados em 10 racemos de <i>Adesmia tristis</i> para cada um dos dois estratos do perfil vertical, sendo: Ra - racemo; s - estrato superior; i - estrato inferior; Fat - flores abortadas totais; O/O – óvulo por ovário (n=30); S/H - sementes por hemicraspédio; Ht – hemicraspédios totais; St - sementes totais; Ot - óvulos totais; S/O - relação semente/óvulo. Pró-Mata PUCRS, São Francisco de Paula, RS, janeiro de 2010 e 2011 .....	110
CAPÍTULO VI.....	112
CAPÍTULO VII.....	129
Tabela 1. Resultado das análises de solo realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos da UFRGS para determinação da acidez potencial pelo índice SMP. AU= solo de área da UFRGS, AV= solo de área com horizonte vermelho, AP= solo de área preservada (anexo ao estudo), AE= solo de área do experimento e AQ= solo de área queimada (anexo ao experimento) .....	149

Tabela 2. Comparação das médias das sementes remanescentes de *Adesmia tristis* após oito meses de observação e apresentação da porcentagem da germinação após a quebra da dormência por escarificação mecânica. AU= solo de área da UFRGS, AV= solo de área com horizonte vermelho, AP= solo de área preservada (anexo ao estudo), AE= solo de área do experimento e AQ = solo de área queimada (anexo ao experimento)..... 150

CAPÍTULO VIII.....	151
CAPÍTULO IX.....	154
CAPÍTULO X.....	162
CAPÍTULO XI.....	179

## LISTA DE ABREVIATURAS

AE	Área do experimento
AP	Área preservada
AQ	Área queimada
AU	Área da UFRGS
AV	Área de solo vermelho
BF	Botões florais
BSS	Banco de Sementes do Solo
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior
CBHa	Classificação do solo: Cambissolo Bruno Húmico álico
Ca Cl <sub>2</sub>	Cloreto de cálcio
Cfb	Classificação climática de Köppen: temperado marítimo úmido
CPCN	Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata
DPFA	Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
Fa	Flores abortadas
Faf	Flores abortadas futuras
GD	graus-dias
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Ácido bórico
HI	Hemicraspédio liberado
Hr	Hemicraspédio no racemo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
I.M	índice de Morisita
mg/μl	Miligrama por microlitro
NUPLAM	Núcleo de Plantas Medicinais e Aromáticas
O	ovário
Ot	Óvulos totais
P	Probabilidade
P/O	Razão pólen/óvulo
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total (qualidade dos calcários)

PRO BIO	Programa de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
RAS	Regras para Análise de Sementes
Reuni	Programa de Apoio aos Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
RPM	Rotação por minuto
RS	Rio Grande do Sul
S	Sementes
Sf	Sementes futuras
S/H	Sementes por hemicrasspédio
SI	Sementes liberadas
SMP	Índice usado no método de análise e correção de acidez do solo (Shoemaker, Mac lean e Pratt – criadores do método)
S/O	Razão semente/óvulo
St	Sementes totais
T	Temperatura
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UR	Umidade relativa

## **CAPITULO I**

## 1. INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica, no limite sul do Brasil, envolve o norte do estado do Rio Grande do Sul (RS). Esta região está subdividida em florestas e campos. Estes campos localizam-se na região nordeste do estado e são denominados de Campos de Cima da Serra. Neles estão um dos principais componentes da matriz alimentar da pecuária regional. Abrigam um grande número de espécies, muitas dessas, endêmicas. Contudo as atividades antrópicas decorrentes de manejos inadequados tem provocado desequilíbrios significativos nestes ecossistemas muitas vezes com rompimento de sua resiliência. Tal fato gera o empobrecimento do solo, com perda de biodiversidade e comprometimento de todo sistema pastoril.

Para reversão do processo de degradação, melhoramento e estabilização do potencial forrageiro faz-se necessário a utilização de meios ecológicos. Uma das formas possíveis é manejando-se os constituintes do próprio sistema. Dentre estes constituintes cita-se o enriquecimento do meio com leguminosas nativas. Estas espécies promovem a captação do nitrogênio atmosférico, através de processo simbiótico, subsidiando a comunidade vegetal com referido nutriente, além de funcionarem como fonte de proteína de alta qualidade para os animais.

Os Campos de Cima da Serra são ricos em leguminosas nativas, destacando-se entre estes táxons *Adesmia tristis*, não só por ser uma planta endêmica, mas também pelo seu potencial forrageiro. Esta leguminosa faz parte da lista de plantas do futuro. Este rol de espécies é resultado de um

estudo sobre as potencialidades de uso das plantas nativas, pelo homem, de acordo com o Programa de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Pró-Bio). Apesar de seu potencial, esta espécie ainda encontra-se em estado selvagem e há pouca informação a seu respeito. Sabe-se que é uma espécie de inverno, fundamental no momento de maior carência de forragem neste ecossistema e, por ser nativa encontra-se perfeitamente adaptada às condições reinantes do meio.

Para o manejo racional de uma espécie, o conhecimento sobre a produção de sementes e de que forma esta espécie interage com o ambiente é de fundamental importância, principalmente quando envolve processos alogâmicos, como é o caso de *A. tristis*. Quanto a este aspecto, é relevante o conhecimento dos polinizadores nativos que coevoluiram com a espécie, surgindo possíveis dependências interespecíficas.

Gerar informações sobre *A. tristis* e seus polinizadores, hábitos, dinâmica populacional e interações com o meio ambiente é uma ferramenta importante para identificar as vulnerabilidades destes organismos diante das transformações na paisagem, decorrentes dos distúrbios nos ambientes, e propor ações regeneradoras com um manejo adequado. Estas ações fomentarão a produção racional de sementes com consequente melhora na oferta de forragem e suporte para a pecuária.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Os campos no Rio Grande do Sul e contexto atual

Os campos naturais no Rio Grande do Sul (RS) estão contidos em dois biomas. O Bioma Pampa (metade sul do estado), que abrange a maior parte do território estadual (62,6% ou 174.496 km<sup>2</sup>), e o Bioma Mata Atlântica (norte do estado) e detentor de um dos 34 *hotspots* do planeta (Myers et al., 2000). Este último é composto pelas Florestas Estacional Decidual, Estacional Semidecidual, Ombrófila Densa, Ombrófila Mista ( Floresta de Araucária) e os Campos de Cima da Serra ou Campos de Altitudes (IBGE, 2012). Estes campos montanos ocupam 4,5% do território do RS ou 12.737,5 km<sup>2</sup>, localizando-se na região nordeste do estado.

As terras dos campos historicamente foram a base dos assentamentos humanos, que realizaram intervenções diversas nestes ecossistemas. A intensificação dos distúrbios antrópicos ocorreu com a chegada dos primeiros colonizadores europeus. Tal escalada está diretamente ligada a expansão das atividades agropecuárias, associadas ao emprego do fogo e novos insumos, como os agroquímicos, introdução de espécies exóticas (invasão biológica), pastejo intensivo, legislações e políticas públicas distorcidas. No conjunto esses fatores tem promovido a quebra da resiliência do sistema, induzindo a degradação ambiental (Overbeck et al., 2007), com perda de biodiversidade.

## 2.2. Os Campos de Cima da Serra

A região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra está localizada nas partes mais elevadas do RS, alcançando até 1.398 m nas escarpas orientais do planalto. Os principais municípios da região são Vacaria, Bom Jesus, São Fransisco de Paula e Cambará do Sul (Boldrini, 1997). O clima é classificado como Cfb (temperado), com média anual de 14,5 °C. A formação de neblina é frequente e ocasionalmente ocorre neve. Possui precipitação média anual de 2.252 mm, com chuvas bem distribuídas no ano (Bond-Buckup, 2008).

Os solos são predominantemente de rochas vulcânicas. Os mais comuns correspondem às classes Cambissolos Húmicos e Hísticos e Latossolos Brunos de altitude. Caracterizam-se por serem solos rasos (afloramentos rochosos), ácidos, com elevados teores de alumínio (Streck et al., 2008).

A vegetação é composta na maioria, por Poacea cespitosas e diversas Fabaceae tais como: *Macroptilium prostratum*, *Trifolium riograndense*, *Lathyrus pratensis*, *Galactia neesii*, *Tephrosia adunca*, *Lupinus paranensis*, *Adesmia ciliata* e *A. tristis* (Boldrini, 2009). É tida como uma região com elevado nível de endemismo (Conama, 1993). Apesar dos fortes distúrbios sofridos na escala espaço-temporal, ainda encontram-se espaços com grande biodiversidade, na qual muitas espécies coevoluiram constituindo uma perfeita associação mutualística (Imperatriz-Fonseca et al., 2004).

### 2.3 *Adesmia tristis* Vogel

Atualmente o gênero *Adesmia* está classificado na tribo Dalbergieae *lato sensu* (Klitgaard & Lavin, 2005) com distribuição no Chile, Argentina, Bolívia, Peru, Uruguai e Brasil (Burkart, 1967; Miotto & Leitão Filho, 1993; Parera, 2003). Possui cerca de 230 espécies endêmicas do sul da América do Sul. Novas espécies vem sendo reveladas pela pesquisa, implicando no aumento desse número (Mihoc et al., 2006; Ulibarri & Simpson, 2010; Iganci & Miotto, 2011).

No Brasil são reconhecidas 18 espécies nativas e uma variedade. Todas estão restritas aos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Miotto & Leitão Filho, 1993), em função das características edafo-climáticas desta região do país. As espécies estão incluídas no subgênero *Adesmia* e distribuídas em quatro séries (*Subnudae*, *Bicolores*, *Psoraleoides* e *Muricatae*). A série *Psoraleoides* é endêmica do Brasil e apresenta 11 espécies, algumas restritas às regiões montanhosas (Miotto & Waechter, 1996), dentre elas, *A. tristis*. Tal espécie, juntamente com *A. ciliata*, são as componentes do gênero de maior área de ocorrência no Brasil (Miotto & Leitão Filho, 1993).

*Adesmia tristis* possui um grande potencial forrageiro no sistema pecuário da região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra (Vicenzi, 1998; Miotto & Leitão Filho, 1993), pertencendo a lista das plantas do futuro (Coradin et al., 2011). Esta espécie se caracteriza por ser muito resistente a solos com altos teores de alumínio, baixos níveis de fósforo (Milan et al., 1991), possuir excelente nodulação (Vidor & Neto, 1992), e disponibilizar fitomassa aérea no período de inverno. A estação fria é carente em forragem de qualidade, necessitando de suporte forrageiro (Coelho et al., 2002).

A distribuição de *A. tristis* no ambiente é extensa. Abrange campos gramíneos, subarbustivo a densamente arbustivo, locais secos a subúmidos, pantanosos ou pedregosos (Miotto & Leitão Filho, 1993). As sementes da planta apresentam arranjos estruturais envolvendo tecidos (traqueóides e astro esclereídes) que promovem grandes espaços intercelulares, possibilitando um maior gradiente de adaptação no ambiente quanto ao teor de umidade (Ferreira et al., 2011). É possível encontrar *A. tristis* em locais perturbados (margens de estradas), vegetação campestre grosseira e nas bordas de mata mista, com altitudes entre 500 a 1.300m.

Quanto à fenologia, é uma planta que floresce de outubro a abril, concentrando-se nos meses de dezembro e janeiro. A frutificação ocorre de novembro a maio, concentrando-se nos meses de dezembro e janeiro (Miotto & Leitão Filho, 1993). Segundo Coelho & Battistin (1998a), a ocorrência de florescimento se dá nos meses de setembro a outubro, prolongando-se até dezembro. Scheffer-Basso et al. (2005) realizaram um experimento com *A. tristis*, na região de Passo Fundo RS, onde o transplante das mudas com duas folhas definitivas ocorreu em 22/5/2000. Observaram que o primeiro florescimento pleno ocorreu a partir de janeiro de 2001 (oito meses após transplante). Esta variabilidade de períodos está atrelada a grande amplitude que a espécie possui nos campos montanos, traduzido em reflexos na sua fenologia de acordo com os mosaicos climáticos dos Campos de Cima da Serra.

É um arbusto hiberno-primaveril decumbente, ascendente a ereto com muitas ramificações, podendo atingir 1,5 m de comprimento (Miotto &

Leitão Filho, 1993). A raiz é axial lenhosa, engrossada e ramificada. O caule é lenhoso com ramos sublenhosos, mais débeis e híspidos. As folhas são paripenadas com folíolos opostos a alternados. Durante o verão, *A. tristis* fica com poucas folhas que reaparecem no outono, em grande número. A inflorescência é composta por racemos simples, multifloros, laxifloros. O pedúnculo e ráquis floral apresentam pubescência, as brácteas são oval-triangulares, conduplicadas, com 1,5-3,5 mm de comprimento; pedicelo ereto, mesmo após a antese, com poucos tricomas glandulares. As flores são pequenas de coloração amarela e estandarte com estrias purpúreas (guias de néctar). Possui 10 estames livres; anteras oblongas ou elípticas, uniformes, com 0,5 mm de comprimento, cinco dorsifixas e cinco subdorsifixas, alternadamente (Miotto & Leitão Filho, 1993). Ovário é reto, estreito, cilíndrico, séssil, seríceo-canescente. O estilete é engrossado, muito mais longo e formando um ângulo reto com ovário, glabro ou poucos tricomas na base. Os frutos são hemicraspédios eretos, marrom-escuros, com (2-8) artículos suborbiculares, com 2,5 – 3,0 mm de comprimento por 1,8 – 2,6 mm de largura. Os artículos são deiscentes quando o fruto está maduro. As sementes são diminutas, com média de 1,53 mm de comprimento (variação de 1,30 a 1,80 mm), 0,84 mm de espessura (variação de 0,56 a 1,05 mm) e 1,43 mm de largura (variação de 1,24 a 1,66 mm) (Ferreira et al., 2011). As sementes são consideradas ortodoxas e possuem massa de 1.000 sementes equivalente a 1,31 g. A superfície do tegumento é brilhante, com a coloração variando da cor palha (pouco frequente) a cor marmoreada castanho-claro (mediano) até a

grande maioria de marmoreado castanho-escuro, o mais comum (Ferreira et al., 2011).

Os diásporos apresentam dormência tegumentar (arranjos em paliçadas das macroesclereídes e osteosclereídes), potencializados por parênquimas taníferos na região hilar (Ferreira et al., 2011). Para superar a dormência, o método mais eficiente é a escarificação mecânica (99%), podendo-se usar também o tratamento térmico (50%) (Montardo et al., 2000). A dormência é um atributo de adequação ambiental importante, onde a germinação é distribuída na escala espaço-temporal (Popinigis, 1977).

Em programas de melhoramento é imprescindível o conhecimento da forma de reprodução (Valls, 1988; Borém, 1997). As espécies de *Adesmia* apresentam baixa assimetria intracromossômica (0,22 a 0,37) e índices centrométricos maiores que 39, com predominância de cromossomos metacêntricos, reveladores de espécies com cariótipos simétricos (Coelho & Battistin, 1998a). *A. bicolor* possui grande simetria cariotípica, indicando ser uma das espécies mais primitivas do gênero. *Adesmia tristis*, espécie diplóide (Coelho & Battistin, 1998a), aparenta ser, evolutivamente, uma das mais recentes por apresentar baixa simetria cromossômica (Stebbins, 1971; Coelho & Battistin, 1998a).

Em estudo de cortes de fitomassa aérea de *A. tristis*, Scheffer-Basso et al. (2005) constataram variabilidade intraespecífica para altura de plantas, com variação de 0,93 m a 1,214 m. Os índices meióticos e as estimativas da viabilidade dos grãos de pólen em *A. securigerifolia*, *A. riograndense*, *A. latifolia*, *A. bicolor*, *A. incana*, *A. punctata* e *A. tristis* (com  $2n = 2x = 20$

cromossomos) encontram-se a partir de 89% (*A. latifolia*) até mais de 95% em *A. tristis* (Coelho & Battistin, 1998 b). Estes dados indicam que estas espécies são meioticamente estáveis e potencialmente férteis. Há possibilidades de seu uso em programas de seleção, e produção de sementes viáveis.

Em um estudo para determinação do modo de reprodução de 15 espécies brasileiras de *Adesmia* DC, Tedesco et al. (2000), constataram que *A. tristis* se reproduziu quase que exclusivamente por fecundação cruzada, sendo possível a ocorrência de mecanismos de autoincompatibilidade.

#### **2.4 Abelhas como agentes da polinização**

As abelhas são tidas como os polinizadores mais eficientes das plantas com flores, respondendo por 90% do sucesso reprodutivo destas e, sendo fundamental nas culturas agrícolas (Shipp et al, 1994). No mundo são descritas mais de 20.000 espécies de abelhas, distribuídas em nove famílias (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae, Dasypodidae, Meganomiidae, Melitidae e Stenotritidae). As cinco primeiras da lista estão representadas dentre as 5.000 abelhas nativas do Brasil (Roubik, 1989; Michener, 2000; Silveira et al., 2002). Grande parte dessas abelhas tem hábitos solitários e outras possuem baixo grau de organização social. No Brasil cerca de 300 espécies possuem características de colônias sociais (Silveira et al., 2002).

A interação dos polinizadores com os vegetais alogâmicos permite a perpetuação das espécies. O rompimento destas interrelações pode funcionar como um agente deletério em um ecossistema. O processo meiótico induz a

recombinação gênica com promoção da variabilidade na formação de novos genótipos (Frankel & Galun, 1977; Laroca, 1995; Karasawa, 2009). Com a eliminação das abelhas, os principais polinizadores, mudanças profundas ocorreriam no padrão da vegetação com empobrecimento florístico (Kerr et al., 2001). Na cidade de Uberlândia, MG, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud (madre-de-cacau), planta utilizada para sombrear cacau, produziu uma média de 600 sementes em sistema de polinização aberta. Isolada das abelhas, a produção de sementes dessa espécie foi de apenas 10 unidades e seu valor adaptativo passou de 1,0 para 0,017 (Kerr, 1997). Em uma relação mutualística, o desaparecimento de uma das espécies corre o risco de causar reflexos no valor adaptativo da remanescente. O serviço ecológico dos polinizadores, principalmente das abelhas, em toda a biosfera, tem sido estimado em 33 trilhões de dólares ao ano (Constanza et al., 1997). Necessita-se de uma nova visão biofísica que leve em conta princípios e leis naturais formando um novo conceito de economia ecológica (Constanza, 1991). Na essência, a sustentabilidade ecológica deve ser vista como manutenção de estoques físicos do capital natural (Daly, 2002).

As abelhas nativas eram conhecidas pelos índios antes da chegada dos colonizadores no Brasil, os quais utilizavam seus subprodutos como alimento ou matéria-prima para impermeabilização e confecção de utensílios (Aidar, 1996). Apesar do grande número de espécies silvestres de abelhas, em 1838 o padre Manoel Severino introduziu *Apis mellifera iberica* no Rio de Janeiro com o intuito de produzir velas, a partir de cera, para as missas da corte (Kerr et al., 2001). No Rio Grande do Sul, a abelha doméstica *A. mellifera*

*ligustica* foi introduzida em 1879 pelo imigrante Frederico Augusto Hanemann (Wiese, 2005). Com manejo conhecido e de fácil exameação, se difundiu por todo o país. Por ser uma espécie exótica, com amplos limites ecológicos e aspecto generalista no meio ambiente (Machado et al., 2010), mantém com as plantas nativas, interação de protocooperação (Gliessman, 2001), não sendo obrigatório para a sobrevivência vegetal. Contudo, as abelhas nativas coevoluíram com as espécies botânicas desses ecossistemas, surgindo diversas interações mutualísticas (benefício recíproco e essencial).

## **2.5 A polinização no gênero *Adesmia***

Nos campos do RS, a florística é composta, dentre outras famílias por: Poaceae, Fabaceae, Asteraceae, Amarantaceae, Apiaceae, Campanulaceae, Ephendraceae, Myrtaceae e Verbenaceae (Pillar & Boldrini, 1996), que servem de abrigo e compõem a cadeia alimentar, também, da fauna apícola, com estreita dependência para manutenção das espécies.

Os estudos a respeito dos polinizadores naturais em *A. tristis* são inexistentes. Os principais polinizadores do gênero *Adesmia* são abelhas solitárias representantes das famílias Andrenidae, Apidae, Colletidae e Megachilidae (Chiappa et al., 2000; Camacho & Franke, 2008; Forcone & Muñoz, 2009; Smith-Ramírez & Ramírez, 2010). Em *A. latifolia*, os polinizadores que visitaram com mais frequência suas flores foram *Megachile* sp. (87%) e *Centris* sp. (13%) (Camacho et al., 2004). *Apis mellifera*, apesar de visitar a flor, não foi eficiente na polinização em função das abelhas coletarem néctar entre o cálice e a corola, roubando néctar (Camacho et al., 2004). Na

Patagônia, algumas espécies de *Adesmia* foram registradas quanto ao seu teor de néctar, um dos principais atrativos para os polinizadores (Forcone & Galetto, 1997).

Nas flores das espécies do gênero *Adesmia*, os órgãos reprodutivos estão protegidos pelos antófilos. Faz-se necessário uma tensão nas pétalas por parte do visitante floral, para a coluna estaminal ceder, expondo o estigma e os grãos de pólen, possibilitando a polinização (Raju, *et al.*, 2006). Este processo é conhecido como “*tripping*”. No ato da visitação do inseto polinizador na flor, os fatores tamanho e peso do inseto em relação a flor são de fundamental importância para habilitar, quando do contato, tensão suficiente na coluna estaminal para se processar o “*tripping*” (Peirre *et al.*, 1999 e Aouar-Sadli *et al.*, 2008). *Apis mellifera* não se mostra hábil para realizar esta tarefa.

A família Megachilidae, detentora de espécies que visitam flores de *Adesmia* sp, é subdividida nas subfamílias Fideliinae e Megachilinae. Fideliinae ocorre em regiões semiáridas da Ásia, África e América do Sul. No Brasil há registro apenas do grupo Megachilinae (Silveira *et al.*, 2002). Estas abelhas carregam pólen apenas no abdômen, em uma escopa ventral e utilizam na construção dos seus ninhos, pedaços de folhas e resinas vegetais (Silveira *et al.*, 2002). Esta subfamília por sua vez é dividida em três tribos: Lithurgini, Anthidiini e Megachilini. O gênero *Megachile* é representado no RS por 52 espécies (Wittmann & Hoffman, 1990). A nidificação geralmente ocorre em barrancos ou em cavidades pré-existent de tronco de árvores mortas ou qualquer outro substrato como tijolos vasados, inclusive ninhos abandonados de outras espécies de abelhas (Almeida *et al.*, 1997). Na América do Norte, a

abelha *M. rotundata* é intensamente manejada e considerada como o principal polinizador da alfafa (Pitts-Singer & Cane, 2011). As fêmeas dessas abelhas são mais eficientes que os machos na operação do *tripping* (Shebl et al., 2008).

No Rio Grande do Sul, em estudo preliminar, *M. apicipennis* apresentou potencial para o manejo a partir de populações silvestres. Esta espécie possui nidificação gregária, aceita substratos artificiais e desenvolve atividades de vôo em sincronia com a floração de alguns cultivos de interesse econômico-ambiental (Blochtein, 1989).

O segundo grupo de abelhas solitárias visitantes de *Adesmia* no RS pertence ao gênero *Centris* (Apidae). São cerca de 250 espécies de abelhas solitárias coletoras de óleos florais, com grande diversificação e restritas às Américas (Ramalho & Silva, 2002). Algumas espécies de *Centris* são gregárias, podendo ser encontradas nas regiões temperadas da América do sul (Silveira & Campos, 1995). O forrageio por néctar é mais generalista do que pólen e óleo, havendo preferência por Caesalpiniaceae, Fabaceae e Malpighiaceae (Aguiar et al., 2003). Em um estudo de *Centris* no Chile constatou-se que as espécies *C. nigerrima*, *C. toroi* e *C. chilensis* visitam *Adesmia glutinosa*, *A. pedicellata* e *A. verrucosa* (Vivallo et al., 2003). Esta informação reforça a possibilidade de interação semelhante entre espécies de *Centris* e *Adesmia* no RS. Nas regiões de restingas costeiras e áreas de dunas arenosas do RS foram observadas sete espécies de *Centris* sp (Viana & Alves-dos-Santos, 2006).

As preferências de cavidades para nidificação são semelhantes a do gênero *Megachile* (Aguiar & Garófalo, 2004). As Abelhas *Centris* são muito

rápidas no vôo e polinizadoras efetivas, permanecendo poucos segundos em cada flor (Teixeira & Machado, 2000). No ambiente, normalmente as populações de *Centris* sp. são pequenas (Aguiar & Martins, 2003; Aguiar & Zanela, 2005; Aguiar et al., 2006).

Outros grupos de abelhas são da família Andrenidae, que apresentam preferência por locais mais secos. No Brasil, a maior parte está contida na subfamília Panurginae, destacando-se os gêneros *Anthrenoides*, *Panurginus*, *Callonychium*, *Panurgillus*, *Psaenythia*, *Parapsaenythia* e *Cephalurgus*. Possuem língua curta e normalmente fazem ninhos no solo (Silveira et al., 2002).

Halictidae é uma família diversificada no Brasil, concentrando-se no sul do país, apresentando uma cor metálica (verde, azul, negro a avermelhado). Dependendo da espécie apresenta vários níveis de sociabilidade (solitárias a subsocial). Como exemplo de gêneros comuns no sul e sudeste do Brasil tem-se: *Augohlora*, *Augohlorella*, *Augochloropsis*, *Dialictus*, *Pseudagapostemon*, *Neocorynura* (USP, 2012).

Colletidae também é uma família de abelhas solitárias com diversidade na Austrália e regiões frias da América do Sul. No sul do Brasil são conhecidas 44 espécies, muitas delas presentes na floresta de Araucária (USP, 2012).

Para que haja sustentabilidade nas atividades pastoris dos Campos de Cima da Serra é necessária a atuação previdente do homem, contemplando de forma harmônica as dimensões econômicas, sociais e ambientais. Estas ações fomentarão a produção racional de sementes com conseqüente melhora

na oferta de forragem e suporte para a pecuária. A utilização e manejo de espécies nativas dos campos possibilitará um processo auto-sustentável de acordo com a premissa da Iniciativa Brasileira de Polinizadores, no âmbito da Iniciativa Internacional para a Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores e da Convenção sobre Diversidade Biológica, da qual o Brasil é signatário.

Este trabalho está estruturado na forma de artigos científicos, em número de seis, com apresentação em capítulos. O capítulo I corresponde a introdução, revisão bibliográfica, hipótese e objetivos. Do capítulo II ao VII, estão inseridos os artigos (um por capítulo). O capítulo VIII consta das considerações finais, no capítulo IX estão as referências bibliográficas do capítulo I, no capítulo X consta os apêndices e finalizando no capítulo XI o *vita*.

### **3. HIPÓTESE**

O manejo racional de *Adesmia tristis*, conjuntamente com seus polinizadores nativos, nos Campos de Cima da Serra fomenta uma maior produção de sementes com sustentabilidade das espécies envolvidas no ecossistema.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Geral

Gerar conhecimentos sobre *A. tristis* e as interações com seus polinizadores, para subsidiar formas de manejos sustentáveis, visando a produção racional de sementes.

### 4.2 Específicos

- Estudar a biologia floral em *A. tristis* e avaliar as interações entre a planta e seus polinizadores.
- Conhecer os aspectos morfo-fenológicos e os componentes do rendimento de sementes em *A. tristis*.
- Avaliar a produção do néctar nupcial, sua dinâmica e relacionamento com as variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar.
- Avaliar a relação pólen/óvulo no sistema reprodutivo de *A. tristis*.
- Comparar a relação semente/óvulo sob o efeito de grupos de abelhas com nichos diferenciados no perfil vertical em *A. tristis*.
- Analisar a eficiência da relação semente/óvulo como índice auxiliar nas avaliações do déficit de polinização.
- Analisar a morfo-anatomia de sementes de *A. tristis* para subsidiar a compreensão do fenômeno de dormência nos referidos diásporos.
- Avaliar o tamanho e o padrão de distribuição do banco de sementes do solo de *A. tristis* no meio ambiente.

- Avaliar as consequências de mortes de plantas na dispersão da espécie.

- Estudar a interferência do pH do solo na estimulação do banco de sementes do solo de *A tristis*.

## CAPÍTULO II

## Biologia floral de *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae) e interações com insetos polinizadores<sup>1</sup>

Nadilson Roberto Ferreira,<sup>2</sup> Lucia Brandão Franke<sup>3</sup> e Betina Blochtein<sup>4</sup>

RESUMO: *Adesmia tristis* Vogel é uma espécie endêmica dos campos de altitude no Sul do Brasil, com potencial forrageiro para esta região. O objetivo do trabalho foi estudar a biologia floral de *A. tristis* e avaliar as interações entre a planta e seus polinizadores. O estudo ocorreu entre novembro de 2009 e dezembro de 2010 no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata/PUCRS, localizado no Planalto das Araucárias no município de São Francisco de Paula, RS. Avaliou-se a antese, frequência, comportamento, identidade e fidelidade floral dos polinizadores e a taxa de fertilidade natural em *A. tristis*. A antese das flores ocorreu no período de dois dias, sendo seus polinizadores abelhas solitárias. Os polinizadores pertencem as famílias Megachilidae e Andrenidae. O pico de visitação ocorreu ao meio dia. *Apis mellifera* visita flores de *A. tristis*, rouba néctar e não poliniza. A umidade relativa do ar apresentou grande influência na frequência dos polinizadores. Há indícios de déficit de polinização nas condições do estudo. Na fidelidade floral, o pólen de *A. tristis* foi dominante nos polinizadores estudados.

Palavras-chave: abelhas, antese, déficit de polinização, fidelidade floral, potencial forrageiro.

---

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada a UFRGS, PPG em Zootecnia;

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, MSc., doutorando em Zootecnia UFRGS. Pç. Conde de Porto Alegre, 77/97 Centro - 90020-130 - Porto Alegre, RS, [nr.ferreira@uol.com.br](mailto:nr.ferreira@uol.com.br) (autor para correspondência);

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Porto Alegre, RS, [lfranke@ufrgs.br](mailto:lfranke@ufrgs.br);

<sup>4</sup> Bióloga, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Faculdade de Biociências/ Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos naturais – PUCRS, Porto Alegre, RS, [betinabl@pucrs.br](mailto:betinabl@pucrs.br).

**Floral biology of *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae) and interactions with pollinators**

ABSTRACT: *Adesmia tristis* Vogel is an endemic species from altitude fields in southern Brazil with forage potential for this region. The objective was to generate knowledge on floral biology in *A. tristis* and evaluate the interactions between plants and their pollinators for the rational management and sustainable support in livestock. The study was conducted between November 2009 and December 2010 at the Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza - Pró-Mata/PUCRS, located on the Plateau of Araucaria in the town of São Francisco de Paula, RS. We evaluated the anthesis, frequency, behavior, identification and floral fidelity of pollinators and natural fertility rate in *A. tristis*. The anthesis of flowers lasted two days and their pollinators were solitary bees, emphasizing the family Megachilidae and Andrenidae. The peak visitation occurred at noon. *Apis mellifera* visiting *A. tristis*' flowers steals nectar and no pollinates them. The relative humidity has a great influence on the pollinators' frequency. There was evidence of pollination deficit in that work. In the floral fidelity *A. tristis*' pollen was dominant.

Key words: anthesis, bees, floral fidelity, forage potential, pollination deficit.

## Introdução

A região dos Campos de Cima da Serra, localizada no Sul do Brasil, é rica em espécies nativas pertencentes a família Fabaceae. Mantém uma extensa cadeia alimentar na qual estão inseridos muitos polinizadores que interagem diretamente na manutenção dos recursos forrageiros. Apesar dos distúrbios antrópicos, ainda possui grande biodiversidade, com muitas associações mutualísticas (Imperatriz-Fonseca et al., 2007). Este fenômeno é evidenciado nos processos da polinização. Para as plantas alógamas, a polinização é de fundamental importância, induzindo a variabilidade na formação de novos genótipos (Loss et al., 2006; Jabis et al. 2011). A possível perda de polinizadores nativos provocaria mudanças profundas no padrão da vegetação e empobrecimento florístico (Kerr et al., 2001).

O gênero *Adesmia* pertence a tribo Dalbergieae *lato sensu* (Klitgaard & Lavin, 2005) e destaca-se pelo seu potencial forrageiro. Tal gênero possui mais de 230 espécies endêmicas do sul da América do Sul (Miotto & Leitão Filho, 1993; Parera, 2003). Este número vem aumentando com a revelação de novas espécies (Mihoc et al., 2006; Ulibarri e Simpson, 2010; Iganci & Miotto, 2011).

Atualmente são reconhecidas no Brasil 18 espécies nativas e uma variedade. Todas estão localizadas na Região Sul do país em função das características edafo-climáticas. Estas espécies estão distribuídas em quatro séries (*Subnudae*, *Bicolores*, *Psoraleoides* e *Muricatae*). A série *Psoraleoides* é endêmica do Brasil e detém algumas espécies restritas às regiões montanhosas (Miotto & Waechter, 1996). *Adesmia tristis* pertence a esta série.

É um arbusto ascendente decumbente com muitas ramificações, encontrando-se em altitudes entre 500 m e 1.300 m (Miotto & Leitão Filho, 1993). Dentro da região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra é uma planta com grande amplitude ecológica (Ferreira et al., 2011).

A inflorescência é composta por racemos simples, multifloros, laxifloros. O florescimento ocorre no período de outubro a abril, concentrando-se nos meses de dezembro a janeiro (Miotto & Leitão Filho, 1993). Segundo Coelho & Battistin (1998), o florescimento inicia-se entre os meses de setembro e outubro, prolongando-se até janeiro. Na região de Passo Fundo, RS, *A. tristis* floresceu em janeiro, oito meses após o transplante de mudas (maio, 2000) com duas folhas definitivas (Scheffer-Basso et al., 2005).

Apesar de seu potencial forrageiro, esta espécie ainda se encontra em estado selvagem. Há poucas informações a respeito de suas interações com os insetos antófilos, promotores da polinização. Justificativa suficiente, de acordo com a premissa da Iniciativa Brasileira de Polinizadores (Imperatriz-Fonseca et al., 2007), para o estudo. O objetivo proposto neste trabalho é conhecer a biologia floral de *A. tristis* e avaliar as interações entre a planta e seus polinizadores para definições de manejos sustentáveis da espécie.

## Material e métodos

O estudo foi realizado entre novembro de 2009 e dezembro de 2010 no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata/PUCRS com as coordenadas 29°27'-29°35'S e 50°08'-50°15'W (Bertoletti & Teixeira, 1995). A área fica localizada na borda leste da região geomorfológica do Planalto das Araucárias no município de São Francisco de Paula, RS. A altitude do local varia de 600 a 900 m, e o clima é classificado como Cfb, temperado marítimo úmido. A temperatura média anual é de 14,5°C com frequente observações de neblina. Ocasionalmente ocorre presença de neve. A precipitação média anual é de 2.252 mm, com chuvas bem distribuídas no ano (Bertoletti e Texeira, 1995; Bond-Buckup, 2008). O solo da área selecionada foi classificado em CBHa – Cambissolo Bruno Húmico álico (PUCRS, 1995) com acidez alta (pH 4,0, segundo laudo de análise de solo realizado em maio de 2008 pelo Departamento de Solos/ UFRGS), e pobre em fósforo (Streck et al., 2008). A vegetação predominante na região é constituída pelas Florestas Ombrófila Mista (Mata com Araucária), Ombrófila Densa (Mata Atlântica) e Campos de Altitude. A área experimental foi de 450 m<sup>2</sup> (15 m x 30 m), com quatro plantas por metro quadrado, totalizando 1.800 indivíduos.

O estudo da antese foi dividido em três etapas.

A primeira etapa constou em acompanhar a longevidade da flor; caracterizar as fases da antese; medir as dimensões da flor e fazer sua descrição; registrar o comprimento do estilete, filete e distância entre antera e estigma e detectar presença de néctar. Para esta etapa, foram selecionadas aleatoriamente cinco inflorescências de plantas distintas. De cada

inflorescência foram marcados seis botões florais, que foram protegidos com sacos de tecido voal, totalizando 30 botões. Para acompanhar o período de vida da flor, realizaram-se duas observações diárias durante três dias. A cada 24 h, 10 flores eram coletadas (do total das 30), para o registro dos padrões fisionômicos dos antófilos. Para o botão floral (pré-antese) adotaram-se os seguintes padrões: botões florais com a quilha visível e coloração do botão amarelo-esverdeado. Para flor aberta: pétalas amarelas com guias de néctar na cor carmim. Finalmente, para a senescência das flores: pétalas com cor desbotada, presença de manchas claras e início de murcha. As medidas de comprimento das estruturas das flores foram feitas através de um paquímetro digital, com auxílio de um microscópio estereoscópio. Para observar a presença de néctar floral, fez-se uso de microcapilares de 5 $\mu$ l e leitura da concentração de açúcares através de um refratômetro portátil Atago.

A segunda etapa do estudo da antese baseou-se na receptividade, coloração e secreção do estigma. Para esta análise, foram utilizados, inicialmente, 10 botões florais em pré-antese, com posterior uso de 10 flores por fase da antese. Após a coleta dos botões e flores, no tempo determinado, imediatamente o estigma de cada gineceu foi mergulhado em uma solução de peróxido de hidrogênio a 3% (10 volumes), em uma lâmina côncava. Com o auxílio de microscópio estereoscópio, foi verificada a formação de bolhas de oxigênio na superfície do órgão. A produção de oxigênio acusa a atividade da enzima peroxidase, evidenciando a receptividade do estigma (Dafni et al., 2005). Para definir a coloração e presença de exsudato (confirmação da

receptividade do estigma) fizeram-se observações através de um microscópio estereoscópio.

A terceira e última etapa do estudo da antese foi testar a viabilidade dos grãos de pólen. Foram utilizados dois processos: o uso de uma solução de corante carmim acético a 1% (Kearns & Inouye, 1993) e o *in vitro* (Galleta, 1983; Miranda & Clement, 1990). Coletou-se 10 flores aleatoriamente por fase da antese, totalizando 30 flores. Para cada método foram observados 1.000 grãos de pólen por lâmina. Na técnica do corante foram montadas lâminas, equivalente ao número de flores que continham os grãos de pólen extraídos das anteras. Em cada lâmina colocou-se uma gotícula do corante iniciando-se a leitura após 10 minutos. Distinguiram-se os grãos com e sem conteúdo citoplasmático ao microscópio óptico através do contraste na coloração. O pólen viável adquire uma coloração avermelhada enquanto que o inviável fica incolor. No processo *in vitro*, os grãos de pólen das anteras de cada flor foram colocados para germinar em tubos *ependorfs* de 200 $\mu$ l, identificados com a data de coleta, estágio da antese e tempo para germinação (uma, duas e quatro horas), marcados a partir da colocação dos grãos de pólen no meio de cultura. O substrato para a germinação dos grãos de pólen foi composto de 0,03% Ca (Cl<sub>2</sub>); 0,01% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 30% C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>, com pH 7,0 a 25°C. Para cessar a germinação do grão de pólen, após o tempo predeterminado, usou-se 50 $\mu$ l de formaldeído a 0,87% por *ependorf*. As amostras de pólen foram quantificadas distinguindo-se os polens germinados (presença do tubo polínico) dos não germinados através de microscópio óptico. Os grãos viáveis (germinados) foram expressos em porcentagem.

Para o estudo da frequência dos insetos polinizadores em *A. tristis*, os dados foram coletados no período de 15 a 21 de dezembro de 2009 e de 15 a 18 de dezembro de 2010 com um tempo de observação de 20 horas em quatro horários no dia: 9:00, 12:00, 14:00 e 16:00 h. Na coleta percorreu-se um transecto pré-determinado de 94 m, correspondente ao transcurso das duas bordas de maior comprimento e de uma das diagonais da área experimental, sendo a diagonal alternada a cada caminhada que se completava em meia hora. Alguns desses indivíduos foram coletados com redes entomológicas e colocados em frascos vedados e etiquetados (data e horário da captura). Cada recipiente continha pedaços de papel absorvente umedecido em acetato de etila para desativar rapidamente os polinizadores. Posteriormente, os insetos capturados foram identificados e tombados na coleção de insetos do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS. Os dados de temperatura e umidade relativa foram registrados utilizando-se um termo-higrômetro, durante o estudo da frequência dos polinizadores. A frequência dos dois grupos de polinizadores mais comuns e os elementos meteorológicos (temperatura e umidade relativa) foram analisados através de uma regressão expressando-se matematicamente tal relação.

Para o estudo do comportamento do polinizador nos antófilos, observou-se a abordagem, o tempo médio de permanência na flor e, quais os recursos coletados pelos dois grupos de abelhas de visitação mais frequente. Realizaram-se observações em quatro períodos diários de 30 minutos (paralelos ao estudo da frequência), além de filmagens (Sony HDR - XR 550V), feitas entre 15 e 18 de dezembro de 2010, das atividades das abelhas.

Durante o florescimento foi avaliada a taxa de frutificação pela polinização natural e testado o tipo de polinização que caracteriza *A. tristis*. Foram marcados, com linha vermelha, 300 botões em pré-antese, com proteção por meio de gaiolas (0,5m x 1,0m x 1,6m), revestidas com tecido voal e 300 botões com livre visitação. Após uma semana foi avaliada a formação de hemicraspédios.

A fidelidade dos dois grupos de polinizadores mais frequentes foi examinada através dos tipos polínicos carregados pelos mesmos. Foram avaliados 20 indivíduos de cada grupo, onde pequenas porções de gelatina glicerizada corada com fucsina básica foram passadas no corpo de cada abelha coletando os grãos de pólen aderidos aos pelos da mesma. A gelatina com os grãos foi posta em lâminas aquecidas em lamparinas a álcool e coberta com lamínulas seladas com esmalte incolor (para unhas) (Louveaux et al., 1978). Posteriormente, foram quantificados os grãos de pólen até 1.000 por lâmina, com o auxílio de microscópio óptico, e os resultados apresentados em porcentagem de grãos de pólen de *A. tristis*. As porcentagens se enquadraram na classificação de ocorrência de Louveaux et al. (1978), sendo: pólen dominante (> 45% do total de grãos), pólen acessório (de 15% a 45%), pólen isolado importante (3% a 14%) e pólen isolado ocasional (<3%).

## Resultados e discussão

A flor de *A. tristis* apresentou a longevidade máxima de dois dias. Sinais de senescência foram observados ao final de 48 horas da abertura (Figura 1). A antese acontece quando as anteras e estigmas se expõem aos agentes polinizadores na abertura da flor, ou pela possibilidade de visita aos órgãos reprodutivos, mesmo que protegidos por pétalas (Faegri & Van der Pijl, 1979), caso de *A. tristis*. O processo da antese foi subdividido em três fases: pré-antese, flor aberta e senescência, (Tabela 1). Na pré-antese, o estandarte possui uma cor amarelo esverdeada com presença de guias de néctar visível na parte abaxial e a quilha começa a se expor. Na flor totalmente aberta algumas características relacionadas à síndrome da melitofilia relatada por Faegri & Van der Pijl (1979) foram observados em *A. tristis*. Destacam-se a simetria zigomorfa da flor com plataformas de pouso (as asas ou alas), cor das pétalas de um amarelo vivo com a presença de guias de néctar no estandarte na cor carmim e médias de volume e conteúdo dos solutos do néctar de 0,76  $\mu$ l e 0,22 mg de açúcar/ $\mu$ L, respectivamente, na fase de flor aberta, quando mostrou atratividade para os polinizadores. Na senescência, a corola torna-se desbotada e com manchas esbranquiçadas.

O botão floral, em pré-antese, possui em média 7,3 mm de comprimento, 5,3 mm de altura e 2,7 mm de largura, evoluindo para 8,4 mm, 3,8 mm e 7,1 mm, respectivamente, na fase de plena abertura da flor. Na senescência as médias das dimensões foram: comprimento de 8,2 mm, altura de 3,6 mm e largura de 7,0 mm.

O estigma mostrou-se receptivo e com presença de exsudato, fato comum em Fabaceae (Dafini, 1992), na fase da flor totalmente aberta. A variação do diâmetro do estigma entre a pré-antese e antese foi de 0,18 a 0,2 mm, respectivamente e com um aspecto hialino.

Ao testar a viabilidade do grão de pólen, o método do coramento pelo carmim acético superestimou a porcentagem de grãos viáveis. Os resultados apresentaram 98,4% na pré-antese e pico de 99,5 na fase de flor aberta, culminando com 85,3 na senescência. No processo *in vitro*, os grãos de pólen apresentaram viabilidade apenas na fase de flor aberta, com 55% de grãos germinados (Tabela 1). Para o teste *in vitro*, Scorza & Sherman (1995) consideram que um bom pólen deve apresentar mais de 50% de grãos germinados e com tubos polínicos bem desenvolvidos. Tal método mostra-se mais acurado, concordando com Einhardt et al. (2006).

O néctar só mostrou-se disponível e com visitação dos insetos antófilos quando a flor se encontrava na fase aberta, fato não ocorrido na fase de senescência da flor (após 48 h).

A distância entre as anteras e o estigma foi de 1,31 mm, na pré-antese diminuindo para 1,26 mm quando a flor apresentou-se plenamente desenvolvida. O estilete com 6,93 mm e os filetes com 5,68 mm de comprimento na pré-antese, passaram para 9,55 mm e 8,63 mm respectivamente (Tabela 1). O estilete sempre apresenta um ângulo em torno de 90° com o prolongamento do ovário na flor aberta, concordando com Miotto & Leitão Filho (1993). Outro ângulo, com variação de 130° a 140°, é formado entre o corpo do estilete e sua parte terminal quando se une ao estigma.

Todos os visitantes florais registrados em *A. tristis* são abelhas. Das cinco famílias de abelhas ocorrentes no Brasil quatro possuem representantes que visitam *A. tristis* distribuídas entre as 10 espécies observadas (Tabela 2). A ordem de frequência foi: Megachilidae (66,1%), Andrenidae (24,4%), Apidae (8,3%) e Halictidae (1,2%). Excetuando a espécie exótica *Apis mellifera* (Apidae), todas as demais abelhas possuem hábito solitário, com rudimentos diversos no gradiente de sociabilidade. *Adesmia tristis* sendo fonte de recursos para um grande número de polinizadores nativos contribui com a manutenção da riqueza biológica dos campos de altitude demonstrando ser uma das espécies-chave do referido ecossistema. Observou-se que as visitas às flores iniciavam-se em torno das nove horas. Este horário tardio estava condicionado a limitação imposta pelo forte orvalho da noite, deixando muitas gotículas de água sobre a vegetação, dificultando a abordagem dos polinizadores. O pico de frequência ocorreu às 12h (Figura 2) declinando com o entardecer, período com ocorrência de neblinas repentinas frequentes.

A relação envolvendo a frequência de indivíduos da família Megachilidae e a temperatura do ambiente foi representada por um intervalo da curva de uma regressão quadrática, obedecendo à predição, segundo o modelo de regressão. A temperatura respondeu por 46% das variações ocorridas ( $p = 0,0002$ ) (Figura 3). As visitas dessas abelhas às flores de *A. tristis* ocorreram a partir dos 15 °C. Quanto a umidade relativa do ar, a curva respondeu por 58% das variações na frequência ( $p = 0,0005$ ), sendo mais determinante que a temperatura (Figura 4). As condições meteorológicas que mais se adequaram a visitação de Megachilidae, dentro dos intervalos

ambientais observadas, foram de 25 a 27 °C para temperatura, com umidade relativa do ar de 59 a 65%. Isto correspondeu ao período do dia entre 11 e 14 h.

Para as abelhas representantes da família Andrenidae, o padrão da interação temperatura ambiental *versus* frequência nas flores de *A. tristis* foi um intervalo da curva de uma regressão cúbica, respeitando-se os princípios da predição. Tal variável respondeu por 50% da frequência das abelhas ( $p = 0,0093$ ) (Figura 5). Ao analisar-se a curva de regressão quadrática quanto à umidade relativa, observou-se que a umidade respondeu por 49% da variação da presença das abelhas em flores de *A. tristis* ( $p = 0,0039$ ) (Figura 6). Nesse caso, os efeitos das variáveis foram equivalentes. A temperatura apresentou dois picos de aumento de frequência um próximo aos 19 °C e outro a partir dos 26 °C. É possível que outras variáveis não mensuradas tenham interferido no processo. Quanto a umidade relativa as menores frequências na Família Andrenidae situaram-se na faixa de 65 a 70%. Confrontando-se os dois grupos de abelhas percebe-se que há uma interpenetração nas condições de forrageamento, acarretando possível competição interespecífica.

A umidade relativa possui muita influência na frequência dos visitantes florais para aquelas condições micro climáticas, caracterizadas por neblinas frequentes e densas. A massa de ar carregada de umidade, vinda do oceano ao encontrar o topo do planalto frio, forma densa camada de neblina. Este fenômeno ocorre principalmente no período da tarde, interferindo na atividade de vôo dos polinizadores. Em estudos na mesma região geomorfológica, Cunha & Blochtein (2003) relataram a interferência da neblina

na atividade de forrageamento de *Monoeca xathopyga* (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini).

Normalmente o néctar destaca-se dentre os recursos florais disponíveis para os polinizadores. Em *A. tristis*, os insetos antófilos necessitam de especialização para a coleta de tal recurso, em função da morfologia floral. Isto implica em seletividade dos mesmos. O tempo de visita por flor e a eficiência na extração de néctar é função do comprimento da probóscide e da amplitude da corola (Harder, 1983). Megachilidae e Andrenidae foram as duas famílias mais importantes na promoção da polinização. Tanto as abelhas representantes da família Megachilidae como Andrenidae começavam a visita com um sobrevôo rápido, média de 1,8 segundos, em busca da flor alvo e ao abordá-la apoiavam as pernas nas alas. Na coleta do néctar, as abelhas orientavam-se pelas guias de néctar. As abelhas Megachilidae, maiores em tamanho e peso em relação à Andrenidae, praticamente montavam na quilha, deixando as pernas posteriores suspensas enquanto se alimentavam (Figura 7A). Chiappa et al. (2000) registraram comportamento semelhante de *Centris rodophthalma* em plantas do gênero *Adesmia*.

As abelhas Megachilidae, por possuírem língua comprida (abelhas sugadoras), alcançam a fonte de néctar mais rapidamente, com um tempo médio de visita de  $2,5 \pm 0,4$  segundos/flor. As abelhas Andrenidae, com porte menor e língua curta, necessitam de maiores esforços, tempo médio de visita de  $6,4 \pm 0,9$  segundos/flor. Elas pressionam as alas, na busca pela fonte do néctar, abordando a flor em posição diagonal em relação à quilha (Figura 7C). Tais esforços permitem a realização da polinização, apesar da limitação de

tamanho e peso. Nesse caso, o estigma ao se exteriorizar entra em contato com o início do abdômen, que forma com o tórax uma postura com ângulo de quase 90°.

Nas visitas para coleta de pólen, as abelhas ao forçarem continuamente as alas e quilha com as pernas, expõem primeiro o estigma que entra em contato com a parte ventral do tórax. Em seguida uma massa de pólen se exterioriza sujando a abelha. Com o auxílio das pernas anteriores, medianas e posteriores (Megachilidae) as abelhas coletam os grãos de pólen e os colocam nas corbículas (Andrenidae) ou escopa (Megachilidae) (Figura 7B e D). Os representantes da família Megachilidae foram mais hábeis nas visitas demandando menos tempo na mesma função.

Observaram-se fêmeas de Andrenidae forrageando enquanto que os machos as abordavam promovendo a cópula que em média foi de 58,6 segundos ( $n= 4$  e desvio padrão= 7,33) (Figura 7E). Esporadicamente registraram-se ainda abelhas dos dois grupos que, após o forrageio, pousavam em folhas ou ramos para descanso e limpeza do corpo. Possivelmente para a retirada do excesso de grãos de pólen aderidos aos pelos corporais. Tal comportamento foi observado em *A. mellifera* visitando flores de cebola (Witter & Blochtein, 2003).

Vale ressaltar a presença de *A. mellifera*, concorrendo com as abelhas nativas e realizando o saque de néctar através da introdução da língua entre as pétalas, na base da flor, porém sem promover a polinização (Figura 7F).

Ao testar o tipo de polinização que caracteriza *A. tristis* e a taxa de polinização natural, constatou-se o abortamento de todos os 300 botões marcados em pré-antese e protegidos de visitação. Dos 300 botões marcados com livre visitação apenas 32,7% formaram hemicraspédios. Pode-se inferir que *A. tristis* é uma planta alógama, mesmo resultado encontrado por Tedesco et al. (2000). Há suspeita de déficit de polinização naquele ambiente em função de incompatibilidade do fluxo gênico (Tedesco et al., 2000) e ou baixa frequência dos polinizadores diante da grande oferta de recursos florais (média de 542 flores/m<sup>2</sup>) para cada dois dias (período de vida da flor), com quatro plantas/m<sup>2</sup>.

A análise da carga polínica aderida aos corpos das abelhas revelou que há fidelidade floral dos dois polinizadores mais frequentes. As porcentagens de grãos de pólen aderidos ao corpo da abelha foram de 99,3% referentes *A. tristis* e 0,7% de outras espécies vegetais nos indivíduos da família Megachilidae e 92,7% e 7,3%, respectivamente, para Andrenidae. Segundo a classificação de ocorrência de Louveaux et al. (1978), o pólen de *A. tristis* foi dominante (> 45% do total de grãos) nos dois casos, sendo que para Megachilidae os grãos de pólen de outras espécies são considerados polens isolados ocasionais (<3%) e para Andrenidae isolados importantes (3% a 14%). De acordo com Slaa & Biesmeijer (2005), a fidelidade não é um padrão rígido de escolha. Ela pode sofrer influência de fatores extrínsecos ao forrageador afetando o grau da especialização. Dentre estes fatores têm-se a distância entre flores, distribuição espacial dos tipos de flores, montante das recompensas florais e número de flores disponíveis. Tal fenômeno foi

observado nas flores de *A. tristis* após precipitação prolongada, causando a adesão dos antófilos com posterior abortamento, alterando o comportamento dos polinizadores em *A. tristis* que, na falta momentânea de flores, passaram a visitar manchas de *Verbena bonariense* L. (Verbenaceae) no entorno da área experimental. Com a abertura de novas flores, as abelhas voltavam ao padrão de visitação nas plantas de *A. tristis*.

### Conclusões

As flores de *A. tristis*, após sua abertura, ficam receptivas e aptas à polinização por um período de dois dias.

Os polinizadores mais frequentes foram abelhas solitárias representantes das famílias Megachilidae e Andrenidae.

O pico de visitação dos polinizadores mais importantes ocorreu em torno do meio dia.

*Apis mellifera* visita a flor de *A. tristis*, mas aparentemente, não promove polinização, apenas realiza saque de néctar.

A umidade relativa possui maior influência na frequência dos polinizadores do que a temperatura naquele micro clima.

As abelhas representantes da família Megachilidae mostram-se ser mais ágeis na polinização em *A. tristis*, do que os representantes da família Andrenidae.

Ocorreu fidelidade floral nos dois grupos mais freqüentes (representantes de Megachilidae e de Andrenidae) em *A. tristis*.

### Referências bibliográficas

BERTOLETTI, J.J.; TEXEIRA, M.B. Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata. Termo de Referência. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia, UBEA/PUCRS**, v.2, p.1-47, 1995.

BOND-BUCKUP, G. **Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra**. Ed. Libretos, Porto Alegre, 2008, 196p.

CHIAPPA, E.; RODRIGUEZ, S.; BASCUÑÁN, R. Preferencia y manipulacion floral de *Centris rodophthalma* Perez (Hymenoptera: Anthophoridae). **Gayana**, Concepción, v. 64, n.2, p. 133-138, 2000.

COELHO, L. G. M.; BATTISTIN, A. Estudos citogenéticos em cinco espécies de *Adesmia* DC. (Leguminosae – Faboideae) nativas no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n.1, p.41-45, 1998.

CUNHA, R.; BLOCHTEIN, B. Bionomia de *Monoeca xathopyga* Harter-Marques, Cunha e Moure (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini) no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 20, n.1, p.107-113, 2003.

DAFINI, A. **Pollination Ecology**. Ed. Oxford University, New York, 1992, 250p.

DAFINI, A.; KEVAN, P.G.; HUSBAND, B.C. **Practical Pollination Biology**. Ed. Enviroquest, Cambridge, 2005, 590p.

EINHARDT, P.M.; CORREIA, E.R.; RASEIRA, M.C.B. Comparação entre métodos para testar a viabilidade de pólen de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p.5-7, 2006.

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

FERREIRA, N.R.; FRANKE, L.B.; MOÇO, M.C.C. Estudos morfo-anatômicos relacionados à dormência em *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 3, p.447-453, 2011.

GALLETA, G.J. Pollen and seed management. In: MOORE, J.N.; JANICK, J. (Eds.). **Methods in fruits breeding**. Indiana: Purdue University, 1983, p. 23-47.

HARDER, L.D. Flower handling efficiency of bumblebees: morfological aspects of probing time. **Oecologia**, Berlim, v. 57, n. 1-2, p. 274-280, 1983.

IGANCI, J.R.V.; MIOTTO, S.T. *Adesmia sessilifolia* (Fabaceae), a new species from a relictual landscape in Southern Brazil. **Phytotaxa**, Auckland, v. 26, p. 21-24, 2011.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. As abelhas e as iniciativas internacionais de polinizadores. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2004.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A.M.; GONÇALVES, L.S. A iniciativa brasileira de polinizadores e os avanços atuais para compreensão dos serviços ambientais prestados pelos polinizadores. **Biosciences Journal**, Uberlândia, v.23, p.100-1006, 2007.

JABIS, M.D.; AYERS, T.J.; ALLAN, G.J. Pollinator-mediated gene flow fosters genetic variability in a narrow alpine endemic, *Abronia alpina* (Nyctaginaceae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 98, n.12, p.1583-1594, 2011.

KEARNS, C.A.; INOUE, D.W. **Techniques for pollination biologists**. Ed. Univ. Press of Colorado, Niwot, 1993, 583p.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; SILVA, A.C.; ASSIS, M. da G.P. de. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade Amazônica – biodiversidade, pesquisa e desenvolvimento na Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n.12, p 20-41, 2001.

KLITGAARD, B.B.; LAVIN, M. Tribe Dalbergieae *sens. Lat.* In: LEWIS, G.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. (Ed.). **Legumes of the world**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2005. p. 307-335.

LOSS, A.C.C.; LEITE, Y.L.R.; LOURO, I.D.; BATITUCCI, M.C.P. Diversidade genética de populações de Maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) no estado do Espírito Santo, Brasil. **Natureza on line**, Santa Teresa, v. 4, n. 2, p.55-61, 2006.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World**, Cardiff, v. 59, n. 4, p. 139-157, 1978.

MIHOC, M.A.K.; MORRONE, J.J.; NEGRITTO, M.A.; CAVIERES, L.A. Evolucion de la serie *Microphyllae* (*Adesmia* Fabaceae) en la Cordillera de los Andes: una perspectiva biogeográfica. **Revista Chilena de Historia Natural**, Santiago, v.79, p.389-404, 2006.

MIOTTO, S.T.; LEITÃO FILHO, H.F. Leguminosa – Faboideae gênero gênero *Adesmia* DC- Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul nº 23. **Boletim do Instituto de Biociências - UFRGS**, n. 5, p.1-157, 1993.

MIOTTO, S.T.; WAECHTER, J. L. Considerações fitogeográficas sobre o gênero *Adesmia* (Leguminosa – Faboideae) no Brasil. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, Buenos Aires, v. 32, n.1-2, p. 59-66, 1996.

MIRANDA, P.A.; CLEMENT, C.R. Germination and storage of pejibaye (*Bactris gasipaes*) Palmae pollen. **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 38, n.1, p. 29-33, 1990.

PARERA, C. A.; RUIZ, M. *Adesmia subteranea* Clos germination physiology and presowing treatments. **Journal of Range Management**, Tucson, v. 56 n.3, 2003.

PUCRS. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapa pedológico** Escala local. Ed. PUCRS, Porto Alegre, 1995. Disponível: [http://www.pucrs.br/ima/promata/apresentacoes/Regis\\_Alexandre\\_L\\_ahm.pdf](http://www.pucrs.br/ima/promata/apresentacoes/Regis_Alexandre_L_ahm.pdf). Acesso em: 26-2-2011.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; VENDRUSCOLO, M.C.; CECCHETTI, D. Desempenho de leguminosas nativas (*Adesmia*) e exóticas (*Lotus*, *Trifolium*) em função do estágio fenológico no primeiro corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 34, n. 6, p.1871-1880, 2005.

SCORZA, R.; SHERMAN, W.B. Peaches. In: JANIK, J.; MOORE, J.N. (Ed.). **Fruit breeding**. New York: John & Sons, 1995, p. 325-440.

SLAA, J.; BIESMEIJER, K. Plant interface – pollinator interface: flower constancy. In: DAFNI, A.; KEVAN, P.G.; HUSBAND, B.C. **Practical Pollination Biology**. Ed. Enviroquest, Cambridge, 2005, 590p.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.

TEDESCO, S. B.; DALL'AGNOL; WITTMANN-SCHIFINO; VALLS. Mode of reproduction of Brazilian species of *Adesmia* (Leguminosae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.23, n.2, p.475-478, 2000.

ULIBARRI, E.A.; SIMPSON, B.B. Una nueva especie de *Adesmia* (Leguminosa Papilionoideae) para la Argentina. **Darwiniana**, Buenos Aires, v. 48, n. 2, p. 204-207, 2010.

WITTER, S. BLOCHTEIN, B. Efeitos da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.12, p.1399-1407, 2003.



Figura 1. Flor de *Adesmia tristis*: A - botão floral em pré-antese, B - flor plenamente aberta e C - Flor em senescência. Escala 1 : 3,5.

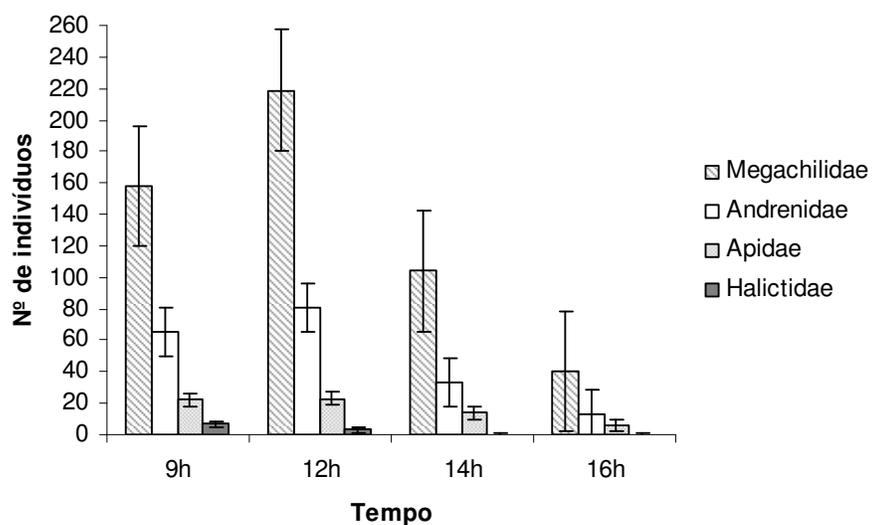


Figura 2. Visitantes florais observados em *Adesmia tristis* no período de 15 a 21 de dezembro de 2009 e 15 a 18 de dezembro de 2010, com 20 h de observação em período de 30 min a partir das 9h; 12h; 14h e 16h. Barras representam o erro padrão. Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS, Brasil.

Tabela 1. Caracterização das três fases da antese (Pré-antese, Abertura e Senescência) em flores de *Adesmia tristis*, sendo c= comprimento, a= altura, L = largura. Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS.

Fases da antese	Pré-antese	Aberta	Senescência
Corola	Botão floral com quilha visível e cor amarelo esverdeado	Flor aberta, amarela, com guias de néctar Carmim	Flor desbotada, com manchas claras e início de murchamento
Dimensões da flor (mm)	c = 7,3; a = 5,3; L = 2,7	c = 8,4; a = 3,8; L = 7,1	c = 8,2; a = 3,6 L = 7,0
Comprimento do estilete (mm)	6,93	9,55	9,55
Comprimento do filete (mm)	5,68	8,63	8,63
Distância (mm) Antera - estigma	1,31	1,26	1,26
Estigma	Não receptivo	Receptivo	Não receptivo
Exudatos no Estigma	Ausente	Presente	Ausente
Néctar	Indisponível	Disponível	Resíduo não atrativo
Viabilidade do Pólen ( <i>in vitro</i> ) (%)	43	55	32,1
Coloração com Carmim acético (%)	98,4	99,5	85,3

Tabela 2. Abelhas coletadas em flores de *Adesmia tristis* em dezembro 2009. Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS.

Família	Espécies	Nº de indivíduos/gênero
Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	4 ♀
	<i>Centris tarsata</i> Smith 1874	2 ♀
	<i>Centris tricolor</i> Friese, 1900	1 ♀
Andrenidae	<i>Anthrenoides rodrigo</i> Urban, 2005	9 ♀
	<i>Anthrenoides rodrigo</i> Urban, 2005	4 ♂
	<i>Psaenythia annulata</i> Gerstäcker, 1868	3 ♀
	<i>Psaenythia annulata</i> Gerstäcker, 1868	1 ♂
	<i>Psaenythia</i> sp.1	1 ♀
	<i>Psaenythia</i> sp.2	1 ♀
Halictidae	<i>Augochlora semiramis</i> (Schottky, 1910)	1 ♀
Megachilidae	<i>Megachile aetheria</i> Mitchell, 1930	26 ♀
	<i>Megachile aetheria</i> Mitchell, 1930	3 ♂
	<i>Megachile (Chysosaurus)</i> sp	14 ♀
	<i>Megachile (Chysosaurus)</i> sp	2 ♂
Total de abelhas		72

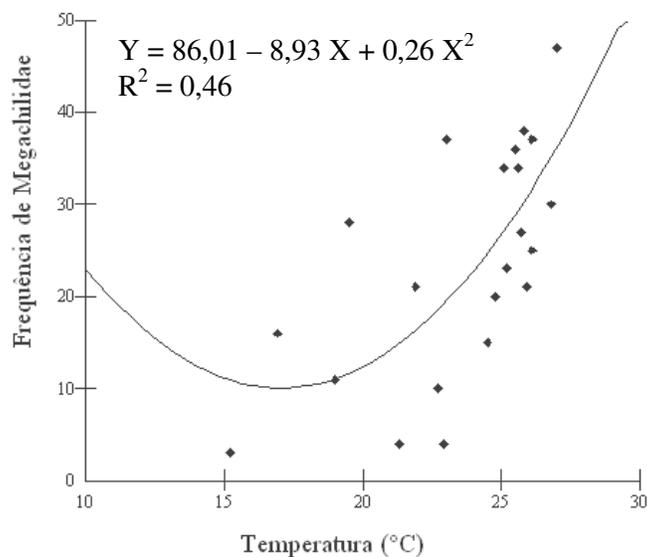


Figura 3. Curva de regressão com expressão matemática quadrática e coeficiente de determinação, relacionando a frequência de abelhas representantes da Família Megachilidae com a temperatura ambiente em flores de *Adesmia tristis*. Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS, Brasil.

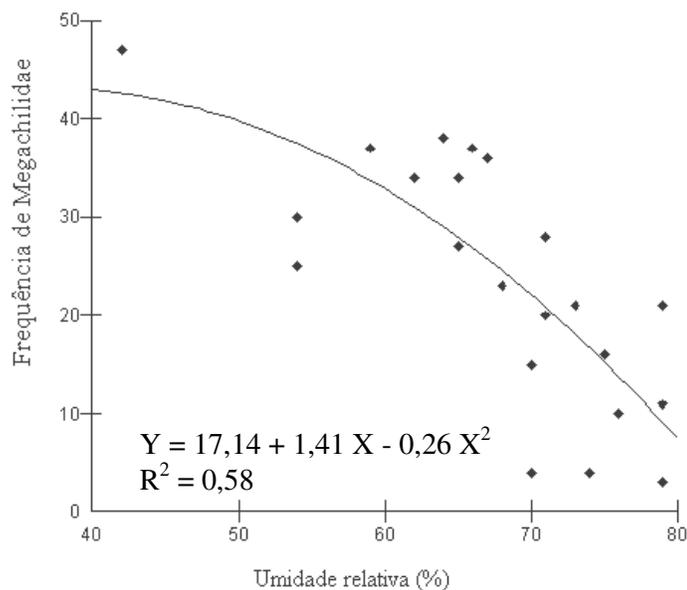


Figura 4. Curva de regressão com expressão matemática quadrática e coeficiente de determinação, relacionando a frequência de abelhas representantes da Família Megachilidae com a umidade relativa do ar em flores de *Adesmia tristis*. Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS, Brasil.

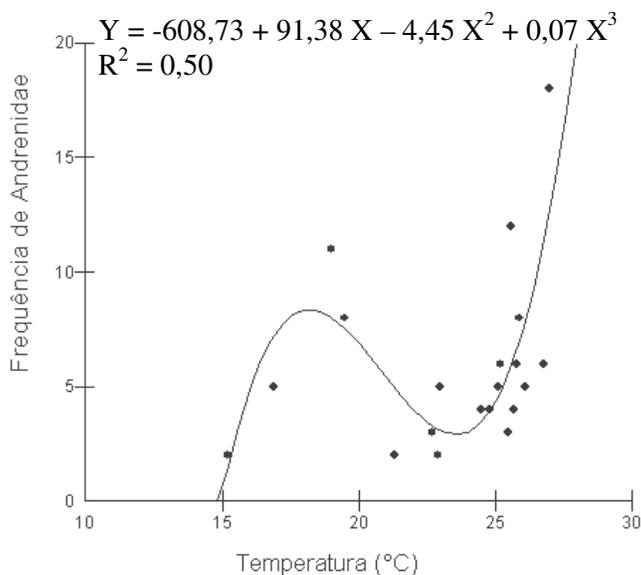


Figura 5. Curva de regressão com expressão matemática cúbica e coeficiente de determinação, relacionando a frequência de abelhas representantes da Família Andrenidae com a temperatura em flores de *Adesmia tristis*. Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS, Brasil.

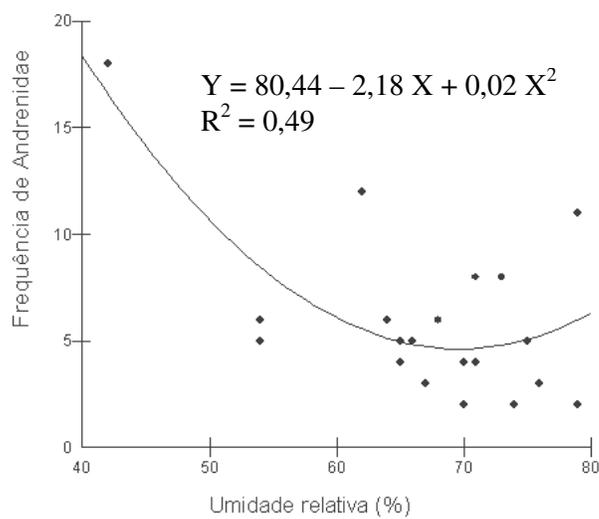


Figura 6. Curva de regressão com expressão matemática quadrática e coeficiente de determinação, relacionando a frequência de abelhas representantes da Família Andrenidae com a umidade relativa em flores de *Adesmia tristis*. Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS, Brasil.



Figura 7. Comportamento de visitantes em flores de *Adesmia tristis*. A - *Megachile* sp. coletando néctar; B - *Megachile* sp. coletando pólen; C - abelha da família Andrenidae coletando néctar; D- abelha da família Andrenidae coletando pólen; E - Cópula de abelhas da família Andrenidae durante o forrageio; F - Saque de néctar por *Apis mellifera*. Pró-Mata/PUCRS, São Francisco de Paula, RS, Brasil.

## **CAPÍTULO III**

## **Aspectos morfo-fenológicos e rendimento de sementes de *Adesmia tristis***

### **Vogel (Fabaceae)<sup>1</sup>**

Nadilson Roberto Ferreira<sup>2</sup>, Lucia Brandão Franke<sup>3</sup> e Betina Blochtein<sup>4</sup>

RESUMO: *Adesmia tristis* Vogel é uma das espécies nativas mais promissoras para uso como forrageira no ecossistema dos Campos de Cima da Serra do sul do Brasil. Tal característica justifica o presente estudo, que foi realizado no período de dezembro de 2007 a janeiro de 2010, no Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza - Pró-Mata - PUCRS, no Planalto das Araucárias, município de São Francisco de Paula, RS. Fez-se a caracterização morfo-fenológica, com elaboração da fórmula floral, quantificação dos rudimentos seminais, levantamento de fitomassa seca, taxa de polinização efetiva e analisou-se os componentes do rendimento de sementes (4,0 plantas/m<sup>2</sup>) em parcelas com e sem corte. A planta possui coroa, semelhante a um xilopódio, com gemas protegidas e o sistema radicular é axial com ramificações pouco profundas, adaptando-se a solos rasos. Na base do estandarte encontra-se uma bolsa armazenadora de néctar. Mesmo em condições meteorológicas desfavoráveis, o rendimento de fitomassa seca foi aceitável. Há indícios de déficit de polinização com reflexo direto na produção de sementes. O regime de corte foi mais efetivo na produção de sementes.

Palavras-chave: campos, fitomassa seca, gemas, polinização, xilopódio.

---

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada a UFRGS, PPG em Zootecnia;

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, MSc., doutorando em zootecnia UFRGS. Pç. Conde de Porto Alegre, 77/97 Centro, 90020-130 Porto Alegre, RS, [nr.ferreira@uol.com.br](mailto:nr.ferreira@uol.com.br) (autor para correspondência);

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Porto Alegre, RS, [lbfranke@ufrgs.br](mailto:lbfranke@ufrgs.br) ;

<sup>4</sup> Bióloga, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Faculdade de Biociências/ Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos naturais – PUCRS, Porto Alegre, RS, [betinabl@puccrs.br](mailto:betinabl@puccrs.br).

**Morpho-phenological Aspects and seed yield in *Adesmia tristis* Vogel  
(Fabaceae)**

ABSTRACT: *Adesmia tristis* is a promising native species for use as forage in Campos de Cima da Serra ecosystem in Southern Brazil. This feature justifies the present study, which was conducted between December 2007 and January 2010, in the Center for Research and Nature Conservation - Pró-Mata - PUCRS, located on the eastern edge of the plateau region geomorphology of Araucaria located in the town of São Francisco de Paula, RS. We made morphological and phenological characterization, the floral formula, seminal rudiments quantification, survey of dry biomass, rate of effective pollination and analyzes the components of seed yield (4.0 plants/m<sup>2</sup>) in plots with and without cuts. The plant has an structure like xylopodium with protected buds and the root system is shallow axial branches, adapting to the shallow soils. In the banner's bottom there is a store chamber nectar. Even in bad weather, the dry biomass yield showed potencial. There is evidence of pollination deficit with direct effect on seed production. The cutting regime was more effective in producing seeds.

Key words: buds, dry biomass, pollination, fields, xylopodium.

## Introdução

O gênero *Adesmia* pertence a tribo Dalbergieae *lato sensu* (Klitgaard & Lavin, 2005). Compõe-se de 230 espécies endêmicas do sul da América do Sul, distribuídas entre regiões do Chile, Argentina, Bolívia, Peru, Uruguai e Brasil (Miotto & Leitão Filho, 1993; Parera, 2003). A maior concentração de espécies situa-se na cordilheira chileno-andina e nas regiões semiáridas argentinas (Burkart, 1967), onde recentes estudos estão revelando novas espécies (Mihoc et al., 2006; Ulibarri & Simpson, 2010). No Brasil são reconhecidas 18 espécies e uma variedade (Iganci & Miotto, 2011). Todas estão incluídas no subgênero *Adesmia* e distribuídas em quatro séries (*Subnudae*, *Bicolores*, *Psoraleoides* e *Muricatae*), restritas aos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Miotto & Leitão Filho, 1993). A série *Psoraleoides* é endêmica do Brasil e apresenta 11 espécies, a mais recente sendo *A. sessilifolia* (Iganci & Miotto, 2011).

*Adesmia tristis* está incluída na série *Psoraleoides* e junto com *A. ciliata* são as de maior área de ocorrência no Brasil. É uma espécie endêmica e com potencial forrageiro (Overbeck et al., 2007). Está citada na lista das espécies nativas com atributos para serem utilizadas pelo homem no futuro, de acordo com o Programa de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Pró-bio) (Coradin et al., 2011). É uma espécie de inverno, resistente a solos com altos teores de alumínio e baixos níveis de fósforo (Milan et al., 1991). Possui capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (Vidor & Neto, 1992) e ocorre em altitudes que variam de 500 a 1.300 m.

Apresenta grande amplitude de adaptabilidade às variações de umidades no ecossistema, expressas ainda na semente através dos espaços encontrados entre as astroesclereídes (células da testa) (Ferreira et al., 2011). Estende-se de locais secos a pantanosos, sendo comum encontrá-la em ambientes entropisados. O estudo teve como objetivo conhecer aspectos morfo-fenológicos e os componentes do rendimento de sementes de *A. tristis* para permitir um manejo racional da espécie no ecossistema pasto.

### **Material e métodos**

O estudo foi realizado entre dezembro de 2007 e janeiro de 2010, no Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN – PUCRS), localizado na região geomorfológica do Planalto das Araucárias, no município de São Francisco de Paula, RS. A altitude do local varia de 600 a 900m, e o clima é classificado como Cfb, temperado marítimo úmido com temperatura média anual de 14,5 °C com formação frequente de neblina, geada e nevadas ocasionais. A precipitação média anual é de 2.252 mm com chuvas bem distribuídas no ano (Bond-Buckup, 2008). O solo da área está classificado como CBHa – Cambissolo Bruno Húmico álico (PUCRS, 1995), com alta acidez e pobre em fósforo (Streck et al., 2008). Amostras de solo foram coletadas e analisadas pelo Laboratório de Análises de Solo da Faculdade de Agronomia – UFRGS. No preparo do solo, fez-se apenas uma correção equivalente a 2,5 t/ha com calcário dolomítico, mais 80 kg/ha de superfosfato triplo em fundação. Tais doses ficaram aquém do recomendado pela análise de solo, visando

manter as características edáficas da região, e ao mesmo tempo proporcionar melhores recursos à planta (Tabela 1).

Para o estudo, coletou-se sementes entre dezembro de 2007 e janeiro de 2008 em campos com ocorrência natural da leguminosa, em sete sítios, marginando as rodovias RS 020 e RS 235, pontos referenciados por Miotto & Leitão Filho (1993), na região de São Francisco de Paula, RS. As sementes coletadas foram reunidas em um único lote, mesmo com perda de informações (variabilidade biológica), em função da pequena quantidade obtida (24,9 g). Os diásporos foram acondicionadas em frascos plásticos, vedados e armazenados sob refrigeração a 10 °C. Em maio de 2008, parte destas sementes sofreram escarificação manual, com lixa nº. 180, para superação da dormência (Scheffer-Basso et al., 2000a). O inoculante usado foi *Bradyrhizobium* spp, fornecido pelo Laboratório de Microbiologia do Solo da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (Fepagro). Após, foram utilizados sacos de polietileno com 8,0 cm de altura por 6,0 cm de diâmetro, preenchidos com uma mistura de composto orgânico e solo areno-argiloso em partes iguais. Em cada saco foram colocadas três sementes. Posteriormente fez-se um desbaste deixando uma planta/saco. As mudas permaneceram na casa de vegetação do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) até serem levadas para o campo, em 31 de julho de 2008.

A área experimental tinha as dimensões de 15 m de largura e 30 m de comprimento, com o adensamento de quatro plantas/m<sup>2</sup>, totalizando 1.800 indivíduos (replântio de 10%). Tal área foi subdividida em seis parcelas de 5 m

x 15 m, sendo três com regime de corte e três sem corte. As plantas cortadas (simulando pastejo) ficaram com um comprimento residual de hastes estendidas de 20 cm. Em uma área anexa ao experimento, de 15 m x 5 m, colocou-se 16 plantas com espaçamento ampliado ( $4,7 \text{ m}^2/\text{planta}$ ) para melhor acompanhar o desenvolvimento dos ramos primários, secundários, terciários e a distribuição dos mesmos no espaço.

Para a elaboração da fórmula floral e descrição dos antófilos de *A. tristis* foram dessecadas 10 flores coletadas aleatoriamente na área experimental. Para tal, utilizaram-se pinças, bisturi, estiletes, lâminas, microscópio estereoscópio e máquina fotográfica para observação, descrição e apresentação das estruturas.

Para a análise dos rudimentos seminiais, 30 flores de cada tratamento foram coletadas aleatoriamente na área. Os ovários receberam cortes longitudinais com auxílio de bisturi e pinças sendo observados e quantificados através de microscópio estereoscópio.

No levantamento da fitomassa seca, foram planejados dois cortes para o período vegetativo (maio a setembro), sendo o primeiro em junho de 2009 e o segundo em setembro de 2009. Nesta atividade, utilizou-se um retângulo metálico de 1,0 x 0,5 m. Para cada data, foram previstas três amostras/parcela totalizando 18 amostras. As amostras foram embaladas e etiquetadas para a separação do material em folhas e hastes, pesagem e secagem em estufa com corrente de ar forçada, a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , por um período de oito dias.

A taxa de polinização efetiva foi obtida pela marcação aleatória, com linha vermelha, de 300 botões florais (50 por parcela) em pré-antese, permitindo-se a livre visitação dos polinizadores. Posteriormente, quantificou-se a porcentagem de formação dos hemicaspédios (taxa de polinização efetiva), o tempo para o ponto de colheita dos hemicaspédios marcados, e o número médio de sementes formadas por hemicaspédio.

A coleta do material para a avaliação dos componentes do rendimento de sementes de *A. tristis* ocorreu em 27/12/2009. Utilizou-se um retângulo metálico com área de 0,5 m<sup>2</sup>, com quatro repetições por parcela, totalizando 24 amostras nos dois tratamentos. Quantificaram-se os parâmetros: número de botões florais, número de flores, número de hemicaspédio formados e o número de flores abortadas por 0,5 m<sup>2</sup>, posteriormente extrapolando-se os valores por 1,0 m<sup>2</sup>. Também foi quantificado o peso das sementes colhidas (amostras das parcelas), com o método da separação manual, trilha dos hemicaspédios e limpeza das sementes (valores em g/m<sup>2</sup>). Com base nessa colheita, obteve-se o peso de 1.000 sementes, para os tratamentos com e sem regime de corte, adotando-se o método preconizado pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Com base nos dados levantados, o rendimento de sementes por área foi estimado de acordo com as seguintes premissas:

Hemicaspédios futuros/m<sup>2</sup> = (botões florais/m<sup>2</sup> + flores/m<sup>2</sup>) taxa de polinização efetiva;

Hemicaspédios/m<sup>2</sup> = hemicaspédios futuros/m<sup>2</sup> + hemicaspédio já formados/m<sup>2</sup>;

Sementes/m<sup>2</sup> = (hemicraspédio/m<sup>2</sup>) (nº. de sementes/hemicraspédio);

Rendimento de sementes/m<sup>2</sup> = (sementes/m<sup>2</sup>) (peso de uma semente (g)).

Posteriormente o valor do rendimento de sementes/m<sup>2</sup> foi transformado para quilograma por hectare (kg/ha).

Para a comparação das médias entre os rendimentos de sementes e seus componentes por área, nos dois regimes de manejo (com corte e sem corte), foi utilizado o teste t de Student, através do Programa BioEstat 5.0 a 1% de probabilidade.

### **Resultados e discussão**

Neste estudo, constatou-se comprimentos máximos de ramos primários de *A. tristis* de 1,6 m. Preferiu-se usar o termo comprimento de ramos em detrimento de altura de plantas. Os ramos ao ascenderem em torno de 0,70 m predispõem-se à decumbência, em função do próprio peso, apoiando-se na vegetação do entorno com altura variável. Miotto & Leitão Filho (1993), registraram a planta como sendo um arbusto ascendente-decumbente com até 1,5 m de altura. Scheffer-Basso et al. (2005) registraram variabilidade intraespecífica para o caráter altura, dentro das populações da espécie.

Todos os ramos primários partem de uma única estrutura globo-piriforme lignificada da planta que fica logo abaixo da superfície do solo. Esta estrutura possui grande potencial genífero e forma uma coroa com características semelhantes a um xilopódio. Esta disposição estrutural garante a sobrevivência da espécie no caso de herbivoria extrema (Figura 1). Plantas que apresentam estes atributos de perenização, com a ocorrência de um banco

de gemas indutor à expansão espacial da parte aérea, possuem maiores probabilidades de persistência a distúrbios como o pastejo (Smith et al., 1989). As espécies formadoras de coroa, caso de *A. tristis*, apresentam maior densidade de gemas Scheffer-Basso et al. (2000b), que se distribuem na superfície da estrutura.

A base dos ramos primários possui uma coloração violácea nos primeiros 10 a 15 cm. A partir dessa altura, os ramos tornam-se mais esverdeados (Figura 1). As folhas, paripenadas com folíolos opostos a alternados (Miotto & Leitão Filho 1993), inserem-se nos ramos de forma alternada.

No período reprodutivo, os entrenós nos ramos se alongam, ficando as folhas menores e mais afastadas entre elas. No primeiro terço do comprimento dos ramos, as folhas possuem um afastamento médio de 3,8 cm, no segundo, de 4,7 cm e no último terço, de 4,9 cm. Os ramos secundários antes de emitirem sua inflorescência possuem em média 4 folhas pequenas que são menores ainda no terciário.

O diâmetro médio do ramo principal na base foi de 2,5 mm, na zona mediana, de 2,1 mm e adjacente à ráquis floral, 1,8 mm. O ápice de cada ramo é gerador de uma inflorescência, a qual marca o fim do crescimento do ramo. Seguindo-se ao término do período reprodutivo, a partir do mês de fevereiro a março, a inflorescência senesce e há um estímulo para que as gemas laterais formem novos ramos (Figura 2), gerando uma grande massa verde observada na estação fria.

No período de 24 de fevereiro a 11 de novembro de 2009 o número de ramos primários aumentou 136,5%, passando da média  $9,6 \pm 1,3$  para  $22,7 \pm 3,2$ . Os secundários tiveram um acréscimo de 2.379,5%, passando de  $15,1 \pm 2,3$  para  $374,4 \pm 46,6$ . Finalmente, os ramos terciários aumentaram 40.500%, passando da média de  $3,4 \pm 1,1$  para  $1.377 \pm 77,4$  (Figura 2). Scheffer-Basso et al. (2000b) relataram que após um acúmulo de 4.000 graus-dias (G.D), *A. tristis* apresentou 3.000 gemas/m<sup>2</sup>. Este padrão de surgimento e desenvolvimento dos ramos é muito importante na definição de um plano de manejo de cortes que preserve parte das gemas, como potencial de regeneração da fitomassa aérea, visando-se tanto a produção de sementes como de forragem.

O sistema radicular é pouco profundo, não ultrapassando 0,35 m. É um sistema extenso, prolongando-se mais na horizontal, com fácil adaptação a solos rasos. Normalmente as raízes apresentam grandes quantidades de nódulos não ramificados (desmodióides) relacionado com a fixação simbiótica de nitrogênio.

*Adesmia tristis* é uma planta glutinosa. No manuseio, exala um cheiro lembrando plantas aromáticas. *A. boronioides* Hook, uma espécie da região Argentino-Chilena é usada na medicinal popular. O princípio ativo são óleos essenciais utilizados pela indústria de perfumaria (González et al., 2004). Na região andina, *A. emarginata* Clos e *A. miraflorensis* Remy, também são utilizadas pelas comunidades tradicionais com fins terapêuticos e alimentares (Thomas et al., 2008; Fischer et al., 2010). Essas possibilidades de estudos em *A. tristis* estão contempladas pelo Núcleo de Plantas Medicinais e Aromáticas

(NUPLAM)/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (Brasil, 2012).

Os pedúnculos florais inserem-se na ráquis com sentido helicoidal (Figura 3A). As flores possuem dimensões de 8,4 mm de comprimento 3,8 mm altura e 7,1mm de largura e possuem simetria zigomorfa. Expressam-se com a fórmula floral  $K_{(5)} C_{3+(2)} A_{10} \underline{G}_1^{5-7} \cdot | \cdot$  e estão evolutivamente adaptadas aos seus polinizadores efetivos (Verçoza, et al., 2010). O estandarte da flor, na cor amarela, dispõe de indicadores da fonte de néctar (Figura 3B).

Na base do estandarte encontra-se uma estrutura coletora de néctar (bolsa de néctar) (Figura 3C). Este exsudato é produzido por dois nectários localizados na base dos filetes (Figura 3D). Em *A. tristis*, encontram-se indivíduos que possuem grãos de pólen com cores diferenciadas entre o esbranquiçado e o amarelo, o mais comum. Independente da cor, os grãos de pólen possuem consistência pegajosa, formando grumos que favorecem sua aderência aos corpos dos polinizadores.

O ovário é alongado e sésil, contendo em média 5,07 vesículas seminais (óvulos). O estilete, de 9,6 mm, apresenta um ângulo 90° com o ovário (Miotto & Leitão filho 1993), e outra angulação variando entre 130° a 140° entre o corpo do estilete e sua parte terminal ao unir-se ao estigma.

Os frutos são hemicaspédios híspidos (Figura 4A), e formam um ângulo médio de 45° com a ráquis floral. Possuem coloração que varia do verde (novo) ao marrom-escuro (ponto de colheita) (Figura 4A). A maturação do hemicaspédio ocorre em média 30 dias após polinização da flor. Um hemicaspédio sem falhas de polinização possui em média 15,7 mm de

comprimento (12,4–17,3 mm), 2,9 mm de largura (2,6–3,2 mm) e 1,4 mm de espessura (1,2–1,6 mm). Tal hemicraspédio dispõe em média de 6,2 artículos (5–7), onde o último é mucronado (Figura 4A, 4B e 4C). O primeiro artícolo é quase totalmente recoberto pelas sépalas que são gamossépalas. Estas possuem lacínias nos ápices e persistem na planta após a maturação do fruto (Figuras 4A e 4B). Quando maduros, os artículos são deiscentes, restando no final apenas o replum superior (estrutura que suporta os artículos) (Figura 4B). Em função de falhas na polinização é comum encontrar alguns artículos deprimidos nos hemicraspédios, que possuem em média 3,03 artículos (Figura 4C). Miotto & Leitão-Filho (1993) observaram de um a três artículos abortivos.

As sementes de *A. tristis* apresentaram variabilidade na coloração (cor palha ao marmoreado escuro), sendo classificadas como sementes ortodoxas e possuidoras de dormência tegumentar (Ferreira et al., 2011). O impedimento à absorção de água é uma adequação ambiental importante (Hawerth et al., 2010), onde a germinação é distribuída na escala espaço temporal (Popinigis, 1977).

O rendimento médio de fitomassa seca foi prejudicado em virtude de um período atípico de grande escassez de chuvas na região. Por este motivo só foi possível a realização de um corte. No adensamento de 4,0 plantas/m<sup>2</sup>, com uma altura de corte de 20 cm, o rendimento de massa seca aérea com *A. tristis* foi de 1.500 kg/ha. Desse total, 971 kg (64,7%) foram de folhas e 529 kg (35,3%), de ramos. Dutra et al. (1998), avaliando rendimentos de fitomassa seca de *A. latifolia* (Bagé, RS) verificaram que a ocorrência de estiagem prolongada nos meses de abril e maio prejudicou severamente os resultados

alcançados (1.416 kg/ha). Rosa (1998), avaliando cortes em *A. tristis*, observou um aumento da persistência e da produção de fitomassa seca, à medida que se elevava a altura do corte nos ramos de 10 para 15 cm. Ao promover cortes em *A. tristis* com 8 cm de altura, Scheffer-Basso et al. (2005) concluíram que a planta apresentava rebrota fraca. Em plantas forrageiras com grande número de gemas axilares, caso de *A. tristis*, deve-se ser bem criterioso quanto a altura de corte, pois a rebrota é função direta dessas gemas (Haynes, 1980).

Em casa de vegetação com 100 plantas/m<sup>2</sup> de *A. tristis*, houve uma produção de matéria seca de 2.000 kg/ha, estabilizando o acúmulo com 4.000 graus dias (Scheffer-Basso et al., 2001). No campo, com 8,3 plantas/m<sup>2</sup>, Scheffer-Basso et al. (2005) obtiveram no primeiro corte uma média de 786 kg/ha de matéria seca no período vegetativo. No florescimento, o rendimento médio foi de 2.746,7 kg/ha de matéria seca, sendo a maior contribuição em caule, de baixo valor forrageiro segundo os autores. É possível que os períodos e a altura dos cortes em *A. tristis* tenham interferido negativamente no resultado do referido trabalho, não desmerecendo o potencial que *A. tristis* representa para a atividade pastoril nos Campos de Cima da Serra.

*Adesmia tristis* possui um período de florescimento intenso e simultâneo, com o pico ocorrendo entre os meses de dezembro e janeiro. Apenas uma pequena porcentagem chega a formar hemibractéias e sementes, independente do manejo utilizado. No tratamento com corte houve um acréscimo significativo de 75,1% na produção de hemibractéias (954 para 1.670 hemibractéias/m<sup>2</sup>). Mesmo assim, o abortamento de flores foi elevado,

e estatisticamente equivalente nos dois tratamentos, sendo 20.734 sem corte e 21.616 com corte/0,5m<sup>2</sup> (Tabela 2). A produção e manutenção das flores acarretam alto custo fisiológico para as plantas, refletindo-se em algumas estratégias adaptativas para que a planta tenha um sucesso reprodutivo (Inouye, 2008). Com a distribuição das flores no tempo e no espaço, há uma conseqüente preservação da espécie no ambiente.

Parte do abortamento é causada por padrões estocásticos, tais como, precipitações e ventos fortes, que são frequentes no período do florescimento. Os antófilos expostos as tais precipitações aderem-se uns aos outros definitivamente. Em sinergia com os ventos, ocorre a perda daquelas flores, fato comum em *A. tristis*. Quanto ao sucesso reprodutivo, a oferta de flores massiva e simultânea é um sinal de atração visual aos polinizadores. Com isso, aumenta a possibilidade de um maior fluxo na exportação de grãos de pólen para os estigmas disponíveis (Dafni et al., 2005). Contudo, pode ocorrer falha na polinização em função do balanço flores *versus* polinizadores.

Analisando-se o ovário da flor, registrou-se uma média de  $5,1 \pm 0,6$  rudimentos seminais por flor, expressando o potencial do fruto. Entretanto evidenciou-se a média de  $3,2 \pm 0,9$  sementes formadas por hemicraspédio. Este déficit de polinização com reflexo direto no rendimento de sementes é função de fatores diversos ligados a características genéticas e ambientais interferindo nos processos de polinização e fecundação.

O levantamento dos componentes do rendimento de sementes ocorreu no segundo ano, durante os meses de outubro 2009 a janeiro 2010 (Tabela 2). No primeiro ano, constatou-se a presença de 10 colméias de *Apis*

*mellifera* no entorno da área de plantio, interferindo negativamente na taxa de polinização. Constatou-se que *Apis mellifera* não realiza polinização em *A. tristis*, porém promove o saque de néctar, concorrendo com os polinizadores nativos. O mesmo fenômeno foi observado em *A. latifolia* por Camacho & Franke (2008).

As colméias de *A. mellifera* representavam um universo potencial de 300.000 abelhas coletoras. Visivelmente, a espécie exótica expulsava os polinizadores efetivos (abelhas solitárias componentes da família Megachilidae e Andrenidae) da área. Silva e Pinheiro (2007) relataram que *A. mellifera* ao visitar flores de *Eugenia uniflora*, *E. nonitida*, *E. punicifolia* e *E. rotundifolia* mantinha um comportamento agressivo, limitando o forrageio de espécies nativas. A abelha doméstica possui comportamento eussocial, colônias perenes e hábito generalista de forrageio (Michener, 2000). Essas características, aliada à capacidade de comunicar a localização da fonte de alimento às outras operárias da colônia, promove uma frequência massiva de tais abelhas nas flores. Foram feitas negociações com os apicultores para um afastamento adequado das colméias a fim de que as interações pudessem ocorrer sem prejuízo na produção de sementes de *A. tristis*.

O número de botões florais por área foi um dos mais importantes componentes do rendimento de sementes. Mostrou-se fortemente influenciado pelo regime de corte, interferindo na taxa de polinização efetiva (Tabela 2).

Os fatores sementes/hemicraspédio, rudimentos seminais/ovário e flores abortadas/m<sup>2</sup>, não apresentaram diferenças estatísticas entre os regimes de corte (Tabela 2). A não significância do fator sementes/hemicraspédio no

microsistema da flor, infere que o trabalho de polinização entre os dois grupos de abelhas envolvidos no processo se equivalem. Contudo, o número de sementes por área entre os tratamentos possuem diferença significativa. Isto é função do maior aporte de flores no regime de corte, com consequente aumento do rendimento de sementes (Tabela 2). O número de rudimentos seminais/ovário apresenta ser uma característica intrínseca da planta. Independente dos tratamentos utilizados. O abortamento das flores estatisticamente se equivale, mesmo com uma densidade maior de flores no regime de corte. É possível que a maior densidade tenha atraído mais polinizadores para aquelas parcelas com consequente reflexo na produção de sementes.

O peso de 1.000 sementes variou com o tratamento de corte feito nas parcelas ( $p < 0,01$ ), e foi de 1,31 g e 1,05 g nas parcelas sem e com corte respectivamente (Tabela 2). O corte com 20,0 cm de altura estimulou a rebrota das gemas axilares remanescentes. Isto permitiu a formação de uma grande quantidade de ramos, com consequente aumento de oferta de flores aos polinizadores, maior produção de hemicraspédios e aumento no rendimento de sementes. O rendimento de sementes/ha foi de 64,90 kg/ha e 40,80 kg/ha para os regimes de corte e sem corte, respectivamente ( $p < 0,01$ ). Aparentemente estes valores são baixos, contudo formando-se mudas com o mesmo critério do experimento (três sementes por saco com posterior desbaste para uma plântula, taxa de 10% de replantio e 4 plantas/m<sup>2</sup> no campo) tem-se a razão de 7,0 kg/ha de sementes para um novo semeio. Em trabalhos com *A. latifolia*, diásporos semelhantes a de *A. trisits*, Camacho e Franke (2008) usaram 6,0

kg/ha no plantio a lanço. Scheffer-Basso et al. (2002) utilizaram para a mesma espécie, em consórcio, 5,0 kg/ha.

O corte aumenta a produção de sementes por área. Em estudos de produção de sementes com *A. latifolia* em duas regiões do Rio Grande do Sul, foram obtidos, para cada área, o rendimento de 110 e 317 kg/ha no primeiro ano com redução para 56 e 97 kg/ha no segundo ano (Menezes et al., 2004). Segundo os autores, o baixo número de frutos por inflorescência prejudicou o rendimento, principalmente no segundo ano. O baixo percentual de frutos por inflorescência também foi observado em *A. tristis*.

Como sugestões para estudos futuros em *A. tristis* cita-se: a interação ruminante/planta, e a persistência no ecossistema pastoril buscando respostas a premissa do potencial forrageiro da espécie.

### **Conclusões**

Os ramos terciários de *Adesmia tristis* possuem grande participação na formação da fitomassa aérea.

O rendimento de fitomassa seca teve nas folhas seu maior componente.

Há evidências de déficit de polinização, observadas através do potencial dos rudimentos seminais *versus* sementes formadas e número de flores abortadas.

O número de botões florais por área foi um dos mais importantes componentes do rendimento de sementes.

O regime de corte favoreceu a produção de sementes.

### Referências bibliográficas

BOND-BUCKUP, G. **Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra**. Ed. Libretos, Porto Alegre, 2008, 196p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, DF: MAPA/ ACS, 2009. 399p.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Nuplam - Plantas Medicinais**. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/flora/plantas\\_medicinais.htm](http://www.ibama.gov.br/flora/plantas_medicinais.htm)>. Acesso em: 18 jan. 2012.

BURKART, A. Sinopsis del género sudamericano de leguminosas *Adesmia* DC. **Darwiniana**, Buenos Aires, v.14, n. 2-3, p.463-573, 1967.

CAMACHO, J.C.B.; FRANKE, L.B. Efeito da polinização sobre a produção e qualidade de sementes de *Adesmia latifolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 81-90, 2008.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Eds.) **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. 934p.

DAFINI, A.; KEVAN, P.G.; HUSBAND, B.C. **Practical Pollination Biology**. Cambridge: Enviroquest, 2005, 590p.

DUTRA, G.M.; MAIA, M. de 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,

Zona Campos, 17, 1998, Lages. **Anais...** Lages: Epagri – UDESC, 1998, p. 123-124.

FERREIRA, N.R.; FRANKE, L.B.; MOÇO, M.C.C. Estudos morfo-anatômicos relacionados à dormência em *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 447-453, 2011.

FISCHER, S.; BERTINI, M.; WILCKENS, R.; BAEZA, M.; PASTENE, E.; INOSTROSA, L.; TRAMÓN, C.; GONZALEZ, W. Characterization and propagation of some medicinal plants in central-south region of Chile. **Industrial Crops and Products**, doi: 101016/j.indcrop.2010.10.12.

GONZÁLEZ, S.B.; BANDONI, A.L.; VAN BAREN, C.; LEO-LIRA, D.P.; CERDA-GARCIA-ROJAS, C.M.; JOSEPH-NATHAN, P. The essential oil of the aerial parts of *Adesmia boronioides* Hook. **The Journal of Essential Oil Research**, Messina, v. 16, p. 513-516, 2004.

HAWERROTH, F.J.; HERTER, F.G.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; PEREIRA, J.F.M. **Dormência em frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. Documento 310, p. 56, 2010.

HAYNES, R.J. Competitive aspects of grass – legume association. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 33, p. 227-261, 1980.

IGANCI, J.R.V.; MIOTTO, S.T. *Adesmia sessilifolia* (Fabaceae), a new species from a relictual landscape in Southern Brazil. **Phytotaxa**, Auckland, v. 26, p. 21-24, 2011.

INOUE, D.W. Effects of climate change on phenology, frost damage, and abundance of montane wildflowers. **Ecology**, Tempe, v. 89, p. 353-362, 2008.

KLITGAARD, B.B.; LAVIN, M. Tribe Dalbergieae *sens. Lat.* In: LEWIS, G.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. (Ed.). **Legumes of the world**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2005, p. 307-335.

MENEZES, E.G.; FRANKE, L.B.; DALL'AGNOL, M. Componentes do rendimento e produção de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) em duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 25-32, 2004.

MICHENER, C.D. **The bees of the world**. Baltimore, Johns Hopkins University, 2000. 913p.

MIHOC, M.A.K.; MORRONE, J.J.; NEGRITTO, M.A.; CAVIERES, L.A. Evolucion de la serie *Microphyllae* (*Adesmia* Fabaceae) en la Corillera de los Andes: una perspectiva biogeográfica. **Revista Chilena de Historia Natural**, Santiago, v. 79, p. 389-404, 2006.

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

MIOTTO, S. T.; LEITÃO FILHO, H. F. Leguminosa – Faboideae gênero gênero *Adesmia* DC- Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul nº 23. **Boletim do Instituto de Biociências - UFRGS**, Porto Alegre. n. 5, p 1-157, 1993.

MIOTTO, S.T.S.; WAECHTER, J. L. Considerações fitogeográficas sobre o gênero *Adesmia* (Leguminosa – Faboideae) no Brasil. **Boletim de la Sociedad Argentina de Botânica**, Buenos Aires, v. 32, n.1-2, p. 59-66, 1996.

OVERBECK, E.; MÜLLER, S.C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V.D.; BLANCO, C.C.; BOLDRINI, I.I.; BOTH, R. FORNECK, E.D. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v 9, p.101-116. 2007.

PARERA, C. A.; RUIZ, M. *Adesmia subteranea* Clos germination physiology and presowing treatments. **Journal of Range Managment**, Tucson, v. 56 n.3, 2003.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasilia: Agiplan, 1977. 289p.

PUCRS. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapa pedológico**. Disponível:  
<[http://www.pucrs.br/ima/promata/apresentacoes/Regis\\_Alexandre\\_Lahm.pdf](http://www.pucrs.br/ima/promata/apresentacoes/Regis_Alexandre_Lahm.pdf)>  
Acesso em: 16-2-2011.

ROSA, J.L. Manejo de *Adesmia tristis* em vasos em casa de vegetação. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul, Zona Campos, 17, 1998, Lages. **Anais...** Lages: Epagri – UDESC, 1998, p. 135.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; CARNEIRO, C. M.; VOSS, M. Nodulação e fixação biológica de nitrogênio em *Adesmia araujo* Burk. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 1, 16-18, 2000a.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; JAQUES, A.V.A.; DALL'AGNOL, M.; RIBOLDI, J.; CASTRO, S.M.J. Dinâmica da 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 (Suplemento 1).

SCHEFFER-BASSO, S.M.; JAQUES, A.V.A.; DALL'AGNOL, M.; RIBOLDI, J.; CASTRO, S.M.J. Disponibilidade e valor nutritivo de forragem de leguminosas nativas (*Adesmia* DC) e exóticas (*Lotus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 975-982, 2001.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; VENDRUSCOLO, M.C.; BARÉA, K.; BENICÁ, C.; LUBENOW, R.; CECCHETTI, D. Comportamento de leguminosas (*Adesmia*, *Lotus*, *Trifolium*) em mistura com *Festuca*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n. 6, p. 2197-2203, 2002.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; VENDRUSCOLO, M.C.; CECCHETTI, D. Desempenho de leguminosas nativas (*Adesmia*) e exóticas (*lotus*, *trifolium*) em função do estágio fenológico no primeiro corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p.1871-1880, 2005.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCOMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.

SILVA, A.L.G. da.; PINHEIRO, M.C.B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n.1, p. 235-247, 2007.

SMITH, S.R.; BOUTON, J.H.; HOVELAND, C.S. Alfalfa persistence and regrowth potential under continuous grazing. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 6, p.960-965, 1989.

TEDESCO, S. B.; DALL'AGNOL; WITTMANN-SCHIFINO; VALLS. Mode of reproduction of Brazilian species of *Adesmia* (Leguminosae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.23, n.2, p.475-478, 2000.

THOMAS, E.; VANDEBROEK, I.; GOETGHEBEUR, P.; SANCA, S.; AEEÁZOLA, S.; VAN DAMME, P. The relationship between plant use and plant diversity in the bolivian Andes with special reference to medical plant use. **Human Ecology**, Ithaca, v. 36, p. 861-879, 2008.

ULIBARRI, E.A.; SIMPSON, B.B. Uma nueva especie de *Adesmia* (Leguminosa Papilionoideae) para la Argentina. **Darwiniana**, Buenos Aires, v. 48, n. 2, p. 204-207, 2010.

VERÇOZA, F.C.; NASCIMENTO, E.C.; CÔRTEZ, I.M.R. Melitofilia em *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (Leguminosae- Papilionoideae). **Entomo Brasilis**, Vassouras, v. 3, n. 3, p.73-76, 2010.

VIDOR, M.A.; NETO, J.S. Lages preserva espécies vegetais forrageiras. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 2, n. 5, p.13-15, 1992.



Figura 1. Presença de estrutura globo-piriforme lignificada abaixo da superfície do solo em *Adesmia tristis*. Possui grande potencial genífero, origem dos ramos primários, com forma de coroa e características semelhantes a um xilopódio.

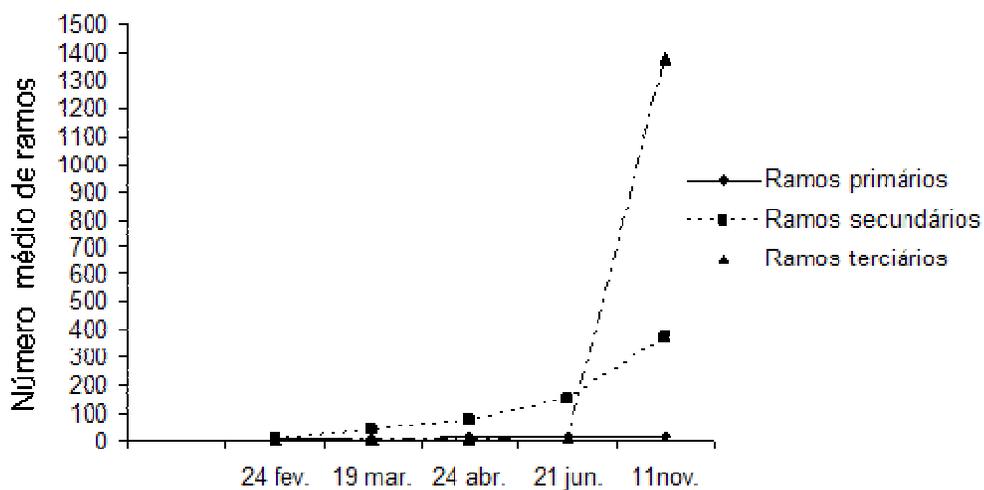


Figura 2. Desenvolvimento dos ramos de *Adesmia tristis* no período entre 24 de fevereiro a 11 de novembro de 2009, sem manejo de corte. (n=16 plantas).

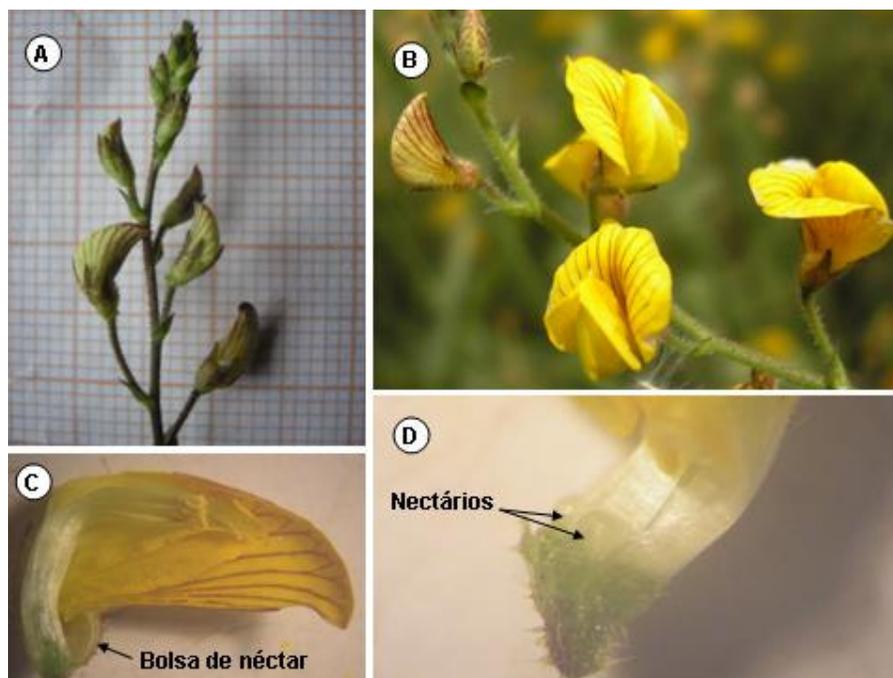


Figura 3. A. Pedúnculos em *Adesmia tristis*, dispersos na ráquis no sentido helicoidal, B - Flores apresentando os estandartes com guias de néctar, C – corte de botão floral mostrando a bolsa de néctar, D – Glândulas de néctar na base dos filetes.

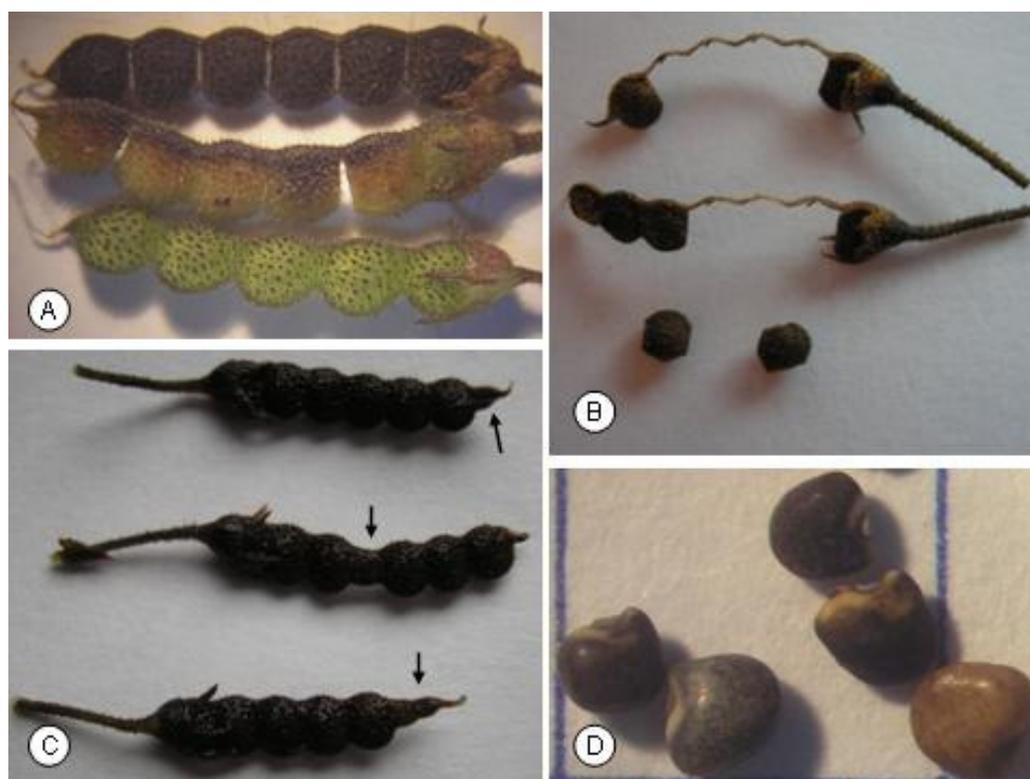


Figura 4. Frutos e sementes de *Adesmia tristis*. A. Hemicraspédios mucronados e híspidos com sépalos recobrando o primeiro artículo, em três fases de desenvolvimento. O hemicraspédio mais escuro indica o ponto de colheita. B - Deiscência dos artículos ficando aparente o replum. C - Hemicraspédios com artículos deprimidos por déficit de polinização (seta). D - Variabilidade na coloração do tegumento das sementes: palha, marmoreado castanho claro e marmoreado castanho escuro.

Tabela 1. Laudos de análise do solo da área de estudo, antes e após aplicação de calcário e fósforo. Laboratório de solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Data	pH		Índice	P	Al troc.	Ca troc.	Mg troc	Al+H	CTC
	H <sub>2</sub> O	SMP	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>					
21/5/2008	4,0	3,9	3,1	5,6	0,4	0,2	48,6	49,3	
05/5/2009	4,8	4,4	6,3	6,0	1,8	1,8	27,4	31,2	

Tabela 2. Comparação de médias dos componentes do rendimento de sementes de *Adesmia tristis*, rendimento/ha, rudimentos seminais/ovário e número de flores abortadas/m<sup>2</sup> para o adensamento de 4,0 plantas/ m<sup>2</sup>, ao final do período reprodutivo (outubro de 2009 a janeiro de 2010), nas parcelas com e sem corte. Pró-Mata - PUCRS, São Francisco de Paula, RS.

<b>Componentes do Rendimento</b>	<b>Com corte</b>	<b>Sem corte</b>
Nº. de botões florais/m <sup>2</sup>	636,0 a	36,0 b
Nº. de flores/m <sup>2</sup>	68,0 a	34,0 b
Taxa de polinização efetiva (%)	37,3 a	28,0 b
Nº de hemicraspédios futuros/m <sup>2</sup>	262,6 a	19,6 b
Nº de hemicraspédios já formados/m <sup>2</sup>	1.670,0 a	954,0 b
Nº Total de hemicraspédio/m <sup>2</sup>	1.932,6 a	973,6 b
Nº. de sementes/hemicraspédios	3,2 a	3,2 a
Nº de sementes/m <sup>2</sup>	6.184,3 a	3.115,5 b
Peso de 1.000 sementes (g)	1,05 a	1,31 b
Peso de sementes/ m <sup>2</sup> (g)	6,5 a	4,1 b
Nº de rudimentos seminais/ovário	5,1 a	5,07 a
Flores abortadas/m <sup>2</sup>	21.616,0 a	20.734,0a

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste t de Student a 1% de probabilidade. Para a taxa de polinização efetiva (5%).

## **CAPÍTULO IV**

## **Produção e dinâmica do néctar nupcial em *Adesmia tristis* Vogel<sup>1</sup>**

Nadilson Roberto Ferreira<sup>2</sup> Lucia Brandão Franke<sup>3</sup> e Betina Blochtein<sup>4</sup>

RESUMO: O néctar nupcial é uma das maiores recompensas que os polinizadores obtêm das plantas alógamas, caso da espécie *Adesmia tristis* Vogel, planta com potencial forrageiro e endêmica dos Campos de Cima da Serra, do sul do Brasil. O objetivo do estudo foi avaliar a produção do néctar nupcial, sua dinâmica e relacionamento com as variáveis ambientais para subsidiar o entendimento das interações planta-polinizador. O estudo ocorreu em dezembro de 2010, no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza, Pró-Mata/PUCRS no município de São Francisco de Paula, RS, Brasil. Avaliou-se, o volume, a concentração do soluto e a quantidade de açúcares por flor, durante três dias (antese) em quatro horários diários, através da marcação de 130 botões florais, isolados da visitação dos polinizadores. O néctar começou a ser secretado na pré-antese, com picos de concentração às 14h 30min, a partir do qual ocorriam decréscimos quando a planta promoveu reabsorção de parte do néctar produzido. As flores no segundo dia da antese foram mais atrativas aos polinizadores.

Termos para indexação: antese, concentração, forrageiro, reabsorção, recompensas.

---

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada a UFRGS, PPG em Zootecnia;

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, MSc., doutorando em zootecnia UFRGS, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, RS [nr.ferreira@uol.com.br](mailto:nr.ferreira@uol.com.br) (autor para correspondência);

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, RS, [lfranke@ufrgs.br](mailto:lfranke@ufrgs.br) ;

<sup>4</sup> Bióloga, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Faculdade de Biociências/ Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos naturais – PUCRS, Porto Alegre, RS, [betinabl@pucrs.br](mailto:betinabl@pucrs.br) .

### **Production and dynamics of nuptial nectar in *Adesmia tristis* Vogel**

ABSTRACT: Nuptial nectar is one of the greatest rewards from allogamous plant to pollinators, like *Adesmia tristis* Vogel, plant with forage potential and endemic of the Campos de Cima da Serra in southern Brazil. The purpose of this study was to evaluate the production of nuptial nectar, its dynamics and relationship with environmental variables to support the understanding of plant-pollinator interactions. The study was conducted in December 2010, in the Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza, Pró-Mata/PUCRS in São Francisco de Paula, RS, Brazil. Was evaluated in four times daily during three days (anthesis), volume, concentration of solute and sugars quantity per flower, by marking 130 flower buds, isolated from the visitation of pollinators. The nectar began to be secreted into the pre-anthesis, with peaks concentrations at 14:30 h, from which decreases when the plant was promoted reabsorption of part of the nectar. In the second day, the flowers were more attractive to pollinators.

The Index terms: rewards, forage, concentrate, anthesis, reabsorption.

### **Introdução**

Os nectários, estruturas glandulares de muitas plantas, desempenham um papel importante quanto à defesa e ou à reprodução das espécies. São formados por uma epiderme, com ou sem estômatos, um tecido parenquimatoso produtor ou armazenador de substâncias que serão transformadas em néctar e um complexo vascular de transporte (Pacini et al.,

2003). Atualmente, a espécie mais primitiva que dispõe de nectários é, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Pteridófito) na qual tal glândula está envolvida no processo de defesa (Heads & Lawton, 1985). O néctar é disponibilizado para formigas guardiãs que defende a planta da ação de insetos herbívoros como lepidópteros. Em gimnosperma, os nectários são encontrados apenas em algumas Chlamydospermae (Wetschnig & Depisch, 1999). Nas angiospermas, tais estruturas tornaram-se comuns a partir do final do Cretáceo (Friis & Endress, 1990), sendo de fundamental importância para a manutenção e conservação das espécies através das inter-relações plantas/animais, principalmente nos processos da polinização (Karasawa, 2009). Tais glândulas podem se localizar não apenas em flores, mas também em outras estruturas vegetativas, com funções distintas. Seu exsudato, o néctar, age como uma recompensa para os animais visitantes, os quais possuem a função de defesa, néctar extranupcial, normalmente ofertado a formigas (Bixenmann & Kursar, 2011) ou atuam na polinização, néctar nupcial (Vosgueritchian & Buzato, 2006; Polatto & Alves Jr, 2008).

O néctar possui em sua composição água, açúcares, traços de aminoácidos, alcalóides, ácidos reduzidos, lipídeos e proteínas (Baker & Baker, 1983), destacando-se entre os açúcares, a sacarose, a frutose e a glicose em proporções variáveis dependendo das espécies (Galleto & Bernardello, 2004). A concentração intraespecífica dos sólidos solúveis no néctar é função basicamente da temperatura ambiental e da umidade relativa do ar, que se expressam de forma diferenciada, de acordo com a forma e disposição das

estruturas florais (Ackermam & Weigend, 2006; Volff, 2006; Krömen, at al., 2008).

A variação na quantidade produzida, composição química, concentração dos solutos e viscosidade promovem características essenciais que selecionam os potenciais polinizadores (Southwick, 1990). Tais atributos podem ser utilizados como referências para as síndromes de polinização, visualizando-se tendências para determinados grupos de animais antófilos. Flores visitadas por beija-flores e mariposas tendem a produzir néctar com predominância de sacarose, enquanto que flores polinizadas por abelhas produzem néctar com maior presença de hexoses (Baker & Baker, 1983).

Na grande maioria das plantas alógamas, o néctar desponta como uma das principais recompensas pelo serviço da polinização prestado pelos animais antófilos. *Adesmia tristis*, uma leguminosa endêmica dos Campos de Cima da Serra do Sul do Brasil, faz parte deste grupo de plantas caracterizada como de fecundação cruzada (Tedesco et al., 2000), que evoluiu no processo das relações interespecíficas onde recompensas e serviços ecológicos são promovidos na busca pela preservação e manutenção das espécies. Tal planta caracteriza-se por ser um arbusto hiberno-primaveril, de hábito ascendente decumbente com muitas ramificações e potencial forrageiro (Miotto & Leitão Filho 1993). Fenologicamente, a espécie concentra o florescimento, do tipo racemos simples, multifloros, laxifloros, nos meses de dezembro a janeiro. Suas flores possuem em média 8,4 mm de comprimento, 3,8 mm de altura e 7,1 mm de largura, de coloração amarela, apresentando guias de néctar no estandarte (Miotto & Leitão Filho, 1993). Em *A. tristis*, os órgãos reprodutivos, nectários e

câmara de armazenamento estão protegidos pelas pétalas. Faz-se necessário determinada tensão na quilha (Raju, et al., 2006), exercida por abelhas solitárias específicas, em busca do néctar, com conseqüente polinização. Esta organização dos antófilos protege o néctar das variações excessivas na sua concentração, que estão relacionadas com a evaporação da água constituinte ou absorção da umidade do meio (propriedade higroscópica). Tal controle visa manter a concentração dos sólidos solúveis nos limites aceitos pelos polinizadores. Este fato foi observado em diversas plantas em um ecossistema de restinga (Ormond et al., 1993).

Porém exíguos conhecimentos se tem sobre a produção de néctar e sua dinâmica em flores de *A. tristis*. O presente estudo objetivou avaliar a produção do néctar nupcial, sua dinâmica e relacionamento com as variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa do ar), para subsidiar o entendimento das interações planta-polinizador.

### **Material e métodos**

O estudo foi realizado em dezembro de 2010, no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza, Pró-Mata/PUCRS (29°27'-29°35'S e 50°08'-50°15'W) (Bertoletti e Teixeira, 1995). A área localiza-se na região geomorfológica do Planalto das Araucárias, no município de São Francisco de Paula, RS. A altitude do local varia de 600 a 900m, e o clima é classificado como Cfb, temperado marítimo úmido com temperatura média anual de 14,5 °C com formação frequente de neblina, geada e nevadas ocasionais. A precipitação média anual é de 2.252 mm, com chuvas bem distribuídas no ano

(Bertoletti & Texeira, 1995; Bond-Buckup, 2008). O solo do local selecionado foi classificado em CBHa – Cambissolo Bruno Húmico álico (Jungblut & Pinto, 1997), com acidez alta (pH 4,0, segundo laudo de análise de solo realizado em maio de 2008 pelo Departamento de Solos/ UFRGS), e pobre em fósforo (Camargo et al., 1987). A área experimental foi de 450 m<sup>2</sup> (15 m x 30 m), com quatro plantas por metro quadrado, totalizando 1800 indivíduos, que tinham em seu entorno uma vegetação classificada como de Campos de Altitude.

Para o levantamento dos parâmetros do néctar: volume, concentração do soluto e quantidade de açúcar por flor, foram marcados, aleatoriamente, 130 botões florais em pré-antese. Destes botões, 120 foram isolados com sacos de tecido voal com amarração na base do pedicelo, impedindo a visitação dos polinizadores. Os primeiros 10 botões florais (sem a proteção) destinaram-se às avaliações em pré-antese. Dos 120 restante, foram coletados 40 (já no estágio de flores abertas) por dia, durante três dias, de acordo com as fases da antese da flor. Para as flores do primeiro, segundo e terceiro dia, as avaliações foram subdivididas em quatro horários por dia (9h 30 min; 12h; 14h 30min e 17h). A cada horário, 10 flores foram colhidas para as avaliações. Em sincronia com o horário de cada coleta, foram registrados dados de temperatura e umidade relativa do ar, com auxílio de um termohigrômetro digital portátil. Após a coleta do lote de botões e a cada lote de flores, extraiu-se o néctar da câmara de armazenamento, localizada na base do estandarte da flor, através de um microcapilar de 3,0 µL, registrando-se o devido volume. A concentração do soluto do néctar, dada em graus brix (%), foi medida através de um refratômetro portátil, da marca Atago, com correção

automática da temperatura. A partir dos dados da concentração, utilizou-se a equação:  $Y = 0,00226 + (0,00937X) + (0,0000585X^2)$ , onde “X” é a concentração lida no refratômetro e “Y”, a concentração dada de açúcares solúveis em mg/μL de néctar (Galetto & Bernardello, 2005). Com os dados de volume e açúcar em mg/μL, calculou-se o total de açúcar/flor, multiplicando-se o valor de “Y” pelo volume do néctar de cada flor, obtendo-se, após transformação de unidade, o total de açúcar em μg/flor.

A partir dos dados registrados, fez-se gráficos comparativos da variação do néctar em função da variação da temperatura e da umidade relativa, gráficos com o padrão da concentração dos sólidos solúveis do néctar (mg/μL) durante a antese da flor de *A. tristis*, e do padrão de acúmulo e reabsorção do néctar por flor (μg/flor). Através da análise de regressão, estudou-se a relação entre a concentração do néctar e a variação da temperatura e umidade relativa do ar utilizando-se o aplicativo estatístico BioEstat 5.0. Fez-se ainda uma avaliação da disponibilidade do néctar, para os polinizadores, durante o período de antese da flor, utilizando-se de uma análise de variância, com delineamento inteiramente casualizado, através do Software Assistat versão 7.6 beta.

### **Resultados e discussão**

O néctar em *A. tristis* começou a ser secretado no estágio de botão floral (pré-antese) e prolongou-se, com variações, durante toda a vida da flor. Ao monitorar-se a variação na concentração do néctar em função da temperatura (T) (Figura 1), observou-se uma amplitude de T de 10,30 °C, (16,4

°C a 26,7 °C), com média de  $20,7 \pm 2,9$  °C, que não foi suficiente para expressar significância estatística na análise de regressão. A média da UR foi de  $74,5 \pm 11,7\%$  com amplitude de 37% (51% a 88%). Ao relacionar-se a UR com a concentração do néctar (Figura 2) constatou-se a característica higroscópica do referido exsudato. Quanto maior a umidade do ar menor concentração dos açúcares no néctar. Através de uma análise de regressão linear envolvendo as referidas variáveis, observou-se que a UR respondeu por 44% da variação da concentração do néctar ( $p < 0,01$ ), através da equação:  $Y = 61,8 - 0,6X$ , onde  $Y =$  concentração ( $\text{mg}/\mu\text{L}$ ) e  $X =$  umidade relativa (%) (Figura 3).

A concentração do néctar em *A. tristis* apresentou um padrão cíclico de aumento e declínio no período diário, porém minguanate, ao longo da vida da flor (três dias) (Figura 4). O pico de concentração dos sólidos solúveis do néctar por microlitros ocorreu às 14h 30min do primeiro dia, sendo de  $0,43 \text{ mg}/\mu\text{L}$ . Após este horário houve um declínio, inclusive durante o período noturno (intervalo da curva pontilhado) (Figura 4). Ao amanhecer do dia seguinte, era retomado o aumento de concentração. Tal oscilação pode ser explicada pela reabsorção dos sólidos solúveis do néctar, pela planta, através de processos fisiológicos. Este fenômeno é comum em muitas espécies (Nicolson, 1995; Langenberger & Davis, 2002) e pode acontecer em qualquer fase da antese, respondendo às variações intrínsecas ocorrentes na concentração do néctar. A estratégia de reabsorção de metabólitos não utilizados e sua realocação para outros pontos de demanda (processos de fonte-dreno), minimizam os estresses em *A. tristis*, evitando perdas de energia.

Em observações paralelas, constatou-se que durante o período reprodutivo (outubro a janeiro), *A. tristis* perdeu, por abortamento, uma média de 21.175 flores/m<sup>2</sup>. Tomando-se o valor máximo de açúcares por flor de 29,1µg (Figura 5) isto equivale a 0,62 g/m<sup>2</sup> de sólidos solúveis que seriam perdidos caso não houvesse a reabsorção. Segundo Forcone et al. (1997), em um estudo de composição de néctar nupcial na região da Patagônia, Argentina, as espécies *A. candida*, *A. filipes*, *A. muricata*, e *A. serrana*, apresentaram na composição dos seus néctares, altos teores de glicose (52,2%; 61,6%; 56,5% e 55,3%, respectivamente), monossacarídeo de fácil translocação fisiológica.

Na análise do padrão de acúmulo e reabsorção do néctar por flor de *A. tristis* (Figura 5), percebeu-se que após o processo de reabsorção, incluindo o período noturno (intervalo pontilhado da curva), restava algum resíduo de néctar que ao se somar ao exsudato recém produzido, alcançava seu valor máximo (29,1 µg/flor) no segundo dia, às 14h 30min. Confrontando as curvas (Figuras 4 e 5), constata-se que, apesar de no primeiro dia da antese, às 14h 30min, o néctar conter o pico de 0,43 mg/µL de sólidos solúveis, observou-se apenas 11,1 µg/flor. No segundo dia, no mesmo horário, observou-se uma concentração de 0,30 mg/µL, porém 29,1 µg/flor. Isto demonstra que para os polinizadores, as flores no segundo dia da antese são mais atrativas, pois dispõem de uma recompensa maior pelo serviço da polinização, principalmente no período em torno das 14h 30min. Tal confirmação foi obtida ao comparar-se as médias do acúmulo de sólidos solúveis por flor de *A. tristis* ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Observando-se dados paralelos de frequência dos polinizadores, concluiu-se que a partir de um montante de sólidos solúveis de 11,1 µg/flor, os

polinizadores são atraídos pela flor, compensando o esforço dispensado no serviço da polinização. Chama a atenção o valor correspondente ao acúmulo de açúcares da flor no segundo dia às 17h (13,73 µg/flor). Apesar de potencialmente esta concentração por flor atrair os polinizadores, outros fatores que normalmente acontecem nessa faixa de horário como: formação frequente de neblina e ventos fortes fazem com que a visitação dos insetos antófilos fique reprimida.

Seria interessante uma complementação de estudos futuros para identificar os componentes do néctar em *A. tristis* e sua relação com os polinizadores em livre visitação.

### **Conclusões**

*Adesmia tristis* começa a secretar néctar na pré-antese. Há uma alternância na concentração de açúcares e na produção de néctar por flor a partir do meio da tarde, prolongando-se pelo período noturno, quando a planta promove reabsorção de parte do néctar produzido.

As flores no segundo dia são mais atrativas, dispondo de maior recompensa para os polinizadores traduzida em maior oferta de açúcar na flor.

### **Agradecimentos**

Agradecimentos são externados ao discente em biologia Daniel Dornelles Guidi pelo auxílio nos serviços de campo; ao Prof. Dr. Leonardo Galletto pelos aconselhamentos e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)/Programa de Apoio a Planos de

Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) pelo suporte financeiro.

### Referências bibliográficas

ACKERMANN, M. WEIGEND, M. Nectar, floral morphology and pollination syndrome in Loasaceae sub fam. Loasoideae (Cornales). **Annals of Botany**, London, v. 98, p.503-514, 2006.

BAKER, H.G.; BAKER, I. Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type. In: JONES, C.E.; LITTLE, R.J. (Ed.) **Hand book of experimental pollination biology**. New York: Van Nostrand Reinhold, 117-141, 1983.

BERTOLETTI, J.J.; TEXEIRA, M.B. Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata. Termo de Referência. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia**, UBEA/PUCRS, v. 2, p.1-47, 1995.

BIXENMANN, R.J.; KURSAR, T.A. Is extrafloral nectar production induced by herbivores or in a tropical facultative ant-plant mutualism? **Oecologia**, Berlin, v. 165, p.417-425, 2011.

BOND-BUCKUP, G. **Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra**. Ed. Libretos, Porto Alegre, 2008, 196p.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.12, n.1, p. 11-33, 1987.

FORCONE, A.; GALETTO, L.; BERNARDELO, L. Floral nectar chemical composition of some species from Patagonia. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v.25, n. 5, p. 395-402, 1997.

FRIIS, E.M.; ENDRESS, P.K. Origim and evolution of angiosperm flowers. **Advances in Botanical Research**, London, v.17, p. 99-162, 1990.

GALETTO, L.; BERNARDELLO, G. Floral Nectaries nectar production dynamics and chemical composition in six *Ipomoea* species (Convolvulaceae) in relation to pollinators. **Annals of Botany**, London, v. 94, p.269-280, 2004.

GALETTO, L.; BERNARDELLO, G. Nectar. In: DAFNI, A.; KEVAN, P.G.; HUSBAND, B.C. (Eds). **Practical pollination biology**. Cambridge: Enviroquest, Ltd., 2005, p. 261-328.

HEADS, P.A.; LAWTON, J.H. Bracken, ants and extrafloral nectaries. III. How insect herbivores avoid ant predation. **Ecological Entomology**, London, v.10, n.1, p.29-42, 1985.

JUNGBLUT, M. PINTO, L.F.S. Levantamento de solos do Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata. **Divulgação do Museu de Ciência e Tecnologia- UBEA/PUCRS**, v.3, p. 29-97, 1997.

KARASAWA, M.M.G. **Diversidade Reprodutiva de Plantas**. Ribeirão Preto: SBG, 2009. 113p.

KRÖMEN, T.; KESSLER, M.; LOHAUS, G.; SCHIMIDT-LEHUMN, A.N. Nectar sugar composition and concentration in relation to pollination syndromes in Bromeliaceae. **Plant Biology**, Stuttgart, v.10, p.502-511, 2008.

LANGENBERGER, M.W.; DAVIS, A.R. Temporal changes in floral nectar production, reabsorption, and composition associated with dichogamy in annual caraway (*Carum carvi*; Apiaceae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 89, n.10, p.1588-1598, 2002.

MIOTTO, S. T.; LEITÃO FILHO, H. F. Leguminosa – Faboideae gênero gênero *Adesmia* DC- Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul nº 23. **Boletim do Instituto de Biociências - UFRGS**, Porto Alegre. n. 52, p 1-157, 1993.

NICOLSON, S.W. Direct demonstration of nectar reabsorption in the flowers of *Grevillea robusta* (Proteaceae). **Functional Ecology**, Oxford, v. 9, n. 4, p. 584-588, 1995.

ORMOND, W.T.; PINHEIRO, M.C.B.; LIMA, H.A.; CORREIA, M.C.R.; PIMENTAL, M.L. Estudo das recompensas florais das plantas da restinga de Maricá – Itaipuaçu, RJ. I – Nectaríferas. **Bradea**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 21, p. 179-195, 1993.

PACINI, E.; NEPI, M.; VESPRINI, J.L. Nectar biodiversity: a short review. **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 238, p.7-21, 2003.

POLATTO, L.P.; ALVES Jr, V.V. Utilização dos Recursos Florais pelos Visitantes em *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 4, p.389-398, 2008.

RAJU, A.J.S.; RAO, S.P. Explosive Pollen release and pollination as a function of nectar-feeding activity of certain bees in the biodiesel plant, *Pongamia pinnata* (L.) Pierre (Fabaceae). **Current Science**, Columbus, v. 90, n. 7, p. 960-967, 2006.

SOUTHWICK, E.E. Floral nectar. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 130, p. 517-519, 1990.

TEDESCO, S. B.; DALL'AGNOL; WITTMANN-SCHIFINO; VALLS. Mode of reproduction of Brazilian species of *Adesmia* (Leguminosae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 2, p. 475-478, 2000.

VOSGUERITCHIAN, D.B.; BUZATO, S. Reprodução sexuada de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) e interação planta-animal. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 433-442, 2006.

WETSCHNIG, W.; DEPISCH, B. Pollination biology of *Welwitschia mirabilis* Hook. f. (Welwitschiaceae, Gnetopsida). **Phyton**, Horn, v. 39, p. 167-183, 1999.

WOLFF, D. Nectar sugar composition and volumes of 47 species of Gentianales from a southern Ecuadorian montane forest. **Annals of Botany**, London, v. 97, p. 767-777, 2006.

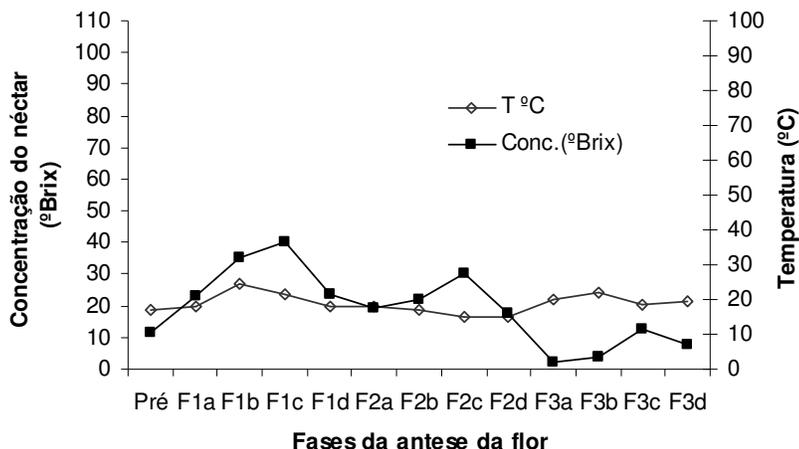


Figura 1. Variação da concentração do néctar em *Adesmia tristis* em função da variação da temperatura. No eixo horizontal apresentam-se as fases da antese, sendo: Pré = pré-antese; os números (1,2,3) = primeiro, segundo e terceiro dia de vida da flor; as letras minúsculas = horários diários das coletas (a = 9h 30min, b = 12h, c = 14h 30min, d = 17h).

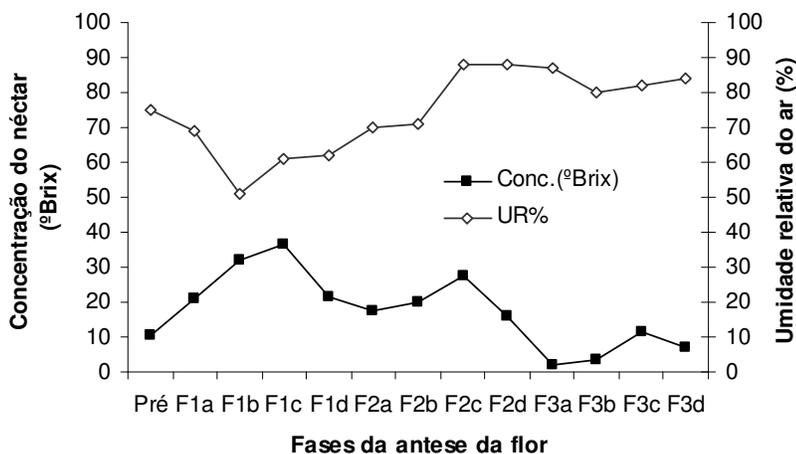


Figura 2. Variação da concentração do néctar em *Adesmia tristis* em função da variação da umidade relativa do ar. No eixo horizontal apresentam-se as fases da antese, sendo: Pré = pré-antese; os números (1,2,3) = primeiro, segundo e terceiro dia de vida da flor; as letras minúsculas = horários diários das coletas (a = 9h30min, b = 12h, c = 14h 30min, d = 17h).

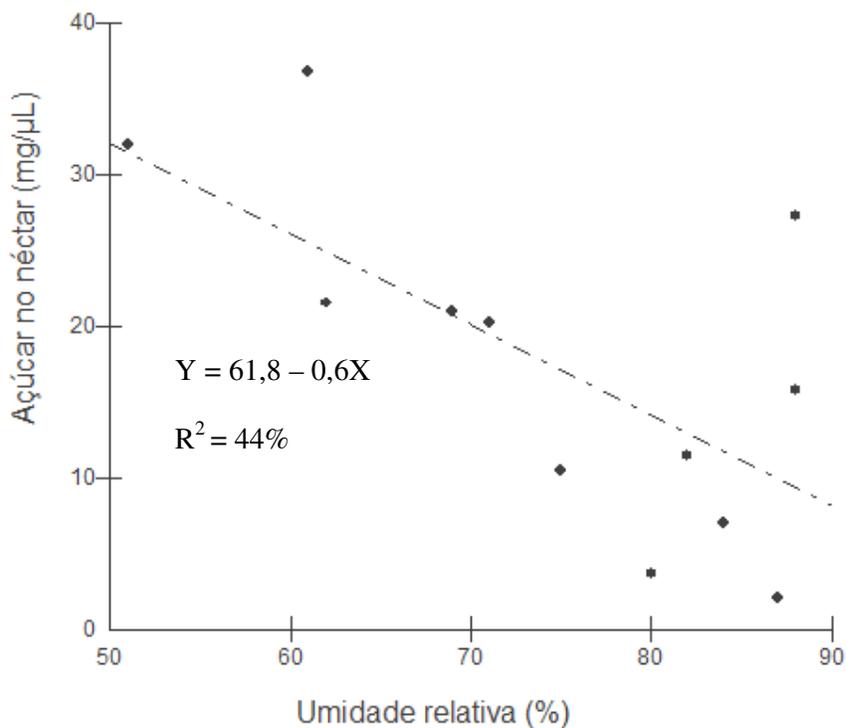


Figura 3. Relação inversa, apresentada por uma regressão linear, entre a concentração de açúcar no néctar de *Adesmia tristis* e a umidade relativa do ar ( $p < 0,01$ ).

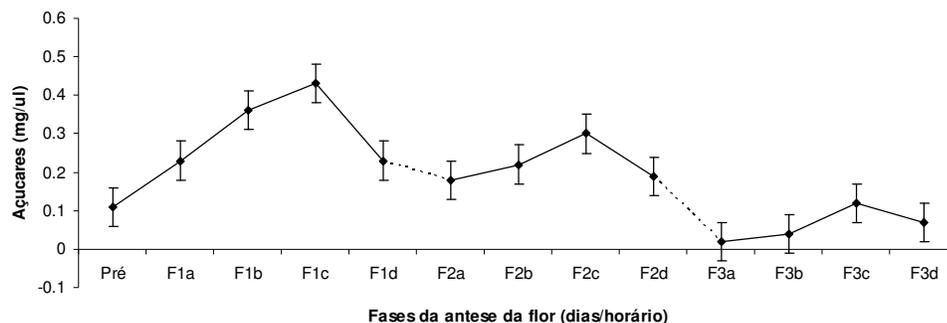


Figura 4. Padrão da concentração dos sólidos solúveis do néctar (mg/μl) em *Adesmia tristis* durante a antese da flor. Os setores pontilhados da curva englobam o período noturno. As barras representam o erro padrão dos pontos. No eixo horizontal apresentam-se as fases da antese, sendo: Pré= pré-antese; os números (1,2,3) = primeiro, segundo e terceiro dia de vida da flor; as letras minúsculas= horários diários das coletas (a = 9h30min, b = 12h, c= 14h30min, d = 17h).

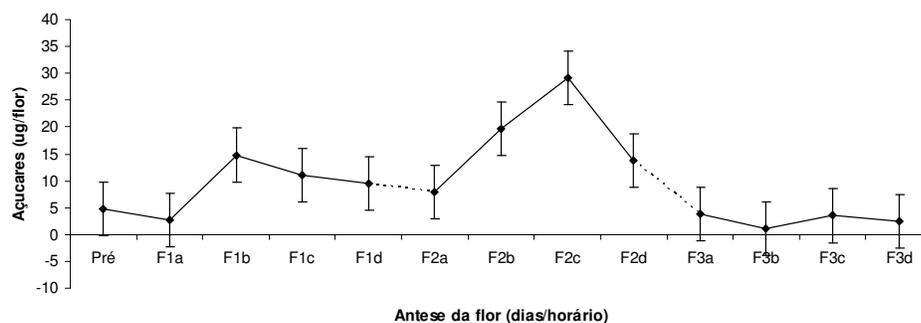


Figura 5. Padrão de acúmulo e reabsorção do néctar por flor de *Adesmia tristis* durante a antese. Os setores pontilhados da curva englobam o período noturno (intervalo entre os dias). As barras representam o erro padrão dos pontos. No eixo horizontal apresentam-se as fases da antese, sendo: Pré= pré-antese; os números (1,2,3)= primeiro, segundo e terceiro dia de vida da flor; as letras minúsculas= horários diários das coletas (a = 9h 30min, b = 12h, c = 14h 30min, d = 17h).

Tabela 1. Comparação das médias do acúmulo de sólidos solúveis por flor de *Adesmia tristis*, iniciando-se na pré-antese e cobrindo o período de vida da flor, de três dias, com quatro observações diárias (9:00 h; 12:00 h; 14:00 h; 17:00 h). Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS, Brasil, dezembro/2010.

Fases da antese	Açúcar ( $\mu\text{g}/\text{flor}$ )	
Pré-antese	4,73	def
Flor 1º dia 9:30 h	2,76	ef
Flor 1º dia 12:00 h	14,77	bc
Flor 1º dia 14:00 h	11,11	bcde
Flor 1º dia 17:00 h	9,44	cdef
Flor 2º dia 9:00 h	7,91	cdef
Flor 2º dia 12:00 h	19,55	b
Flor 2º dia 14:00 h	29,1	a
Flor 2º dia 17:00 h	13,73	bcd
Flor 3º dia 9:00 h	3,82	ef
Flor 3º dia 12h	1,03	f
Flor 3º dia 14,5h	3,48	ef
Flor 3º dia 17h	2,52	ef

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## **CAPÍTULO V**

**Relação pólen - óvulo em *Adesmia tristis* e reflexos na razão semente –  
óvulo pela interação com polinizadores em dois estratos verticais<sup>1</sup>**

Nadilson Roberto Ferreira<sup>2</sup>, Lucia Brandão Franke<sup>3</sup> e Betina Blochtein<sup>4</sup>

RESUMO: A distribuição vertical dos polinizadores é um componente importante no padrão de forrageamento dos estratos vegetais. Essa distribuição e implicações no sistema reprodutivo (relação pólen/óvulo), a relação semente/óvulo nos nichos diferenciados e seu possível uso no auxílio a estudos de déficit de polinização foram avaliados em *Adesmia tristis* Vogel, um arbusto endêmico dos Campos de Cima da Serra, no Sul do Brasil. Os trabalhos foram realizados em janeiro de 2010 e janeiro de 2011, no Pró-Mata/PUCRS (29°27'-29°35'S e 50°08'-50°15'W), São Francisco de Paula, RS. O tipo de sistema reprodutivo de *A. tristis* foi classificado como alogamia obrigatória. O perfil vertical em *A. tristis* possui nichos diferenciados de forrageamento entre os polinizadores mais frequentes. Abelhas do gênero *Megachile* forrageiam na região do dossel, as representantes da família Andrenidae exploram o estrato inferior. O estrato superior do perfil vertical contribuiu mais na produção de sementes. *A. tristis* apresentou déficit de polinização.

Palavras-chave: abelhas, alogamia, dossel, forrageamento, nichos.

---

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada a UFRGS, PPG em Zootecnia;

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, MSc., doutorando em zootecnia UFRGS. Praça. Conde de Porto Alegre, 77/97 - Centro - 90020-130 Porto Alegre, RS, [nr.ferreira@uol.com.br](mailto:nr.ferreira@uol.com.br) (autor para correspondência);

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Porto Alegre, RS, [lbfranke@ufrgs.br](mailto:lbfranke@ufrgs.br) ;

<sup>4</sup> Bióloga, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Faculdade de Biociências/ Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos naturais – PUCRS, Porto Alegre, RS, [betinabl@pucrs.br](mailto:betinabl@pucrs.br).

**Relationship pollen - ovule in *Adesmia tristis* and reflections in the ratio seed – ovule by interaction with pollinators in two vertical levels**

ABSTRACT: The pollinators' vertical distribution is an important component in the pattern of foraging to vegetation level. This distribution and its implications on the reproductive system (ration pollen/ovule), the ration seed/ovule in the different niches and its possible use as an aid to studies of pollination deficit was evaluated in *Adesmia tristis* Vogel, a endemic shrub of The Campos de Cima da Serra in southern Brazil. The studies were carried out in January 2010 and January 2011, in the Pró-Mata / PUCRS (29 ° 27'-29 ° 35'S and 50 ° 08'-50 ° 15'W), town of São Francisco de Paula, RS. The type of reproductive system of *A. tristis* was classified as obligatory allogamy. The vertical profile in *A. tristis* have different foraging niche among the must common pollinators. The representatives of the genus *Megachile* bees foraging near the canopy, as the representatives of Andrenidae family explore the lower level. The upper level of vertical profile contributed more to seed production. *A. tristis* showed pollination deficit.

Key words: allogamy, bees, canopy, foraging, niches.

## Introdução

A distribuição vertical dos polinizadores é um importante componente associado ao padrão de forrageamento nos estratos vegetais (Roubik et al., 1995). Ela está ligada aos efeitos seletivos da estrutura da vegetação, distribuição das inflorescências nas plantas e o perfil dos visitantes florais. As relações entre populações de polinizadores distintos em um mesmo gradiente vertical podem gerar diversos níveis de interações. A competição por recursos é uma relação que pode induzir uma população a afetar a outra (Menezes et al., 2007; Nates-Parra et al., 2008; Jha & Vandermeer, 2009) mesmo que indiretamente. A interação competitiva, na escala temporal, fomenta uma separação ecológica entre espécies aparentadas conduzindo ao princípio da exclusão competitiva. Tal fato promove adaptações seletivas facilitadoras da coexistência de uma diversidade de organismos nos habitats (Odum, 1983), independente da escala ambiental. É possível que processo semelhante tenha ocorrido com *Adesmia tristis*, planta endêmica da região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra, no Sul do Brasil. Esta espécie possui alto potencial forrageiro (Overbeck et al., 2007) e grande amplitude ecológica, ocorrendo em altitudes que variam de 500 a 1300 m. Caracteriza-se por ser um arbusto ascendente decumbente com ramificações que podem chegar a 1,5 m de comprimento (Miotto & Leitão Filho, 1993). Após a ascendência inicial da haste a 0,70 m ocorre a tendência à decumbência em função do próprio peso. No tombamento, as hastas apoiam-se na vegetação do entorno, formando um perfil com altura variável.

A inflorescência é massiva e composta por racemos simples, multifloros laxifloros, com florescimento de outubro a abril, concentrando-se nos meses de dezembro e janeiro (Miotto & Leitão Filho, 1993).

Os principais polinizadores do gênero *Adesmia* são abelhas solitárias representantes das famílias Andrenidae, Apidae, Coletidae Megachilidae (Chiappa et al., 2000; Camacho & Franke, 2008; Forcone & Muñoz, 2009; Smith-Ramírez & Ramírez, 2010).

*Adesmia tristis* é uma espécie em estado selvagem. O conhecimento dos reflexos na polinização e o tipo do sistema reprodutivo é determinante, como primeiros estudos em espécies em tal circunstância, para a avaliação do fluxo gênico e frequências genotípicas subsequentes (Hamrick & Godt, 1990).

A utilização da relação pólen/óvulo (P/O) como ferramenta para avaliar os processos reprodutivos nos vegetais caracteriza-se por ser hábil e precisa, possuindo custos reduzidos quando confrontados com técnicas de marcadores moleculares ou de cruzamento (Cruden, 2000).

A associação dos conhecimentos sobre sistema reprodutivo aliado às interações com os agentes polinizadores, visam apoiar manejos mais criteriosos para a conservação da espécie no ecossistema dos Campos de Cima da Serra. Portanto, este estudo objetivou:

- 1) avaliar a relação pólen/óvulo no sistema reprodutivo de *Adesmia tristis*;
- 2) Comparar a relação semente/óvulo sob o efeito de dois grupos de abelhas com nichos diferenciados no perfil vertical em *A. tristis* e;

3) Analisar a eficiência da relação semente/óvulo como índice auxiliar nas avaliações do déficit de polinização.

### **Material e métodos**

O estudo foi realizado em janeiro de 2010 e janeiro de 2011, no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata/PUCRS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul), Brasil, com as coordenadas 29°27'-29°35'S e 50°08'-50°15'W (Bertoletti & Teixeira, 1995). A área localiza-se na região geomorfológica do Planalto das Araucárias no município de São Francisco de Paula, RS. A altitude do local varia de 600 a 900m, e o clima é classificado como Cfb, temperado marítimo úmido com temperatura média anual de 14,5 °C e formação frequente de neblina, geada e nevadas ocasionais. A precipitação média anual é de 2.252 mm, com chuvas bem distribuídas no ano (Bertoletti & Teixeira, 1995; Bond-Buckup, 2008). O solo da área selecionada foi classificado em CBHa – Cambissolo Bruno Húmico álico (PUCRS, 1995), com acidez alta (pH 4,0) e pobre em fósforo (3,1 mg/dm<sup>3</sup>) segundo laudo de análise de solo realizado em maio de 2008 pelo Departamento de Solos/UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Brasil, suportando uma vegetação caracterizada como campos de altitude. Na área de estudo, com abrangência de 450 m<sup>2</sup> (15 m x 30 m) foram cultivadas 1.800 plantas de *A. tristis*.

Para caracterizar o sistema reprodutivo de *A. tristis* estudou-se a relação pólen/óvulo (Cruden, 1977; Cruden, 2000). Nesse processo foi quantificado o número de óvulos por ovário e o número de grãos de pólen por flor. Aleatoriamente foram colhidos 30 botões florais em pré-antese para contagem dos óvulos por ovário. Os ovários receberam cortes longitudinais, com auxílio de estilete, bisturi e pinças, expondo os óvulos que foram visualizados e quantificados através de microscópio estereoscópio. Para contagem dos grãos de pólen por flor utilizou-se do método do marcador exótico com esporos de *Lycopodium clavatum* contidos em pastilha com 18.584 esporos (Stockmarr, 1971). O método se baseia na estimativa, a partir da adição de um número conhecido de esporos que é relacionado com a contagem dos grãos de pólen contidos na amostra. Durante o processo de contagem polínica os esporos também são contados, sendo este valor usado na estimativa da concentração de pólen do material analisado. Para isto coletou-se aleatoriamente 10 botões florais em pré-antese, da quais as anteras foram desmembradas. Os grãos de pólen foram separados das anteras com auxílio de estiletos, pinças, placa de petri, pipeta e 7,0 mL de água destilada para lavagem. Em seguida, os grãos de pólen de cada flor foram colocados em um tubo ependdorf de 1,5 mL, somando-se a pastilha de *L. clavatum* previamente diluída em água. Os 10 tubos ependdorfs foram centrifugados a 2.000 rotações por minuto durante cinco minutos e depois descartado o sobrenadante. A seguir fez-se montagem das lâminas, sendo três lâminas por tubo ependdorf. No preparo das lâminas utilizou-se gelatina glicerinada corada com fuccina. Pequenas porções de gelatina foram passadas no precipitado do

ependdorf onde estavam os grãos de pólen. A gelatina, com os grãos aderidos, foi posta em lâmina aquecida em lamparinas a álcool e coberta com lamínula selada com esmalte incolor (Louveaux et al., 1978). A contagem dos grãos de pólen e dos esporos foi feita através de um microscópio ótico, correndo-se toda a lâmina. Com os resultados estimou-se o número de grãos de pólen por flor (P), através da equação  $P = 18.584 p/L$ , sendo (p e L) as leituras dos grãos de pólen e dos esporos de *L. clavatum* por lâmina, respectivamente. As médias da relação pólen/óvulo foram enquadradas de acordo com a classificação de Cruden (1977): cleistogamia (<5,4); autogamia obrigatória (5,5–39); autogamia facultativa (39,1–396,9); alogamia facultativa (397–2.588) e alogamia obrigatória (>2.588).

Para o estudo da diferença na relação semente/óvulo pelos dois grupos de abelhas com nichos distintos em *A. tristis* foram demarcados dois estratos do perfil vertical, que em média possuía 70 cm. O primeiro estrato compreendeu uma faixa de 30 cm de altura, a partir do nível do solo, e o estrato superior abrangeu uma camada de 30 cm a partir do nível do dossel em sentido descendente, ficando uma faixa de segurança (interface) de 10 cm (Figura 1). Para cada estrato foram coletados 10 racemos com comprimento médio de 20 cm, medidos a partir do ápice, totalizando 20 racemos. Para cada racemo foi quantificado o número de botões florais (BF) mais o número de flores; estimativas de flores abortadas futuras (Faf) e de sementes futuras (Sf) através da taxa de polinização efetiva, obtida com a marcação de 300 botões florais em pré-antese, com livre visitação dos polinizadores e, posterior contagem dos hemicraspédios formados expresso em porcentagem; flores

abortadas (Fa); óvulo por ovário (O); hemicraspédio no racemo e já liberado pela planta (Hr e HL); sementes (S); sementes por hemicraspédio (S/H), denominado potencial de descendência; estimativa de sementes liberadas pela planta (SL); estimativa de sementes totais (St); estimativa de óvulos totais (Ot) e estimativa da relação semente/óvulo (S/O). Quanto ao número de óvulos, foram coletados aleatoriamente 30 botões florais em pré-antese, de cada estrato, seguindo-se a mesma metodologia descrita anteriormente (na relação pólen/óvulo). Para as análises dos dados foi sistematizada uma tabela com os fatores descritos acima, referente aos dois estratos e construídos gráficos com os totais de sementes e óvulos por racemo para os dois estratos, com seus respectivos erros padrões bem como o gráfico comparativo da relação semente/óvulo (S/O) dos dois estratos. Em seguida comparou-se as variâncias da relação S/O dos dois estratos pelo teste F de Snedecor para testar a homocedasticidade e definir a estatística apropriada na comparação entre as médias pelo teste t de Student com 1% de probabilidade.

A razão S/O gera um índice auxiliar nas estimativas do déficit de polinização no tempo e espaço, não só da população de *A. trisits*, porém de qualquer outra espécie. Este índice é adimensional e inversamente proporcional ao déficit de polinização. O intervalo de variação situa-se de 0 - 1, representando um gradiente com amplitude mínima igual a zero, ou ausência de formação de sementes, e máxima igual a um ou a total conversão do número de rudimentos seminiais em sementes. Essa variação do gradiente de mínima e máxima produção de sementes é que será utilizada para dimensionar possível déficit ou sua ausência.

## Resultados e discussão

*Adesmia tristis* apresentou uma média de  $5,07 \pm 0,58$  óvulos por ovário e de  $30.350 \pm 5.511$  grãos de pólen por flor ( em suas 10 anteras). Como consequência, a relação pólen/óvulo (P/O) foi de 6.026,6 que, de acordo com a classificação de Cruden (1977), caracteriza o sistema reprodutivo de *A. tristis* como de alogamia obrigatória (P/O>2.588). Resultado semelhante foi encontrado por Tedesco et al. (2000) em 15 espécies de *Adesmia*, inclusive *A. tristis*, em casa de vegetação, com tratamentos de polinização mútua e estímulo mecânico. Estes autores concluíram que esta espécie depende de polinização cruzada, e com possível ocorrência de mecanismos de incompatibilidade. Camacho & Franke (2008) chegaram à mesma conclusão com *A. latifolia* após isolar plantas, com estruturas teladas, da visitação dos insetos antófilos, tendo como resultado a ausência de formação de sementes, enquadrando tal espécie como alógama.

Os polinizadores, ao conduzirem os grãos de pólen aos estigmas correspondentes, minimizam os riscos de perda (Cocucci & Mariath, 2004). Isto causa um efeito direto na definição do sistema reprodutivo da planta. Quanto mais efetivo for o alcance do grão de pólen ao estigma, maiores as possibilidades de fecundação com baixa relação P/O. A alogamia, caso de *A. tristis*, possibilita o vigor híbrido, facilitando a manutenção das espécies no meio ambiente. Nas plantas alogâmicas, é interessante que o número de grãos de pólen viáveis seja suficiente para a promoção da heterozigose (Souza et al., 2002), evitando-se efeitos atenuantes na aptidão polinizadora (Cruden, 2000).

A taxa de alogamia em *A. tristis* foi de 37%, com grande abortamento de flores. Os frequentes ventos, precipitações e neblina na área de estudo depreciam as atividades dos polinizadores que interferiram, juntamente com características intrínsecas da planta, na taxa da alogamia, também conhecida como taxa de cruzamento natural ou polinização efetiva. É necessária a conservação e o estímulo ao aumento das populações de polinizadores locais através de manejos responsáveis das áreas trabalhadas e a criação de ambientes protegidos. Assim, evita-se o risco do declínio do fluxo de grãos de pólen, com conseqüente depressão do processo produtivo (Lennartsson, 2002; Kolb, 2005; Freitas et al., 2010). Com tais práticas, impede-se o limiar da inviabilidade das espécies no ambiente (Nayak & Davidar, 2010).

*Adesmia tristis* possui um florescimento massivo, envolvendo todo o perfil vertical da planta, sendo composto por uma estrutura complexa de ramos entrecruzados não só da mesma planta como de plantas vizinhas. Tal disposição restringe, para os polinizadores, os espaços de circulação de forma decrescente no sentido do dossel para o solo. São formados nichos diferenciados ou micromosaicos de forrageamento no perfil vertical da planta. Entretanto, a amplitude desses nichos tróficos é passível de mudanças temporais e espaciais (Aguiar & Santos, 2007) por estarem atreladas a estrutura da vegetação do entorno.

Observou-se que os dois grupos de polinizadores mais frequentes em *A. tristis* são abelhas solitárias representantes das famílias Megachilidae e Andrenidae. Estas abelhas possuem características distintas. As primeiras são

mais robustas e velozes quando comparadas com a representante da família Andrenidae. As abelhas que representam o gênero *Megachile* dão preferência a visitas às flores do estrato superior, próximas ao dossel, com mais espaço livre para suas evoluções em busca de néctar e pólen. Supõe-se que tal fato criou na escala evolutiva uma interação entre estes dois principais grupos de polinizadores, fomentando a formação de nichos ecológicos associados ao princípio da exclusão competitiva (Odum, 1988). São adaptações seletivas que permitem a coexistência da diversidade de organismos nos habitats.

Em *A. tristis*, a competição envolve não apenas néctar e pólen, mas, sobretudo, espaço. Algumas vezes abelhas pertencentes à família Andrenidae foram observadas forrageando no estrato superior e com a chegada de indivíduos de Megachilidae havia um embate e rapidamente os menores (Andrenidae) migravam para o estrato abaxial. Este aspecto do comportamento ocorre porque essas abelhas visitam as flores de *A. tristis* no mesmo horário do dia. Alguns trabalhos relatam a coexistência de espécies de abelhas em uma mesma planta, usando estratégias de forrageamento distintas (Morgado et al., 2002; El Shafie & Mogga, 2002; Beismeiijer & Slaa, 2006; Carvalho & Oliveira, 2010). Este aspecto é conveniente em *A. tristis* pela complementação da polinização, com reflexos diretos na produção de sementes e perpetuação da espécie. De acordo com Hoehn et al. (2008), uma guilda de polinizadores é mais efetiva para o serviço de polinização e estabilidade do sistema do que uma espécie única.

Os dados envolvendo os dois estratos estudados mostraram que há equivalência no número de flores abortadas totais (Fat), bem como no número

de sementes por hemicráspedio (S/H) em ambos os estratos (Tabela 1). Contudo, ocorreram diferenças estatísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ) no número de hemicráspedios totais (hemicráspedios no racemo (Hr) mais hemicráspedios liberados da planta (Hl)), no número de sementes totais (St), na relação semente/óvulo (S/O) e diferença significativa no número de óvulos totais (Ot) ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Nos dois estratos, o número de sementes formadas (9,5% e 5,2% nos estratos superior e inferior, respectivamente) é inferior ao número de óvulos disponíveis à fecundação. Sendo a diferença mais acentuada no estrato inferior (Figuras 2). Tal fato denota problemas de déficit de polinização com conseqüente baixo rendimento de sementes. A partir desses dados pode-se inferir a possibilidade das populações dos polinizadores de *A. tristis* ser baixa, contribuindo para o grande abortamento de flores aptas a formação de hemicráspedios. A oferta massiva de flores fora dos padrões naturais (plântio) deve ter excedido a capacidade de visitas dos polinizadores. Deve-se considerar ainda, que o florescimento em massa (no tempo e espaço) é uma estratégia adaptativa no sucesso reprodutivo (Inouye, 2008). Na natureza, normalmente as plantas de polinização cruzada não atingem o nível máximo de produção de frutos e ou sementes (Barrett, 2002). O déficit de polinização com suas gradações de níveis é um padrão ambiental. Uma pesquisa no Canadá, com 258 espécies de angiospermas, apresentou um limite máximo de 45% de polinização efetiva na produção de sementes (Burd, 1994).

Uma das possíveis causas de abortamento de flores são os fatores genéticos em função do desenvolvimento de embriões homocigotos para alelos

deletérios (Charlesworth, 1989). Outras interferências com as limitações dos recursos, repercutem no processo de florescimento (Weins, 1984; Griffin & Barrett, 2002). Em *A. tristis*, tais fatores e circunstâncias podem estar envolvidos. A possível ocorrência de geitonogamia deve causar autoincompatibilidade (Tedesco et al., 2000). Isto induz a diminuição do fluxo polínico desejável e a alterações no estigma envolvido no contexto. As consequências são: a depressão do processo de cruzamento e a redução na função feminina (menor produção de sementes) (Barret, 2002).

Quanto à eficiência na polinização no âmbito da flor, os dois grupos de abelhas se equivalem, daí o número de sementes/hemicraspédio serem estatisticamente iguais (Tabela 1.), contudo as abelhas representantes do gênero *Megachile* são mais ágeis ( $2,5 \pm 0,4$  segundos/flor) quando comparadas com o grupo de Andrenidae ( $6,4 \pm 0,9$  segundos/flor), visitando mais flores na unidade de tempo. Isto reflete uma maior produção de sementes no estrato superior com consequências proporcionais na relação S/O (Figura 3). Ressalta-se que as flores do estrato inferior possuíam menor quantidade de óvulos (4,8/ovário) em relação ao superior (5,3/ovário), sendo esta diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) (Tabela 1), possivelmente relacionada a efeitos fisiológicos da planta quanto à recepção de luz, translocações estratégicas de nutrientes em operações fonte dreno, interferências hormonais e diferenciações no vigor dos ramos (Lacher, 2000; Taiz & Zeiger, 2009). Este fato agiu sinergicamente para um aumento do número de sementes na camada superior.

*Adesmia tristis* apresentou a relação S/O de 0,1 e 0,05 nos estratos superior e inferior respectivamente e o potencial de descendência (S/H) de 3,23 (Tabela 1), definido como número médio de sementes em um fruto individual (Weins, 1984). Relaciona-se com a proteção do óvulo, dispersão e estratégias *r* e *k* de crescimento populacional de Pianka (1970). Sendo “*r*”: espécies oportunistas, a maioria anual, que alocam maior energia no esforço reprodutivo, e “*k*”: espécies competidoras por recursos, a maioria perene, com maiores gastos energéticos na manutenção (Odum, 1988).

Em ambientes não alterados, a relação S/O das plantas anuais fica em torno de 0,85, com potencial de descendência de 21,7. Já em plantas perenes, a média de S/O é de 0,50, independente do tipo de sistema reprodutivo, e o potencial de descendência não passa de 9,9 (Weins, 1984).

As espécies lenhosas (estratégia *k*) possuem as mais baixas razões S/O (0,3), e o potencial de descendência (3,3) quando comparadas com as perenes herbáceas com S/O de 0,57 e potencial de descendência de 13,5 (Weins, 1984).

Em Fabaceae é comum encontrar-se valores baixos da razão frutos/flores e ou sementes/óvulos (Bawa & Buckley, 1989). Estudos da biologia reprodutiva de *Caesalpinia pyramidalis* (Fabaceae) na Caatinga do Nordeste Brasileiro (Leite e Machado 2009) apresentaram o mesmo padrão referido.

Os dados levantados para a área de estudo com *A. tristis* apresentaram uma relação S/O de 0,1 no estrato superior e 0,05 no estrato inferior, inferindo a possibilidade de déficit de polinização. É importante que o

índice esteja atrelado a outras metodologias de qualificação de déficit de polinização como as recomendadas pela FAO (2011) dando solidez as conclusões. Ainda é necessário saber se a espécie em estudo é anual ou perene para melhor enquadrá-la de acordo com as características dessas categorias. Estes resultados são importantes para orientar planos de manejos visando possíveis correções dos fatores limitantes para a produção de frutos e/ou sementes compatíveis com o esperado.

### **Conclusões**

*Adesmia tristis* apresenta alogamia obrigatória.

O perfil vertical em *A. tristis* possui nichos diferenciados de forrageamento para os polinizadores mais frequentes.

As abelhas do gênero *Megachile* forrageiam preferencialmente próximo do dossel da planta e as representantes da família Andrenidae no estrato inferior.

O estrato superior do perfil vertical apresenta uma contribuição maior na produção de sementes.

Houve indícios de déficit de polinização em *Adesmia tristis* na situação estudada.

### Referências bibliográficas

- AGUIAR, C.M.L.; SANTOS, G.M.M. Compartilhamento de recursos florais por vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) e abelhas (Hymenoptera: Apidae) em uma área de Caatinga. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 6, p. 836-842, 2007.
- BARRETT, S.C.H. Sexual interference of the floral kind. **Heredity**, London, v. 88, p. 154-159, 2002.
- BAWA, K.S.; BUCKLEY, D.P. Seed: ovule ratios, selective seed abortion, and mating systems in Leguminosae. In: STIRTON, C.H. E ZARUCCHI, J.L. (Ed.). **Advances in legume biology**. Monographs in Systematic Botany, Missouri Botanical Gardens, v. 29, p. 243-262, 1989.
- BERTOLETTI, J.J.; TEXEIRA, M.B. Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata. Termo de Referência. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia, UBEA/PUCRS**, v. 2, p.1-47, 1995.
- BIESMEIJER, J.C.; SLAA, E.L. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. **Apidologie**, Versailles, v. 37, n.1, p. 240-258, 2006.
- BOND-BUCKUP, G. **Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra**. Ed. Libretos, Porto Alegre, 2008, 196p.
- BURD, M. Bateman's principle and plant reproduction: the role of pollen limitation in fruit and seed set. **Botanical Review**, Bronx, v. 60, n.1, p. 83-139, 1994.
- CAMACHO, J.C.B.; FRANKE, L.B. Efeito da polinização sobre a produção e qualidade de sementes de *Adesmia latifolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 81-90, 2008.
- CARVALHO, A.M.C.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Estrutura da guilda de abelhas visitantes de *Matayba guinensis* Aubl. (Sapindaceae) em vegetação do Cerrado. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n.1, p. 40-66, 2010.
- CHIAPPA, E.; RODRIGUEZ, S.; BASCUÑÁN, R. Preferencia y manipulacion floral de *Centris rodophthalma* Perez (Hymenoptera: Anthophoridae). **Gayana**, Concepción, v. 64, n.2, p. 133-138, 2000.

CHARLESWORTH, D. Evolution of low female fertility in plants: pollen limitation, resource allocation, and genetic load. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 4, p. 289-292, 1989.

COCUCCI, A.E.; MARIATH, J.E.A. Gametogênese, fecundação, seleção do gametófito mais apto, embriogênese e diásporo maduro. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.15-30.

CRUDEN, R.W. Pollen-ovule ratio: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, Lancaster, v. 31, n.1, p. 32-36, 1977.

CRUDEN, R.W. Pollen grains: why so many? **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 222, p.143-165, 2000.

EL SHAFIE, H.A.F.; MOGGA, J.B.B. Studies on the possible competition for pollen between the honey bee *Apis mellifera* sudanensis and the imported dwarf honey bee *Apis florea* (Hymenoptera, Apidae) in North-Khartoum (Sudan). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 126, n.10, p. 557-562, 2002.

FAO. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use**. Rome: FAO, 2011. 70p.

FORCONE, A. MUÑOZ, M. Floración de las especies de interés apícola en el nordeste de Santa Cruz, Argentina. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, La Plata, v. 44, n. 3-4, p. 393-403, 2009.

FREITAS, L.; WOLOWSKI, M.; SIGILIANO, M.I. Ocorrência de limitação polínica em plantas de Mata Atlântica. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n.1, p. 251-265, 2010.

GRIFFIN, S.R.; BARRETT, S.C.H. Factors affecting low seed:ovule ratios in a spring woodland herb, *Trillium grandiflorum* (Melanthiaceae). **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v.163, n. 4, p. 581-590, 2002.

HAMRICK, J.L.; GODT, M.J. Allozyme diversity in plant species. In: BROW, A.H.D.; CLEGG, M.T.; KAHLER, A.L.; WEIR, B.S. (Ed.). **Plant populations genetics, breeding and genetics resources**. Sinauer, Sunderland, USA, p. 43-63, 1990.

HOEHN, P.; TSCHARNTKE, T.; TYLIANAKIS, J.M.; STEFFAN-DEWENTER, I. Funcional group diversity of bee pollinators increases crop yield. **Proceeding of the Royal Society B**, London, v. 275, p. 2283-2291, 2008.

JHA, S.; VANDERMEER, J.H. Contrasting bee foraging in response to resource scale and local habitat management. **Oikos**, Copenhagen, v. 118, p.1174-1180, 2009.

KOLB, A. Reduced reproductive success and offspring survival in fragmented populations of the forest herb *Phyteuma spicatum*. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 93, n.1226-1237, 2005.

LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. Ed. Springer-Verlag, New York, 2003, 517p.

LENNARTSSON, T. Extinction thresholds and disrupted plant-pollinator interactions in fragmented plant populations. **Ecology**, Ithaca, v. 83, p. 3060-3072, 2002.

LEITE, A.V.; MACHADO, I.C. Biologia reprodutiva da “catingueira” *Caesalpinia pyramidalis* Tul., (Leguminosa – Caesalpinioideae), uma espécie endêmica da Caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n.1, p. 79-88, 2009.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World**, Cardiff, v. 59, n. 4, p. 139-157, 1978.

MENEZES, C.; SILVA, C.I.; SINGER, R. B.; KERR, W.E. Competição entre abelhas durante forrageamento em *Schefflera arboricola* (Hayata) Merr. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, s.1, p. 63-69, 2007.

MIOTTO, S. T.; LEITÃO FILHO, H. F. Leguminosa – Faboideae gênero *Adesmia* DC- Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul nº 23. **Boletim do Instituto de Biociências - UFRGS**, Porto Alegre. n. 5, p 1-157, 1993.

MORGADO, L.N.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B; SANTANA, M.P. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L. em Lavras – MG. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 6, p.1167-1177, 2002.

NATES-PARRA, G.; PALACIOS, E.; PARRA-H., A. Efecto del cambio del paisaje en la estructura de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae) en Meta, Colombia **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 56, n, 3, p.1295-1308, 2008.

NAYAK, K.G.; DAVIDAR, P. Pollinator limitation and the effect of breeding systems on plant reproduction in forest fragments. **Acta Oecologica**, Paris, v. 36, p.191-196, 2010.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434p.

PIANKA, E.R. On r and k selection. **American Naturalist**, Chicago, v. 104, p. 592-597, 1970.

OVERBECK, E.; MÜLLER, S.C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V.D.; BLANCO, C.C.; BOLDRINI, I.I.; BOTH, R. FORNECK, E.D. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v 9, p.101-116. 2007.

ROUBIK, D.W.; INOVE, T.; HAMID, A.A. Canopy foraging by two tropical honeybees: bee height fidelity and tree genetic neighborhoods. **Tropics**, Kuala Lumpur, v. 5, p. 81-93, 1995.

SMITH-RAMIREZ, C.; RAMIREZ, K.Y. **Informe final tecnico y financiero – Digitalizacion de datos de polinizadores de Chile, interacción insecto-planta y distribución de insectos. IABIN, 2010.** Disponível: <http://www.oas.org/dsd/IABIN/Component2/Chile/PTN-IEB/INFORME%20FINAL%20IABIN.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2011.

SOUZA, M.M.; PEREIRA, T.N.S.; MARTINS, E.M. Microsporogênese e Microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujá-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p.1209-1217, 2002.

STOCKMARR, J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. **Pollen et Spores**, Paris, v.13, p. 615-621, 1971.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, Artmed (Ed.) 2009, 820p.

TEDESCO, S. B.; DALL'AGNOL, M.; WITTMANN-SCHIFINO, M.T.; VALLS, J.F.M.. Mode of reproduction of brazilian species of *Adesmia* (Leguminosae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 2, p. 475-478, 2000.

WIENS, D. Ovule survivorship, broad size, life history, breeding systems, and reproductive success in plant. **Oecologia**, Berlin, v. 6, n. 1, p. 47-53, 1984.

Tabela 1. Médias dos parâmetros levantados e estimados em 10 racemos de *Adesmia tristis* para cada um dos dois estratos do perfil vertical, sendo: Ra - racemo; s - estrato superior; i - estrato inferior; Fat - flores abortadas totais; O/O - óvulo por ovário (n=30); S/H - sementes por hemicraspédio; Ht - hemicraspédios totais; St - sementes totais; Ot - óvulos totais; S/O - relação semente/óvulo. Pró-Mata PUCRS, São Francisco de Paula, RS, janeiro de 2010 e 2011.

Ra	Fat	O/O	S/H	Ht	St	Ot	S/O
S	134,61a	5,30a	3,23a	24,60a	79,53a	841,57a	0,10a
I	131,37a	4,80b	3,22a	10,90b	35,38b	680,00b	0,05b

Médias seguidas da mesma letra, na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student a 1% de probabilidade. Na comparação de Ot o teste foi a 5%).

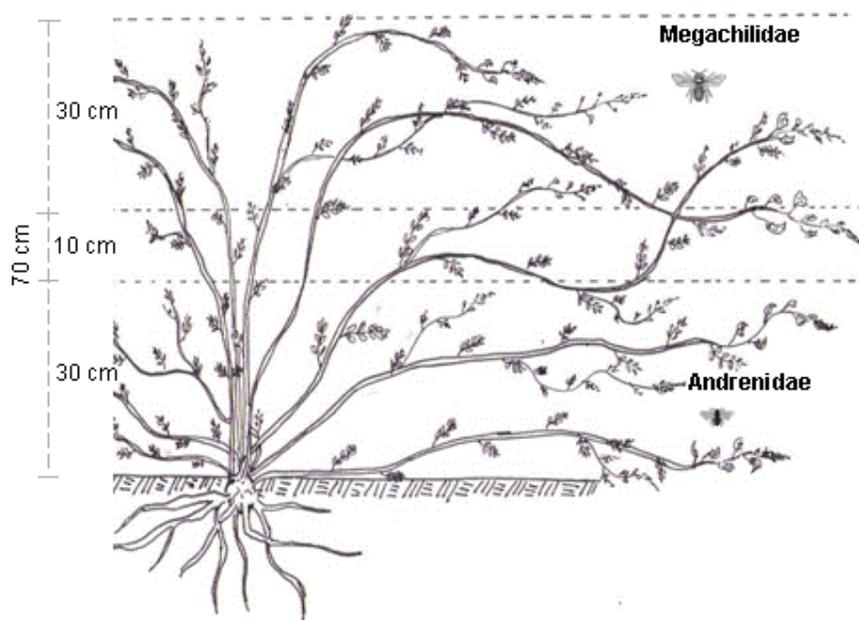


Figura 1. Desenho esquemático do perfil vertical em *Adesmia tristis* com a subdivisão dos dois estratos além da localização dos dois grupos de polinizadores mais frequentes (Megachilidae e Andrenidae).

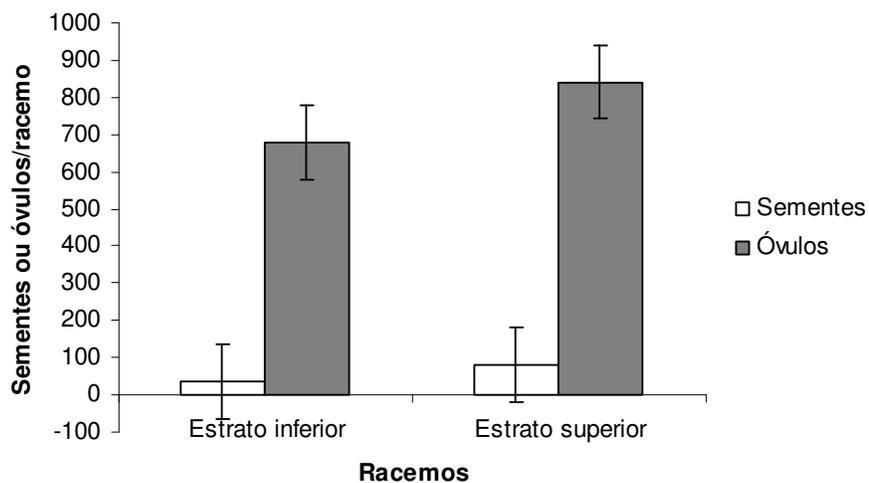


Figura 2. Médias do número de sementes e óvulos formados nos 10 racemos do estrato inferior e superior de *A. tristis* com barras do erro padrão.

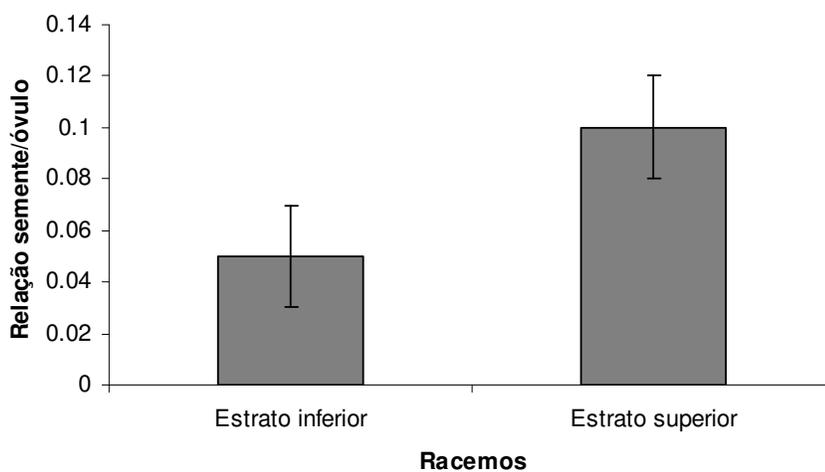


Figura 3. Relação semente/óvulo dos racemos dos estratos inferior e superior em *Adesmia tristis*, com barras do erro padrão.

## **CAPÍTULO VI<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo publicado na Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 3, p.447-453, 2011

**Estudos Morfo-Anatômicos Relacionados à Dormência em Sementes de  
*Adesmia tristis* Vogel (FABACEAE)<sup>1</sup>**

Nadilson Roberto Ferreira<sup>2</sup>, Lucia Brandão Franke<sup>3</sup>, Maria Cecília de Chiara  
Moço<sup>4</sup>

RESUMO: *Adesmia tristis* é uma espécie endêmica do sul do Brasil e muito promissora como forrageira em campos de altitude com solos ricos em alumínio e com baixos teores de fósforo. O objetivo neste estudo foi analisar morfo-anatomicamente as sementes de *A. tristis* para subsidiar a compreensão do fenômeno de dormência nos referidos diásporos. As sementes foram colhidas na região de São Francisco de Paula, RS, no período de dezembro de 2007 a janeiro de 2008, material usado para os estudos dos cortes das sementes. Constatou-se que a espécie possui dormência tegumentar em função da impermeabilidade das camadas de macroesclereídes e osteosclereídes da testa. A estrutura do hilo segue o padrão geral em Faboideae, com arranjo dos traqueoides verticais e as astroesclereídes formando grandes espaços intercelulares, ampliando o grau de adaptação da semente à variação de umidade no ambiente.

Termos para indexação: astroesclereídes, dormência tegumentar, forrageira, testa, traqueoides.

---

<sup>1</sup> Submetido em 16-11-2010. Artigo publicado na Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 3, p.447-453, 2011. Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao PPG Zootecnia/UFRGS.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, MSc., doutorando em zootecnia UFRGS. Praça. Conde de Porto Alegre, 77/97 - Centro - 90020-130 Porto Alegre, RS, [nr.ferreira@uol.com.br](mailto:nr.ferreira@uol.com.br) (autor para correspondência);

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Porto Alegre, RS, [lfranke@ufrgs.br](mailto:lfranke@ufrgs.br) ;

<sup>4</sup> Bióloga, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Faculdade de Biociências/ Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos naturais – PUCRS, Porto Alegre, RS, [betinabl@pucrs.br](mailto:betinabl@pucrs.br).

## **Morpho-Anatomical Studies Related to *Adesmia Tristis* Vogel Seeds**

### **Dormancy (Fabaceae)**

ABSTRACT: *Adesmia tristis* is a endemic species to South Brazil and very promising as forage in the high altitude pastures with soils rich in aluminium and low phosphorus. The objective of this study was to analyze seed morphology and anatomy to understand dormancy in these diaspores. The seeds were harvested in São Fransisco de Paula region, RS, Brazil, between December 2007 - January 2008, and this material used to study seed sections. It was found that this species has tegument dormancy due to the impermeability of the macrosclereid and osteosclereid layers of the testa. The hilum structure follows the general pattern in Fabaceae, the tracheids arrangement is vertical, the astroesclereids form lage intercelluar spaces, increasing seed adaptation to variations in environment moisture.

Index terms: astroesclereids, dormancy tegument, forage, testa, tracheids.

### **Introdução**

*Adesmia tristis* Vogel pertence à família Fabaceae, tribo Dalbergieae *lato sensu* (Klitgaard e Lavin, 2005) e série *Psoraleoides*. É uma espécie endêmica da região do sul do Brasil, sendo restrita a região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra, em altitudes que variam de 500 a 1300 m, nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Miotto e Leitão Filho, 1993). Os indivíduos dessa espécie são perenes, com hábito arbustivo decumbente ascendente, com muitas ramificações e grande amplitude ecológica, abrangendo campos gramíneos a densamente arbustivos, área de

mata mista, matas ou capões com pinheiros, locais secos a pantanosos ou pedregosos e impactados como margens de estradas. Diversos estudos apontam a possibilidade de utilização de *A. tristis* como forrageira no campo nativo por ser uma espécie hiberno-primaveril, sendo o inverno o período mais carente de forragem de qualidade nos Campos de Cima da Serra. É uma espécie tolerante aos altos teores de alumínio e baixos níveis de fósforo, condições registradas no solo dessa região (Milan et al., 1991), e fixadora biológica de nitrogênio (Vidor e Neto, 1992). Em populações naturais, a floração ocorre de outubro a abril e a frutificação de novembro até maio (Miotto e Leitão Filho 1993; Scheffer-Basso et al., 2005). Em experimento, realizado no município de Passo Fundo (RS), foi verificada a primeira floração após oito meses do transplântio das mudas (Scheffer-Basso et al., 2005).

Estudos citogenéticos apontaram *A. tristis* como uma das espécie mais recente quanto a evolução no gênero *Adesmia* e apta para o uso em programas de seleção, cruzamentos e produção de sementes viáveis. É uma espécie diplóide, possui baixa simetria cromossômica em relação as espécies estudadas (*A. latifolia*, *A. bicolor*, *A. incana* e *A. punctata*), sendo meioticamente estável e fértil (Coelho e Battistin, 1998a; Coelho e Battistin, 1998b).

Entre as espécies da família Fabaceae, existe uma grande uniformidade na estrutura do tegumento (Corner, 1976) e as sementes são consideradas duras devido à impermeabilidade da testa à entrada de água (Rolston, 1978). Montardo et al. (2000) testaram dois métodos para superação

da dormência em sementes de *A. tristis*, a escarificação mecânica e o tratamento térmico, e concluíram que o primeiro apresentou maior eficiência.

As informações morfo-anatômicas sobre a semente de *A. tristis* são raras, necessitando-se de tais conhecimentos como uma das primeiras etapas no processo de investigação de uma espécie selvagem.

O objetivo do presente trabalho foi analisar a morfo-anatomia de sementes de *A. tristis* para subsidiar a compreensão do fenômeno de dormência nos referidos diásporos. Justifica-se tal esforço em função do potencial econômico e ecológico que a espécie apresenta para a região dos Campos de Cima da Serra.

### **Material e Métodos**

As sementes de *A. tristis* foram coletadas em áreas de ocorrência natural da espécie, no Município de São Francisco de Paula (RS), em sete sítios as margens das rodovias RS 020 e RS 235, de acordo com os pontos referenciados por Miotto e Leitão Filho (1993), no período de dezembro de 2007 a janeiro de 2008. A coleta dos frutos maduros do tipo hemicaspédio foi manual. Os hemicaspédios maduros (com coloração escura) foram armazenados em local fresco e seco à sombra por cinco dias e, em seguida, foi feita a trilha manual e separação das sementes com auxílio de pinças e soprador. As sementes foram acondicionadas em frascos de plástico vedados e armazenados sob refrigeração aos 10 °C e as análises foram iniciadas em outubro de 2009. Tais estudos ocorreram no Laboratório de Anatomia Vegetal,

do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

As médias do comprimento, da largura e da espessura das sementes foram obtidas a partir da mensuração de 100 sementes com o auxílio de paquímetro digital King Tools. O peso de 1000 sementes foi avaliado de acordo com a metodologia descrita pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009). Os caracteres morfo-anatômicos foram analisados a partir de cortes anatômicos, longitudinais e transversais, das sementes. Primeiro, as sementes foram hidratadas, através da imersão em água, por 24 h. Após este período, foram realizadas pequenas incisões com bisturi para romper o tegumento e acelerar a penetração do fixador. A fixação do material foi feita em 1% de glutaraldeído e 4% em formaldeído (McDowell e Trump, 1976), por no mínimo 48 h. O material foi infiltrado por resina hidroxietilmetacrilato (Leica), e posteriormente passado por lavagem em solução tampão fosfato de sódio 0,1M, pH 7,2 (Gabriel, 1982), desidratação em série etílica crescente até etanol absoluto, lavagem em concentrações de etanol:clorofórmio (3:1, 1:1, 1:3 1:1 e 3:1) (Purvis et al., 1964). Os cortes de 4 µm de espessura, foram feitos no micrótomo Leitz 1400 (de guias), com navalhas de aço de perfil "D", corados com azul de toluidina 0,05%, pH 4,4 (Feder e O'Brien, 1968) por 2 min e montados lâminas coberto com lamínula e vedação feita por bálamo do Canadá. As análises e desenhos esquemáticos foram realizados em microscópio Dialux, com câmara clara acoplada. As imagens fotomicrográficas foram realizadas com a máquina digital Leica DMLD, acoplada no microscópio Leica DMR, utilizando-se o programa Leica para captura de imagens.

## Resultados e Discussão

As sementes de *A. tristis* são diminutas e apresentam em média 1,53 mm de comprimento (variação de 1,30 a 1,80 mm), 0,84 mm de espessura (variação de 0,56 a 1,05 mm) e 1,43 mm de largura (variação de 1,24 a 1,66 mm). Essas medidas coincidem com as encontradas por Miotto e Leitão Filho (1993), que observaram sementes de 1,40 mm a 1,80 mm de diâmetro com formato orbiculares a suborbiculares. O grau de umidade das sementes foi de 9,3% após o armazenamento por 1,3 ano a 10 °C mantendo alta viabilidade demonstra ser a semente ortodoxa. A massa de 1000 sementes foi equivalente a 1,31 g. A análise qualitativa demonstrou que a semente possui superfície brilhante, hilo orbicular e arilo curto de coloração clara a parda, concordando com Miotto e Leitão Filho (1993), e grande variabilidade intraespecífica com relação a coloração do tegumento, que variou a cor palha (2,5%) a cor marmoreada castanho-claro (33,6%) até a grande maioria de marmoreado castanho-escuro (63,9%) (Figura 1A).

*A. tristis* possui sementes com características exotestais, segundo a classificação de Corner (1976). A testa e suas estruturas, hilo, micrópila, estrofiolo e calaza, estão envolvidos na formação de uma barreira contra a entrada de água nas sementes das leguminosas (Rolston, 1978). Em *A. tristis*, a testa da semente segue o mesmo padrão estrutural encontrado nas espécies de Fabaceae (Corner, 1951). Toda a semente é protegida por uma epiderme formada por macroesclereídes em paliçada com a presença de linha lúcida bem superficial (Figura 1B). A presença de linha lúcida é uma indicação forte de que abaixo da cutícula ocorrem incrustações de suberina responsável por

tornar a testa mais impermeável à água. O estudo de Harris (1987) destacou que as sementes duras de variedades de soja apresentam a linha lúcida mais acentuada do que em outras variedades. Abaixo da epiderme, ocorre uma hipoderme formada por osteoesclereídes com espaços intercelulares (Figuras 1B). Em *A. bicolor*, por exemplo, pode ocorrer uma ou duas camadas destas osteoesclereídes (Bianco e Kraus, 2005). Não se constatou a presença de células parenquimáticas remanescentes do tegumento na espécie estudada, mas resquícios destas células foram registradas em sementes de *A. securigerifolia* (Izaguirre et al., 1994), *A. bicolor* (Bianco e Kraus, 2005; Rodriguez-Pontes, 2008) e *A. latifolia* (Rodriguez-Pontes, 2008). As macroesclereídes e as osteoesclereídes apresentam o conteúdo celular rico em compostos fenólicos. Legesse e Powell (1996) explicaram que o escurecimento da testa da semente em legumes origina-se da oxidação destes compostos fenólicos. Diversos autores destacaram que a pigmentação do tegumento tem relação com a baixa taxa de embebição em sementes de Fabaceae (Legesse e Powell, 1996; Asiedu e Powell, 1998; Mertz et al., 2009).

A região do hilo das sementes de *A. tristis* apresenta uma estrutura muito elaborada com uma dupla camada de macroesclereídes em paliçada, uma camada de traqueóides, um parênquima tanífero e astroesclereídes (Figura 1C). Os traqueóides são células longas que apresentam paredes espessas e ornamentadas, semelhantes às traqueídes. De acordo com os estudos de Lersten (1982), esse tipo celular ocorre unicamente nas Faboideae e, dentro dessa subfamília, pode ocorrer diferenças no arranjo desse tecido ao longo do hilo e em relação ao feixe vascular, ou nos tipos de pontuações. Em

*A. tristis*, no corte longitudinal da região hilar, observou-se que essas células ocupam toda a extensão do hilo desde a micrópila até a rafe e o feixe vascular, que vem do funículo, entra lateralmente ao tecido (Figura 1D). Em corte transversal, notou-se que todos os traqueóides apresentaram um arranjo vertical (Figura 1E). Esse padrão foi registrado nas outras espécies de *Adesmia* (*A. securigerifolia*, *A. bicolor* e *A. latifolia*) estudadas quanto a esse aspecto (Izaguirre et al., 1994; Rodriguez-Pontes, 2008) e é considerado o mais comum registrado entre as Faboideae (Lersten, 1982). Segundo Rodriguez-Pontes (2008), estes traqueóides, em *A. latifolia*, apresentam ornamentação de parede do tipo escalariforme, porém com contornos mais achatados e, em *A. bicolor*, são do tipo reticulado. Em *A. tristis*, essas células apresentam espessamento de parede do tipo escalariforme com contorno circular à elíptico com ocorrência de anastomose em algumas áreas (Figura 1F). Essa diversidade morfológica dos traqueóides pode servir como parâmetro para diferenciar espécies.

As células taníferas da região subhilar funcionam como uma barreira para bloquear a perda de água da semente (Figuras 2A). Em estudos experimentais de Kantar et al. (1996) observou-se que sementes de *Vicia faba* sem tanino apresentaram maior porcentagem de rachaduras na testa permitindo entrada de água e solutos e, conseqüentemente, germinando mais rápido. A camada mais interna da região subhilar em *A. tristis* é composta de astro esclereídes, células com braços longos formando grandes espaços intercelulares (Figuras 1C e 1E). Rodriguez-Pontes (2008) comparou o volume do espaço intercelular formado neste tecido em *A. latifolia* e *A. bicolor* e constatou que o volume é menor em *A. bicolor*. Esse autor concordou com as

conclusões feitas por Van Staden et al. (1989) com relação a formação de espaços de ar maiores em sementes de espécies de habitats mais úmidos (*A. latifolia*), e menores em espécies de habitats mais secos (*A. bicolor*). Nesse aspecto, a presença de grandes espaços de ar neste tecido, pode explicar a grande amplitude de distribuição de *A. tristis*, a qual ocorre tanto em locais secos e pedregosos, quanto em locais úmidos e encharcados.

Na região da rafe em *A. tristis* ocorrem macroesclereídes mais longas, reconhecidas como células ampulhetas (Figura 2A). Essa região é também denominada de estrofiolo, de acordo com a descrição feita por Rolston (1978). Alguns trabalhos reconhecem essa região da testa como mecanicamente frágil e, portanto, responsável por rachaduras que permitem a entrada de água na semente (Rolston, 1978; Van Staden et al., 1989). No entanto, Morrison et al. (1998) ressaltaram que tal mecanismo não é encontrado em todas as leguminosas e que a ocorrência de rachaduras depende também da composição da parede destas células, sendo possível encontrar-se ceras, ligninas, taninos, suberina e pectinas nas macroesclereídes que influenciam na impermeabilidade da testa da semente.

Na semente madura, o embrião de *A. tristis* é curvo e apresenta a radícula voltada para a região da micrópila, formando um ângulo de 90° com os cotilédones, ocupando toda a cavidade da semente, devido à ausência de endosperma (Figura 2B). O eixo hipocótilo-radícula é curto, reto e, em seção transversal, apresenta quatro feixes procambiais dispostos em círculo (Figuras 2C e 2D). Os cotilédones do embrião são iguais, carnosos, diferenciando duas camadas paliádicas no mesofilo, voltadas para a superfície adaxial, feixes

vasculares alinhados e tecido de reserva no lugar do parênquima lacunoso (Figura 2E). Essa morfologia encontrada em *A. tristis*, se encaixa em uma categoria intermediária (forma 3), descrita por Smith (1983), pois cotilédones foliares pertencem à forma 1 e, os de reserva, à forma 2. Smith (1983) registrou as três formas descritas na tribo Dalbergieae, considerando o cotilédone de *A. muricata* como foliar. O mesofilo do cotilédone de *A. tristis* é irrigado por três feixes procambiais centrais (Figura 2F), padrão também descrito em *A. bicolor* e *A. latifolia* (Rodríguez-Pontes, 2008), e mais comum entre as Fabaceae (Smith, 1981).

Fica implícito neste estudo que, pequenas diferenças na estrutura da testa e do hilo, nas sementes das espécies do gênero *Adesmia*, imprimem características de adaptabilidade da espécie ao meio quanto a umidade predominante no local.

### **Conclusões**

A espécie *Adesmia tristis* apresenta dormência tegumentar em função dos arranjos em paliçadas das macroesclereídes e osteosclereídes que são potencializadas por parênquimas taníferos na região hilar.

A semente não possui endosperma e o embrião ocupa todo o espaço interno da semente.

Na região do hilo as traqueoides apresentam um arranjo em estrutura vertical e segue o padrão em Faboideae.

O arranjo dos traqueóides e as astroesclereídes formando grandes espaços intercelulares ampliam o gradiente de adaptação da semente à variação de umidade no ambiente.

### **Agradecimentos**

À Juliana Troleis, técnica de laboratório de Anatomia Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências/UFRGS e aos bolsistas de iniciação científica do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS, Aline Dutra Freitas e Marcos Vinicius Pavão pelo auxílio nos trabalhos.

### Referências bibliográficas

- ASIEDU, E.A.; POWELL, A.A. Comparisons of the storage potential of cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata*) differing in seed coat pigmentation. **Seed Science and Technology**, v. 26, n.1, p. 211-221, 1998.
- BIANCO, C.A.; KRAUS, T.A. Desarrollo y estructura de la semilla y el fruto de *Adesmia bicolor* (Poir.) DC. (Fabaceae). **Revista Internacional de Botânica Experimental**, v. 54, p.71-77, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- COELHO, L.G.M.; BATTISTIN, A. Estudos citogenéticos em cinco espécies de *Adesmia* DC (Leguminosae – Faboideae) nativas no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 28, n.1, 1998a. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v28n1/a07v28n1.pdf>
- COELHO, L.G.M.; BATTISTIN, A. Meiotic behavior of *Adesmia* DC. (Leguminosae – Faboideae) species native to Rio Grande do Sul Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, v. 21, n. 3, p. 404-406, 1998b. [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-47571998000300020&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-47571998000300020&script=sci_arttext)
- CORNER, E.J.H. **The leguminous seed phytomorphology**, v.1, p. 117-150, 1951.
- CORNER, E.J.H. **The seeds of dycotyledons**. Cambridge: Cambridge University Press, v.2, 1976, 552p.
- FEDER, N.; O'BRIEN, T.P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, v. 55, n. 1, p.123-142, 1968.
- GABRIEL, L.B. **Biological electron microscopy**. Van Nostrand Reinold Company: 1982. 264p.
- HARRIS, W.H. Comparative ultrastructure of developing seed coats of "hard-seeded" and "soft-seeded" varieties of soybean, *Glycine max* (L.) Merr. **Botanical Gazette**, v.148, n. 3, p. 324-331, 1987.
- IZAGUIRRE, P.; MÉROLA, S.; BEYHAUT, R. Seed otogeny in *Adesmia securigerifolia* (Fabaceae-Adesmieae). **Nordic Journal of Botany**, v.14, p. 547-556, 1994.
- KANTAR, F.; PILBEAM, C.J.; HEBBLETHWAITE, P.D. Effect of tannin content of faba bean (*Vicia faba*) seed on seed vigour, germination and field emergence. **Annals of Applied Biology**, v.128, n.1, p. 85–93, 1996.

KLITGAARD, B.B.; LAVIN, M. Tribe Dalbergieae *sens. Lat.* In: LEWIS, G.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. (Ed.). **Legumes of the world**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2005, p.307-335.

LERSTEN, N.R. Tracheid bar and vestured pits in legume seeds (Leguminosae: Papilionoideae). **American Journal Botany**, v. 69, n.1, p. 98-107, 1982.

LEGESSE, N.; POWELL, A.A. Relationship between the development of seed coat pigmentation, seed coat adherence to the cotyledons and the rate of imbibition during the maturation of grain legumes. **Seed Science and Tecnology**, v. 24, p. 23-32, 1996.

MCDOWELL, E.M.; TRUMP, B. Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy. **Archives of Pathology & Laboratori Medicine**, v.100, p. 405-414, 1976.

MERTZ, L.M.; HENING, F.A.; CRUZ, H.L.; MENEGHELLO, G.E.; FERRARI, C.S.; ZIMMER, P.D. Diferenças estruturais entre tegumentos de sementes de soja com permeabilidade contrastante. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.23-29, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a03v31n1.pdf>

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

MIOTTO, S.T.; LEITÃO FILHO, H.F. Leguminosa – Faboideae gênero gênero *Adesmia* DC- Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul nº 23. **Boletim do Instituto de Biociências - UFRGS**, n. 5, p.1-157, 1993.

MONTARDO, D.P.; CRUZ, F.P. da; CAETANO, J.H.; BOLDRINI, I.I.; DALL'AGNOL, M. Efeito de dois tratamentos na superação da dormência de sementes de cinco espécies de *Adesmia* DC. **Revista Científica Rural**, v. 5, n.1, p.1-7, 2000.

MORRISON, D.A.; McCLAY, K.; PORTER, C.; RISH, S. The role of the lens in controlling heat-induced breakdown of testa-imposed dormancy in native Australian legumes. **Annals of Botany**, v. 82, p.35-40, 1998.

PURVIS, M.J.; COLLIER, D.C.; WALLS, D. **Laboratory techniques in botany**. London: Butterworths, 1964. 439p.

RODRIGUEZ-PONTES, H. Seed formation in two species of *Adesmia* (Fabaceae): co-occurrence of micropylar and lateral endosperm haustoria in legumes and its taxonomic value. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n. 158, p. 602-612, 2008.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, v. 44, n. 3, p. 365-396, 1978.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; VENDRUSCULO, M.C.; CECCHETTI, D. Desempenho de leguminosas nativas (*Adesmia*) e exóticas (*lotus, trifolium*) em função do estágio fenológico no primeiro corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p.1871-1880, 2005.

<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n6/27239.pdf>

SMITH, D.L. Cotyledon of the leguminosae. In: POLHILL, R.M.; RAVEN, P.H. (Ed.). **Advances in legume systematics**. Kew: Royal Botanical Gardens, 1981, p. 927-940.

SMITH, D.L. Cotyledon anatomy in the Leguminosae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 86, n. 4, p. 325-355, 1983.

VAN STANDEN, J.; MANNING, J.C.; KELLY, K.M. Legume – seeds – the structure - function equation. In: STRIRTON, C.H.; ZARUCHI, J.L. (Ed.). **Advance in legume biology**. Missouri: Missouri Botanical Garden, 1989, p. 417-450.

VIDOR, M.A.; NETO, J.S. Lages preserva espécies vegetais forrageiras. **Agropecuária Catarinense**, v.2, n.5, p.13-15, 1992.

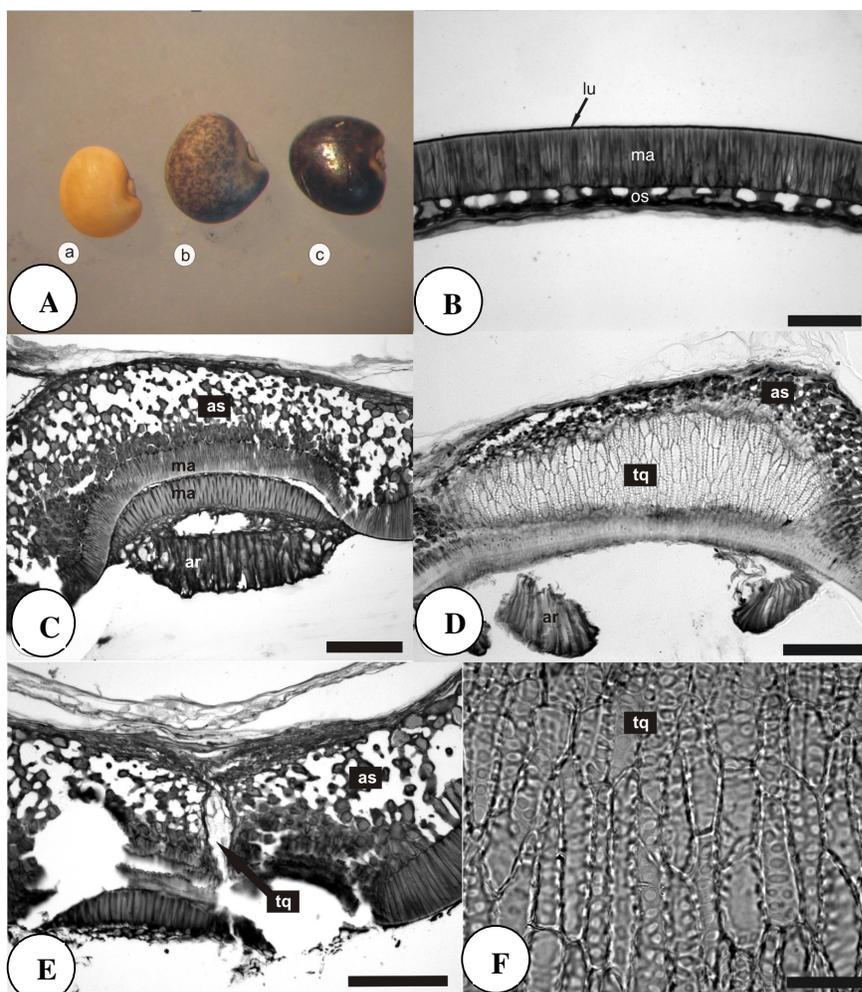


Figura 1. Características da testa e do hilo da semente de *Adesmia tristis*. A. Variação na coloração da testa da semente: a) cor palha, b) marmoreado castanho-claro e c) marmoreado castanho-escuro; B. Estrutura anatômica da testa da semente na região oposta ao hilo. Linha lúcida, (lu), macroesclereídes, (ma) osteoesclereídes, (os); C. Estrutura do hilo em corte tangencial aos traqueóides mostrando as duas camadas de macroesclereídes (ma), parte do tecido do arilo (ar) e as astroesclereídes (as) mais internamente; D. Estrutura do hilo em corte longitudinal na região dos traqueóides (tq); E. Estrutura do hilo em corte transversal mostrando o arranjo vertical dos traqueóides; F. Detalhe da ornamentação reticulada da parede dos traqueóides. Barras de escala igual a 100  $\mu\text{m}$  em C e E; 50  $\mu\text{m}$  em B e D e 20  $\mu\text{m}$  em F.

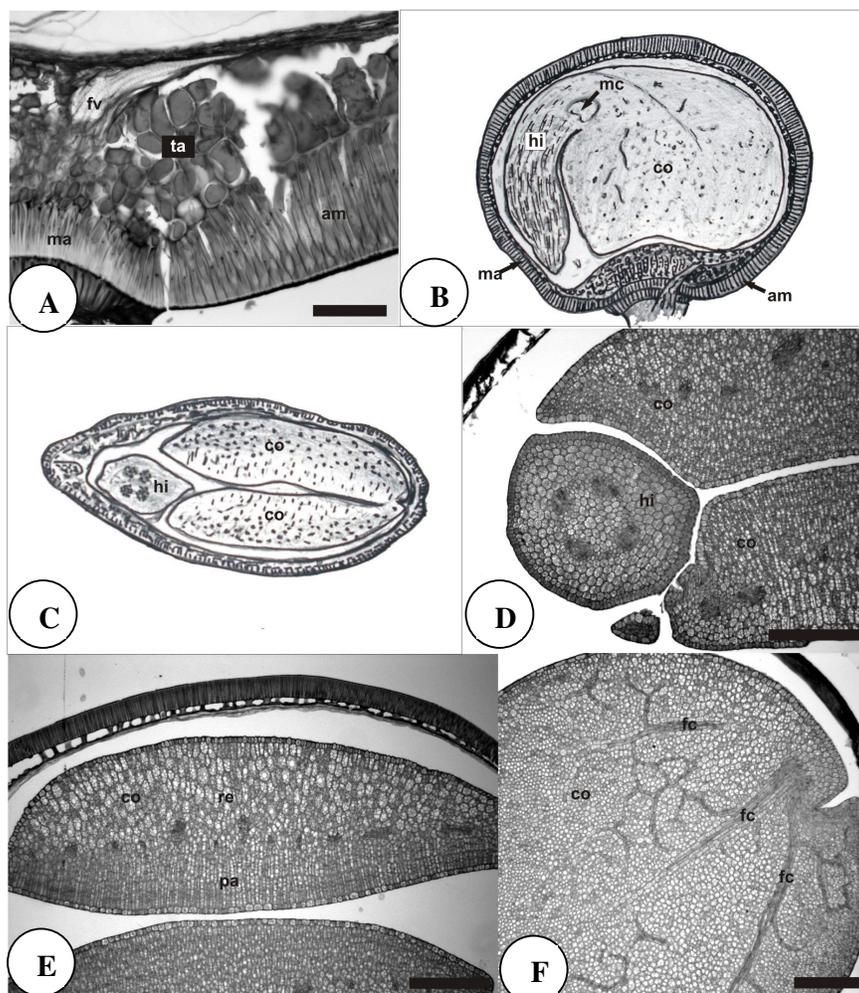


Figura 2. Características estruturais da semente de *Adesmia tristis*. A. Detalhe da região da rafe com a localização das células ampulheta (am), macroesclereídes do hilo, células taníferas (ta) e do feixe vascular que vem do funículo (fv). B e C. Desenho esquemático da semente mostrando a posição do embrião, em corte longitudinal B e em corte transversal C. cotilédone, (co), hipocótilo, (hi), meristema apical caulinar. D. Detalhe do corte transversal do hipocótilo com quatro feixes procambiais. E. Detalhe do corte transversal do cotilédone mostrando os tecidos do mesofilo e a disposição dos feixes procambiais. Paliçádico (pa), reserva (re). F. Detalhe do corte longitudinal do cotilédone mostrando os três feixes procambiais centrais (fc). Barra de escala igual a 50  $\mu\text{m}$  em A e 200  $\mu\text{m}$  em D, E e F.

## **CAPÍTULO VII**

**Padrão do banco de sementes do solo de *Adesmia tristis* Vogel  
(Fabaceae) no ecossistema dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil<sup>1</sup>**

Nadilson Roberto Ferreira<sup>2</sup>, Lucia Brandão Franke<sup>3</sup> e Betina Blochtein<sup>4</sup>

RESUMO: *Adesmia tristis* é uma leguminosa com potencial forrageiro, dos Campos de Cima da Serra do sul Brasil. O objetivo do estudo foi avaliar o banco de sementes do solo (BSS) de *A. tristis*, a morte de plantas no sistema, a interferência da acidez potencial do solo no BSS e o levantamento de plântulas *in situ*. O trabalho constou de três estudos, em uma área de 15 m x 30 m, contendo aleatoriamente três parcelas com corte e três sem corte, localizada no Pró-Mata/PUCRS (29°27'-29°35'S e 50°08'-50°15'W). As análises do BSS e fitossanitárias foram realizadas no laboratório de sementes do DPFA e Departamento de Fitossanidade/UFRGS. Fez-se inoculações de fungos em raízes e avaliações fitopatológicas. Simulou-se o BSS com diferentes níveis de acidez potencial. Realizou-se o levantamento de plântulas de *A. tristis* em parcelas, com e sem corte. Conclui-se que *A. tristis* promove ressemeadura natural; possui distribuição agregada a aleatória em função do manejo do pasto; a acidez potencial dos solos atenua a ativação do BSS de *A. tristis*; novos indivíduos no ambiente necessitam da abertura de espaços no ecossistema e é comum perdas de plantas-mãe após o período reprodutivo.

Palavras-chave: acidez, ambiente, pasto, plantas-mãe, ressemeadura.

---

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada a UFRGS, PPG em Zootecnia.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, MSc., doutorando em zootecnia UFRGS. Praça Conde de Porto Alegre, 77/97 – Centro - 90020-130 - Porto Alegre, RS, [nr.ferreira@uol.com.br](mailto:nr.ferreira@uol.com.br) (autor para correspondência);

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Porto Alegre, RS, [lbfranke@ufrgs.br](mailto:lbfranke@ufrgs.br);

<sup>4</sup> Bióloga, Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Faculdade de Biociências/ Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos naturais – PUCRS, Porto Alegre, RS, [betinabl@pucrs.br](mailto:betinabl@pucrs.br).

**Soil seed bank pattern in *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae) in the Campos de Cima da Serra ecosystem, RS, Brazil**

**ABSTRACT:** *Adesmia tristis* is a potential forage legume in Campos de Cima da Serra in southern Brazil. This study aimed to evaluate *A. tristis*' soil seed bank (SSB), the plants' deaths in the system, the interference of potential soil acidity of the SSB, and seedling survey *in situ*. The work consisted of three studies, in a 15m x 30m, randomly containing three plots with cutting and three without. Studies were located at the Pró-Mata/PUCRS (29 ° 27'-29 ° 35'S and 50 ° 08'-50 ° 15'W) The SSB and phytosanitary analyzes were performed in the laboratory seeds of the DPFA and Department of Phytosanitary/UFRGS. Roots were inoculated by fungi on assessment plant pathology. SSB were simulated the in different potential acidity levels. The last study, *A. tristis* seedlings were surveyed in plots with and without disturbances by cut. In conclusion *A. tristis* promotes natural reseeding; It's has aggregate distribution to random in function of pasture managed areas; the potential acidity of soils reduce the activation of *A. tristis* SSB; to establish new individuals in the environment it is necessary to open spaces in the ecosystem, and after the reproductive periods is a common loss of mother plants.

**Key words:** acidity, environment, mother plants, pasture, reseeding.

## Introdução

*Adesmia tristis* é uma leguminosa ascendente decumbente dos Campos de Cima da Serra (Miotto & Leitão Filho, 1993), estando incluída na lista de espécies nativas com atributos para serem utilizadas pelo homem no futuro (Coradin et al., 2011). Possui muitas ramificações, atingindo até 1,5m de comprimento (Miotto & Leitão Filho, 1993). Além de ser uma planta endêmica dos referidos campos (Overbeck et al., 2007), é citada entre as 18 espécies existentes no Brasil (Iganci & Miotto, 2011). É uma planta que apresenta boa fixação de nitrogênio atmosférico (Vidor & Neto, 1992), suporta solos pobres em fósforo (Milan et al., 1991) e com baixo pH, tolerando altos níveis de alumínio, características da referida região. Por ser uma planta microtêmica, subsidia os pastos no período frio, época mais crítica quanto ao aspecto forrageiro.

A propagação de *A. tristis* é feita através de sementes, cuja fase reprodutiva ocorre de outubro a março, com picos entre dezembro e janeiro (Miotto & Leitão Filho, 1993). Neste período, o banco de sementes do solo (BSS) é enriquecido através da ressemeadura natural. Um aporte de sementes é fomentada em função da dispersão, densidade e afastamento dos diásporos da planta-fonte (Lopes et al., 2010), beneficiando o sucesso reprodutivo da espécie. É um processo complexo, envolvendo interações entre a planta, as sementes e os demais fatores bióticos e abióticos do meio (Augspurger, 1983). Neste contexto, o BSS possui um papel fundamental na manutenção dos indivíduos no ecossistema, e é tido como a memória genética das espécies constituintes (Fenner, 1995). Sua viabilidade é função não apenas das

entradas e saídas de sementes do sistema, mas também dos distúrbios antropogênicos, predação, deterioração e transporte (Maia & Maia, 2008).

Fatores de origem microbiana, associadas às características abióticas do solo, influenciam na germinação das sementes do BSS (Singh et al., 2008; Yamashita & Guimarães, 2011), com conseqüente interferências na sua dimensão e dinâmica. Para o uso racional de uma espécie, fazem-se necessários conhecimentos sobre os processos de dispersão no meio ambiente, bem como a dinâmica, dimensão e padrão do BSS (Buhler, 1995; Medeiros, 2000). Em *A. tristis* praticamente inexistem estudos que tratam deste tema. O objetivo do trabalho foi avaliar o tamanho e o padrão de distribuição do BSS de *A. tristis* no meio ambiente, as conseqüências de mortes de plantas na dispersão da espécie e a interferência do pH do solo na estimulação do BSS, visando sua conservação e uso racional no ecossistema pastoril.

### **Material e métodos**

As atividades de campo desenvolveram-se no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza, Pró-Mata/PUCRS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul), com coordenadas 29°27'-29°35'S e 50°08'-50°15'W (Bertoletti e Teixeira, 1995). Situa-se na região geomorfológica do Planalto das Araucárias, no município de São Francisco de Paula, RS. A altitude é de 750 m, com clima Cfb, temperado marítimo úmido e temperatura média anual de 14,5 °C com frequência de neblina, geada e nevadas ocasionais. A precipitação média anual é de 2.252 mm, com chuvas bem distribuídas no ano (Bertoletti e Texeira, 1995; Bond-Buckup, 2008). O solo da

área selecionada foi classificado como CBHa – Cambissolo Bruno Húmico álico (PUCRS, 1995), com alta acidez e pobre em fósforo (Streck et al., 2008). A vegetação predominante na região é constituída pelas Florestas Ombrófila Mista (Mata com Araucária), Ombrófila Densa (Mata Atlântica) e Campos de Altitude (Overbeck et al., 2007).

O trabalho envolveu três estudos complementares, tomando-se como base uma área de 15,0 m x 30,0 m, implantada em julho de 2008 e subdividida em seis parcelas de 3,0 m x 15,0 m distribuídas ao acaso. Três destas parcelas receberam cortes (distúrbios), simulando o pastejo, e as restantes foram tomadas como testemunhas (sem cortes), totalizando 1.800 plantas (quatro indivíduos por metro quadrado).

O primeiro estudo foi subdividido em duas partes. A primeira, realizada no período de maio a julho de 2009, com a finalidade de avaliar o tamanho do BSS de *A. tristis* e seu padrão de distribuição no ambiente. Foram coletadas 15 subamostras de solo por parcela, com trado de 3,7 cm de diâmetro, a uma profundidade de 5,0 cm a partir da superfície do terreno. O solo foi transportado para o Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia (DPFA) da UFRGS (casa de vegetação), onde, após secagem a sombra, fragmentado e homogeneizado manualmente (Ferreira et al., 2008), foi colocado em bandejas plásticas (uma por parcela) com dimensões de 20 cm x 15 cm x 5 cm. O BSS foi irrigado, de acordo com a necessidade, para manter o solo próximo a capacidade de campo. Foram realizados dois ciclos de germinação, com 20 dias cada um, procurando-se exaurir o BSS de *A. tristis*. Ao término do primeiro ciclo, a irrigação foi

suspensa por sete dias e o solo revolvido, iniciando-se o novo ciclo. Todas as espécies do BSS que germinaram após os dois ciclos foram quantificadas e identificadas a nível de família, excetuando *A. tristis*.

Na análise dos dados utilizou-se a estatística descritiva envolvendo o tamanho do BSS de *A. tristis* (estimativa de sementes/m<sup>2</sup>), percentual de participação no BSS total e o índice de Morisita (I.M), para identificar o padrão de distribuição da espécie no sistema (Medeiros e Steiner, 2002; Ferreira et al., 2008) com ou sem distúrbio (corte). Onde I.M foi calculado conforme a equação:  $I.M = n [\sum(x^2)-N]/N(N-1)$ . sendo n = o número de parcelas, x = o número de indivíduo por parcela e N = o total da espécie em todas as parcelas. Para  $I.M \approx 1$ , os indivíduos são aleatoriamente dispersos;  $I.M < 1$ , os indivíduos são uniformemente distribuídos e se  $I.M > 1$ , os indivíduos são agregados. A significância estatística foi testada através do valor  $X^2$  (qui-quadrado).  $X^2 = n(\sum x^2/N)-N$ , para (n-1) graus de liberdade e nível de significância a 1%. Os resultados foram comparados com valores tabelados do qui-quadrado definindo a significância.

A segunda parte ocorreu entre fevereiro de 2009 e novembro de 2011. Neste período do estudo constatou-se um padrão de morte de plantas (secamento), decorrente de doenças no sistema radicular após o período reprodutivo. A morte dos indivíduos induzia a interferências na dispersão das sementes e formação do BSS. No último ano foi realizado um levantamento de plantas sobreviventes, estimando o percentual de perda no período.

Em abril de 2010, em uma área externa no DPFA, transplantaram-se 60 plântulas para vasos de polietileno preto com volume de 10,0 L (uma planta

por vaso). Originalmente, estas mudas foram produzidas em uma câmara de germinação tipo DBO. Durante um ano observou-se e quantificou-se o padrão de morte após o período reprodutivo. Em maio de 2011 estimou-se a porcentagem de perdas de plantas nos vasos. Foram coletadas amostras de raízes das plantas doentes e de sementes armazenadas do campo experimental.

As amostras foram conduzidas ao Departamento de Fitossanidade da UFRGS com a finalidade de isolar e cultivar os possíveis agentes etiológicos. Paralelamente novas plântulas foram transplantadas para recipiente plástico (volume de 0,5L) para posterior inoculação dos isolados. O inoculante foi preparado com 10 mL de água destilada em placa de petri juntamente com o patógeno isolado. Em seguida o material foi homogeneizado, formando uma mistura rica em esporos e escleródios. A inoculação foi realizada em indivíduos com comprimento de  $6,5 \pm 0,8$  cm e com  $5,0 \pm 0,7$  folhas definitivas. Fez-se escoriações na raiz com posterior adição de 1,0 mL da mistura para cinco plântulas e partes de escleródios para mais cinco plântulas. Após a inoculação foram feitas duas observações com intervalos de 10 dias, utilizando-se um microscópio esterioscópico para observar o sistema radicular e coletar material com o auxílio de pinças e estiletes para formar lâminas coradas com uma gota de azul de Aman. Tais lâminas foram examinadas por meio de um microscópio ótico, procurando-se a formação de estruturas patogênicas nas amostras das raízes.

O segundo estudo ocorreu no período de abril a dezembro de 2010. Constatou-se a simulação natural do BSS. Coletou-se solos de cinco áreas

distintas, sendo três de áreas próximas a do estudo: área queimada (AQ), área do experimento (AE) e área preservada (AP), e duas da região denominada Depressão Central do estado: área da UFRGS (AU) e área solo vermelho (AV). Amostras destes solos foram enviadas para o laboratório de análise de solo da UFRGS, onde determinou-se a acidez potencial pelo índice SMP (Tabela 1.). Posteriormente as necessidades de calagem foram estimadas (calcário com PRNT 100%), para a correção dos solos atingirem pH 6,0 (SBCS, 2004).

Cada tipo de solo foi posto em caixas gerbox (camada de 2,0 cm de solo) com quatro repetições. Utilizaram-se 100 sementes de *A. tristis* por repetição, sem tratamento para superação da dormência. Os modelos de BSS foram monitorados no Laboratório de Análise de Sementes do DPFA e ficaram expostos às variações de luz e temperatura do ambiente. A reposição do teor de umidade dos solos foi feita com água destilada de acordo com a necessidade.

Após oito meses de monitoramento diário da germinação, a rega foi suspensa até os solos (substratos) secarem. Em seguida foram fragmentados manualmente e peneirados com peneiras Granutest, com abertura de 0,71 mm, Tyler 24. As sementes remanescentes foram separadas por tipo de solo. Após, procedeu-se a um teste de germinação das sementes remanescentes, com duração de 20 dias. As sementes foram submetidas a escarificação mecânica (lixa nº. 180) para superação da dormência. Foram utilizadas caixas gerbox com duas folhas de papel germitest e câmara de germinação tipo DBO. As regas foram feitas com água destilada quando necessário. A temperatura utilizada foi de 20 °C, sem controle de fotoperíodo.

Na relação da necessidade de calcário com os índices de germinação, utilizou-se uma análise de regressão linear (aplicativo BioEstat 5.0, com 5% de probabilidade) e da estatística descritiva com médias, erro padrão e porcentagem. As médias das sementes remanescentes foram comparadas pelo teste t de Student a 5% de probabilidade utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, através do aplicativo estatístico Assistat 7.6 beta versão 2011.

O último estudo ocorreu em dezembro de 2010 na área experimental e constou do levantamento de plântulas de *A. tristis*, resultado da ressemeadura natural, nas seis parcelas, três com distúrbios de corte e três sem corte. Utilizou-se um retângulo metálico de 0,5 m<sup>2</sup>, de forma aleatória, com 150 repetições (50 por unidade amostral) para cada tratamento (distúrbio com corte e sem corte), totalizando uma área amostrada de 75 m<sup>2</sup>. As médias foram comparadas pelo teste “t” de Student a 1% além da elaboração de gráficos com os respectivos erros padrões.

### **Resultados e discussão**

Foram observadas 30 espécies distribuídas em nove famílias (Asteraceae, Carofilaceae, Fabaceae, Iridaceae, Oxalidaceae, Poaceae, Solanaceae, Plantaginaceae e Cyperaceae). Em média, o BSS apresentou 4.166,7 ( $\pm 905,1$ ) plântulas de espécies diversas/m<sup>2</sup>. Desse total de plântulas *A. tristis* contribuiu com 41,3 ( $\pm 13,1$ )/m<sup>2</sup> correspondendo a 1% do BSS total. Esses dados expressam o potencial de manutenção da espécie no sistema. No estabelecimento do experimento foi adotado o nível de 4,0 plantas/m<sup>2</sup>, ou

aproximadamente 1% da contribuição do BSS de *A. tristis* para a referida densidade.

Na coleta de diásporos, tanto na área experimental quanto em cinco pontos distintos nas margens das rodovias RS 020 e RS 235, observou-se que parte das sementes estavam com danos provocados por um coleóptero (gorgulho). O inseto foi identificado pela Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul como da família Apionidae, Subfamília Apioninae e gênero Apion (Wibmer e O'Braien, 1986). Lawrence e Newton Junior (1995) o classificam como da família Brentidae, mantendo a subfamília e gênero. No lote de 24,9 g de sementes foram encontrados 444 insetos adultos e 187 larvas. Na ressemeadura natural é comum perdas de sementes, principalmente por deterioração, parasitismo ou predação (Ludwig et al., 2011), podendo estes fatores ocorrerem de forma associada.

O índice de Morisita (IM) para as parcelas sem corte foi de  $IM = 3,0$  ( $p < 0,01$ ) revelando um padrão agregado. As parcelas que sofreram distúrbios de corte tiveram o  $IM = 1,0$  ( $p < 0,01$ ), evidenciando uma distribuição aleatória. Infere-se com estes dados que *A. tristis* é uma espécie oportunista, aproveitando-se de distúrbios estocásticos e pontuais para se estabelecer no sistema. Nos campos naturais, a agregação é constatada pela formação de pequenos agrupamentos de indivíduos de forma esparsa. Os distúrbios com baixos impactos na resiliência do sistema, inibem a dominância de poucas espécies, liberando recursos para plantas menos competitivas (Connell, 1980). Ao promover-se o rebaixamento da vegetação, por meio dos cortes nas parcelas, favoreceu-se a distribuição mais aleatória da planta no ambiente. A

introdução dos animais no sistema possivelmente promova o mesmo fenômeno quanto à distribuição aleatória de *A. tristis* melhorando a oferta de forragem.

A mortalidade de plantas de *A. tristis*, na área experimental, foi de 58% nos três anos do experimento. Padrão semelhante foi observado com plantas em vasos, com 55% de perdas. Dois fungos, *Fusarium* sp. e *Rizoctonia* sp., foram identificados, tanto em amostras de raízes das plantas adultas (sintomas de secamento da parte aérea e necrose das raízes), como em sementes. Nas plântulas inoculadas não houve mortes ou sinais da doença. Posteriormente, as plântulas inoculadas foram transplantadas para vasos (10,0 L) para observação por mais cinco meses. Não houve sintomas da doença ao longo deste período.

Durante a fase reprodutiva, *A. tristis* tem sua área foliar muito reduzida (Miotto & Leitão Filho, 1993), comprometendo o potencial fotossintético da planta. As reservas são canalizadas para um intenso florescimento e produção de sementes. É possível que a resiliência fisiológica seja quebrada (esgotamento do indivíduo). Isto torna a planta mais suscetível aos processos infecciosos, onde os agentes biológicos do solo podem passar do estado saprófita para o patogênico. Tal processo permite o surgimento de doenças, como as registradas, com conseqüente morte da planta-mãe.

Em ambientes naturais a planta apresenta distribuição agregada. Para o estabelecimento de novos indivíduos no sistema, é necessário que ocorra algum distúrbio promovendo aberturas de microespaços no ambiente. Esses impactos são aqui representados pela morte da planta-mãe que assim permite a viabilidade de novos indivíduos da espécie. Este fenômeno

caracteriza-se como um tipo de estratégia “altruista” de dispersão, visando a preservação da espécie nos campos naturais.

Na simulação do BSS de *A. tristis*, o processo germinativo das sementes ocorreu ao longo dos oito meses de observações. Ao relacionar a germinação com a necessidade de correção dos solos para um nível de pH= 6,0, constatou-se o padrão de uma regressão linear negativa, de acordo com a equação da reta  $Y= 58,98-0,65 X$  (Figura 1). O coeficiente de determinação ajustado da regressão ( $R^2$ ) respondeu por 74% ( $p<0,05$ ) das variações apresentadas na germinação das sementes. Observa-se que a acidez natural dos solos da região estudada (pH 4,0 a 4,8) é responsável por atenuar a germinação das sementes de *A. tristis* contidas no BSS. Contudo, outros mecanismos que promovem o rompimento da dormência ocorrem normalmente na natureza, embora mais compassadamente (Zaidan e Barbedo, 2004). Os solos cambissolos húmicos são característicos da região de endemismo de *A. tristis*. São substratos extremamente ácidos e com o horizonte “A” rico em matéria orgânica (Streck et al., 2008) que promovem interações complexas entre propriedades do solo e as sementes. Sinais exógenos à planta, provenientes dos ácidos húmicos da matéria orgânica do solo podem originar efeitos similares aos advindos dos fitormônios, que promovem o desenvolvimento vegetal, estimulando a germinação (Canellas et al. 2008). Esses intercruzamentos de fatores distribui a germinação no tempo e espaço beneficiando a manutenção da leguminosa no ambiente.

Decorridos oito meses, parte das sementes ainda permaneciam duras (tabela 2) e uma pequena fração foi perdida por causas aleatórias,

evento comum nos BSS, principalmente após períodos estendidos. O BSS de *A. tristis* pode ser classificado no limbo entre transitório a permanente, sendo transitório (sementes viáveis por menos de um ano após a sua dispersão) e permanente (sementes viáveis após um ano ou mais da dispersão) (Christoffoleti & Caetano, 1998). A viabilidade das sementes remanescentes foi constatada com a quebra da dormência, por escarificação mecânica com consequente germinabilidade, variando de 92,9% a 100% (Tabela 2). A dureza do tegumento pode ser influenciada pelas interações entre as características e as variações ambientais, com reflexos na distribuição da germinação na escala espaço tempo (Bryant, 1989). *Adesmia tristis* possui dormência tegumentar (arranjos das macroesclereídes e osteoesclereídes em paliçadas), associada a parênquimas taníferos que regulam a entrada de água na semente (Ferreira et al., 2011). Além disso, os traqueóides e astroesclereídes formam espaços intercelulares que ampliam a adaptabilidade da semente a variação de umidade no ambiente (Ferreira et al., 2011).

A germinação das sementes remanescentes foram estatisticamente semelhantes na maioria dos solos estudados ( $p < 0,05$ ), diferindo apenas no tratamento da área queimada (AQ) com os tratamentos área da UFRGS (AU) e área do solo vermelho (AV), ambos não característicos para *A. tristis* (Tabela 2). Há a tendência de formação de um bloco único, com características análogas, dos tratamentos oriundos da área de estudo (AQ, AE e AP) (Tabela 2), denotando a especificidade daqueles solos, possivelmente um dos motivos do endemismo de *A. tristis*.

No levantamento de plântulas *in loco*, as parcelas sem distúrbios (cortes) apresentaram uma média de 0,1 plântula/m<sup>2</sup> (Figura 2). O adensamento da cobertura vegetal possivelmente serviu de barreira física para que as sementes pudessem atingir o solo, deixando-as mais expostas as intempéries e predação (Maia e Maia, 2008; Ludwig et al., 2011). O oposto ocorreu nas parcelas com simulação de pastejo, com 1,9 plântulas/m<sup>2</sup>. A média dos dois tratamentos apresentaram uma diferença altamente significativa ( $p < 0,01$ ). O manejo de cortes simulando o pastejo controlado é uma prática que melhora a sincronia do florescimento e reduz a massa vegetal, propiciando a ressemeadura natural. Surgem espaços para o contato das sementes com o solo, com conseqüente estabelecimento de novas plântulas. A obtenção de resultados positivos na produção de sementes e ressemeadura estão atrelados não apenas ao melhoramento da espécie, mas também a um sistema de manejo racional (Lopes & Franke, 2009), visando o processo reprodutivo em detrimento da produção de biomassa. Este fato foi constatado em *Lotus subbiflorus* Lag. cv El Rincón, onde a espécie foi beneficiada na ressemeadura natural, com a redução do volume de fitomassa aérea (Gomes et al., 2011). Tal redução pode ser provocada por manejo ou naturalmente, caso do *L. subbiflorus*, que foi favorecida na ressemeadura com a temporada estival mais definida e seca, de acordo com Gomes et al. (2011).

A promoção de espaços no ambiente facilitou uma melhor dispersão das sementes e estabelecimento de plântulas nos nichos. De acordo com Miotto & Waechter (1996), a eficiência dispersiva é considerável no gênero *Adesmia*. *Adesmia tristis* aparenta ser uma espécie diplocórica (dispersão por

dois agentes). Os tricomas glandulares que revestem os hemicraspédios sugerem uma dispersão primária epizoocórica (Miotto & Leitão Filho, 1993). Uma segunda dispersão por mirmecocoria é passível de ocorrer após a deiscência dos artículos. *A. tristis* possui sementes com arilos atrativos para as formigas (Miotto & Waechter, 1996), como ocorre em outros táxons que apresentam arilos ou elaiossomos nas sementes (Home & Westley, 1988; Peternelli et al, 2004).

### **Conclusões**

Em ambientes naturais, *A. tristis* possui distribuição agregada, passando a aleatória em áreas manejadas.

A acidez natural dos solos da região estudada atenua a germinação das sementes de *A. tristis* contidas no BSS.

A germinação das sementes de *A. tristis* contidas no BSS se dá de forma escalonada na escala de tempo.

Após o período reprodutivo é comum perdas de plantas-mãe.

Para estabelecer novos indivíduos no meio ambiente, faz-se necessário a abertura de espaços no sistema.

*Adesmia tristis* é uma espécie que propaga-se por ressemeadura natural.

O manejo de corte propicia uma melhor dispersão de *A. tristis* nos campos.

### **Agradecimentos**

Ao Prof. Dr. Valmir Duarte do Departamento de Fitossanidade da UFRGS pelo apoio nos trabalhos desenvolvidos.

À Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul pela contribuição quanto à identificação zoológica necessária ao estudo.

### Referências bibliográficas

AUGSPURGER, C. Offspring recruitment around tropical trees: changes in cohort distance. **Oikos**, Copenhagen, v. 40, n. 2, p. 189-196, 1983.

BERTOLETTI, J.J.; TEXEIRA, M.B. Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata. Termo de Referência. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia, UBEA/PUCRS**, v.2, p.1-47, 1995.

BOND-BUCKUP, G. **Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra**. Porto Alegre, Ed. Livretos, 2008, 196p.

BRYANT, J.A. **Fisiologia da semente**. Ed. Pedagógica e Universitária, São Paulo, 1989, 85p.

BUHLER, D.D. Influences of tillage systems on weed population dynamics and management in corn soybean in the Central USA. **Crop science**, Madison, v. 35, n. 5, p.1247-1258, 1995.

CANELLAS, L.P.; TEXEIRA JUNIOR, L.R.L.; DOBBSS, L.B.; SILVA, C.A.; MÉDICI, L.O.; ZANDONADI, D.B.; FAÇANHA, A.R. Humic acids crossinteractions with root and organic acids. **Annals of Applied biology**, Warwick, v.153, n. 2, p. 157-166, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; CAETANO, R.S.X. Soil Seed Banks. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p.74-78, 1998.

CONNEL, J.H. Diversity and coevolution of competition, or the ghodt of competition past. **Oikos**, Copenhagen, n. 35, p. 131-138, 1980.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Eds.) **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. 934p.

FERREIRA, N.R.; FRANKE, L.B.; MOÇO, M.C.C. Estudos morfo-anatômicos relacionados à dormência em *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 3, p.447-453, 2011.

FERREIRA, N.R.; MEDEIROS, R.B.; FAVRETO, R. Banco de sementes do solo de margem viária dominada por capim-anonni-2 e sujeito ao controle com distúrbios no solo e introdução de gramíneas. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 54-63, 2008.

GOMES, P.S.C.F.; FRANKE, L.B.; LOPES, R.R. Florescimento e produção de sementes de *Lotus subbiflorus* Lag. cv. El Rincón. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 964-971, 2011.

HOWE, H.F.; WESLEY, L.C. **Ecological relationships of plants and animals**. Oxford University, Oxford, 1988. 273p.

IGANCI, J.R.V.; MIOTTO, S.T. *Adesmia sessilifolia* (Fabaceae), a new species from a relictual landscape in Southern Brazil. **Phytotaxa**, Auckland, v. 26, p. 21-24, 2011.

LAWRENCE, J.F.; NEWTON JUNIOR, A.F. Families and subfamilies Coleoptera (with selected genera, notes, reference and data on family-group names). In: PAKALUK, J.; SLIPINSKI, S.A. (eds.). **Biology, phylogeny and classification of Coleoptera: papers celebrating 80<sup>th</sup> birthday of Roy A. Crowson**. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, v. 2, p 779-1006, 1995.

LOPES, R.R.; FRANKE, L.B. Análise de trilha dos componentes do rendimento de sementes de trevo-branco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 10, p.1865-1869, 2009.

LOPES, S.F.; OLIVEIRA A.P.; NEVES, S.B.; SCHIAVINI, I. Dispersão de sementes de urvalheira (*Platypodium elegans* Vog.) (Fabaceae) em um cerradão, Uberlândia – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 887-813, 2010.

LUDWIG, M.P.; MAIA, M.S.; CORRÊA, M.F. Banco de sementes de aveia preta do solo sob dois sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n.1, p. 25-32, 2011.

MAIA, F.C.; MAIA, M.S. **A dinâmica das sementes no solo**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária PREC – UFPEL, 2008. 88p.

MEDEIROS, R.B. Bancos de sementes no solo e dinâmica vegetacional. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 18. 2000, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, 2000, p.62-87.

MEDEIROS, R.B.; STEINER, J.J. Influência de sistemas de rotação de sementes de gramíneas forrageiras temperadas na composição do banco de sementes invasoras no solo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n.1, p.118-128, 2002.

MIOTTO, S. T.; LEITÃO FILHO, H. F. Leguminosa – Faboideae gênero gênero *Adesmia* DC- Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul nº 23. **Boletim do Instituto de Biociências - UFRGS**, Porto Alegre. n. 5, p 1-157, 1993.

MIOTTO, S.T.; WAECHTER, J.L. Considerações fitogeográficas sobre o gênero *Adesmia* (Leguminosae-Faboideae) no Brasil. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, Buenos Aires, v. 32, n.1-2, p.59-66, 1996.

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

OVERBECK, E.; MÜLLER, S.C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V.D.; BLANCO, C.C.; BOLDRINI, I.I.; BOTH, R. FORNECK, E.D. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v 9, p.101-116. 2007.

PETERNELLI, E.F.O.; DELLA LUCIA, T.M.C.; MARTINS, S.V. Espécie de formigas que interagem com as sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 733-738, 2004.

PUCRS. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapa pedológico** Escala local. Ed. PUCRS, Porto Alegre, 1995. Disponível:[http://www.pucrs.br/ima/promata/apresentacoes/Regis\\_AlexandreLahm.pdf](http://www.pucrs.br/ima/promata/apresentacoes/Regis_AlexandreLahm.pdf). Acesso em: 26-2-2011.

SINGH, K.K.; KUMAR, S.; PONDEY, A. Soil treatments for improving seed germination of rare and endangered Sikkim Himalayan rhododendrons. **World Journal of Agricultural Sciences**, Deira, v. 4, n. 3, p. 288-296. 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCOMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.

VIDOR, M.A.; NETO, J.S. Lages preserva espécies vegetais forrageiras. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 2, n. 5, p.13-15, 1992.

WIBMER, G.W.; O'BRIEN, C.W. **Entomology – Biological Control**. Tallahassee: Florida A. & M. University, 1986. 563p.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Germinação de sementes de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* em função da presença de alumínio no substrato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41 n. 4, p. 599-601, 2011.

ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.B. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 134-146.

Tabela 1. Resultado das análises de solo realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos da UFRGS para determinação da acidez potencial pelo índice SMP. AU= solo de área da UFRGS, AV= solo de área com horizonte vermelho, AP= solo de área preservada (anexo ao estudo), AE= solo de área do experimento e AQ= solo de área queimada (anexo ao experimento).

Solos (substrato)	Índice SMP	Calagem (t/ha) (Recomendação)
AV	6,3	1,80
AU	6,0	3,20
AE	4,6	15,10
AQ	4,6	15,10
AP	4,3	21,00

\*Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 10. ed. (2004).

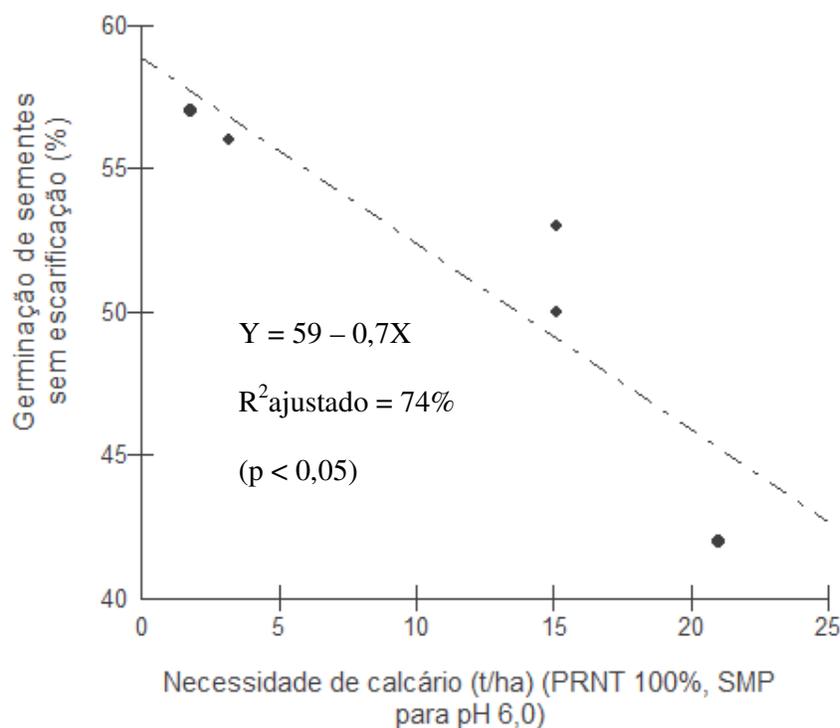


Figura 1. Regressão linear negativa relacionando a germinação das sementes de *Adesmia tristis* não escarificadas após oito meses com a necessidade de adição de calcário para correção de cinco diferentes tipos de solos para um nível de pH = 6.

Tabela 2. Comparação das médias das sementes remanescentes de *Adesmia tristis* após oito meses de observação e apresentação da porcentagem da germinação após a quebra da dormência por escarificação mecânica. AU= solo de área da UFRGS, AV= solo de área com horizonte vermelho, AP= solo de área preservada (anexo ao estudo), AE= solo de área do experimento e AQ = solo de área queimada (anexo ao experimento).

Substrato de germinação	Sementes Remanescentes	Germinadas após escarificação (%)
AU	29,8 ( $\pm 2.4$ ) a	100,0
AV	26,0 ( $\pm 5.8$ ) a	93,2
AP	21,8 ( $\pm 3,9$ ) ab	92,9
AE	21,0 ( $\pm 5,5$ ) ab	95,3
AQ	12,8 ( $\pm 2,9$ ) b	99,2

As médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade.

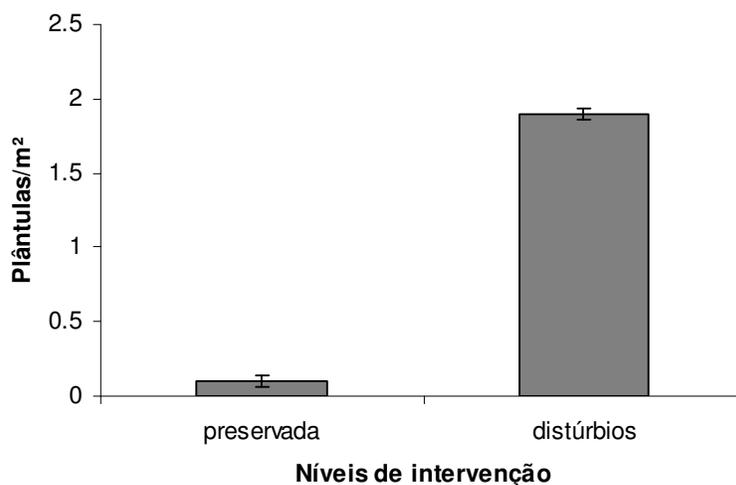


Figura 2. Levantamento de plântulas de *Adesmia tristis*/m<sup>2</sup> nas parcelas com distúrbios (cortes) e parcelas preservadas (sem distúrbios).

## **CAPÍTULO VIII**

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gerar conhecimentos para o uso sustentável dos recursos naturais do país, é uma das primeiras metas da Convenção sobre Diversidade Biológica. O Brasil ao ser signatário deste documento, um dos acordos mundiais mais importantes que trata sobre a diversidade biológica, acata como base a conservação da diversidade biológica, o uso sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos serviços e bens derivados do uso dos recursos genéticos.

O Brasil detém a maior biodiversidade biológica dentre as demais nações do planeta, com 15 a 20% do total. Muito desse patrimônio está se deteriorando. As causas são as mais diversas como: fragmentação dos habitats, invasão biológica, contaminações, exploração excessiva e legislações descompromissadas.

A justificativa maior deste trabalho esteve inserida neste contexto, onde buscou-se, nos Campos de Cima da Serra, no sul do Brasil estudar a espécie *Adesmia tristis*, uma leguminosa endêmica, e suas interações com o ambiente. A meta foi desvendar meios sustentáveis de uso da referida espécie, conciliando a preservação do ecossistema com as demandas das atividades pastoris, marcante na região.

Este trabalho gerou alguns conhecimentos que se somam aos já existentes. Porém a cada resposta novos questionamentos surgem. Alguns aspectos interessantes que poderiam ser explorados em trabalhos futuros são aqui apontados: a) estudo da biologia dos principais polinizadores de *A. tristis*

(abelhas solitárias representantes da famílias Megachilidae e Andrenidae) e suas dinâmicas populacionais; b) estudo da dinâmica do néctar em flores com livre visitação e sua atratividade para visitas subseqüentes; c) aprofundamento dos estudos sobre o déficit de polinização na espécie, suas causas fisiológicas e de interações com o meio; d) pesquisar qual a melhor distribuição no campo dará respostas mais adequadas quanto: a produção de sementes e persistência no sistema; e) testar a interação animal *versus* planta; f) maiores estudos sobre a debilidade da planta após o período reprodutivo; g) Estudar a variabilidade intraespecífica.

As respostas a estas questões e outras futuras, fomentarão tomadas de decisões cada vez mais consistentes. Aturarão como ferramentas importantes na formação de políticas públicas embasadas em conhecimentos técnico-científico, voltadas a valorização dos Campos de Cima da Serra, um dos esteios formadores da sociedade gaucha, e mantenedor de núcleos humanos em compatibilidade com o uso sustentável com ganhos econômico-sócio-ambiental.

## CAPÍTULO IX

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. The bee diversity of the tabuleiro vegetation in the Guaribas Biological Reserve (Mamanguape, Paraíba, Brazil). In: MELO, G. A. R.; ALVES-DOS-SANTOS, I. (Ed). **Apoidea Neotropical**: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Criciúma: UNESC, 2003. p. 209-216.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 477-486, 2004.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. Biologia de nidificação de *Centris (Hemistella) trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 323-330, 2006.

AGUIAR, C. M. L.; ZANELLA, F. C. V. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) de uma área na margem do domínio da Caatinga (Itatim, BA). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.1, p. 15-24, 2005.

AGUIAR, C. M. L. et al. Plantas visitadas por *Centris* sp. (Hymenoptera: Apidae) na caatinga para obtenção de recursos florais. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 247-259, 2003.

AIDAR, D. S. **A mandançaia**: biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1996. 104 p.

ALMEIDA, D. A. O.; MARTINS, R. P.; BUSCHINI, M. L. T. Behavior and nesting dynamics of the neotropical cavity-nesting specialist bee *Mgachile assumptionis* Schottky, with comparisons to the nearctic *Megachile brevis* Say (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of Hymenoptera Research**, Lawrence, v. 6, n. 2 p. 344-352, 1997.

AOUAR-SADLI, M.; LOUADI, K.; DOUMANDJI, S. Pollination of the broad bean (*Vicia faba* L. var. *major*) (Fabaceae) by wild bees and honey bees (Hymenoptera: Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). **African Journal of Agriculture Research**, Nairobi, v. 3, n. 4, p. 266-272, 2008.

BLOCHTEIN, B. **Ocorrência e biologia de abelhas da família Megachilidae (Hymenoptera: apoidea)** e seus parasitóides no Rio Grande do Sul. 1989. 118 f. Dissertação (Mestrado – Zooogia) – Programa de Pós-Graduação em Biociências, Instituto de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P. et al. (Ed.). **Campos sulinos**. Brasília: MMA, 2009. p. 63-77.

BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionomia e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências - UFRGS**, Porto Alegre, n. 56, p. 1-39, 1997.

BOND-BUCKUP, G. **Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra**. Porto Alegre: Libretos, 2008. 196 p.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1997. 547 p.

BURKART, A. Sinopsis del género sudamericano de leguminosas *Adesmia* DC. **Darwiniana**, Buenos Aires, v. 14, n. 2-3, p. 463-573, 1967.

CAMACHO, J. C. B.; FRANKE, L. B. Efeito da polinização sobre a produção e qualidade de sementes de *Adesmia latifolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 81-90, 2008.

CAMACHO, J. C. B. et al. Observações sobre o comportamento e a eficiência de *Apis mellifera* L. na polinização de *Adesmia latifolia* Spreng. Vog. (Leguminosae). **Revista Científica Rural**, Santa Maria, v. 9, n.1, p. 145-148, 2004.

CHIAPPA, E.; RODRIGUEZ, S.; BASCUÑÁN, R. Preferencia y manipulacion floral de *Centris rodophthalma* Perez (Hymenoptera: Anthophoridae). **Gayana**, Concepción, v. 64, n. 2, p. 133-138, 2000.

COELHO, L. G. M.; BATTISTIN, A. Estudos citogenéticos em cinco espécies de *Adesmia* DC. (Leguminosae – Faboideae) nativas no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n.1, p. 41-45, 1998a.

COELHO, L. G. M.; BATTISTIN, A. Meiotic behavior of *Adesmia* DC. (Leguminosae – Faboideae) species native to Rio Grande do Sul Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v.21, n. 3, 1998b.

COELHO, R. W.; RODRIGUES, R. C.; REIS, J. C. L. **Rendimento de forragem e composição bromatológica de quatro leguminosas de estação fria**. Pelotas. Embrapa Clima Temperado, 2002. 3 p. (Comunicado técnico, 78).

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente **Resolução nº10 de 01 de outubro de 1993**. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/legislacao/id438.htm>>. Acesso em: 03 jan. 2012.

CONSTANZA, R. **Ecological economics: the science and management of sustainability**. New York: Columbia University Press, 1991.

CONSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, Chicago, v. 387, n. 6230, p. 253-260, 1997.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro – Região Sul. Brasília: MMA, 2011. 934 p.

DALY, H. Desenvolvimento sustentável: definição, princípios, políticas. **Cadernos de Estudos Sociais**, Recife, v. 18, n. 2, p. 171-184, 2002.

FERREIRA, N. R.; FRANKE, L. B.; MOÇO, M. C. C. Estudos morfo-anatômicos relacionados à dormência em *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 3, p.447-453, 2011.

FORCONE, A.; GALETTO, L.; BERNARDELO, L. Floral nectar chemical composition of some species from Patagonia. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 25, n. 5, p. 395-402, 1997.

FORCONE, A.; MUÑOZ, M. Floración de las especies de interés apícola en el nordeste de Santa Cruz, Argentina. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, La Plata, v. 44, n. 3-4, p. 393-403, 2009.

FRANKEL, R.; GALUN, E. **Pollination mechanisms, reproduction and plant breeding**. New York: Springer-Verlag, 1977.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 652 p.

IGANCI, J. R. V.; MIOTTO, S. T. *Adesmia sessilifolia* (Fabaceae), a new species from a relictual landscape in Southern Brazil. **Phytotaxa**, Auckland, v. 26, p. 21-24, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticiavisualiza.php?id\\_noticia=169](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticiavisualiza.php?id_noticia=169)>. Acesso em: 04 jan. 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. As abelhas e as iniciativas internacionais de polinizadores. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2004.

KARASAWA, M.M.G. **Diversidade reprodutiva de plantas**. Ribeirão Preto: SBG, 2009. 113 p.

KERR, W.E. A importância da meliponicultura para o país. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 42-44, 1997.

KERR, W. E. et al. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade Amazônica – biodiversidade, pesquisa e desenvolvimento na Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 12, p 20-41, 2001.

KLITGAARD, B. B.; LAVIN, M. Tribe Dalbergieae *sens. Lat.* In: LEWIS, G. et al. (Ed.). **Legumes of the world**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2005. p. 307-335.

- LAROCA, S. **Ecologia**: princípios e métodos. Petrópolis: Vozes, 1995. 197 p.
- MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; SAZIMA, M. Contrasting bee pollination in two co-occurring distylic species of *Cordia* (Cordiaceae, Boraginales) in the Brazilian semi-arid Caatinga: generalist in *C. globosa* vs. specialist in *C. leucocephala*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 82, n. 4, p. 881-891, 2010.
- MICHENER, C.D. **The bees of the world**. Baltimore: Johns Hopkins, 2000. 953p.
- MIHOC, M. A. K. Et al. Evolucion de la serie *Microphyllae* (*Adesmia* Fabaceae) en la Corillera de los Andes: uma perspectiva biogeográfica. **Revista Chilena de Historia Natural**, Santiago, v. 79, p. 389-404, 2006.
- MILAN, P. A.; RITTER, W.; DALL'AGNOL, M. Seleção de leguminosas forrageiras tolerantes a alumínio e eficientes na utilização de fósforo. I. Leguminosas nativas. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 119-124, 1991.
- MIOTTO, S. T.; LEITÃO FILHO, H. F. Leguminosa – Faboideae gênero gênero *Adesmia* DC- Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul nº 23. **Boletim do Instituto de Biociências - UFRGS**, Porto Alegre, n. 5, p 1-157, 1993.
- MIOTTO, S. T. S.; WAECHTER, J. L. Considerações fitogeográficas sobre o gênero *Adesmia* (Leguminosa – Faboideae) no Brasil. **Boletim de la Sociedad Argentina de Botânica**, Buenos Aires, v. 32, n. 1-2, p. 59-66, 1996.
- MONTARDO, D. P. et al. Efeito de dois tratamentos na superação da dormência de sementes de cinco espécies de *Adesmia* DC. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 5, n. 1, 2000.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, Chicago, v. 403, p. 853-858, 2000.
- OVERBECK, G. E. et al. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. **Perspective in plant Ecology, Evolution and Systematics**, San Fransisco, v. 9, p. 101-116, 2007.
- PARERA, C. A.; RUIZ, M. *Adesmia subteranea* Clos germination physiology and presowing treatments. **Journal of Range Managment**, Tucson, v. 56 n.3, 2003.
- PIERRE, J. et al. Diversité et efficacité de l'entomofaune pollinisatrice (HYMENOPTERA: Apidae) de la féverole (*Vicia faba* L.) sur deux sites, em France et em Espangne. **Annales Société Entomologique de France**, Paris, n. 35, p. 312-318, 1999.

PILLAR, P.; BOLDRINI, I. I. Lindman e a ecologia da vegetação campestre do Rio Grande do Sul. **Ciência & meio ambiente – Viajantes Naturalistas**, Santa Maria, v. 13, p. 86-97, 1996.

PITTS-SINGER, T. L.; CANE, J. H. The alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata*: the world's most intensively managed solitary bee. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 56, n. 221-237, 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1977. 289 p.

RAJU, A. J. S.; RAO, S. P. Explosive Pollen release and pollination as a function of nectar-feeding activity of certain bees in the biodiesel plant, *Pongamia pinnata* (L.) Pierre (Fabaceae). **Current Science**, Columbus, v. 90, n. 7, p. 960-967, 2006.

RAMALHO, M.; SILVA, M. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. **Sitientibus – Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 2, p. 34-43, 2002.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 514 p.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; VENDRUSCOLO, M. C.; CECCHETTI, D. Desempenho de leguminosas nativas (*Adesmia*) e exóticas (*lotus*, *trifolium*) em função do estágio fenológico no primeiro corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1871-1880, 2005.

SHEBL, M. A. et al. Abundance of leafcutting bees (*Megachile minutissima*, Megachilidae, Hymenoptera). **Phegea**, Leefdaal, v. 36, n. 4, p.135-147, 2008.

SILVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. J. O. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 371-401, 1995

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002. 253 p.

SHIPP, J. L.; WHITFIELD, G. H.; PAPADOPOULOS, A. P. Effectiveness of the bumble bee *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera, Apidae), as a pollinator of green house sweet pepper. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 57, p. 29-39, 1994.

SMITH-RAMIREZ, C.; RAMIREZ, K.Y. **Informe final técnico y financiero: digitalización de datos de polinizadores de Chile, interacción insecto-planta y distribución de insectos**. IABIN, 2010. Disponível em: <<http://www.oas.org/dsd/IABIN/Component2/Chile/PTNIEB/INFORME%20FINAL%20IABIN.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2011.

STEBBINS, G. L. **Chromosomal evolution in higher plants**. London: Addison- Wisley Publishing Company, 1971. 216 p.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

TEDESCO, S. B. et al. Mode of reproduction of Brazilian species of *Adesmia* (Leguminosae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 2, p. 475-478, 2000.

TEXEIRA, L. A. G.; MACHADO, I. C. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 347-357, 2000.

ULIBARRI, E. A.; SIMPSON, B. B. Uma nueva especie de *Adesmia* (Leguminosa Papilionoideae) para la Argentina. **Darwiniana**, Buenos Aires, v. 48, n. 2, p. 204-207, 2010.

USP. **Colletidae**. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/beetaxon/imagens/facolle.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2012.

USP. **Halictidae**. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/beetaxon/imagens/fahali.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2012.

VALLS, J. F. M. Caracterização morfológica, reprodutiva e bioquímica de germoplasma vegetal. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS, 1., 1988, Jaboticabal. 1988. **Anais...** Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988.

VIANA, B. F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Bee diversity of coastal sand dunes of Brazil. In: KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: MMA, 2006. p. 147-169.

VIDOR, M. A.; NETO, J. S. Lages preserva espécies vegetais forrageiras. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 2, n. 5, p. 13-15, 1992.

VINCENZI, M. L. Fatores essenciais para o sucesso da sobre-semeadura de espécies de inverno em campos naturais e naturalizados. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 17., Lages, SC. **Anais...** Lages: EPAGRI/UEDESC, 1998. p. 27-29.

VIVALLO, F.; ZANELLA, F. C. V.; TORO, H. Las especies chilenas de *Centris* (*Paracentris*) Cameron y *Centris* (*Penthemisia*) Moure (Hymenoptera, Apidae), p.77-83 In: MELO, G. A. R ; SANTOS, I. A. S. (Ed.). **Apoidea neotrópica: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma: UNESC, 2003. 320 p.

WIESE, H. **Apicultura - novos tempos**. Guaíba: Agrolivros, 2005. 378 p.

WITTMANN, D.; HOFFMAN, M. Bees of Rio Grande do Sul, southern Brazil (Insecta, Hymenoptera, Apoidea). **Iheringia**, Série Zoologia. Porto alegre, n. 70, p.17-43, 1990.

## CAPÍTULO X

## APÊNDICES

### Apêndice 1. Instruções aos autores da revista brasileira de sementes

As orientações explicitadas nessas instruções deverão ser seguidas plenamente pelo(s) autor (es).

Organizar os manuscritos seguindo a ordem: TÍTULO RESUMIDO (Colocado Centralizado No Início Da Primeira Página), TÍTULO, AUTORES, RESUMO (máximo de 200 palavras), TÍTULO EM INGLÊS, ABSTRACT (máximo de 200 palavras), INTRODUÇÃO, MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO, CONCLUSÕES, AGRADECIMENTOS (Opcional) E REFERÊNCIAS. Serão necessários no RESUMO "Termos para indexação" e no ABSTRACT "Index terms", no máximo cinco, que não estejam citados no título.

Na elaboração dos manuscritos, deverão ser atendidas as seguintes normas:

Os artigos deverão ser digitados em editor de texto Word (DOC ou RTF), em linhas numeradas (máximo de 30 linhas por página), em espaço duplo e com margens de 2 cm (papel A4), fonte Times New Roman 14 para o título e 12 para o texto, sem intercalação de tabelas e figuras que serão anexadas ao final do trabalho. As figuras deverão estar em programas compatíveis com o WINDOWS, como o EXCEL, e formato de imagens: Figuras (GIF ou TIFF) e Fotos (JPEG) com resolução de 300 dpi.

O manuscrito não deve exceder um total de 20 páginas, incluindo figuras, tabelas e referências.

A redação dos trabalhos deverá apresentar concisão, objetividade e clareza, com a linguagem no passado impessoal, exceto para as conclusões que devem ser redigidas no presente. No RESUMO e no ABSTRACT não serão permitidos parágrafos, bem como a apresentação de dados em colunas ou em quadros e a inclusão de citações bibliográficas.

O(s) nome(s) do(s) autor(es) deverá(ão) ser mencionado(s) por extenso logo abaixo do título. O autor para correspondência deve ser identificado por um asterisco. No rodapé da primeira página, através de chamadas apropriadas, deverá ser inserida a afiliação institucional do(s) autor(es), mencionando Departamento ou Seção, Instituição, Caixa Postal, CEP, Município e País e apenas o e-mail do autor para correspondência.

**Citações no Texto:** as citações de autores, no texto, serão feitas pelo sobrenome com apenas a primeira letra em maiúsculo, seguida do ano de publicação. No caso de dois autores, serão incluídos os sobrenomes de ambos, intercalado por "e"; havendo mais de dois autores, será citado apenas o sobrenome do primeiro, seguindo de "et al.". Em caso de citação, de duas ou mais obras do(s) mesmo(s) autor(es), publicadas no mesmo ano, elas deverão ser identificadas por letras minúsculas (a,b,c, etc.), colocadas imediatamente após o ano de publicação.

**Referências:** recomenda-se que 80% das referências bibliográficas sejam de artigos listados na base ISI Web of Knowledge, Scopus ou SciELO com menos de 10 anos.

**Não serão aceitos nas referências citações de monografias, dissertações e teses, anais e resumos. Evitar:**

- citações excessivas de livros textos;
- citações obsoletas e revistas informativas e não científicas.

Citações de artigos recentes publicados na RBS podem ser acessadas pelo site: [www.scielo.br/rbs](http://www.scielo.br/rbs)

As referências deverão ser apresentadas em ordem alfabética pelo sobrenome do autor ou do primeiro autor, sem numeração; mencionar todos os autores do trabalho separados por ";". Seguir as normas da ABNT NBR6023. As referências deverão conter hiperlinks para possibilitar acesso para qualquer página Web na Internet. Basta posicionar o cursor no local desejado de um texto ou planilha, digitar o endereço da página ex: [www.abrates.org.br](http://www.abrates.org.br) e teclar a barra de espaços. O hyperlink será criado automaticamente. Posicione o cursor em uma das letras do hyperlink criado, tecla Shift F10 para abrir o menu, desça com a seta até a opção abrir hyperlink e tecla enter que a página será aberta.

Alguns exemplos são apresentados a seguir:

**Artigos de Periódicos:** (não deverá ser mencionado o local de publicação do periódico).

LIMA, L.B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 1, p.138-147, 2010.

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_pdf&pid=S0101-31222010000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0101-31222010000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)

OLIVEIRA, A.S.; CARVALHO, M.L.M.; NERY, M.C.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M. Seed quality and optimal spatial arrangement of fodder

radish. *Scientia Agricola*, v. 68, n. 4, p.417-423, 2011.

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_pdf&pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0103-)

[90162011000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0103-90162011000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

#### **Livros:**

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

#### **Capítulos de Livro:**

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; França Neto, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4;1-4.26.

#### **Leis, Decretos, Portarias:**

País ou Estado. Lei, Decreto, ou Portaria nº ..., de (dia) de (mês) de (ano). *Diário Oficial da União*, local de publicação, data mês e ano. Seção ..., p. ...

BRASIL. Medida provisória nº 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 1997. Seção I, p.29514.

#### **Relatório Técnico:**

FRANCA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA N.P. Estudo da deterioração da semente de soja no solo. In: *RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA, 1984/85*. Londrina, 1985, p. 440-445. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 15).

**Documentos Eletrônicos:**

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. *SNPC - Lista de*

*Cultivares protegidas*. Disponível:

[http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares\\_protegidas.p](http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares_protegidas.p)

[hp](#) Acesso em: 13 jan. 2010.

**Tabelas**

As tabelas no formato "retrato" numeradas com algarismos arábicos, devem ser encabeçadas por título auto-explicativo, com letras minúsculas, não devendo ser usadas linhas verticais para separar colunas nem constar o local e data de realização do experimento.

**Figuras**

As figuras (gráficos, desenhos, mapas ou fotografias) deverão ser numeradas em algarismos arábicos em programas compatíveis com o WORD FOR WINDOWS (TIFF 300 dpi) inseridas no texto preferencialmente como objeto. Os desenhos e as fotografias deverão ser digitalizados com alta qualidade (JPEG) e enviados no tamanho a ser publicado na revista. As legendas digitadas logo abaixo da figura e iniciadas com denominação de Figura, devem ser seguidas do respectivo número e texto, em letras minúsculas.

**Unidades de medida**

Devem ser redigidas com espaço entre o valor numérico e a unidade. Exemplos: 10 0C, 10 mL,  $\mu\text{S cm}^{-1}\text{.g}^{-1}$ . O símbolo de percentagem deve ficar junto do algarismo, sem espaço. Ex: 10%. Utilizar o Sistema Internacional de Unidades em todo texto.

### 3. Submissão dos Artigos

Recomenda-se, antes da submissão, que sejam observadas na íntegra as Instruções aos Autores para garantir que o artigo esteja de acordo com as normas da RBS. Manuscritos fora das normas serão devolvidos implicando em atraso na tramitação. O autor deverá submeter os manuscritos exclusivamente pelo sistema eletrônico, acessando o site <http://www.scielo.br/rbs>, clicando em "submissão online".

O arquivo do artigo que não deverá ultrapassar 1,5 Kb.

Além disso, deverá enviar por e-mail ([abrates@abrates.org.br](mailto:abrates@abrates.org.br)) um documento constando a assinatura e a concordância de todos os autores em submeter e (ou) publicar o artigo na RBS, delegando à revista, os direitos de tradução para língua inglesa (modelo de carta de submissão no site).

Apêndice 2. Totalizadores dos visitantes florais observados em *Adesmia tristis* no período de 15 a 21 de dez. de 2009 e 15 e 18 de dez. de 2010.

Abelhas	Horário do dia				total
	9h	12h	14h	16h	
Megachilidae	158	219	104	40	521
Andrenidae	65	81	33	13	192
Apidae	22	23	14	6	65
Halictidae	7	3	0	0	10
total	252	326	151	59	788

Apêndice 3. Análise de regressão quadrática da relação entre abelhas representantes da família Megachilidae e temperatura do ambiente.

Fontes de variação	GL	SQ	QM
Regressão		2	1489.9752
Erro		19	1762.7975
Total		219	3252.7727
	---	---	---
F Regressão (2, 19) =		8.0297	---
(p) =		0.0033	---

Coef. de determinação múltipla ( $R^2_{yy}$ ) =	0.4581	---	---
F $R^2_{yy}$ (2, 19) =	16.9047	---	---
(p) =	0.0002	---	---
$R^2_{yy}$ ajustado =	0.401	---	---
Coef. de correlação múltipla ( $R_{yy}$ ) =	0.6768	---	---
Intercepto (a) =	86.0142	t = 0.9408	p = 0.3586
Coef. parcial de regressão (b1) =	-8.9283	t = -1.0370	p = 0.3127
Coef. parcial de regressão (b2) =	0.2623	t = 1.3219	p = 0.2018
Comparação: Coef. (b1) e Coef. (b2) =	---	t = -1.0435	p = 0.3098
Variável dependente =	Coluna 1	---	---
$Y' = a + (b1)X + (b2)X^2$			

Apêndice 4. Análise de regressão quadrática da relação entre abelhas representantes da família Megachilidae e a umidade relativa do ar.

Fontes de variação	GL	SQ	QM
Regressão	2	1875.9178	937.9589
Erro	19	1376.8549	72.466
Total	219	3252.7727	---
F Regressão (2, 19) =	12.9434	---	---
(p) =	0.0005	---	---
Coef. de determinação múltipla (R <sup>2</sup> <sub>yy</sub> ) =	0.5767	---	---
F R <sup>2</sup> <sub>yy</sub> (2, 19) =	27.2493	---	---
(p) =	0	---	---
R <sup>2</sup> <sub>yy</sub> ajustado =	0.5322	---	---
Coef. de correlação múltipla (R <sub>yy</sub> ) =	0.7594	---	---
Intercepto (a) =	17.1365	t = 0.2648	p = 0.7940
Coef. parcial de regressão (b <sub>1</sub> ) =	1.4082	t = 0.6803	p = 0.5045
Coef. parcial de regressão (b <sub>2</sub> ) =	-0.0191	t = -1.1686	p = 0.2570
Comparação: Coef. (b <sub>1</sub> ) e Coef. (b <sub>2</sub> ) =	---	t = 0.6841	p = 0.5021
Variável dependente =	Coluna 1	---	---
$Y' = a + (b_1)X + (b_2)X^2$			

Apêndice 5. Análise de regressão com expressão matemática cúbica da relação entre abelhas representantes da família Andrenidae e a temperatura do ambiente.

Fontes de variação	GL	SQ	QM
Regressão	3	148.5462	49.5154
Erro	16	146.4038	9.1502
Total	316	294.95	---
F Regressão (3, 16) =	5.4114	---	---
(p) =	0.0093	---	---
Coef. de determinação múltipla (R <sup>2</sup> <sub>yy</sub> ) =	0.5036	---	---
F R <sup>2</sup> <sub>yy</sub> (3, 16) =	8.6244	---	---
(p) =	0.0015	---	---
R <sup>2</sup> <sub>yy</sub> ajustado =	0.4106	---	---
Coef. de correlação múltipla (R <sub>yy</sub> ) =	0.7097	---	---
Intercepto (a) =	-608.7298	t = -3.2262	p = 0.0053
Coef. parcial de regressão (b <sub>1</sub> ) =	91.3833	t = 3.3336	p = 0.0042
Coef. parcial de regressão (b <sub>2</sub> ) =	-4.4528	t = -3.4126	p = 0.0035
Coef. parcial de regressão (b <sub>3</sub> ) =	0.0711	t = 3.4887	p = 0.0030
Comparação: Coef. (b <sub>1</sub> ) e Coef. (b <sub>2</sub> ) =	---	t = 3.3374	p = 0.0042
Comparação: Coef. (b <sub>1</sub> ) e Coef. (b <sub>3</sub> ) =	---	t = 3.3335	p = 0.0042
Comparação: Coef. (b <sub>2</sub> ) e Coef. (b <sub>3</sub> ) =	---	t = -3.4139	p = 0.0035
Variável dependente =	Coluna 1	---	---
$Y' = a + (b_1)X + (b_2)X^2 + (b_3)X^3$			
Obs retirados dois valores discrepantes: 38-26,1 e 35-21,9			

Apêndice 6. Análise de regressão quadrática da relação entre abelhas representantes da família Andrenidae e a umidade relativa do ar.

Fontes de variação	GL	SQ	QM
Regressão	2	142.9355	71.4677
Erro	17	152.0145	8.942
Total	217	294.95	---
	---	---	---
F Regressão (2, 17) =	7.9923	---	---
(p) =	0.0039	---	---
Coef. de determinação múltipla (R <sup>2</sup> <sub>yy</sub> ) =	0.4846	---	---
F R <sup>2</sup> <sub>yy</sub> (2, 17) =	16.925	---	---
(p) =	0.0002	---	---
R <sup>2</sup> <sub>yy</sub> ajustado =	0.424	---	---
Coef. de correlação múltipla (R <sub>yy</sub> ) =	0.6961	---	---
Intercepto (a) =	80.4384	t = 3.3858	p = 0.0035
Coef. parcial de regressão (b <sub>1</sub> ) =	-2.177	t = -2.8254	p = 0.0116
Coef. parcial de regressão (b <sub>2</sub> ) =	0.0156	t = 2.5351	p = 0.0213
Comparação: Coef. (b <sub>1</sub> ) e Coef. (b <sub>2</sub> ) =	---	t = -2.8232	p = 0.0117
Variável dependente =	Coluna 1	---	---
Y' = a + (b <sub>1</sub> )X + (b <sub>2</sub> )X <sup>2</sup>			
Obs. Retirado dois valores discrepantes 38 - 59 e 35 - 79			

Apêndice 7. Totalizadores de ramos em *A. tristis* durante um período de 10 meses

Datas	24/2/2009	19/3/2009	24/4/2009	21/6/2009	11/10/2009
Ramos primários	9,6	10,2	19,5	21,9	22,7
Ramos secundários	15,1	44,0	81,3	152,3	374,4
Ramos terciários	3,4	8,2	10,0	11,0	1.377, 0
Ramo primário (m)	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6

Apêndice 8. Cálculos estatísticos utilizando-se o teste “t” de Student para avaliar os componentes do rendimento de sementes de *Adesmia tristis*.

<b>Botões florais</b>			
Corte	Sem		(12;0,01)
318	19		(GL;α)
297	22		tc=110,7
340	13		tt=3,055
			Alt. Signifc.
84,09 varia	3.82	<b>vari1/vari2&gt;4 são diferentes</b>	
9,17 desv	1.95		
318 medi	18		
	n= 12	n=12	

<b>Flores</b>			
Corte	sem		(GL;α)
	44	49	22;0,01
	47	0	tc=9,66
	10	0	tt=2,819
			Alt. Signifc.
76,82 vari	145.64	<b>vari1/vari2&lt; 4 são iguais</b>	
8,77 desv	12		
34medi	17		
n=12	n=12		

<b>Taxa de polinização efetiva</b>			
corde	Sem		(GL;α)
	17	10	(22;0.05)
	24	21	tc=2,22
	15	11	tt=2,074
			Signif.
vari 22,3		37	<b>vari1/vari2&lt; 4 são iguais</b>
desv 4,72		6.08	
med 18,67		14	
n=3	n=3		

<b>Nº de hemicraspédios futuros/m2</b>			
corde	Sem		(GL;α)
	135.03	19.04	(15;0,1)
	128.3	6.16	tc=110,62
	130.55	3.64	tt=2,947
			Alt. Signif.
vari 2,14	12.41	<b>vari1/vari2&gt;4 são diferentes</b>	
desv 1,46	3.52		
med 131,29	9.61		
n= 12	n= 12		

<b>nº de hemibraspedio já formado</b>			
corte	Sem		(GL;α)
	963	541	(22; 0,01)
	879	401	tc=41,8
	662	488	tt=2,819
			Alt. Signif.
var 4386,24		908.42	<b>vari1/vari2&lt; 4 são iguais</b>
desv 66,23		30.14	
med 834,67		476.67	
n= 12	n= 12		

<b>nº total de hemibraspedio</b>			
Corte	Sem		(GL;α)
	1098.03	560	(22; 0,01)
	1007.3	407.16	tc=158,63
	792.55	491.64	tt=2,819
			Alt. Signif.
var 4474,77		1065.76	<b>vari1/vari2&lt; 4 são iguais</b>
desv 66,89		32.65	
med 965,96		486.27	
n= 12	n= 12		

<b>Peso de 1000 sementes</b>			
corte	Sem		(GL;α)
	1.04	1.3	(14; 0,01)
	1.07	1.32	tc=26
	1.06	1.3	tt=2,977
	1.05	1.33	Alt. Signif.
	1.03	1.29	
	1.06	1.31	
	1.04	1.34	
	1.05	1.29	
var 0,0002		0.0003	<b>vari1/vari2&lt; 4 são iguais</b>
desv 0,014		0.017	
n=8	n=8		
	1.05	1.31	

<b>Peso de sementes/m2 será igual rendi./ ha</b>			
corte	Sem		(GL;α)
	3.69	2.35	(17; 0,01)
	3.39	1.71	tc=8,06
	2.66	2.06	tt=2,898
			Alt. Signif.
var 0,05	0.21		<b>vari1/vari2&gt;4 são diferentes</b>
Desv 0,22	0.46		
med 3,25	2.04		
n=12	n=12		

<b>Flores Abortadas</b>		(GL;α)
Corte	sem	(22; 0,01)
	9372	10518
	11352	8114
	11700	12468
		tc=1,27
		tt=2,819
		Não sign.
286.699,64	864.819,18	<b>vari1/vari2 &lt; 4 são iguais</b>
	535.44	929.96
10.808		10367
n=12	n=12	

<b>Rudimentos seminais</b>		(GL;α)
Corte	sem	(58; 0,01)
5	4	tc=0,21
5	5	tt=2,58
5	4	Não sign.
5	5	
4	5	
5	5	
5	6	
5	5	
5	5	
6	5	
5	5	
6	5	
6	5	
5	5	
5	4	
5	5	
5	5	
5	5	
5	6	
6	5	
5	5	
5	5	
5	7	
4	5	
6	6	

<b>Rudimentos seminais</b>		(GL;α)
5	5	
5	5	
5	5	
5	5	
5	5	
Var 0,23	0.34	<b>vari1/vari2 &lt; 4 são iguais</b>
desv 0,48	0.18	
Med 5,10	5.07	
n= 30	n= 30	

Apêndice 9. Análise estatística da comparação das médias do acúmulo de sólidos solúveis por flor de *Adesmia tristis*, iniciando-se na pré-antese e cobrindo o período de vida da flor.

<b>MÉDIAS E MEDIDAS</b>	<b>µg/flor</b>
Médias de tratamento	
-----	
1	4.73368 def
2	2.76138 ef
3	14.76792 bc
4	11.11120 bcde
5	9.43506 cdef
6	7.90560 cdef
7	19.55360 b
8	29.10300 a
9	13.72560 bcd
10	3.81467 ef
11	1.03360 f
12	3.48000 ef
13	2.52000 ef
-----	
DMS =	9.54688

MG = 9.53425                      CV% = 66.20850

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### **DADOS**

-----  
Os dados não foram apresentados porque a tabela excede a largura desta tela ou porque a quantidade deles é grande  
-----

#### **SIGLAS E ABREVIações**

UFCG = Universidade Federal de Campina Grande

CTRN = Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
 DEAG = Departamento de Engenharia Agrícola  
 F.V. = Fonte de variação G.L. = Graus de liberdade  
 S.Q. = Soma de quadrado Q.M. = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 DMS = Diferença mínima significativa

#### **NOTA**

Quando o F fica muito próximo mas não atinge a significância poderá haver diferença significativa entre a maior e a menor média. Também poderá não haver diferença significativa entre médias quando o F é significativo porém muito próximo da não significância. Isso é limitação da aplicação conjunta dos testes F e de Tukey, citada por Frederico Pimentel Gomes no seu livro; Curso de EXTATÍSTICA EXPERIMENTAL(ver o item 3.3)

#### **REFERÊNCIAS DO ASSISTAT**

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006, p. 393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p. 71-78, 2002.

Silva, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural, Engineers, 1996, p. 294-298.

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

Apêndice 10. Análise de regressão linear, entre a concentração de açúcar no néctar das flores de *Adesmia tristis* e a umidade relativa do ar. BioStat 5.0

Fontes de variação	GL	SQ	QM
Regressão	1	585.9444	585.9444
Erro	11	747.3263	67.9388
Total	12	1333.2708	---

F (regressão) =	862.46%	p = 0.0131	
Variável dependente =	1	Coluna	
Variável independente =	2	Coluna	
Média (X) =	74.4615		
Média (Y) =	17.4385		
Coef. de Determinação (R <sup>2</sup> ) =	0.4395		
R <sup>2</sup> (ajustado) =	0.3885		
Coeficiente de Correlação =	0.6629		
Intercepto (a) =	61.7949	t = 4.0453	p = 0.0019
Coef. de Regressão (b) =	-0.5957	t = -2.9368	p = 0.0135
IC 95% (a)	28.173 a 95.417		
IC 95% (b)	-1.042 a -0.149		
Equação	Y' = a + bX		

Apêndice 11. Comparação das médias das sementes remanescentes de *A. tristis* após oito meses de observação.

---

**Médias de tratamento**

---

-----  
1 29.75000 a  
2 26.00000 a  
3 21.75000 ab  
4 21.00000 ab  
5 12.75000 b

-----  
DMS = 12.94607

MG = 22.25000                      CV% = 38.63165

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t ao nível de 5% de probabilidade

---

## **CAPÍTULO XI**

## VITA

### **Dados pessoais**

Nome: Nadilson Roberto Ferreira

Local e data de nascimento: Recife, 16 de abril de 1956.

Filiação: Lúcio Roberto Ferreira e Elza Reis Gomes Ferreira.

Formação educacional do primeiro grau: Grupo Escolar Moraes e Silva e Ginásio de Limoeiro, Limoeiro – PE (1964-1972).

Formação educacional do segundo grau: Colégio Pio XII, Recife – PE (1973-1976).

Formação escolar do terceiro grau: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), graduação em Engenharia Agrônômica (1980); especialização em ecologia (UFRPE - 1983); obtenção do grau de Mestre em Zootecnia Plantas Forrageiras (2007) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

### **Atuação profissional**

Atuação no SENAR Irecê – BA, 1983.

Atuação na EMATER – BA – Provárzeas (1984 -1989).

Implantação da Agroindústria SUPA Suco e polpa natural de frutas e alimentos em geral Ltda. Gravatá – PE (1989).

Diretor de Ecologia e Paisagismo da Prefeitura de Gravatá (1989 – 1991 e 2002).

Consultor de Meio Ambiente da FIDEM (Fundação de Desenvolvimento do Município de Recife – PE) (2000 a 2001).

Consultor em Produção mais limpa na empresa Taquari Agroindústria, Vitória – PE (2002).