

KELLY RENATA DE PAULA

**FATORES AMBIENTAIS E GENÉTICOS NA  
PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ACÁCIA-NEGRA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais,  
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal,  
Área de concentração Silvicultura, Universidade  
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr.º Antonio Rioyei Higa

Co-orientadores: Dr.º Álvaro Figueiredo dos Santos  
Dr.º Renato Antonio Dedecek  
Dr.ª Rosana Clara Victória Higa

CURITIBA

2005

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial a meus pais pela confiança, apoio, carinho e amor incondicional.

Ao Professor Dr. ° Antonio Rioyei Higa pela orientação, confiança, amizade e incentivo para a elaboração deste trabalho.

Aos meus co-orientadores Rosana Clara Victória Higa, Renato Antonio Dedecek, Álvaro Figueiredo dos Santos, pela orientação e amizade.

Ao pesquisador Dr. ° Edílson Batista de Oliveira pela orientação e amizade e ao Antonio Sadao Kodama pela amizade e apoio técnico.

À Universidade Federal do Paraná pela possibilidade de realização do mestrado, à Embrapa Florestas e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Empresa TANAC S.A. pelo apoio e disponibilidade de informações necessárias à realização desta pesquisa, em especial à pessoas que estiveram diretamente ligadas ao meu trabalho, Augusto Simon, Marcos Behling, Roberto Ribeiro, Jeferson de Oliveira, Carlos Neimar Kuhn, Mirian Elsa de Azevedo Hass, Amilton José Kanieski, Luiz Antonio Kerber, Jones Roberto Klein, Lourival Tonietto, Ilson Renato Lopes, Luis Augusto Alves e Rodrigo Michon.

À Prof. Dr. <sup>a</sup> Márcia Marques do Setor de Ciências Biológicas, Dr. <sup>a</sup> Simone de Pádua Teixeira e ao Prof. Dr.° Ademar Pegoraro pela valiosa contribuição a este trabalho.

Ao Prof. Dr. ° Antonio Carlos Nogueira pela disponibilidade do Laboratório de Sementes e ao técnico Senhor Ico pelo auxílio e atenção.

À Kelly Cristina Cancela, Luciana Duque Silva e Pyramon Accioly pela amizade e contribuição a este trabalho e à Ingrid Cristine Michelotto, Vânia Batista, Josicler L. Pinheiro e Adriana de Souza pela especial e querida amizade, compreensão e companheirismo nos momentos difíceis e alegres na dissertação e na minha vida.

Aos amigos e amigas de todos os momentos, que acreditaram e me apoiaram e a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a conclusão dessa dissertação.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iii
<b>SUMÁRIO</b> .....	iv
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	03
2.1 GENÊRO ACACIA .....	03
2.1.1 Ocorrência Natural .....	03
2.1.2 Biologia Reprodutiva .....	04
2.1.2.1 Morfologia Floral .....	04
2.1.2.2 Desenvolvimento Floral .....	05
2.1.2.3 Polinização e Fertilização .....	06
2.1.2.4 Autopolinização e Auto-incompatibilidade .....	06
2.1.2.5 Produção de Vagens e Sementes .....	07
2.2 VETORES DE POLINIZAÇÃO .....	08
2.3 EFEITOS DA LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA NO FLORESCIMENTO ....	09
2.4 EFEITOS DO SOLO NO FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO.....	10
2.5 EFEITOS DO CLIMA NO FLORESCIMENTO E POLINIZAÇÃO .....	11
2.5.1 Temperatura .....	11
2.5.2 Disponibilidade de Água .....	13
2.5.3 Intensidade Luminosa .....	15
2.5.4 Ventos .....	15

2.6	INFLUÊNCIA DA GOMOSE E DE FATORES GENÉTICOS NO FLORESCIMENTO .....	16
2.7	POLINIZAÇÃO CONTROLADA .....	16
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
3.1	ÁREAS DE ESTUDO .....	18
3.2	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	20
3.2.1	Estudo Fenológico .....	20
3.2.2	Polinização Controlada .....	20
3.3	AVALIAÇÃO .....	20
3.3.1	Fenologia .....	20
3.3.2	Vetor de Polinização .....	22
3.3.3	Análise de Solos .....	22
3.3.4	Análise Nutricional Foliar .....	23
3.3.5	Dados Climáticos .....	23
3.3.6	Parâmetros Genéticos Relacionados com Gomose, Florescimento e Diâmetro	24
3.3.7	Polinização Controlada .....	24
3.3.7.1	Experimento 1 .....	24
3.3.7.2	Experimento 2 .....	26
3.3.7.3	Germinação de Pólen .....	27
3.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
4.1	FENOLOGIA .....	30
4.1.1	Efeito do Local e Época no Florescimento de Acácia-negra .....	30
4.1.2	Produção de Flores, Vagens e Sementes .....	31
4.2	VETOR DE POLINIZAÇÃO .....	34
4.3	EFEITO DOS NUTRIENTES .....	35
4.3.1	Solos .....	35
4.3.2	Folhas .....	39

4.3.3	Relação entre Nutrientes Analisados no Solo e nas Folhas de Acácia-negra ....	43
4.4	EFEITOS DO CLIMA .....	43
4.5	INFLUÊNCIA DA GOMOSE E DE FATORES GENÉTICOS NO FLORESCIMENTO .....	48
4.5.1	Estimativas dos Parâmetros Genéticos .....	48
4.5.2	Correlações Fenotípicas e Genéticas .....	49
4.6	POLINIZAÇÃO CONTROLADA .....	50
4.6.1	Teste de Viabilidade de Pólen .....	50
4.6.2	Percentual de Inflorescências Polinizadas .....	51
4.6.3	Percentual de Inflorescências que Formaram Vagens .....	51
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>56</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>65</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 - Distribuição natural de acácia-negra na Austrália .....	03
FIGURA 02 - Áreas de estudo localizadas nos Municípios de Piratini, Cristal e Triunfo, no Estado do Rio Grande do Sul .....	18
FIGURA 03 - Inflorescências de acácia-negra A) inflorescências iniciais; B) inflorescências com flores abertas; C) vagens formadas .....	21
FIGURA 04 - Saco de polinização com abertura para visualização das inflorescências, utilizado na polinização controlada .....	24
FIGURA 05 - Caminhão com cesto aéreo, utilizado para auxiliar a polinização controlada .....	25
FIGURA 06 - A) polinização controlada com auxílio de pincel; B) polinização controlada realizada com o contato direto das inflorescências .....	26
FIGURA 07 - Percentual da produção de inflorescências iniciais (com flores fechadas) nas APS's Triunfo, Cristal e Piratini, 2003 .....	31
FIGURA 08 - Percentual da produção de inflorescências com flores abertas nas APS's Triunfo, Cristal e Piratini, em função da época, 2003 .....	32
FIGURA 09 - Produção de inflorescências com vagens nas APS's Triunfo, Cristal e Piratini, em função da época, 2003 .....	33
FIGURA 10 - Principal vetor de polinização ( <i>Apis mellifera</i> ) de acácia-negra encontrado nas APS's Triunfo, Cristal e Piratini. Em destaque na foto está o concentrado de pólen coletado pela abelha .....	34
FIGURA 11 - Percentuais de florescimento de acácia-negra (linhas) e precipitação (colunas) nas APS's Triunfo, Cristal e Piratini, em função da época, 2003 .....	45
FIGURA 12 - Percentuais médios de inflorescências polinizadas, remanescentes e que formaram vagens nos três tratamentos, 2003.....	52

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Médias de inflorescências iniciais, com flores abertas e com vagens iniciais verificadas nas APS's Piratini, Cristal e Triunfo, 2003 .....	32
TABELA 02 - Presença de abelhas, temperaturas (T) acima de 30°C e abaixo de 10°C e precipitação, registrados durante os dias de avaliação nas APS's Piratini, Cristal e Triunfo, 2003 .....	35
TABELA 03 - Análises física do solo dos locais de avaliação .....	36
TABELA 04 - Análises de rotina do solo dos locais de avaliação .....	36
TABELA 05 - Correlações entre as médias de inflorescências e os elementos avaliados na análise de solos das APS's Triunfo, Cristal e Piratini. (I.I.= inflorescências iniciais; I.F.A.= inflorescências com flores abertas; I.V.= inflorescências com vagens) .....	39
TABELA 06 - Médias da quantidade de nutrientes presentes nas árvores pertencentes às APS's Triunfo, Piratini e Cristal .....	39
TABELA 07 - Correlações entre as médias de inflorescências e nutrientes avaliados na análise foliar de acácia-negra .....	42
TABELA 08 - Correlações entre os elementos minerais analisados nas folhas de acácia-negra nas APS's Cristal, Triunfo e Piratini e os elementos avaliados na análise de solos dessas mesmas APS's. (valores na vertical = análise foliar e horizontal = análise de solos). (valores considerados com $p < 0,05$ ).....	43
TABELA 09 - Média semanal das temperaturas máximas (T <sub>máx</sub> ), temperaturas mínimas (T <sub>mín</sub> ) e precipitação (PP) dos locais de avaliação, 2003 ....	44
TABELA 10 - Correlação entre a intensidade de florescimento e as variáveis climáticas (temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação)	45

TABELA 11 - Correlação entre a produção de inflorescências (com flores iniciais, com flores abertas e com formação de vagens) e as variáveis climáticas (temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação)	46
TABELA 12 - Estimativas de variâncias genética ( $\sigma^2_g$ ) e fenotípica ( $\sigma^2_f$ ), herdabilidade ( $h^2$ ), média original da população ( $m_a$ ) com intensidade de 20% de seleção, média de seleção ( $m_s$ ), nova média da população ( $m_p$ ), ganho genético ( $G_s$ ) das características diâmetro (DAP), gomose (GOM) e florescimento (FLOR) de 83 famílias de meio-irmãos de <i>Acacia mearnsii</i> , Bateman's Bay. Triunfo, RS	49
TABELA 13 - Estimativas dos coeficientes de correlação genética (abaixo da diagonal) e fenotípica (acima da diagonal) entre as características de diâmetro, gomose e florescimento de 93 famílias de meio irmãos de acácia-negra, Bateman's Bay	50
TABELA 14 - Teste de Tukey dos percentuais médios de inflorescências polinizadas dos tratamentos testados (polinização aberta, polinização controlada, autopolinização (isolamento) e autopolinização (induzida)), 2003 e 2004	51



## RESUMO

*Acacia mearnsii* De Wildeman, conhecida como acácia-negra, é uma espécie de rápido crescimento introduzida em 1918 no Estado do Rio Grande do Sul. Sua utilização vai desde madeira para celulose, até o uso da casca para a extração de tanino, substância de importância comercial largamente utilizada pela indústria, principalmente para o curtimento de couro. Hoje existem mais de 100.000 ha de plantações de acácia-negra no Rio Grande do Sul - RS, sendo a maioria em pequenas propriedades rurais. Recentemente, observou-se uma diminuição na produção de sementes em pomares (PSM's) e áreas de produção de sementes (APS's). Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar fatores que podem afetar a biologia reprodutiva da espécie, através da avaliação da polinização (vetor e taxas de fecundação), do efeito climático e nutricional no florescimento e na produção de sementes e do efeito da incidência de gomose no crescimento e florescimento. As avaliações foram realizadas nos anos de 2003 e 2004, em áreas de produção de sementes situadas em três locais no RS: Piratini, Cristal e Triunfo. A metodologia utilizada nas avaliações foi a seguinte: Para as avaliações fenológicas realizou-se contagem semanal das inflorescências e vagens formadas, em ramos etiquetados. A polinização foi avaliada através da presença do vetor de polinização e dos percentuais de fecundação das inflorescências. Para o estudo do efeito do clima, foram registradas as temperaturas diárias locais e precipitação. Para a avaliação nutricional, foram coletadas 20 folhas a partir de cada uma das 10 árvores selecionadas nas avaliações fenológicas. A influência da gomose foi avaliada em teste de progênie, através de correlações entre DAP, florescimento e incidência de gomose. Concluiu-se que: o clima exerce influência no florescimento e produção de vagens nas APS's estudadas; o estado nutricional do solo e plantas afeta a produção de vagens, sendo que o local com melhor florescimento e produção de vagens é o qual apresenta solo mais fértil; o agente polinizador não é a causa da diminuição na produção de sementes e a incidência de gomose não apresenta correlação genética significativa com o florescimento.

Palavras-chave: acácia-negra, fatores ambientais e produção de sementes.

## ABSTRACT

*Acacia mearnsii* De Wildeman known as Black Wattle is a fast-growing species introduced in Rio Grande do Sul State in 1918. The species is planted for wood and bark production. Bark of this species is used for tannin extraction. Nowadays, more than 100.000 ha of black wattle is planted in Rio Grande do Sul, mainly in small rural properties. Recently a decrease on the seed production in seed orchards and seed production areas was observed. Therefore, the aim of this research was to study the factors that can affect the reproductive biology of species, related to polinization (vectors and fecundation rate) and gummosis incidence in the tree growing and flowering. The evaluations were carried out in 2003 and 2004, in seed production areas located in three sites in the State of Rio Grande do Sul: Piratini, Cristal and Triunfo. The methodology used was: For the phenological evaluations, the inflorescences and pods formed, on marked branches, were counted weekly. The pollination was evaluated through the presence of bees and through the fecundation rate of inflorescences. For the study of climatic effects, the temperatures and rainfalls of sites were registered. For the nutritional evaluation, twenty leaves of each of the ten selected trees were collected. The gummosis influence was evaluated in a progeny test through correlations between DBH, flowering and gummosis incidence. It was concluded that: the climate conditions exerts influence in the flowering and pods formed; the nutritional state of soil and plants affects the pods formed, being that the place with better flowering and pod formed is which presents soil more fertile; the pollinators is not the cause of less seed production; and the presence of gummosis had no significant correlation with flowering.

Key-words: black-wattle, environment factors and seed production.

# 1 INTRODUÇÃO

O melhoramento florestal no Brasil vem sendo realizado desde o início do século XX, através da introdução e seleção de espécies e procedências, e produção de sementes geneticamente melhoradas em áreas de coleta, áreas de produção e pomares de sementes. Os programas de melhoramento genético contribuem significativamente para a melhoria da qualidade e aumento da produção volumétrica dos plantios florestais do país.

Dentre os gêneros introduzidos e cultivados no Brasil estão Pinus, Eucalyptus, Acacia e Populus e segundo HIGA e RESENDE (1991) a acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wildeman) é a terceira espécie mais plantada no Brasil.

A acácia-negra é uma espécie nativa do sudeste australiano, pertencente à família *Mimosaceae* (DORAN; TURNBULL, 1997). Sua introdução no Brasil ocorreu no Estado do Rio Grande do Sul, em 1918, com a realização dos primeiros plantios comerciais em 1928, no município de Estrela (OLIVEIRA, 1960). Possui importância econômica e ecológica para o estado do Rio Grande do Sul, em decorrência da fixação do homem ao campo. Com grande potencial de exploração, é utilizada em sistemas agroflorestais, estabilização e enriquecimento do solo, energia, fabricação de papel e extração de tanino, muito utilizado no curtimento de couro, purificação de água e produção de adesivos impermeáveis.

Visto a importância da espécie, um programa de melhoramento genético foi iniciado em 1984 pela Embrapa Florestas e TANAC S.A. Este programa objetivou a produção de sementes geneticamente melhoradas a partir de áreas de produção de sementes e pomares de sementes, baseado nos recursos genéticos existentes e novas introduções da Austrália (HIGA e RESENDE, 1991). Desde então, a produção de sementes melhoradas vem sendo realizada. A partir de 2000, começou a se observar uma diminuição e até ausência de produção em alguns pomares e áreas de produção de sementes.

A quantidade e qualidade das sementes produzidas em pomares e áreas de produção de sementes podem ser influenciadas por diversos fatores genéticos e ambientais. Dentre os fatores ambientais, podem-se citar as influências climáticas (temperatura e precipitação), disponibilidade de nutrientes do solo, doenças e presença de agentes polinizadores. Entre os fatores genéticos estão os mecanismos de auto-incompatibilidade, florescimento e estresse provocado por doenças.

A escassez de informações sobre o controle genético do florescimento e as interações da espécie com o ambiente está dificultando o aproveitamento dos resultados obtidos com melhoramento genético da espécie. Assim, o conhecimento da biologia floral e dos fatores ambientais que influenciam a produção de vagens e sementes da acácia-negra é de fundamental importância na implantação e manejo de áreas e pomares de produção de sementes da espécie. Levando em consideração esses aspectos, o presente estudo teve como objetivos verificar os efeitos de alguns fatores ambientais (abióticos e bióticos) e genéticos na produção de sementes de *Acacia mearnsii*, avaliando:

- A influência do clima (temperatura e precipitação) e dos nutrientes no florescimento e produção de vagens;
- A eficiência do polinizador na formação de vagens;
- O controle genético ( $h^2$ ) da variável florescimento e as correlações genéticas com a incidência de gomose e crescimento.

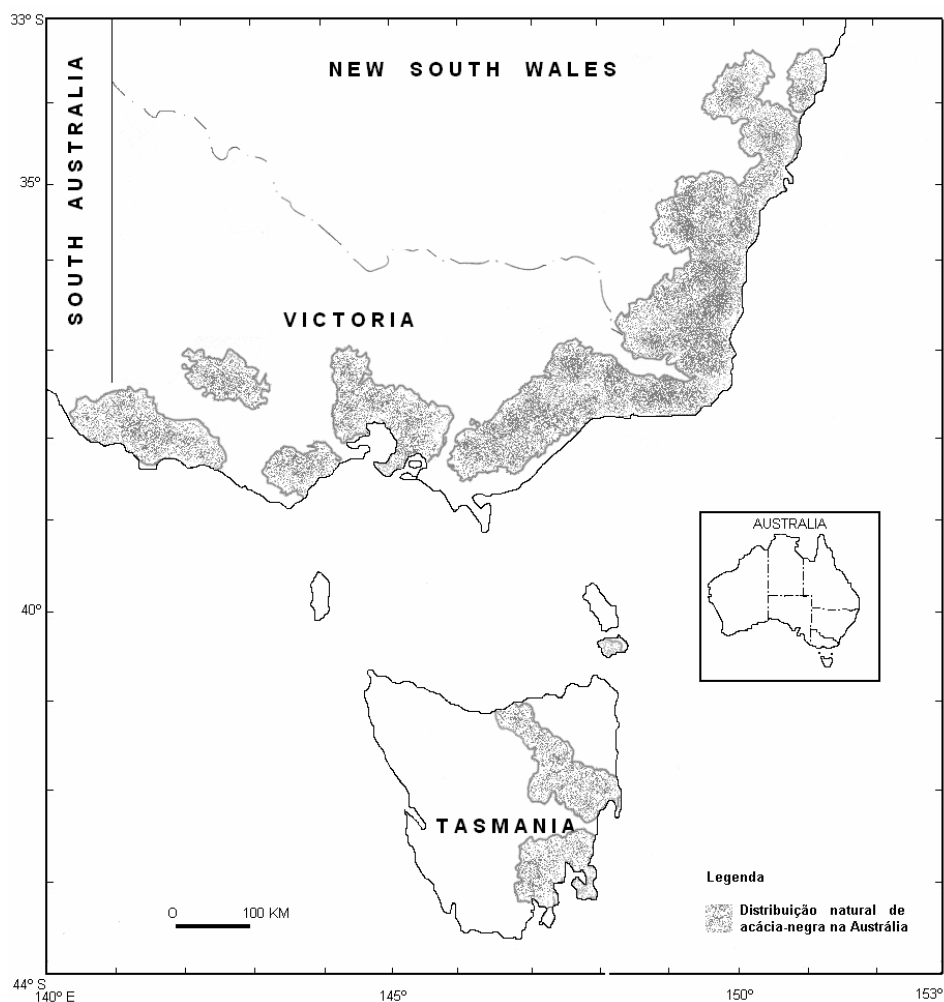
## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GÊNERO ACACIA

#### 2.1.1 Ocorrência Natural

A acácia-negra possui ampla distribuição natural, com ocorrência no sul da Austrália, especialmente em áreas costeiras de altitudes baixas nos estados de Nova Gales do Sul e Victoria, no sudeste da Austrália e em altitudes baixas e intermediárias da Tasmânia (FIGURA 01). Sua localização varia entre latitudes de 34° a 43° S (BOLAND et al., 1984) e altitudes que variam entre zero e 1070 m, sendo mais comuns em altitudes inferiores a 200 m (DORAN; TURNBULL, 1997).

FIGURA 01 – DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE ACÁCIA-NEGRA NA AUSTRÁLIA



FONTE: SEARLE, OWEN e SNOWDON, 1992 (adaptado).

O local de distribuição está compreendido em zonas climáticas úmidas, subúmidas frias para moderadamente quentes, com médias de temperaturas máximas do mês mais quente entre 25 a 28°C e médias de temperaturas mínimas do mês mais frio entre 0 a 5°C. O número de geadas variam entre 1 a 10 por ano em locais na costa, e mais de 40 por ano em alguns locais do planalto. A média anual de precipitação varia entre 625 a 1000 mm (BOLAND et al., 1984).

## 2.1.2 Biologia Reprodutiva

### 2.1.2.1 Morfologia Floral

As flores de acácia ocorrem em inflorescências esféricas ou cilíndricas, agrupadas em estruturas denominadas racemos, possuindo cores usualmente cremes ou amarelas, provenientes dos filamentos dos estames. Podem ser verdadeiramente hermafroditas, com partes funcionais femininas e masculinas, ou podem ser masculinas contendo ovário reduzido ou atrofiado e um pequeno ou atrofiado estilo (SEDGLEY, 1986).

Cada inflorescência contém em torno de 30 flores (MONCUR; MORAN; GRANT, 1991), com quatro a sete sépalas e pétalas (SEDGLEY, 1986), separadas por uma série de brácteas sobrepostas (MONCUR et al., 1988). Possuem numerosos estames e um único ovário com mais de 20 óvulos (SEDGLEY, 1986). Os estames apresentam anteras bilobadas, cada lóbulo consistindo de quatro lóculos que se abrem na antese expondo as políades (MONCUR; MORAN; GRANT, 1991).

Os grãos de pólen das acácias são formados em estruturas denominadas políades (MONCUR et al., 1988). As políades podem conter 4, 8, 12, 16, 32 ou 64 grãos, sendo 16 o número mais comum no gênero (SEDGLEY, 1986). Aproximadamente 90% das espécies do gênero *Acacia* que ocorrem na Austrália, incluindo a acácia-negra, possuem 16 grãos por políade (MONCUR; MORAN; GRANT, 1991). Cada políade da acácia-negra apresenta o mesmo tamanho do estigma e o número de grãos de pólen é sempre maior que o número de óvulos a serem fecundados (12 a 14), assim uma única políade é

necessária para a polinização de todos os óvulos de um ovário (MONCUR; MORAN; GRANT, 1991).

#### 2.1.2.2 Desenvolvimento Floral

Os racemos são observados por 8 a 10 semanas antes da abertura das flores (MONCUR et al., 1988). As inflorescências aparecem como pequenas bolas verdes agrupadas em pedúnculos nas axilas das folhas, na periferia dos galhos. Durante quatro semanas, as inflorescências aumentam em tamanho e adquirem coloração verde clara. Antecedendo a antese, as inflorescências passam a apresentar coloração mais clara, estágio denominado como estágio das inflorescências amarelas (MONCUR et al., 1988).

Na antese, as sépalas e pétalas se separam levemente, o estilo emerge para fora. O pequeno estigma é recoberto por uma secreção e torna-se brilhante e receptivo, permanecendo nesse estado em torno de 24 horas. Essa secreção é, provavelmente, um mecanismo utilizado para facilitar a germinação dos grãos de pólen da políade, incluindo aqueles grãos que não tem contato direto com a superfície do estigma (SEDGLEY, 1986).

Depois desse período, os filamentos desenrolam-se e expõem-se para fora até que as anteras estejam próximas e na mesma altura do estigma. A inflorescência torna-se uma bola amarela e brilhante (MONCUR; MORAN; GRANT, 1991). O estigma não se apresenta mais receptivo, começa a murchar e passa a apresentar coloração marrom (MONCUR et al., 1988). As políades ficam expostas nas anteras e sem serem ejetadas, permanecendo assim por 2 a 3 dias. Normalmente dentro de uma flor não há sobreposição entre a receptividade do estigma e a exposição da políade (MONCUR; MORAN; GRANT, 1991).

No final da antese, as flores passam a apresentar coloração marrom e as inflorescências precisam de um pequeno distúrbio físico para a abscisão. (MONCUR et al., 1988).

No estudo realizado por MONCUR, MORAN e GRANT (1991), a maioria das 100 inflorescências observadas apresentou flores que se abriram e liberaram pólen em 7 dias.

Na população de 70 árvores de acácia-negra estudada pelo mesmo autor, o tempo médio de florescimento em cada árvore foi de 20 dias.

#### 2.1.2.3 Polinização e Fertilização

HARBARD (1995), descrevendo a polinização e fertilização em acácia-negra, relata que a polinização ocorre quando a políade entra em contato com a superfície do estigma receptivo. O tubo polínico cresce entre os grãos de pólen dentro da políade e transmite o estilo. O número de tubos polínicos no estilo pode variar de um para mais que 16, se mais que uma políade aderir à superfície do estigma. Os tubos polínicos carregam o núcleo masculino para o óvulo. O óvulo consiste numa massa central de tecido, o núcelo, rodeado por um tegumento do qual a semente será envolvida. O tegumento cerca o núcelo, exceto o ápice, a micrópila através do qual o tubo polínico entra. Na fertilização o tubo polínico penetra no núcelo, soltando o saco embrionário, o qual se rompe e libera dois gametas masculinos, um destes funde-se com o núcleo do óvulo para formar o embrião.

O período compreendido entre o início do florescimento e a maturação das vagens é de 12 a 14 meses em acácia-negra, relativamente longo quando comparado com outras espécies como *Acacia filicifolia* Cheel & M.B. Welch, *Acacia decurrens* Wild., *Acacia delbata* Link., nas quais esse período é de 5 a 6 meses (BOLAND, 1986).

#### 2.1.2.4 Autopolinização e Auto-incompatibilidade

A acácia-negra é considerada uma espécie auto-incompatível por GRANT, MORAN e MONCUR (1992) e parcialmente auto-incompatível por RAYMOND (1997), ambos os casos diminuem a fertilidade e vigor das sementes (MOFFET; NIXON, 1974). Essa incompatibilidade em acácia-negra situa-se no ovário e nos tubos polínicos, fazendo com que estes raramente entrem no óvulo (MONCUR; MORAN; GRANT, 1991). WAGNER (2000) realizou polinizações controladas em *Acacia constricta* Benth. e concluiu que a espécie é altamente autopolinizada, sendo que apenas 1% do total de inflorescências autopolinizadas produziu vagens, comparando com 15% na polinização



controlada. MONCUR, MORAN e GRANT (1991) obtiveram resultado semelhante em acácia-negra, no qual 21% das inflorescências polinizadas iniciaram vagens, comparada com 0,5% encontrado na autopolinização. Nenhuma vagem proveniente de autopolinização sobreviveu até a maturação e nos cruzamentos de polinização aberta apenas 1,3% de inflorescências iniciaram vagens.

#### 2.1.2.5 Produção de Vagens e Sementes

O limite máximo do número de vagens que pode ser produzido pelo gênero *Acacia* durante um ciclo reprodutivo é resultante do número de inflorescências pelo número de flores por inflorescência (GAOL; FOX, 2002). Os mesmos autores citam que a reprodução depende também do número de flores polinizadas, do número de óvulos fertilizados, do percentual de vagens e sementes depredadas, das condições climáticas e da capacidade da origem materna em fornecer recursos para o desenvolvimento.

Fatores que podem reduzir a produção de sementes incluem curta estação de crescimento, pouca disponibilidade de nutrientes, presença de herbívoros, umidade, ventos no período de polinização, temperaturas altas ou baixas durante o período de florescimento, competição, doenças e escassez de polinizadores (GAOL; FOX, 2002).

A porcentagem de inflorescências iniciadas que chegam a formar vagens e o número de vagens formadas a partir de uma inflorescência são informações importantes para se caracterizar o sucesso reprodutivo de uma espécie. Em *Acacia lasiocalyx* Andrews 15% de inflorescências iniciadas formaram vagens, com 1,6 vagens por inflorescência; em *Acacia steedmanii* Maiden & Blakely das 67 inflorescências iniciadas, 6,6% desenvolveram-se em vagens, com 1,1 vagens por inflorescência; *Acacia saligna* Wendl. apresentou 5,4% de inflorescências iniciadas que formaram vagens, com 2,9 vagens por inflorescência; em *Acacia hemiteles* Benth. de 48 inflorescências iniciadas, 21% desenvolveram vagens, com 1,5 vagens por inflorescência e em *Acacia sterophylla* Meisn. 57% de inflorescências iniciadas formaram vagens (GAOL; FOX, 2002).

MONCUR, MORAN e GRANT (1991) consideraram baixa a produção de vagens e sementes (0,03 – 0,1% das inflorescências iniciadas) em acácia-negra, considerando o vasto número de flores formadas, em três anos de observação. HARBARD (1995) também considera a produção final de vagens para Acacia totalmente baixa, em função do alto número de flores produzidas inicialmente.

O tempo da maturação das vagens varia entre as espécies e regiões, podendo ocorrer de 3,5 meses em *A. auriculiformis* na Indonésia a 12 a 14 meses em acácia-negra na Austrália e sul da África (HARBARD, 1995). No Brasil, CHARÃO (2000) observou o tempo de maturação das vagens de acácia-negra entre 14 e 15 meses.

## 2.2 VETORES DE POLINIZAÇÃO

As políades das acácias são muito largas (30  $\mu\text{m}$  – 70  $\mu\text{m}$ ) e pegajosas, geralmente não adaptadas para dispersão pelo vento. Na antese as anteras abrem-se expondo as políades, as quais não são ejetadas e permanecem expostas para serem carregadas por insetos (HARBARD, 1995). A acácia-negra se enquadra entre as muitas culturas de interesse econômico que depende da polinização realizada por insetos em geral (MALERBO-SOUZA; NOGUEIRA-COUTO; COUTO, 2003).

Insetos representantes das ordens Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera e Hemiptera foram encontrados visitando as flores de *Acacia mangium* Willd. e *Acacia auriculiformis* A.Cunn. ex Benth. na Austrália (JOSUE, 1991). O mesmo autor observou abelhas do gênero *Trigona*, considerando-a o mais freqüente polinizador de *A. mangium* em Sepilok e encontrou também somente pólen de Acacia no corpo de abelhas *Trigona* e *Apis*. Foram observados em cinco dias de avaliação 16 abelhas *Trigona* e uma *Apis*, considerado pelo autor, baixa visitação de polinizadores. *Apis mellifera* L. e *Ceratina* sp.(besouro carpinteiro) foram os únicos insetos visitantes em flores de híbridos de *A. mangium* e *A. auriculiformis* que tiveram políades presas em seus corpos (SORNSATHAPORNKUL; OWERS, 1998).

*Apis* é considerada o vetor de polinização mais bem sucedido entre as plantas (SEDGLEY et al., 1991). SEDGLEY (1986) observou que o pólen das acácias era transferido de flor em flor e de planta em planta através de vetores animais (pássaros, abelhas e outros insetos). MONCUR, MORAN e GRANT (1991) estudando a acácia-negra observaram inúmeras espécies de insetos visitando as flores. As abelhas (*A. mellifera*) observadas entre as acácias tiveram muitas políades aderidas em seus corpos. Vários pássaros foram observados nas árvores de acácia, mas somente *Acanthiza chrysorrhoa* Quoy & Gaimard. teve contato contínuo com as flores abertas. Um pequeno número de políades foi coletado em armadilhas de pólen, após a ocorrência de ventos médios e fortes.

### 2.3 EFEITOS DA LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA NO FLORESCIMENTO

SEDGLEY et al. (1991) cita que é comum observar variações no florescimento e frutificação em espécies cultivadas fora do local de distribuição natural.

SEDGLEY et al. (1991b) estudaram a fenologia de *A. mangium* e *A. auriculiformis* na Austrália e na Malásia com o objetivo de comparar as diferenças no florescimento e produção de vagens em cada local. Os locais possuem 12° de diferença na latitude e 28° de diferença na longitude, cada um localizado em hemisférios diferentes. As espécies observadas na Malásia mostraram mais fertilidade que as observadas na Austrália, isso devido ao maior número de flores e mais longo e freqüente período de florescimento. O período de florescimento também foi alterado, com um único pico entre março e maio para ambas as espécies na Austrália, comparado com maiores picos na Malásia ocorridos em janeiro e julho-agosto, para *A. mangium* e *A. auriculiformis* respectivamente. Ambas as espécies demonstraram maior fertilidade crescendo fora do local da distribuição natural num clima com menor variabilidade de temperatura (11,5° C, comparado com 21,1° C na Austrália), precipitação (191,8 mm, comparado com 116,02 mm na Austrália) e umidade relativa (35,9% para 8,9% na Austrália).

GRIFFIN e HAND (1979) estudando povoamentos e MORAN e GRIFFIN (1983); MORA e FERREIRA (1978); FLORENCE (1964) estudando árvores verificaram que a altitude era responsável pela assincronia no florescimento de espécies do gênero *Eucalyptus* e que o florescimento pode ser retardado pelo incremento da altitude.

#### 2.4 EFEITOS DOS NUTRIENTES NO FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO

Aproximadamente 95% do peso do material vegetal de uma planta são constituídos por carbono, hidrogênio e oxigênio, ao passo que 5% pode ser constituído por elementos minerais. As plantas não apresentarão crescimento satisfatório caso esses elementos minerais não sejam absorvidos em quantidades apropriadas e em equilíbrio. Os elementos essenciais à nutrição vegetal são: Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Magnésio, Cálcio, Enxofre, Manganês, Zinco, Ferro, Cobre, Boro, Molibdênio, Sódio, Vanádio, Cobalto, Silício e Cloro. Cada um desses 20 elementos exerce uma série de funções no crescimento e desenvolvimento das plantas (DENNIS, 1982).

O ciclo reprodutivo das plantas pode ser afetado pela quantidade de nutrientes disponíveis no solo (PEDRONI, 2002) e uma boa nutrição mineral é usualmente considerada como tratamento de indução floral (MEILAN, 1997).

Alguns dos nutrientes desempenham funções importantes no ciclo reprodutivo das plantas. O Fósforo (MALAVOLTA, 1981; MALAVOLTA; HAAG, 1974; MALAVOLTA; HAAG, 1974; MALAVOLTA, 1997), Potássio (MALQUIORI; PARRI<sup>36</sup> citados por AZEVEDO et al., 1986), Cálcio (MALAVOTLA, 1997; LIMA; HAAG, 1989) são elementos que auxiliam o florescimento e a frutificação. O boro, além de exercer importante função na formação de flores, também auxilia a formação das sementes (MALAVOLTA, 1981 e RODRIGUEZ, 1982).

Os micronutrientes e sua disponibilidade para as plantas são determinados pelos minerais existentes nas rochas originais e pela intensidade da intemperização que se

---

<sup>1</sup> MALQUIORI, A.; PARRI, F. Potassium requirements of fruit crops. Proc. Of the 11<sup>th</sup> Congress of the International Potash Institute. P. 283-290, 1978.

verificou no solo, no decorrer do tempo (DENNIS, 1982). O mesmo autor cita, que em geral, os solos muito lixiviados de regiões quentes e úmidas tem menores quantidades de micronutrientes do que os solos das regiões frias e secas.

## 2.5 EFEITOS DO CLIMA NO FLORESCIMENTO E POLINIZAÇÃO

As variáveis climáticas (precipitação, insolação, umidade relativa e temperatura) estão sujeitas a oscilações durante o ano, ou num período de tempo, e têm uma ligação estreita com as plantas (ALENCAR, 1994).

O florescimento pode ser influenciado por fatores próximos e fatores finais. Fatores próximos incluem precipitação, estresse hídrico, irradiação e fotoperíodo, enquanto fatores finais incluem a reprodução cruzada entre indivíduos e abundância de polinizadores e predadores de sementes (PEDRONI, 2002).

### 2.5.1 Temperatura

O florescimento das acácias pode variar dentro de um período reprodutivo devido às condições climáticas (GAOL; FOX, 2002). Os autores citam que geadas tardias, invernos intensos e secos tem sido propostos como causas de flutuações na reprodução, podendo reduzir a possibilidade de florescimento e produção de sementes.

Baixas temperaturas podem causar indução de florescimento em inúmeras espécies, tais como culturas de *Vitis vinifera* L. (uva), *Prunus persica* (L.) Batscht. (pêssegos) e *Citrus aurantium* L. (laranja) (MEILAN, 1997). MONCUR (1992) mostrou que transferindo mudas de *Eucalyptus lansdowneana* Crimson Mallee Box., para ambiente com fotoperíodo de 16 horas, em temperatura (24/19° C), para regime frio (15/10°C) por 5 a 10 semanas, foi tempo suficiente para induzir o aparecimento de botões florais.

A temperatura é um fator que afeta diretamente a mortalidade, taxa de desenvolvimento e grau de atividade dos insetos, afetando indiretamente sua relação com os alimentos disponíveis. Apenas poucos insetos podem influenciar a temperatura de seu

ambiente. Em dias frios, as abelhas se agrupam e consomem o alimento, cuja oxidação também contribui na elevação da temperatura da colméia (APABLAZA, 2000).

Cada espécie possui um mínimo, ótimo e máximo de temperatura na qual se desenvolve. O inseto não pode sobreviver quando a água nos seus tecidos se congela. A temperatura letal para muitos insetos está abaixo de 0°C. Abaixo de 10°C não há desenvolvimento ou atividade, o mesmo ocorrendo a temperaturas acima de 30°C. Temperaturas superiores a 40°C são letais, dependendo do tempo de exposição. Temperaturas entre 10 e 30°C proporcionam atividade e desenvolvimento normal à maioria dos insetos (APABLAZA, 2000). Temperaturas abaixo de 13°C reduzem drasticamente os vôos e com temperaturas entre 15 e 26°C as abelhas desenvolvem sua maior atividade. Abaixo de 10°C, a atividade das abelhas é nula e acima de 32°C orientam a sua atividade no transporte de água para as colméias (RALLO, 1986).

AZEVEDO (1997) concluiu que a temperatura foi o principal determinante da sazonalidade observada na atividade de vôo de *Partamona helleri* Smith. (*Hymenoptera, Apidae, Meliaponinae*). Segundo a autora, as alterações observadas na atividade de vôo durante as épocas estudadas foram provavelmente devidas ao efeito diferenciado da temperatura nos mecanismos de regulação da temperatura corporal. Temperaturas abaixo de 14°C retardaram o início da atividade, possivelmente por limitarem a aquisição de uma temperatura torácica adequada para o vôo, sendo tal atraso característico dos meses frios. Temperaturas acima de 30°C provavelmente causaram problemas de superaquecimento, em razão da insuficiente formação de correntes de convecção entre a superfície do corpo e o ar, levando a uma redução da atividade, característica dos meses quentes.

HILÁRIO et al. (2000) estudando *Plebeia pugnax* Moure (in Litt.) (*Apidae, Meliponinae*) encontrou atividade de vôo constante entre temperaturas de 22°C a 34°C. A temperatura mínima para o início da atividade de vôo foi de 14°C. A atividade de vôo efetiva (quando as abelhas forrageiras de todas as colméias estavam voando) ocorreu à temperatura de 15°C. Estas abelhas também voaram em uma ampla faixa de umidade relativa, de 30% a 100%, diminuindo paulatinamente acima de 50%. A atividade de vôo

aumentou ao mesmo tempo em que a intensidade luminosa elevou-se e esta também aumentou com o passar das horas, alcançando um pico ao redor do meio-dia e decrescendo gradualmente depois.

Segundo MONZÓN<sup>37</sup> citado por DOMINICHETTI (2002) *A. mellifera* se mostra ativa a partir de 12-14°C, com 15°C realiza vôos curtos, com 18°C efetuam vôos livres e com 21°C ou mais seus vôos são completos. Elas não realizam vôos em dias com chuva e ventos superiores a 25 km/h (DOMINICHETTI, 2002). O mesmo autor observou que em dias nublados não houve presença de abelhas nos experimentos. À medida que a temperatura diminui abaixo de 20°C, as abelhas (*Apis*) vão formando grupamentos nas colméias, ao chegar a 10°C todas as abelhas se mantêm agrupadas (FREE, 1980). O mesmo autor cita que as abelhas têm individualmente pouca habilidade para compensar o frio que aumenta. Ficam imobilizadas a cerca de 10°C e morrem depois de 2-3 dias a 0-10°C, depois de somente 3 horas a -3°C e depois de uma hora ou menos a -4°C, dependendo da temperatura à qual elas tinham sido mantidas previamente.

### 2.5.2 Disponibilidade de Água

Algumas características favoráveis para o florescimento durante a estação chuvosa seriam: maiores temperaturas e índices pluviométricos acarretando aumento na decomposição de serrapilheira e nos teores de nutrientes disponíveis para as plantas (MORELLATO, 1992), variação na irradiação servindo como um fator próximo para iniciar e sincronizar o florescimento (ADLER; KIELPINSKI, 2000) e aumento nas populações e atividade dos animais polinizadores durante esse período (WIKANDER, 1984).

---

<sup>2</sup> MONZON, V. Biología de *Osmia cornuta* L (Hymenoptera; Megachilidae) y su utilización como polinizador de peral (*Pyrus communis*). Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, España, Bellatierra. 112 p. 1998.

O estresse hídrico exerce influência no florescimento de árvores tropicais, e é decorrente de fatores ambientais, como precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar. Quando associado a um aumento na insolação e, simultaneamente, a uma diminuição na umidade relativa do ar, após o término da estação chuvosa, o estresse hídrico induz à diferenciação e ao crescimento da gema reprodutiva (NAMBIAR, 1977). Existe uma considerável evidência de que o estresse hídrico pode aumentar o florescimento em coníferas, e que em verões quentes e secos, promove o aumento da produção de sementes, em coníferas e folhosas (PHILIPSON<sup>38</sup> citado por MEILAN, 1997).

A disponibilidade de água é um fator que determina o florescimento das acácias, particularmente em espécies de zonas áridas (SEDGLEY, 1986). *Acacia aneura* F. Muell. floresce durante qualquer mês após a ocorrência de precipitação, mas o principal período de florescimento é no verão e no inverno (DORAN et al., 1983; PREECE, 1971)

GAOL e FOX (2002) observaram na Austrália Ocidental, a susceptibilidade à seca de espécies do gênero *Acacia*. A ocorrência de 117,1 mm de precipitação em 39 dias, no mês de outubro (época de início de formação das vagens) afetou severamente algumas das acácias estudadas. Em *A. stereophylla* o desenvolvimento das vagens foi falho, em *A. hemiteles* não ocorreu florescimento e em *A. saligna* e *Acacia lasiocalyx* Andrews. com menos de 1% das inflorescências produzindo vagens. *Acacia Fautleroyi* (Maiden) Maiden & Blakely e *A. steedmanii* não foram severamente afetadas provavelmente por terem apresentado florescimento mais cedo e tenham desenvolvido vagens antes da seca. Outro relato importante feito pelos autores é que no ano anterior, em que ocorreu precipitação de 335,3 mm em 50 dias no mesmo mês, a *Acacia neurophylla* W.Fitzg. obteve a melhor reprodução, apresentando vagens desenvolvidas a partir de 39% das inflorescências iniciadas.

---

<sup>3</sup> PHILIPSON, J.J. Prospects for enhancing flowering of conifers and broadleaves of potential silvicultural importance in Britain. *Forestry*, v. 63, p. 223–240, 1990.



MUHANGUZI et al. (2003) estudando a fenologia de sete espécies florestais observaram que a maior parte dessas espécies frutificaram mais durante a estação úmida que na estação seca, indicando que a precipitação influenciou ou foi um dos maiores fatores que influenciou o modelo geral de frutificação. PEDRONI (2002), observou que *Copaifera langsdorffii* Benth. apresentou floração e frutificação apenas na estação chuvosa em dois anos de avaliação.

Em *Acacia caven* (Mol) Molina., o final do florescimento foi relacionado à incidência de chuvas. BARANELI et al. (1995) observou um drástico declínio de florescimento após o início da precipitação. Estes autores relatam que a primeira chuva, com mais de 6 mm, foi registrada coincidindo com o início do período vegetativo da espécie.

GAOL e FOX (2002) observaram que todas as espécies de *Acacia* avaliadas sofreram com a seca ocorrida em 2000. Um inverno úmido pode ser necessário para indução do florescimento e chuvas adicionais necessárias depois do florescimento para promover o desenvolvimento das vagens e a produção de boas sementes. Os autores concluíram que em algumas espécies de *Acacia* a precipitação é um importante fator para a promoção do florescimento e desenvolvimento das vagens, conseqüentemente, produção de boas sementes.

### 2.5.3 Intensidade Luminosa

OLIVEIRA (2000) sugere que fatores climáticos, como temperatura e radiação solar, exercem influência sobre a produção, e que um lado da planta pode apresentar maior produção do que o outro lado. Contudo, tais diferenças, bem como a distribuição dos tipos de flores entre os diferentes lados (por exemplo, lado sombreado e lado exposto ao sol) apresentam resultados contraditórios.

### 2.5.4 Ventos

O vento afeta indiretamente os insetos ao influenciar a evaporação, umidade e temperatura. (APABLAZA, 2000).

Com relação a *A. mellifera*, RALLO GARCIA (1986) observou que o forrageamento diminuiu gradualmente a partir de velocidades de vento superiores a 18 km/h, cessando quase por completo ao alcançar 30 km/h.

## 2.6 INFLUENCIA DA GOMOSE E DE FATORES GENÉTICOS NO FLORESCIMENTO

As doenças em geral interferem no metabolismo das plantas alterando seu desenvolvimento e crescimento. Uma dessas doenças é a gomose, causada pelos fungos *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan (SANTOS; LUZ; SOUZA, 2005) e *P. boehmeriae* Sawada (SANTOS; LUZ; SOUZA, 2004). Esta doença ocasiona danos na casca, principalmente nas porções basal e mediana do tronco, chegando a causar prejuízos econômicos pela diminuição no aproveitamento da casca e, em casos mais extremos, pela morte das árvores (SANTOS; LUZ; SOUZA, 2005).

Apesar dos prejuízos ocasionados, a gomose pode estar estimulando o florescimento ao estressar a planta através dos ferimentos ocorridos na casca. Existem hipóteses de que injúrias ocasionadas no tronco de árvores induzem o florescimento das mesmas. CASTRO e VIRGENS FILHO (1987) relatam que plantas jovens de seringueira foram induzidas ao florescimento através de tratamentos de anelamento, prática que estressa a planta. A utilização de repetidos anelamentos, em intervalos mensais, promove um estresse capaz de induzir o florescimento em ramos do interior de regiões de folhagem madura nas árvores de seringueira. As plantas submetidas a esse estresse apresentaram florescimento contínuo durante três anos.

## 2.7 POLINIZAÇÃO CONTROLADA

A quantidade de vagens desenvolvidas pode ser melhorada através de polinizações controladas. Em *A. retinoides* significativamente mais vagens desenvolvidas foram encontradas depois de polinização controlada comparado a vagens com sementes de condições naturais (BERNARDT; KENRICK; KNOX, 1984). Cruzamentos controlados

em acácia-negra produziram 21,2% de taxa de sucesso comparada a 1,3% para cruzamentos naturais - baseados em vagens/inflorescências e não em vagens/flores individuais (MONCUR; MORAN; GRANT, 1991).

A técnica de polinização controlada também é utilizada para hibridações entre espécies de interesse comercial. SEDGLEY et al. (1991a) utilizou a técnica para realizar o cruzamento entre *A. mangium* e *A. auriculiformis*, ambas espécies com características silviculturais superiores.

SEDGLEY (1986) ensacou as inflorescências de acácia-negra, quando estas mudavam da cor verde para amarela. Após o início da antese, as flores que não se abriram foram removidas e os tratamentos de polinização controlada foram aplicados com auxílio de pincéis. Segundo o autor, a retirada dos sacos de polinização ocorreu pós 3 dias.

WAGNER (2000) utilizou a técnica de polinização controlada para testar a autopolinização em *A. constricta*. O autor utilizou 12 árvores como receptoras de pólen. Removeu todas as inflorescências abertas e ensacou os ramos. Em cada planta o autor testou um ramo com tratamento de autopolinização e outro com polinização cruzada. Para a autopolinização, os saquinhos que permaneceram no ramo serviram de barreira para o pólen ocasionando a autopolinização. E para a polinização cruzada, polens de 10 árvores distantes a 24 m foram utilizados.

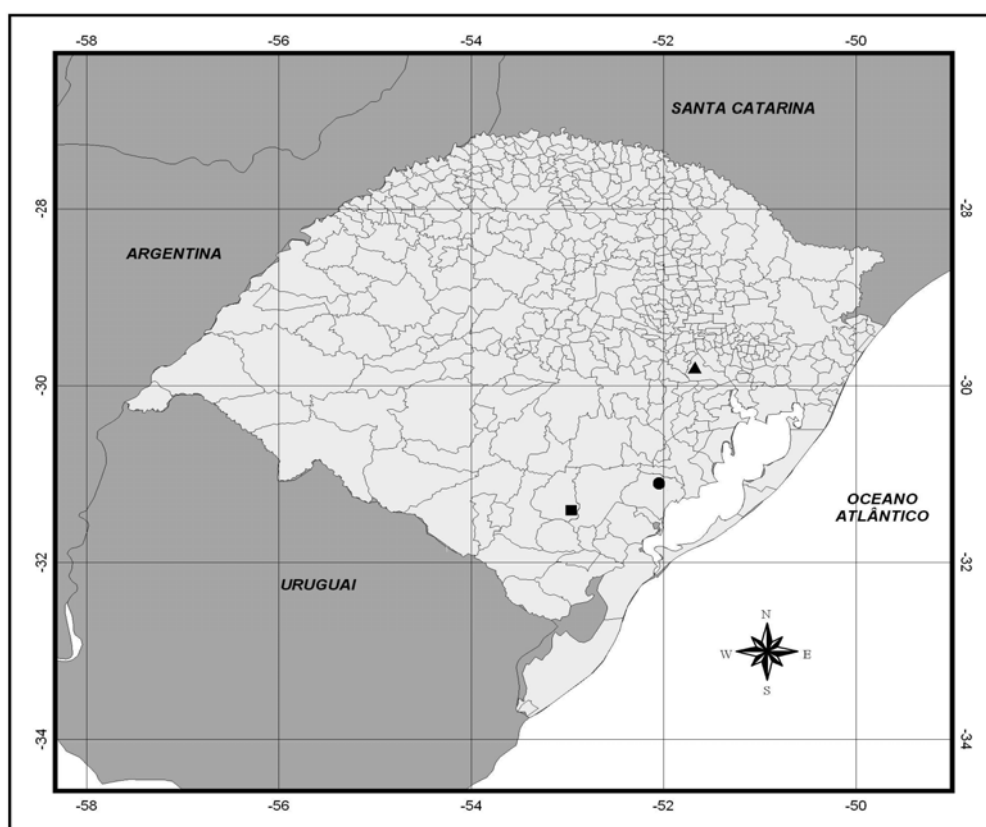
HARBARD (1995) também descreve métodos de polinização controlada. Um deles é para acácias com flores agrupadas em espiga e as fases feminina e masculina são separadas somente em um curto tempo assim requerendo emasculação para prevenir a autopolinização.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREAS DE ESTUDO

O trabalho foi realizado em três áreas de produção de sementes e em um teste de progênies pertencentes à Empresa Tanac S.A., localizados nos municípios de Piratini, Cristal e Triunfo, no Estado do Rio Grande do Sul (FIGURA 02).

FIGURA 02 - ÁREAS DE ESTUDO LOCALIZADAS NOS MUNICÍPIOS DE PIRATINI (■), CRISTAL (●) E TRIUNFO (▲), NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL



FONTE: ACCIOLY, 2005

O clima das regiões de Piratini, Cristal e Triunfo, segundo Köppen é classificado como subtropical, tipo Cfa, com temperatura média do mês mais frio entre  $-3^{\circ}$  e  $18^{\circ}\text{C}$  e temperatura do mês mais quente superior a  $22^{\circ}\text{C}$ . Nas regiões de Piratini e Cristal a precipitação pluviométrica anual é em torno de 1400 mm, a umidade relativa do ar de 75

a 85% e a insolação anual 2400 horas. Na região de Triunfo a precipitação pluviométrica é em torno de 1600 mm e a insolação anual de 2200 horas. (MORENO, 1961).

A APS Piratini está localizada no Município de Piratini, RS, situada nas coordenadas geográficas 31° 26' de latitude sul e 52° 58' de longitude oeste de Greenwich, com altitude entre 260 e 280 m acima do nível do mar. A instalação da APS ocorreu no ano de 1998, a partir de sementes procedentes da APS Camboatá 1990, em 15 ha de área de plantios comerciais de acácia negra (realizados em 1990). O plantio das mudas foi realizado com espaçamento de 1,5 x 3 m. A seleção na APS iniciou-se aos 2 anos e está sendo realizada anualmente, com a retirada das árvores dominadas, doentes, secas e tortuosas. Os solos do local estão classificados como Neossolo Litólico.

A APS Cristal está localizada no Município de Cristal, RS, situada nas coordenadas geográficas 31° 07' de latitude sul e 52° 03' de longitude oeste de Greenwich, com altitude de aproximadamente 80 m acima do nível do mar. A instalação da APS ocorreu no ano de 1998, a partir de sementes procedentes da APS Camboatá 1990, em 16 ha de área de plantios comerciais de acácia negra. A implantação e seleção dos indivíduos seguiram o padrão utilizado na APS Camboatá. Os solos do local estão classificados como Argissolo-Vermelho.

A APS Triunfo localiza-se no Município de Triunfo, RS, situada nas coordenadas geográficas 29° 48' de latitude sul e 51° 41' de longitude oeste de Greenwich, com altitude de aproximadamente 90 m acima do nível do mar. A instalação da APS ocorreu no ano de 1996, a partir de sementes coletadas em testes combinados de progênies da Austrália. A área utilizada para a instalação da APS foi de 30 ha de área ocupada anteriormente com plantios comerciais de acácia-negra. A implantação e seleção dos indivíduos seguiram o padrão utilizado na APS Piratini. Os solos desse local são classificados como Latossolo Vermelho-Escuro.

O teste de progênies foi instalado no ano de 2000 e está localizado no município de Triunfo, RS. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 83 famílias de *A.*

*mearnsii* originadas da Austrália (Procedência Bateman's Bay), com 9 plantas por parcela, em 5 blocos.

## 3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

### 3.2.1 Estudo Fenológico

A instalação ocorreu nos dias 06, 07 e 08 de agosto de 2003, época de início do florescimento das APS's. Parcelas com aproximadamente 25 árvores foram distribuídas aleatoriamente dentro das APS's, com densidade de uma parcela para cada cinco ha. Em cada local, foram marcadas 10 árvores, destinadas à avaliação da produção de inflorescências e produção de vagens.

### 3.2.2 Polinização Controlada

Os experimentos de polinização controlada foram realizados em árvores pertencentes à APS Triunfo. No dia 20 de agosto de 2003 foram selecionadas 15 árvores, localizadas ao centro da APS, baseando-se na quantidade de inflorescências formadas inicialmente e na fase de desenvolvimento, para que a abertura das flores fosse homogênea entre as árvores selecionadas para a polinização controlada.

O experimento foi repetido em 24 de agosto de 2004, utilizando 12 árvores da APS Triunfo.

## 3.3 AVALIAÇÕES

### 3.3.1 Fenologia

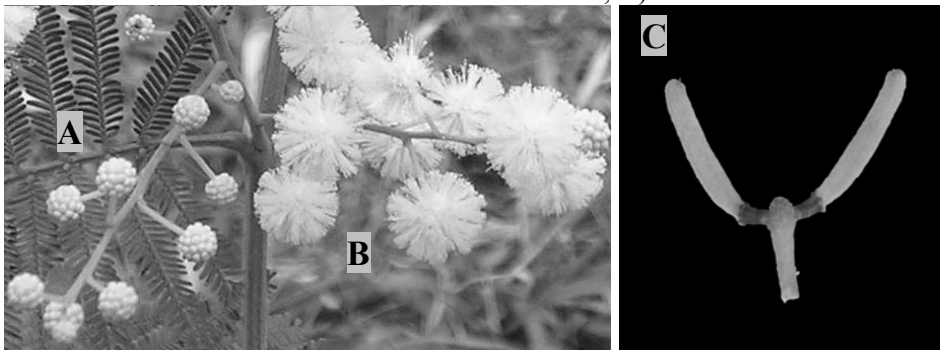
As avaliações fenológicas iniciaram no mês de agosto de 2003 e foram concluídas no mês de dezembro de 2004. As fases de florescimento foram acompanhadas semanalmente, no período de agosto a novembro de 2003 e o desenvolvimento das vagens semanalmente até o mês de novembro de 2003, com mais três avaliações, em janeiro, agosto e novembro de 2004.

Foram realizadas três avaliações: intensidade de florescimento, produção de inflorescências e produção de vagens.

Na avaliação da intensidade de florescimento realizada nas parcelas, teve-se como base a metodologia utilizada por IBRAHIM e AWANG (1991), na qual as observações são referentes ao percentual de florescimento da copa das árvores pertencentes às parcelas instaladas nas APS's. Para esta avaliação, foram atribuídas notas para os percentuais de florescimento observados nas copas: *nulo* (0); *baixo* com florescimento em 1/3 da copa (1); *moderado* com florescimento em 2/3 da copa (2); e *alto* com florescimento em mais de 2/3 da copa (3). Para obtenção da intensidade de florescimento máxima, as notas de florescimento atribuídas às árvores foram somadas e divididas pelo número total de árvores avaliadas no local x 3 (intensidade máxima). Segundo os autores, as intensidades de florescimento com valores compreendidos até 33,3% classificam-se como florescimento leve; entre 33,3% e 66,6% classificam-se como florescimento moderado e acima de 66,6% como florescimento forte.

Na avaliação da produção de inflorescências e produção de vagens teve-se como base a metodologia utilizada por MONCUR et al. (1988), na qual foram demarcadas 10 árvores dentro das parcelas e etiquetados cinco ramos em cada árvore, contendo inflorescências com flores ainda fechadas. Foram estabelecidas 3 fases: inflorescências iniciais (com flores fechadas), inflorescências com flores abertas e inflorescências com vagens formadas (FIGURA 03). Cada fase foi registrada quanto ao seu número observado no momento da avaliação.

FIGURA 03 – INFLORESCÊNCIAS DE ACÁCIA-NEGRA. A) INFLORESCÊNCIAS INICIAIS; B) INFLORESCÊNCIAS COM FLORES ABERTAS; C) VAGENS FORMADAS.



Na última avaliação, as vagens produzidas foram recolhidas para a avaliação das sementes formadas. Realizou-se um teste de germinação de sementes (Laboratório de Sementes Florestais da UFPR), no qual todas as sementes produzidas foram submetidas à germinação. A metodologia utilizada foi: anterior ao teste de germinação, realizou-se a quebra de dormência das sementes. As sementes foram imersas em água quente (90°C), durante alguns minutos, permanecendo na água por 24 horas (ROVERSI et al., 2002). Após esse período, as sementes foram secas naturalmente. Para o teste de germinação, as sementes foram dispostas em placas de acrílico, com papel filtro umedecido com água destilada. As placas foram acondicionadas em câmara de germinação, na qual a temperatura manteve-se à 25°C, com fotoperíodo de 12 horas. A avaliação foi realizada diariamente, através da contagem das sementes que apresentaram emissão de radícula.

No ano de 2004, repetiu-se a avaliação da produção de inflorescências e produção de vagens, nas mesmas 10 árvores selecionadas para a avaliação do ano de 2003.

### 3.3.2 Vetor de Polinização

A verificação da presença da *A. mellifera* e outros possíveis polinizadores foi realizada na época de florescimento, entre os meses de agosto e novembro de 2003. As avaliações foram semanais, sendo estas nos mesmos dias das avaliações fenológicas. As observações foram realizadas visualmente e com o auxílio de um binóculo, no decorrer do dia, das 7 horas às 16 horas, conforme SEDGLEY et al. (1991). Alguns exemplares de abelhas foram recolhidos para a verificação do pólen por elas carregado. Para esta verificação, diluiu-se as bolotas de pólen retiradas das patas das abelhas em água e através de um microscópio, observou-se a morfologia dos polens presentes, com o objetivo de verificar a existência do pólen da *A. mearnsii* e de outras espécies.

### 3.3.3 Análise de Solos

Para a caracterização do solo na área experimental, foram retiradas quatro amostras de solo em cada parcela de avaliação. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0 – 5 cm, 5 – 10 cm, 10 -20 cm e 20 – 30 cm. As amostras foram encaminhadas para a



Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária (Castro-PR) para análise granulométrica (argila, silte e areia) e análise de fertilidade do solo P resina, matéria orgânica (M.O.), pH, H+Al, Al, K, Ca, Mg, soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação de bases (V%) e saturação de alumínio (Al%). As análises seguiram metodologia descrita por EMBRAPA (1997).

#### 3.3.4 Análise Nutricional Foliar

A partir das 10 árvores selecionadas para a avaliação de inflorescências e vagens, foram coletadas 20 folhas, de ramos localizados no terço médio das copas. As amostras foram identificadas com o número da árvore e local, e encaminhadas para o Laboratório da EMBRAPA Florestas no município de Colombo, PR.

As amostras foliares foram secas em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 70-75° C até peso constante. Após a secagem foi feita a moagem do material foliar em moinho Willey com peneira de 20 "mesh". As amostras foram digeridas por via úmida, empregando-se a digestão Nitro-Perclórica (SARRUGE; HAAG, 1974).

O material foi encaminhado ao Laboratório da EPAGRI – SC para a análise foliar. Os teores de P foram determinados colorimetricamente pelo método de Vanado-Molibdato de Amônia, e os teores de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu por espectrometria de absorção atômica. Os teores de N foram determinados por Semi-Micro-Kjeldahl (SARRUGE; HAAG, 1974). Para a determinação dos teores de B foi feita a mineralização por via seca, efetuando-se a calcinação em mufla a 550°C e empregando-se o método Azometina-H em espectrofotometria (BATAGLIA et al., 1983).

#### 3.3.5 Dados Climáticos

As temperaturas mínimas e máximas foram registradas diariamente através de termômetros instalados nos locais de avaliação. Os dados de precipitação também foram obtidos através de registros realizados nos mesmos locais.

### 3.3.6 Parâmetros Genéticos Relacionados com Gomose, Florescimento e Diâmetro

A sanidade dos indivíduos foi testada realizando uma avaliação de presença e ausência de gomose em árvores pertencentes ao teste de progênie. Ao se verificar a presença da doença, o diâmetro (DAP) e florescimento foram registrados. O registro do florescimento foi através de presença e ausência.

### 3.3.7 Polinização Controlada

#### 3.3.7.1 Experimento 1

Nos dias 21 e 22 de agosto de 2003 as inflorescências de quinze árvores escolhidas para a polinização controlada foram selecionadas e isoladas segundo a metodologia utilizada por HARBARD (1995) e MONCUR, MORAN e GRANT (1991). Os sacos de polinização utilizados para o isolamento possuíam uma janela de plástico (FIGURA 04) para possibilitar a visualização da abertura das flores. Apenas as inflorescências utilizadas como testemunhas não foram envolvidas com os sacos de polinização. Cada inflorescência foi etiquetada com o código referente ao tratamento a ser realizado.

FIGURA 04 - SACO DE POLINIZAÇÃO, COM ABERTURA PARA VISUALIZAÇÃO DAS INFLORESCÊNCIAS, UTILIZADO NA POLINIZAÇÃO CONTROLADA



Para que a polinização fosse efetuada nos terços médio e superior da copa, utilizou-se um caminhão com cesto aéreo (FIGURA 05).

FIGURA 05 - CAMINHÃO COM CESTO AÉREO, UTILIZADO PARA AUXILIAR A POLINIZAÇÃO CONTROLADA



Após 13 dias do isolamento das inflorescências efetuou-se a polinização controlada em nove árvores das 15 isoladas inicialmente, utilizando os seguintes tratamentos:

- a) Polinização aberta (testemunha);
- b) Polinização controlada (pólen proveniente das APS's Cristal e Triunfo);
- c) Autopolinização controlada.

Cada tratamento foi composto por seis repetições, (6 ramos em cada árvore), totalizando para cada árvore 18 repetições, 270 repetições dos tratamentos no experimento.

Com o auxílio de estiletos, as inflorescências com flores fechadas e flores murchas foram retiradas, permanecendo somente as com flores abertas. A polinização foi realizada de duas maneiras: em três repetições as inflorescências receberam pólen previamente peneirado, com o auxílio de um pincel (FIGURA 06-A) e nas outras três repetições, as

inflorescências receberam o pólen através da fricção direta da inflorescência doadora de pólen (FIGURA 06-A). Polinizadas, as inflorescências foram contadas e novamente isoladas.

A retirada dos sacos de polinização ocorreu nove dias após a polinização. Efetuada a retirada dos sacos de polinização, realizou-se novamente a contagem das inflorescências polinizadas.

Novas contagens de inflorescências e vagens formadas foram realizadas após 3 e 10 meses.

FIGURA 06 – A) POLINIZAÇÃO CONTROLADA COM AUXILIO DE PINCEL; B)POLINIZAÇÃO CONTROLADA REALIZADA COM O CONTATO DIRETO DAS INFLORESCÊNCIAS



### 3.3.7.2 Experimento 2

No dia 24 de agosto de 2004 as inflorescências de nove árvores escolhidas para a polinização controlada foram selecionadas e isoladas. A mesma metodologia de isolamento e polinização utilizada no Experimento 1 foi aplicada, diferenciando-se na aplicação do pólen (desta vez apenas com a fricção do ramo). Os tratamentos empregados foram:

- d) Polinização aberta (testemunha);
- e) Inflorescências isoladas até o final da polinização;
- f) Polinização controlada (pólen proveniente da APS Triunfo);

g) Autopolinização controlada.

A retirada dos sacos de polinização ocorreu cinco dias após a polinização. Efetuada a retirada dos sacos de polinização, realizou-se novamente a contagem das inflorescências polinizadas. Após 3 meses realizou-se nova contagem das inflorescências e vagens formadas.

Cada inflorescência foi etiquetada com o código referente ao tratamento a ser realizado. Apenas as inflorescências utilizadas como testemunhas não foram envolvidas com os sacos de polinização. Foram utilizados os seguintes tratamentos:

- a) Polinização aberta, utilizada como testemunha;
- b) Polinização controlada, utilizando pólen proveniente das APS's Piratini e Cristal;
- c) Polinização controlada, utilizando pólen proveniente de árvores localizadas próximas da árvore a ser polinizada;
- d) Autopolinização controlada.

Cada tratamento possuiu seis repetições (6 ramos em cada árvore), totalizando para cada árvore 24 repetições, 216 repetições dos tratamentos no experimento.

### 3.3.7.3 Germinação do Pólen

Para avaliar o percentual germinativo do pólen utilizado nos testes de polinização controlada, foram realizados testes com pólen fresco e pólen armazenado por 30 dias (à temperatura de 5°C). Realizaram-se cinco testes, com 12 repetições contendo pólen fresco e 12 repetições contendo pólen armazenado. A metodologia utilizada nos testes foi a proposta por HARBARD (1995), conforme segue:

- Solução nutritiva composta por 20% de sacarose, 1% de agar, 0.01% de ácido bórico, 0.03% de nitrato de cálcio, 0.02% de sulfato de magnésio e 0.01% de nitrato de potássio;
- Cada lâmina recebeu duas gotas de solução nutritiva. Após a fixação da solução, o pólen foi colocado em cima de cada gota. As lâminas foram acondicionadas em placas

de petri e incubadas à 25°C, durante 24 horas. Após o período de incubação, o crescimento do tubo polínico foi observado utilizando aumento de 10 vezes, através da contagem do número total (até 200) de sacos polínicos e o número de sacos polínicos com tubos polínicos.

### 3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

- Variáveis climáticas: Foi utilizada análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para verificar a variação entre o clima (temperaturas e precipitação) dos locais de estudo;
- Produção de inflorescências e vagens: Foi utilizada a análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para verificar a variação entre as produções das APS's. Os dados registrados das produções de inflorescências com flores e com vagens foram transformados em raiz ( $x + 100$ ), antes de serem submetidos à análise de variância;
- Variáveis nutricionais: os dados obtidos nas análises nutricionais foram submetidos à análise de variância e Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para diferenciação entre locais;
- Polinização controlada: Foi utilizada a análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para verificação da diferença entre tratamentos. Os dados foram transformados em arco seno da raiz ( $x + 0,5$ ).
- Correlações entre clima (temperatura e precipitação), nutrição, intensidade de florescimento, produção de inflorescências e vagens foram realizadas usando o software Statistica™.
- Correlações genéticas: Foram realizadas análises de variância e correlações. Para a análise de variância, os dados de % de florescimento foram transformados em arco seno de raiz ( $x/100$ ) e os dados de % de gomose em arco seno de raiz ( $(x + 10) / 100$ ); Para as estimativas dos parâmetros genéticos e das correlações genéticas e fenotípicas existente entre as variáveis foram utilizados os softwares Selegen (RESENDE, 2002) e Excel™ (metodologia utilizada por VENCOVSKY; BARRIGA, 1992; BISHOP, 1983), a seguir estão descritas as formulações:

- Estimativas dos parâmetros genéticos:

$$\sigma_a^2 = 4 \sigma_p^2$$

$$Gs = ds \cdot h^2$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_p^2 + \sigma_b^2$$

$$ds = M_s - M_o$$

$$h^2 = ((1/4) \sigma_a^2) / \sigma_f^2$$

Onde:

$\sigma_a^2$  = variância genética aditiva

$\sigma_p^2$  = variância de progênies

$\sigma_f^2$  = variância fenotípica

$\sigma_d^2$  = variância dentro da parcela

$\sigma_e^2$  = variância entre parcelas

$\sigma_b^2$  = variância de blocos

$h^2$  = herdabilidade

$M_o$  = média atual da população

$M_s$  = média da população selecionada

$Gs$  = ganho de seleção

$ds$  = diferencial de seleção

- Correlações genéticas e fenotípicas:

Correlação fenotípica:  $r_f = \text{PMT}_{xy} / \sqrt{\text{QMT}_x \cdot \text{QMT}_y}$

Correlação genotípica:  $r_g = \sigma_{gxy}^2 / \sqrt{\sigma_{gx}^2 \cdot \sigma_{gy}^2}$

Sendo:  $\sigma_{gxy}^2 = (\text{PMT}_{xy} - \text{PMR}_{xy}) / r$

$\sigma_{gx}^2 = (\text{QMT}_x - \text{QMR}_x) / r$

$\sigma_{gy}^2 = (\text{QMT}_y - \text{QMR}_y) / r$

$\text{PMT}_x$  : produto médio da variável X;

$\text{PMT}_y$ : produto médio da variável Y;

$\text{PMT}_{xy}$ : produto médio das variáveis X e Y;

$\sigma_{gxy}^2$  : estimador da covariância genotípica entre os caracteres X e Y;

$\sigma_{gx}^2$  e  $\sigma_{gy}^2$  : estimadores das variâncias genotípicas dos caracteres X e Y,

respectivamente.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 FENOLOGIA

#### 4.1.1 Efeito do Local e Época no Florescimento de Acácia-negra

O período médio de florescimento em acácia-negra nas três regiões estudadas foi de aproximadamente três meses e meio. A antese iniciou-se no começo do mês de agosto sendo observada até o mês de novembro, concordando com observações realizadas com a mesma espécie por CHARÃO (2000). O período de florescimento nos três locais de avaliação manteve-se dentro dos três meses e meio, entretanto, os locais diferenciaram-se com relação às épocas e intensidades dos picos de florescimento.

As APS's Piratini e Cristal apresentaram picos de florescimento no dia 24 de setembro e a APS Triunfo no 16 de outubro. CHARÃO (2000), realizando estudo fenológico, encontrou picos de florescimento ocorrendo no dia 25 de setembro, em árvores de acácia-negra localizadas no município de Butiá-RS (região com características climáticas semelhantes aos locais de avaliação deste estudo).

As intensidades dos picos de florescimento para os três locais apresentaram valores acima de 66,6%, considerados altos na escala utilizada por IMBRAHIM e AWANG (1991). ASHTON (1975) também considerou alto o pico de florescimento de 60%, em *Eucalyptus regnans*.

As intensidades médias de florescimento nos três locais foram consideradas moderadas, estando dentro da faixa de 33,3 a 66,6% de intensidade na escala utilizada por IBRAHIM e AWANG (1991). Com base nos resultados apresentados no ANEXO - 1, verificou-se que existiu diferença significativa entre as médias de intensidade de florescimento dos locais de avaliação, tendo a APS Piratini as maiores médias. A diferença entre os locais através da intensidade de florescimento foi considerada significativa por se tratar de um fator ambiental, no qual não é possível controlar suas variações.



#### 4.1.2 Produção de Flores, Vagens e Sementes

A média de 60 inflorescências iniciadas foi observada nos ramos e utilizada como média local. A tendência das inflorescências iniciais com flores ainda fechadas foi de diminuir gradualmente no decorrer do período de florescimento (FIGURA 07).

Com base na média de inflorescências formadas durante o período de avaliação, em média 16% das inflorescências permaneceram com flores nos racemos nas APS's Triunfo e Cristal e 36% na APS Piratini. Apesar da redução de inflorescências da fase inicial para a fase com flores abertas ter sido observada, as intensidades de florescimento foram consideradas moderadas (entre 33,3 e 66,6%), demonstrando que o florescimento não foi prejudicado. GRANT, MORAN e MONCUR (1992) citam que o aborto de flores, frutos e sementes é um fenômeno normal e espécies *Acacia* estariam incluídas nessa categoria de plantas (GAOL; FOX 2002). As produções de inflorescências iniciais e com flores abertas estão representadas nas FIGURAS 07 E 08.

FIGURA 07 - PERCENTUAL DA PRODUÇÃO DE INFLORESCÊNCIAS INICIAIS (COM FLORES FECHADAS) NAS APS'S TRIUNFO, CRISTAL E PIRATINI, EM FUNÇÃO DA ÉPOCA, 2003.

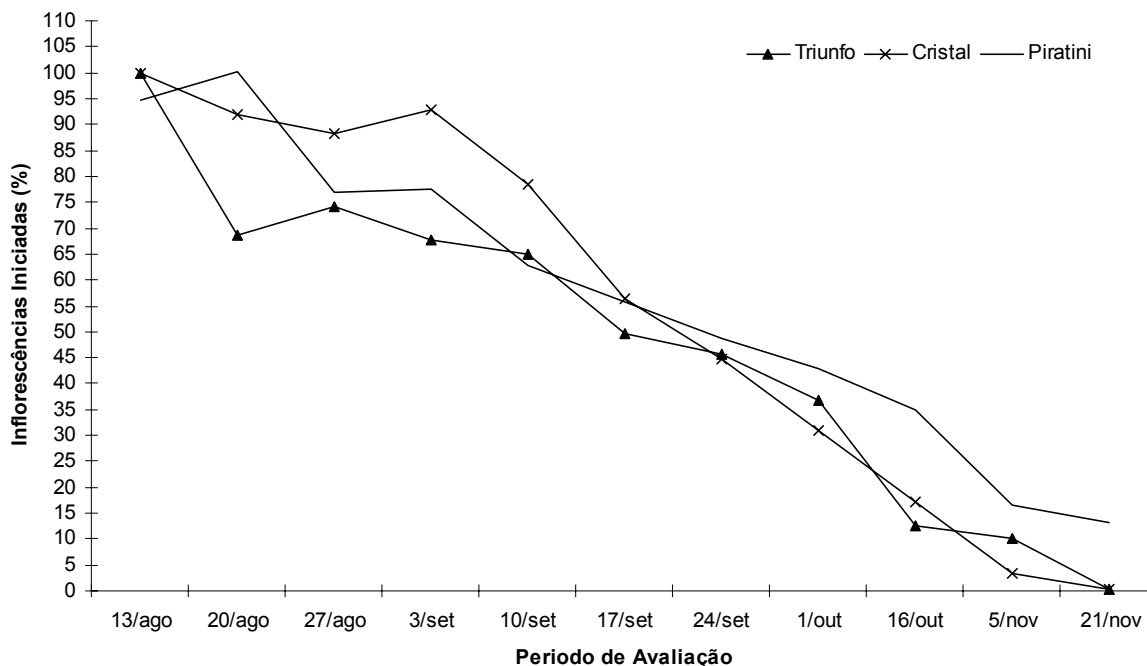
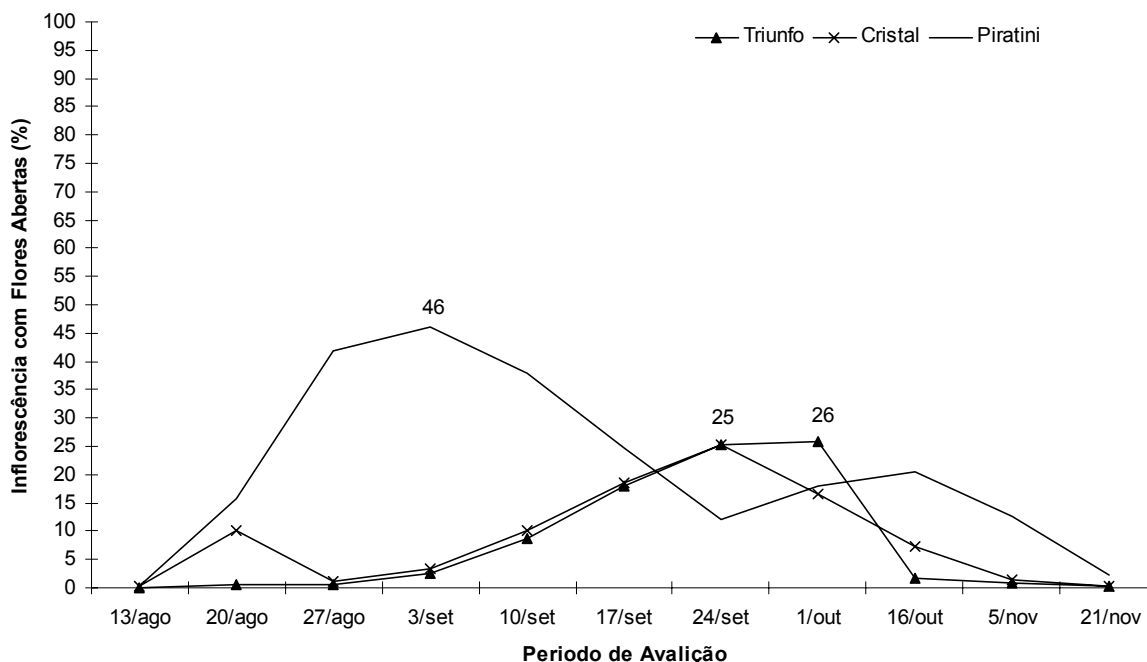


FIGURA 08 - PERCENTUAL DA PRODUÇÃO DE INFLORESCÊNCIAS COM FLORES ABERTAS NAS APS'S TRIUNFO, CRISTAL E PIRATINI, EM FUNÇÃO DA ÉPOCA, 2003.



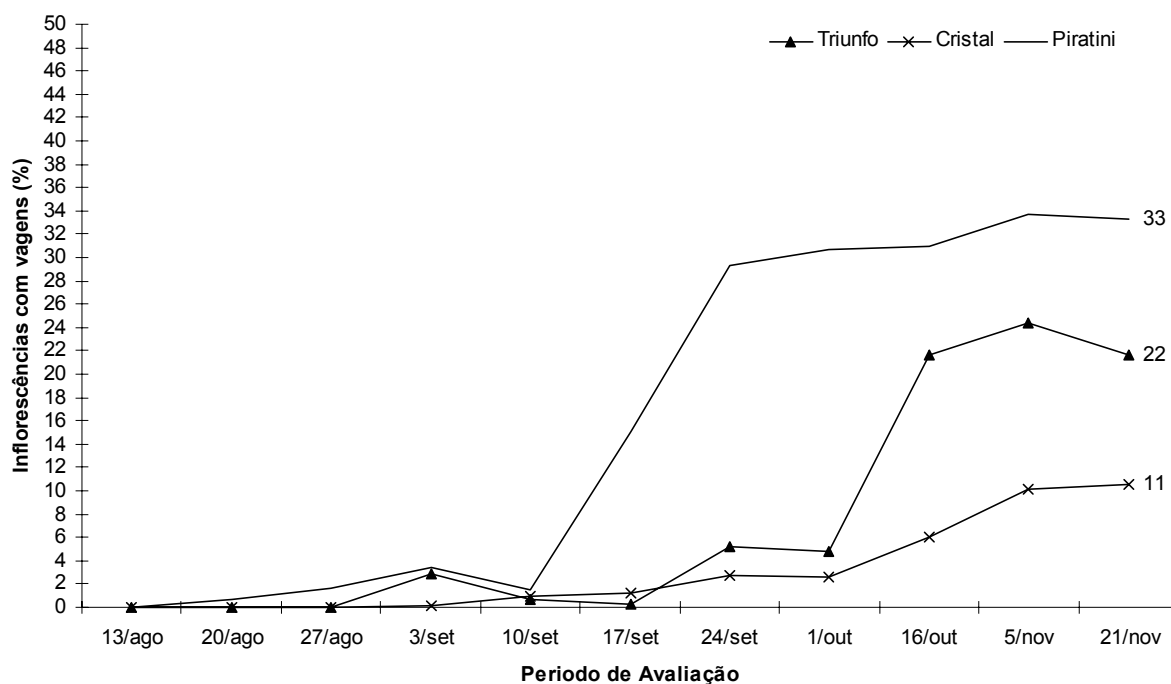
Através da análise de variância (ANEXO - 2) e comparação entre as médias de produção de inflorescências iniciais (TABELA 01), observou-se que a APS Piratini apresentou as maiores médias em relação as APS's Cristal e Triunfo. O mesmo resultado foi observado na análise de variância (ANEXO - 2) e comparação entre as médias das inflorescências que continham flores abertas (TABELA 01).

TABELA 01 - MÉDIAS DE INFLORESCÊNCIAS INICIAIS, COM FLORES ABERTAS E COM VAGENS INICIAIS VERIFICADAS NAS APS'S PIRATINI, CRISTAL E TRIUNFO - 2003.

APS's	Inflorescências iniciais	Inflorescências com flores abertas	Inflorescências com vagens iniciais
Piratini	37,05 a	8,48 a	112,28 a
Cristal	32,09 b	5,02 b	20,11 b
Triunfo	28,54 b	4,53 b	48,14 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

FIGURA 09 - PRODUÇÃO DE INFLORESCÊNCIAS COM VAGENS NAS APS'S TRIUNFO, CRISTAL E PIRATINI, EM FUNÇÃO DA ÉPOCA, 2003.



A época de maior iniciação de vagens diferenciou-se entre os locais, tendo a APS Piratini maior produção no final do mês de setembro, e as APS's Cristal e Triunfo a partir da segunda semana do mês de outubro (FIGURA 09).

As médias de inflorescências que produziram vagens também diferiam estatisticamente (TABELA 01). A APS Piratini apresentou maior média, 2,3 vezes maior que a média da APS Triunfo e 5,6 vezes maior que a média da APS Cristal.

No ano de 2004, as produções de inflorescências iniciais, com flores e com vagens apresentaram a mesma tendência de formação que a ocorrida no ano de 2003, porém, sem a existência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na produção entre os locais de avaliação (ANEXO 3).

Na APS Cristal, foram coletadas as sementes dos ramos etiquetados de 6 árvores, na APS Piratini, 5 árvores e na APS Triunfo, 9 árvores. A APS Piratini apresentou maior percentual de germinação de sementes, sendo este de 61,94%. A APS Cristal apresentou 54, 87% de sementes germinadas e a APS Triunfo, 47,05%. Os percentuais de

germinação encontrados nas APS's avaliadas estão abaixo dos encontrados por FOWLER et al. (2000), de 93,2 e 92,5% de germinação em sementes de acácia-negra em Dois Irmãos e Gramado, RS, respectivamente.

#### 4.2 VETOR DE POLINIZAÇÃO

A *A. mellifera* foi identificada como sendo o principal vetor de polinização. O pólen contido nas patas das abelhas (FIGURA 10) foi analisado e verificou-se que em 90% das amostras o pólen encontrado foi de acácia-negra.

FIGURA 10 – PRINCIPAL VETOR DE POLINIZAÇÃO (*A. mellifera*) DE ACÁCIA-NEGRA ENCONTRADO NAS APS'S TRIUNFO, CRISTAL E PIRATINI. EM DESTAQUE NA FOTO ESTÁ O CONCENTRADO DE PÓLEN COLETADO PELA ABELHA.



O principal período de visitação das abelhas nas inflorescências foi observado durante a manhã (7 às 10:30 horas).

Os fatores climáticos (baixas temperaturas e precipitação) parecem não terem influenciado a presença de abelhas nas APS, pois o local que melhor apresentou atividade das abelhas e melhor florescimento (APS Piratini) foi também o que apresentou mais dias

com temperaturas abaixo de 10°C, nas quais as abelhas se tornariam inativas (RALLO, 1986).

No período de florescimento em 2003, o número de dias com temperaturas abaixo de 10°C foi de 15 dias na APS Triunfo, 21 dias na APS Piratini e 5 dias na APS Cristal. Não foram registradas temperaturas acima de 30°C durante o principal período de visitação das abelhas.

As variáveis climáticas não apresentaram relação com os dias de presença de abelhas (TABELA 02).

TABELA 02 - PRESENÇA DE ABELHAS, TEMPERATURAS (T) ACIMA DE 30°C E ABAIXO DE 10°C E PRECIPITAÇÃO REGISTRADOS DURANTE OS DIAS DE AVALIAÇÃO NAS APS'S PIRATINI, CRISTAL E TRIUNFO, 2003.

APS	Observações	8/08	13/08	20/08	27/08	3/09	10/09	17/09	24/09	1/10	16/10
Piratini	Presença de abelha	■				■				■	
	T acima de 30°C										
	T abaixo de 10°C	■			■			■			
	Precipitação										
Cristal	Presença de abelha		■								
	T acima de 30°C										
	T abaixo de 10°C	■					■				
	Precipitação										
Triunfo	Presença de abelha			■		■					
	T acima de 30°C										
	T abaixo de 10°C					■			■		
	Precipitação						■		■		

No ano de 2004, o principal período de visitação das abelhas nas inflorescências de acácia-negra nas APS manteve-se nos horários da manhã (7 as 11:00 hrs).

#### 4.3 EFEITO DOS NUTRIENTES

##### 4.3.1 Solos

As características físicas e químicas do solo foram avaliadas nos locais e entre os locais de localização das APS's e os resultado da análise de variância apresenta-se no ANEXO 4.

As variáveis analisadas no solo das APS's foram avaliadas conforme classificação proposta por TOMÉ Jr. (1997).

A classe textural dos solos das APS's Piratini, Cristal e Triunfo foi classificada como textura média (teor de argila + silte > 150 g/kg e argila < 350 g/kg). Solos com textura média apresentam baixa/moderada susceptibilidade à erosão, médios e baixos valores de retenção de água, com densidade do solo podendo ser elevada sem que signifique que seja compactado.

As médias das características avaliadas foram testadas e estão apresentadas nas TABELAS 03 e 04.

TABELA 03 - ANÁLISES FÍSICA DO SOLO DOS LOCAIS DE AVALIAÇÃO.

APS	Argila	Silte	Areia
G/kg			
Piratini	166 b	131 a	737 a
Cristal	167 b	121 a	746 a
Triunfo 2	208 ab	72 b	707 a
Triunfo 1	253 a	77 b	700 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 04 - ANÁLISES DE ROTINA DO SOLO DOS LOCAIS DE AVALIAÇÃO.

APS	P resina	M.O.	pH	H + Al	Al <sup>+3</sup>	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	Al
	Mg/dm <sup>3</sup>	G/dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	Mmolc/dm <sup>3</sup>						%		
Piratini	6,7a	29,4 a	4,4 a	62 b	5,6 c	1,4 b	29,7 a	6,4 a	37,5 a	100 b	37,1 a	14,2 c
Cristal	2,8 b	11,9 c	3,9 b	55 b	14,3 b	1,8 a	3,2 b	1,8 b	6,8 b	62 c	10,9 b	67,9 b
Triunfo1	2,8 b	18,5 bc	3,7 c	110 a	28,7 a	1,1 b	1,5 b	1,3 b	4,0 b	114 ab	3,4 c	81,6 ab
Triunfo2	3,6 b	25,2 ab	3,7 c	128 a	31,8 a	1,1 b	2,3 b	1,7 b	5,0 b	133 a	3,8 c	86,2 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

O nível de matéria orgânica encontrada nos solos da APS Piratini classificou-se como médio (entre 26 e 50 g/d m<sup>3</sup>). Nos solos das APS's Cristal a matéria orgânica foi classificada como baixa (menor que 25 g/d m<sup>3</sup>) e na APS's Triunfo, os solos entre 0 e 20 cm de profundidade foram classificados com médio teor de matéria orgânica e de 20 a 30 cm de profundidade com teor baixo. TOMÉ Jr. (1997) explica que o teor de matéria orgânica sempre diminui com a profundidade e que geralmente nas camadas abaixo de 20 cm de profundidade, os teores são menores que 15 g M.O./d m<sup>3</sup>, exceto em solos com horizonte A mais profundo que 20 cm. Na camada do solo de 0 a 5 cm de profundidade,

os solos entre as APS's não diferiram estatisticamente em matéria orgânica (ANEXO - 4). Na camada de 5 a 30 cm, a APS Piratini diferiu estatisticamente da APS Cristal (ANEXO - 4). A APS Piratini em todas as camadas do solo analisadas apresentou valores de matéria orgânica maiores que as APS's Cristal e Triunfo e a APS Cristal apresentou os menores teores, podendo ser consequência do solo mais arenoso encontrado nessa APS, indicando existência de baixos teores de matéria orgânica (TOMÉ Jr., 1997).

Com relação ao pH, o solo da APS Piratini foi classificado com menor acidez que os solos das APS's Cristal e Triunfo. A APS Piratini apresentou diferença significativa no pH, quando comparada com as outras duas APS's (TABELA 04). A maior acidez no solo nas APS's Cristal e Triunfo ocasionou menor teor de P, Ca e Mg, concordando com observações realizadas por TOMÉ Jr. (1997). O valor da saturação de bases também é influenciado pelo pH muito ácido, resultando em baixa saturação de bases. Tomé Jr. (1997) relata que essa influencia é decorrente da relação direta existente entre pH e saturação de bases.

A saturação de bases é um excelente indicativo das condições gerais da fertilidade do solo (TOMÉ Jr., 1997). Os solos das três APS's foram considerados pouco férteis (saturação de bases < 50%), quando utilizada a classificação de saturação de bases. Porém, a APS Piratini apresentou valores estatisticamente maiores de saturação de bases (TABELA 04), e mais próximos da classificação de solos férteis (saturação de bases > 50%).

O  $Al^{3+}$  é considerado tóxico para as plantas de uma maneira geral (TOMÉ Jr., 1997), assim o ideal é que seus teores no solo sejam nulos. As três APS's diferiram estatisticamente na presença de  $Al^{3+}$ , apresentando a APS Piratini os menores teores, considerados baixos (< 5,0). Já as APS's Triunfo e Cristal apresentaram valores de  $Al^{3+}$  médios (entre 5,0 e 15,0), considerados levemente prejudiciais às plantas.

Na APS Piratini, o P disponível na camada de 0 – 10 cm de profundidade foi considerado médio e na camada de 10 – 30 cm de profundidade, baixo. Nas APS's Piratini e Triunfo, o P disponível na camada de 0 – 20 cm de profundidade foi considerado baixo e na camada de 20 – 30 cm de profundidade, muito baixo. A

diminuição do teor de P disponível tende a diminuir com a profundidade (TOMÉ Jr., 1997) e a disponibilidade é aumentada pela matéria orgânica decomposta (COELHO; VERLENGIA, 1973).

O teor de K encontrado nos solos das três APS's foi considerado médio. A APS Piratini apresentou estatisticamente maiores valores de K (TABELA 04). Segundo TOMÉ Jr. (1997) este elemento também apresenta redução no teor, à medida que a profundidade aumenta.

Os teores de Ca e Mg estão estreitamente relacionados com o nível de acidez do solo (TOMÉ Jr., 1997). Em solos mais ácidos os teores desses elementos se apresentam menores. A APS Piratini apresentou teores de Ca e Mg estatisticamente maiores que as APS's Cristal e Triunfo (TABELA 04). Os teores de Ca e Mg encontrados nos solos da APS Piratini foram classificados como médio e nas APS's Cristal e Triunfo, baixo.

As inflorescências com flores abertas apresentaram correlações positivas com pH, Ca, Mg, soma de bases e saturação de bases. Verificou-se que o aumento de um desses elementos, ocasionou aumento na produção de inflorescências com flores abertas, confirmando a importância desses fatores, pois como já foi discutido, o Ca e o Mg são elementos que contribuem com o florescimento e a soma de bases e saturação de bases são indicadores de fertilidade do solo. Os fatores que se correlacionaram negativamente com a produção de inflorescências com flores abertas foram o  $Al^{+3}$  e a saturação de alumínio, resultado esperado, pois considerando que o  $Al^{+3}$  que dificulta a absorção dos nutrientes interessantes no florescimento.

As inflorescências que mais apresentaram correlações com os fatores analisados do solo foram as que produziram vagens. As correlações positivas encontradas foram com P, MO, pH, Ca, Mg, saturação de bases, todos elementos que contribuem para a produção de vagens. E a correlação negativa ocorreu com o saturação de alumínio, resultado também esperado.

Quando as correlações foram estabelecidas entre as inflorescências produzidas e os elementos analisados do solo das APS's, as inflorescências iniciais demonstram baixas



correlações, e apenas com Mg e o saturação de bases, apresentam significância, com  $p < 0,05$  (TABELA 05).

TABELA 05 – CORRELAÇÕES ENTRE AS MÉDIAS DE INFLORESCÊNCIAS E OS ELEMENTOS AVALIADOS NA ANÁLISE DE SOLOS DAS APS’S TRIUNFO, CRISTAL E PIRATINI. (I.I = INFLORESCÊNCIAS INICIAIS; I.F.A. = INFLORESCÊNCIAS COM FLORES ABERTAS; I.V. = INFLORESCÊNCIAS COM VAGENS).

	P res	MO	pH	Al <sup>3+</sup>	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	Al%
I.I.	0,0814	0,0274	0,3196	-0,3606	0,1883	0,2186	0,2315	0,2279	-0,2193	0,3256	-0,3308
I.F.A.	0,2750	<b>0,4339</b>	<b>0,6549</b>	<b>-0,5590</b>	0,0112	<b>0,5859</b>	<b>0,5984</b>	<b>0,5930</b>	0,0532	<b>0,6637</b>	<b>-0,6989</b>
I.V.	<b>0,4650</b>	<b>0,7075</b>	<b>0,5775</b>	0,3432	-0,3428	<b>0,6617</b>	<b>0,6510</b>	<b>0,6554</b>	<b>0,4585</b>	<b>0,6000</b>	<b>-0,6307</b>

Valores em negrito apresentam  $p < 0,05$ .

#### 4.3.2 Folhas

Através da análise de variância (ANEXO - 5) e teste de Tukey (TABELA 06) observou-se a existência de diferenças na quantidade de nutrientes avaliados na análise foliar entre os locais. A APS Piratini apresentou maiores níveis de macronutrientes P, K e Ca que as outras duas APS’s. Os níveis de N e Mg não foram estatisticamente diferentes e apresentaram valores de concentração próximos aos encontrados em acácia-negra por BARICHELLO (2003).

TABELA 06 – MÉDIAS DA QUANTIDADE DE NUTRIENTES PRESENTES NAS ÁRVORES PERTENCENTES AS APS’S TRIUNFO, PIRATINI E CRISTAL.

APS’s	Macronutrientes (g/kg)					Micronutrientes (mg/kg)				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Triunfo	28,75a	0,88 b	6,23 b	8,61b	2,37a	231,4a	145,4a	14,8a	12,8a	30,5a
Cristal	28,82a	0,98 b	7,70ab	10,33b	2,60a	167,9ab	169,4a	15 a	8,8 ab	31,6a
Piratini	28,62a	1,16 a	8,22 a	11,74a	2,34a	135,2 b	70,1b	16 a	6 b	22,3b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A concentração de P nas folhas analisadas da APS Piratini aproximou-se das concentrações encontradas em acácia-negra por CALDEIRA, SCHUMACHER e RODRIGUES (2002), CALDEIRA et al. (2002), CALDEIRA, SCHUMACHER e SANTOS (2001), CALDEIRA et al. (2000) e BARICHELLO (2003). O melhor florescimento e conseqüentemente maior produção de vagens na APS Piratini pode ser conseqüência da maior assimilação dos nutrientes P e Ca das árvores nessa APS. A

necessidade de fósforo em plantas é intensa na época de florescimento e formação de novos ramos (MALAVOLTA; HAAG, 1974). COELHO e VERLENGIA (1973) citam que a deficiência de P reduz o florescimento, retarda a abertura dos botões florais e limita também o desenvolvimento de flores, prejudicando a produção. MALAVOLTA e HAAG (1974) citam que em plantas de *Cocos nucifera*, o fósforo favorece aumento na floração e frutificação e que o P influi também positivamente na floração de bananeiras (SIMÃO, 1966) e laranjeiras (MALAVOLTA, 1981).

As concentrações de K encontradas nas APS's estão abaixo das encontradas na literatura, sendo a que mais apresenta valores próximos é a da APS Piratini. CALDEIRA, SCHUMACHER e RODRIGUES (2002) encontraram em acácia-negra 12,61 g/kg de K; CALDEIRA et al. (2002) encontraram 9,22 g/kg; CALDEIRA, SCHUMACHER e SANTOS (2001) encontraram 9,99 g/kg; CALDEIRA et al. (2000) encontraram 11,33 g/kg e BARICHELLO (2003) encontrou 18,71 g/kg. Comparando com valores propostos por GONÇALVES (1995) em cultura de Eucaliptos (6 a 10 g/kg), os valores de K analisados nas APS's encontram-se abaixo do adequado. O K favorece o florescimento e maturação de frutos em cultura de banana (MALQUIORI; PARRI, 1978). Esses mesmos autores mostraram através de análises foliares que a absorção de K alcança um pico no início do florescimento, diminuindo em seguida. Os efeitos observados em cultura de coqueiros, o potássio influi beneficemente sobre a precocidade de frutificação e número de flores femininas. MALAVOLTA (1981) cita que em cultura de laranjeira, o período de maior exigência de P é no final da floração, e sua ausência causa redução no florescimento.

As concentrações de Ca na APS Piratini foram maiores que as concentrações das outras APS's e próximas às encontradas por CALDEIRA, SCHUMACHER e RODRIGUES (2002) e BARICHELLO (2003). Segundo MALAVOLTA (1997) o cálcio promove melhor florescimento e aumenta a qualidade dos frutos e LIMA e HAAG (1989) observaram que a omissão de Ca ocasionou a formação de inflorescências pequenas, com secamento das flores, em plantas de *Pelargonium zonale* (ornamental).

Com relação aos micronutrientes, o único que não apresentou variação entre os locais foi o Zn e suas concentrações foram próximas das encontradas por BARICHELLO (2003) em plantios de acácia-negra.

O Fe e o Cu apresentaram concentrações diferentes entre as APS's Piratini e Triunfo. As concentrações encontradas de Fe e Cu na APS Piratini estão próximas das concentrações encontradas por CALDEIRA, RONDON e SCHUMACHER (2003) de 139,78 (Fe) e 8,28 mg/kg (Cu) e BARICHELLO (2003) de 112,57 (Fe) e 7,73 mg/kg (Cu). A APS Piratini também apresentou concentrações de Fe e Cu dentro da faixa considerada adequada para eucaliptos de 150-200 (Fe) e 7 -10 mg/kg (Cu) e para pinus de 100-200 (Fe) e 4-7 mg/kg (Cu) (GONÇALVES, 1995). A relação do Cu e florescimento em plantas cítricas foi estudada por RODRIGUEZ (1982). O autor relata que a carência desse elemento em plantas cítricas ocasionou florescimento abundante, porém, grande queda de frutos após o pegamento.

A concentração de Mn foi maior nas APS's Cristal e Triunfo, porém, a Piratini foi a APS que apresentou valores de Mn próximos aos encontrados por BARICHELLO (2003) de 62,45 mg/kg. O boro também apresentou maior concentração nas APS Cristal e Triunfo, diferindo estatisticamente da APS Piratini, e novamente a Piratini apresentou valores próximos aos encontrados por CALDEIRA, RONDON e SCHUMACHER (2003) de 18,33 mg/kg. As concentrações de B da APS Piratini também apresentaram valores dentro da faixa considerada adequada por GONÇALVES (1995) de 12 a 15 mg/kg de B para pinus. O Boro tem função importante na formação de flores (LIMA e HAAG, 1989) e produção de sementes (MALAVOLTA, 1981 e RODRIGUEZ, 1982). A diferença de concentrações de B ocorridas entre as APS's pode não ser um fator limitante, visto que, os micronutrientes são requeridos em pequenas quantidades, como por exemplo em cultura de abacaxi, na qual a quantidade de boro requerida é muito pequena (AQUINO et al., 1986).

Foram analisadas também, as correlações existentes entre os macronutrientes e micronutrientes e a produção de inflorescências, as quais estão apresentadas na TABELA 06.

Foram encontradas correlações entre as inflorescências iniciadas e os nutrientes P, K, Ca, Fe, Mn e Cu. As correlações entre P, K e o Ca e as inflorescências iniciadas são interessantes, demonstrando a importância desses elementos no florescimento, visto que, o P é um elemento que estimula o florescimento (MALAVOLTA, 1981), o K favorece o florescimento (MALQUIORI; PARRI, 1978), e o Ca auxilia na formação de inflorescências (LIMA; HAAG, 1989).

Para as inflorescências que formaram vagens, a correlação encontrada foi com o nutriente Mn (TABELA 07). Essa correlação também é importante, pois o Mn é um elemento que colabora com a disponibilidade de P, o qual aumenta a frutificação (MALAVOLTA, 1997) e auxilia na formação das sementes (MALAVOLTA, 1981).

TABELA 07 - CORRELAÇÕES ENTRE AS MÉDIAS DE INFLORESCÊNCIAS E NUTRIENTES AVALIADOS NA ANÁLISE FOLIAR DE ACÁCIA-NEGRA.

Nutrientes	Inflorescências iniciais	Inflorescências com flores abertas	Inflorescências com vagens
----- Macronutrientes -----			
Nitrogênio	0,0141	0,0808	-0,0355
Fósforo	0,2427	<b>0,5057</b>	0,2741
Potássio	0,2208	<b>0,4171</b>	0,1927
Cálcio	0,3269	<b>0,4476</b>	0,0848
Magnésio	-0,0041	-0,1617	0,2529
----- Micronutrientes -----			
Ferro	-0,3652	<b>-0,4734</b>	-0,3514
Manganês	-0,1943	<b>-0,6254</b>	<b>-0,7075</b>
Zinco	0,0491	0,0494	0,1052
Cobre	-0,2794	<b>-0,4097</b>	-0,1861
Boro	0,1031	-0,2714	-0,3642

Valores em negrito apresentam  $p < 0,05$ .

### 4.3.3 Relação entre Nutrientes Analisados no Solo e nas Folhas de Acácia-negra

Os nutrientes avaliados na análise foliar apresentaram correlações com os elementos analisados nas amostras de solo das APS's Triunfo, Piratini e Cristal. As correlações que foram significativas com  $p < 0,05$  estão apresentadas na TABELA 08.

TABELA 08 – CORRELAÇÕES ENTRE OS ELEMENTOS MINERAIS ANALISADOS NAS FOLHAS DE ACÁCIA-NEGRA NAS APS'S CRISTAL, TRIUNFO E PIRATINI E OS ELEMENTOS AVALIADOS NA ANÁLISE DE SOLOS DESSAS MESMAS APS'S. (VALORES NA VERTICAL = ANÁLISE FOLIAR E HORIZONTAL = ANÁLISE DE SOLOS). (VALORES CONSIDERADOS COM  $p < 0,05$ )

	P Mg/dm <sup>3</sup>	M.O. G/dm <sup>3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	H + Al	Al <sup>+3</sup>	K Mmolc/dm <sup>3</sup>	Ca	Mg	S.B.	V	Al
P	0,43	-	0,60	-0,41	-0,59	-	0,58	0,55	0,58	0,60	-0,57
K	-	-	0,53	-0,48	-0,56	0,53	0,44	0,43	0,44	0,49	-0,47
Ca	-	-	0,47	-0,41	-0,50	0,36	0,36	0,36	0,37	0,45	-0,45
Fe	-	-	-0,71	0,56	0,73	-0,43	-0,58	-0,57	-0,59	-0,67	0,68
Mn	-0,58	-0,62	-0,69	-	0,50	-	-0,74	-0,73	-0,74	-0,72	0,73
Cu	-	-	-0,57	0,46	0,57	-	-0,47	-0,45	-0,47	-0,52	0,45
B	-0,44	-0,46	-0,51	-	0,37	-	-0,51	-0,51	-0,51	-0,50	0,51

Através destas correlações percebeu-se a existência de relação entre as análises realizadas, nos quais os principais elementos (K, Ca e P) se correlacionam positivamente, indicando que os nutrientes que estão disponíveis no solo, estão sendo absorvidos pelas plantas.

Essa informação torna-se importante, colocando a análise de solos como um indicador de fertilidade pela planta. Assim através de resultados de nutrientes contidos nos solos, uma adubação pode ser indicada e aplicada, melhorando o estado nutricional da planta.

### 4.4 EFEITOS DO CLIMA

As variáveis climáticas, temperaturas máximas e mínimas e precipitação dos locais de avaliação estão apresentadas na TABELA 09.

TABELA 09 – MÉDIA SEMANAL DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS (T<sub>MÁX</sub>), TEMPERATURAS MÍNIMAS (T<sub>MÍN</sub>) E PRECIPITAÇÃO (PP) DOS LOCAIS DE AVALIAÇÃO, 2003.

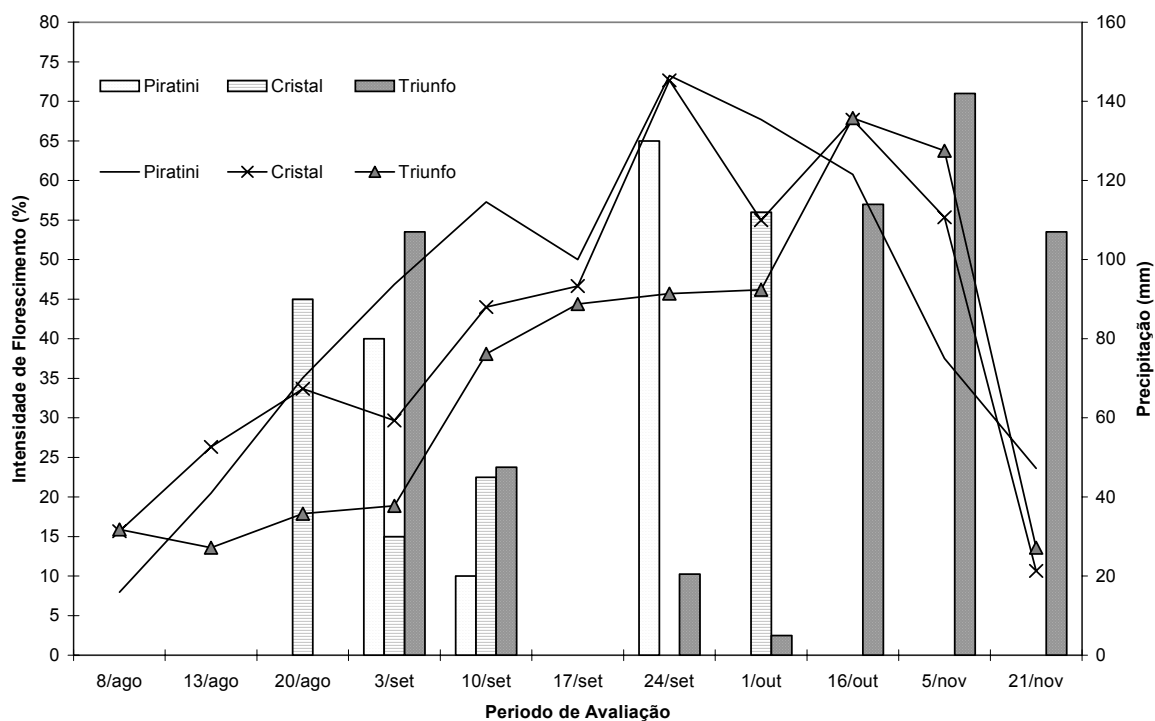
Datas de avaliação	APS Triunfo			APS Cristal			APS Piratini		
	T <sub>MÁX</sub> (°C)	T <sub>MÍN</sub> (°C)	PP (mm)	T <sub>MÁX</sub> (°C)	T <sub>MÍN</sub> (°C)	PP (mm)	T <sub>MÁX</sub> (°C)	T <sub>MÍN</sub> (°C)	PP (mm)
08/08	29,1	4,6	0,0	29,5	7,0	0	37,0	2,0	0,0
13/08	30,3	3,7	0,0	27,5	2,9	0	41,1	3,7	0,0
20/08	34,9	9,4	60,0	33,2	3,3	90	37,4	1,6	0,0
03/09	23,2	3,3	47,0	24,4	2,9	30	25,2	3,7	0,0
10/09	35,0	7,0	25,0	34,9	7,4	45	35,3	3,7	20,0
24/09	23,0	3,0	22,5	25,2	2,9	0	26,0	5,4	130,0
01/10	31,0	7,0	8,0	27,9	7,8	0	30,7	6,2	0,0
07/10	25,0	12,0	17,5	27,1	10,2	112	27,5	12,6	0,0
16/10	28,0	11,0	85,0	29,5	6,6	0	34,9	10,2	0,0
05/11	34,0	9,0	47,0	30,7	9,0	0	32,8	2,9	0,0
21/11	38,0	13,0	94,0	29,5	9,8	0	34,0	7,0	0,0

Os locais estudados apresentaram diferenças significativas somente para médias de temperatura mínima e máxima (ANEXO - 6). Através do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) observou-se que a APS Piratini apresentou menores temperaturas mínimas com relação a APS Triunfo.

A época de ocorrência dos picos de florescimento pode estar associada à precipitação, visto que os picos das APS's coincidiram com épocas de maiores precipitações<sup>39</sup> (FIGURA 11). Autores como SEDGLEY et al<sup>39</sup> citado por BARANELLI; COCCUCI e ANTON (1995) também relataram que espécies do gênero *Acacia* da Austrália e África apresentam picos de florescimento dentro das épocas chuvosas, o que reforça a hipótese da precipitação ser um dos fatores que contribui para os picos de florescimento em *Acacia*. A influência da precipitação também pode ser observada na correlação positiva existente entre a intensidade de florescimento e a precipitação, encontrada na APS Piratini (TABELA 10). Essa correlação positiva encontrada demonstra que as maiores intensidades médias de florescimento foram observadas durante os períodos com maiores precipitações.

<sup>39</sup> SEDGLEY, M. *Acacia*. In: **Handbook of flowering**. Ed. AH. Halevy, P. 1 -11, 1989.

FIGURA 11 - PERCENTUAIS DE FLORESCIMENTO DE ACÁCIA-NEGRA (LINHAS) E PRECIPITAÇÃO (COLUNAS) NAS APS'S TRIUNFO, CRISTAL E PIRATINI, EM FUNÇÃO DA ÉPOCA, 2003.



As correlações entre intensidade de florescimento e as variáveis climáticas estão apresentadas na TABELA 10.

TABELA 10 – CORRELAÇÃO ENTRE A INTENSIDADE DE FLORESCIMENTO E AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS (TEMPERATURA MÁXIMA, TEMPERATURA MÍNIMA E PRECIPITAÇÃO).

Variáveis	Coeficiente de Correlação		
	APS Triunfo	APS Cristal	APS Piratini
Intensidade de Florescimento / Temperatura Máxima	-0,1780	-0,0188	<b>-0,5733</b>
Intensidade de Florescimento / Temperatura Mínima	0,2926	0,2050	0,2399
Intensidade de Florescimento / Precipitação	0,1351	0,0658	<b>0,4794</b>

Valores em negrito apresentam  $p < 0,10$ .

Ao se avaliar as produções de inflorescências, correlações com as variáveis climáticas também foram encontradas. Tratando-se da precipitação, esta variável apresentou correlação negativa com a fase das inflorescências iniciais (TABELA 11). Esta

informação não é contrastante com a correlação encontrada entre a precipitação e a intensidade de florescimento (TABELA 10), devido a avaliação da intensidade de florescimento ter sido realizada levando em consideração as inflorescências com flores abertas, já em fase de liberação e receptividade de pólen.

TABELA 11 - CORRELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO DE INFLORESCÊNCIAS (COM FLORES INICIAIS, COM FLORES ABERTAS E COM FORMAÇÃO DE VAGENS) E AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS (TEMPERATURA MÁXIMA, TEMPERATURA MÍNIMA E PRECIPITAÇÃO).

	Inflorescências iniciais	Inflorescências com flores abertas	Inflorescências com formação de vagens
Temperatura máxima	-0,0011	<b>-0,2677</b>	0,0816
Temperatura mínima	<b>-0,5199</b>	<b>-0,2677</b>	<b>0,3922</b>
Precipitação	<b>-0,2086</b>	-0,113	<b>0,1767</b>

Valores em negrito apresentam correlações com  $p < 0,05$ .

Para explicar esta correlação notou-se que a APS Piratini, a qual apresentou melhor florescimento, obteve índice pluviométrico de 230 mm, nos dois primeiros meses do florescimento. A APS Triunfo apresentou índice pluviométrico mais baixo, de 172 mm. Apesar da alta precipitação ocorrida na APS Piratini, esta se deu em apenas 4 dias, com mais de 10 dias de diferença entre os dias de precipitação. Este maior intervalo entre as precipitações pode ter induzido a produção das inflorescências iniciais, visto que NAMBIAR (1977) relata que o estresse hídrico é um fator que induz a diferenciação e crescimento da gema reprodutiva. Como a APS Piratini possui solo raso (litólico), a possibilidade de estresse hídrico nesse local pode ser considerada.

A produção de vagens também pode ter sido influenciada pela precipitação, agora em função da quantidade de chuvas e não da distribuição. A APS Piratini, qual produziu maior quantidade de inflorescências com vagens obteve o maior índice pluviométrico, quando comparada com a APS Triunfo. No mês de setembro, época de maior registro de inflorescências com vagens, o local da APS Piratini registrou 150 mm de chuva. Já na APS Triunfo a precipitação chegou a 60 mm no mesmo mês, apresentando pouca formação de vagens. No mês de outubro, a APS Triunfo apresentou 209 mm de chuva,



demonstrando a ligação entre precipitação e produção de vagens. Gaol e Fox (2002) também relatam que as espécies de Acacia estudadas foram afetadas com a seca no período de formação de vagens.

A variável climática de temperatura máxima apresentou correlação com a intensidade de florescimento e a fase em que as inflorescências apresentavam flores abertas.

A correlação entre a temperatura máxima e intensidade de florescimento foi observada na APS Piratini e com a fase de inflorescências com flores abertas na média das APS's. Para ambas as situações as correlações foram negativas, demonstrando que a temperatura máxima também pode ser um fator que exerce influencia na intensidade de florescimento. O fato dessa correlação ter sido encontrada nas duas avaliações (intensidade de florescimento e produção de flores abertas) reforça a idéia de que a temperatura máxima exerceu realmente influencia sobre o florescimento.

Já para a temperatura mínima, foram encontradas correlações com o florescimento, apenas quando o estudo foi mais detalhado, nas avaliações das inflorescências. Neste caso, a temperatura mínima apresentou correlação com as três fases das inflorescências, inicial, com flores abertas e com formação de vagens. As correlações negativas foram encontradas com as fases iniciais e com flores abertas das inflorescências, indicando que quando menores foram as temperaturas, menores foram as produções nessas fases. Esse fenômeno pode ser explicado pela redução do florescimento ocasionado em algumas espécies de Acacia. GAOL e FOX (2002) relataram que o florescimento das acácias pode variar dentro de um período reprodutivo devido às condições do clima, propondo que invernos intensos, com temperaturas muito baixas podem ser a causa da redução do florescimento em algumas espécies de Acacia.

Avaliar a influência das condições climáticas com o florescimento é difícil, pois existem outros fatores que também influenciam simultaneamente o florescimento, tais como por exemplo as flutuações que existem nos ciclos reprodutivos das espécies, que podem ser diferentes de um ano para o outro. A dificuldade de se correlacionar eventos

climáticos com florescimento também foi encontrada por IMBRAHIM e AWANG (1991) os quais, estudando *A. mangium* e *A. auriculiformis* durante dois anos, não encontraram correlação entre florescimento e variáveis climáticas.

#### 4.5 INFLUENCIA DA GOMOSE E DE FATORES GENÉTICOS NO FLORESCIMENTO

Observaram-se diferenças significativas entre as famílias de meio-irmãos para as características avaliadas de DAP, gomose e florescimento (ANEXO - 7), indicando existência de variabilidade genética para estas características na população. Este resultado é importante, visto que uma das premissas para o sucesso de um programa de melhoramento é a existência de variabilidade genética na população de trabalho (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O coeficiente de variação experimental é o parâmetro que indica a magnitude da precisão experimental em ensaios ou pesquisas. O coeficiente de variação para o DAP está dentro da faixa adequada (GARCIA, 1989) e próximo ao encontrado por RESENDE et al. (1992). O coeficiente de variação do florescimento encontra-se alto, demonstrando a possibilidade de existência de irregularidade dos dados (ANEXO - 7).

##### 4.5.1 Estimativas dos Parâmetros Genéticos

Outro resultado importante para a análise de variabilidade é a herdabilidade. Os valores de herdabilidade em nível de família para a característica DAP estão abaixo dos encontrados por Resende et al. (1992), de aproximadamente 73% e para gomose, estes valores também se encontram abaixo do encontrado por Santos (2001), de 53%. Apesar desses valores estarem abaixo dos encontrados na literatura, ainda são considerados medianos e quando comparados aos valores de herdabilidade na seleção individual, demonstram que a seleção em nível de família é mais vantajosa, visto que, os valores encontrados em nível individual foram baixos, chegando quase a serem nulos para as características de gomose e florescimento (0,53 e 0,75% respectivamente).

TABELA 12 – ESTIMATIVAS DE VARIÂNCIA GENÉTICA ( $\sigma^2_g$ ) E FENOTÍPICA ( $\sigma^2_f$ ), HERDABILIDADE ( $h^2$ ), MÉDIA ORIGINAL DA POPULAÇÃO ( $m_{original}$ ) COM INTENSIDADE DE 20% DE SELEÇÃO, MÉDIA DE SELEÇÃO ( $m_{seleção}$ ), NOVA MÉDIA DA POPULAÇÃO ( $m_{pop. nova}$ ), GANHO GENÉTICO (Gs) DAS CARACTERÍSTICAS DIÂMETRO (DAP), GOMOSE (GOM) E FLORESCIMENTO (FLOR) DE 83 FAMÍLIAS DE MEIO-IRMÃOS DE ACÁCIA-NEGRA, PROCEDÊNCIA BATEMAN'S BAY, TRIUNFO, RS.

Parâmetros	Estimativas					
	Média das Famílias			Valores Individuais*		
	DAP (cm)	GOM (%)	FLOR (%)	DAP (cm)	GOM (%)	FLOR (%)
$\Sigma^2 a$	0,4406	0,0011	0,0380	0,5261	0,0003	0,0022
$\Sigma^2 f$	0,3519	0,0011	0,0338	6,7587	0,0469	0,2288
$h^2$ (%)	31,30	24,84	28,17	6,74	0,53	0,75
$m_{original}$	9,11	7,33	54,51	9,09	4,94	55,34
$m_{seleção}$	9,87	0,01	71,88	16,10	0	100
$m_{pop. nova}$	9,35	5,51	59,40	9,57	4,90	55,67
Gs (%)	2,61	-24,82	8,98	5,20	-0,52	0,61

\* Estimativas obtidas através do software Selegen.

O ganho genético estimado para a característica DAP (TABELA 28) encontra-se abaixo do valor estimado por RESENDE et al. (1992), isso decorrente da baixa herdabilidade estimada das progênes avaliadas. Assim, com a intensidade de seleção de 20% das progênes, um incremento de 0,24 cm seria alcançado para a característica de DAP, tendo um ganho genético esperado de 2,61%. Se a seleção do DAP for realizada individualmente, o ganho seria maior, de 5,2%. Para as características gomose e florescimento, o ganho genético na seleção de progênes apresenta maiores ganhos genéticos na seleção de progênes, de -24,82% e 8,98% respectivamente. Assim, tendo como objetivo aumentar a produção de sementes, a seleção através dessa característica demonstra-se favorável ao melhoramento, visto que a produção de flores, e conseqüente fecundação das mesmas é um fator importante para a produção final de sementes.

#### 4.5.2 Correlações Fenotípicas e Genéticas

As correlações fenotípicas e genéticas obtidas para as variáveis DAP, gomose e florescimento estão apresentadas na TABELA 13.

TABELA 13 – ESTIMATIVAS DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO GENÉTICA (ABAIXO DA DIAGONAL) E FENOTÍPICA (ACIMA DA DIAGONAL) ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DE DIÂMETRO, GOMOSE E FLORESCIMENTO DE 83 FAMÍLIAS DE MEIO IRMÃOS DE ACÁCIA-NEGRA, BATEMANS BAY.

Rg	Rf	Estimativas		
		Diâmetro (DAP)	Gomose (%)	Florescimento (%)
	Diâmetro (DAP)		-0,1144	0,4102
	Gomose (%)	<b>-0,5729</b>		-0,0324
	Florescimento (%)	<b>0,5881</b>	-0,2050	

Valores em negrito significativos  $p < 0,01$  (BISCHOP, 83).

O florescimento e o diâmetro apresentaram correlação genética positiva significativa ( $p < 0,01$ ), indicando que ao selecionar-se famílias com maiores diâmetros, seleciona-se indiretamente famílias com maior florescimento. Já para o florescimento e a gomose, a correlação tanto genética como fenotípica não apresentaram valores significativos ( $p < 0,01$ ), demonstrando não haver correlação entre essas variáveis.

A correlação genética entre diâmetro e gomose apresentou valor significativo ( $p < 0,01$ ). A correlação negativa indica que ao se selecionar famílias com maiores diâmetros, seleciona-se indiretamente famílias com menos presença de gomose. Neste caso, a correlação negativa é favorável ao melhoramento, visto que, objetiva-se diminuir a presença de gomose nos indivíduos futuros.

Assim, a seleção através do diâmetro além de favorecer o florescimento e os indivíduos com menor incidência de gomose, é a característica mais confiável a ser utilizada, pois apresentou entre as características avaliadas, maior variabilidade genética e maior herdabilidade.

## 4.6 POLINIZAÇÃO CONTROLADA

### 4.6.1 Teste de Viabilidade do Pólen

O percentual médio de germinação do pólen fresco foi de 77,7%, alto quando comparado com o percentual (33%) obtido para o pólen armazenado por 30 dias, à temperatura de 5°C. Com base nos percentuais de germinação obtidos, conclui-se que a maior eficiência da polinização controlada pode ser alcançada utilizando pólen fresco, em acordo com HARBARD (1995).

#### 4.6.2 Percentual de Inflorescências Polinizadas

Os percentuais de inflorescências polinizadas foram obtidos através da razão entre as inflorescências que permaneceram nos racemos após a retirada dos sacos de polinização e o total de inflorescências polinizadas inicialmente.

Através do teste F ( $p < 0,05$ ) verificou-se que as médias avaliadas no teste do ano de 2003 diferiram estatisticamente (ANEXO - 8), e através do teste de Tukey (TABELA 14) pode-se observar que a média da polinização aberta foi 1,5 vez superior às médias dos tratamentos de polinização controlada e autopolinização (induzida). Esse fato pode ser decorrente da demora na retirada dos sacos de polinização, ocasionada pela intensa precipitação no local nos dias recomendados para a abertura dos sacos.

No teste do ano de 2004, as médias dos tratamentos não apresentaram diferenças no teste F ( $p < 0,05$ ). A retirada dos sacos de polinização no tempo recomendado por HARBARD (1995) ocasionou menor perda de inflorescências nos tratamentos. As condições climáticas favoráveis também influenciaram positivamente, tanto no percentual de inflorescências da polinização aberta quanto nos percentuais dos outros três tratamentos. Os coeficientes de variação estão apresentados no ANEXO - 9.

TABELA 14 – TESTE DE TUKEY DOS PERCENTUAIS MÉDIOS DE INFLORESCÊNCIAS POLINIZADAS DOS TRATAMENTOS TESTADOS (POLINIZAÇÃO ABERTA, POLINIZAÇÃO CONTROLADA, AUTOPOLINIZAÇÃO (ISOLAMENTO) E AUTOPOLINIZAÇÃO (INDUZIDA)), 2003 E 2004.

Tratamentos	Médias das inflorescências polinizadas (%)	
	2003	2004
Polinização Aberta	75,48 a	96,37 a
Polinização Controlada	51,16 b	97,28 a
Autopolinização (isolamento)	*	92,92 a
Autopolinização (induzida)	48,22 b	91,93 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

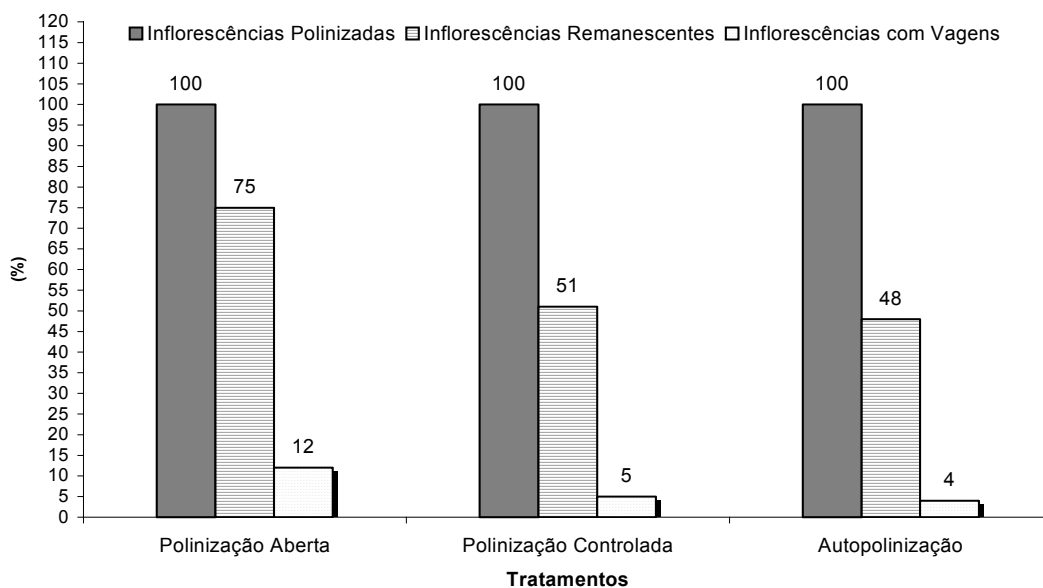
\* Sem o tratamento

#### 4.6.3 Percentual de Inflorescências que Formaram Vagens

Os percentuais de inflorescências que formaram vagens foi obtido através da razão entre as inflorescências que formaram vagens e o total de inflorescências inicialmente polinizadas.

Através do teste F ( $p < 0,05$ ) verificou-se que não existe diferença entre as médias avaliadas nos testes dos anos de 2003 e 2004 (ANEXO - 9). As médias dos tratamentos estão apresentadas na TABELA 15.

FIGURA 12 - PERCENTUAIS MÉDIOS DE INFLORESCÊNCIAS POLINIZADAS, REMANESCENTES E QUE FORMARAM VAGENS NOS TRÊS TRATAMENTOS, 2003.



No teste realizado em 2003, os três tratamentos foram prejudicados pela chuva prolongada durante a fase de polinização, ocasionando a perda das inflorescências polinizadas e conseqüentemente baixo percentual de inflorescências que formariam vagens (ANEXO - 9; FIGURA 12).

TABELA 15 – MÉDIAS DOS PERCENTUAIS DE INFLORESCÊNCIAS QUE FORMARAM VAGENS DOS TRATAMENTOS TESTADOS (POLINIZAÇÃO ABERTA, POLINIZAÇÃO CONTROLADA E AUTOPOLINIZAÇÃO (ISOLADA) E AUTOPOLINIZAÇÃO (INDUZIDA)).

Tratamentos	Médias das inflorescências que formaram vagens (%)	
	2003	2004
Polinização Aberta	11,77	19,26
Polinização Controlada	5,20	20,05
Autopolinização (isolamento)	*	6,09
Autopolinização (induzida)	4,31	18,35

\* Sem o tratamento

Considerando o ano em que o experimento foi melhor conduzido (2004), observou-se que a polinização controlada apresentou percentual médio de inflorescências que formaram vagens igual ao percentual obtido pela polinização aberta, demonstrando a eficácia da técnica (TABELA 15).

O tratamento de autopolinização (isolada) através da permanência do saco de polinização apresentou percentual baixo com relação aos outros tratamentos, mas alto quando comparado com o resultado obtido por MONCUR, MORAN e GRANT (1991) de 0,5%. Já o resultado da autopolinização induzida, através da fricção de inflorescências da própria árvore apresentou resultado próximo ao da polinização aberta e controlada, indicando que não existe incompatibilidade em função da formação do tubo polínico e fecundação, como também verificado por MONCUR, MORAN e GRANT (1991) ao concluírem que a maior limitação da produção de sementes de acácia-negra esta na baixa taxa de formação de vagens observados em autopolinizações. Assim, o que acontece é que ocorre a formação de vagens, porém muitas das sementes produzidas, seriam inviáveis ou ocasionariam uma diminuição na fertilidade ou vigor desta espécie (MOFFET; NIXON, 1974).

Os percentuais encontrados nos tratamentos de autopolinização controlada também podem indicar que a espécie não apresenta somente reprodução cruzada, existindo a possibilidade de autoonilização, já observada por MONCUR, MORAN e GRANT (1991), ao encontrar 0,5% de autopolinização em acácia-negra. Este resultado pode ser uma importante ferramenta a ser utilizada em programas de melhoramento, porém também demonstra que a autopolinização também pode afetar a produção de sementes, ocasionando sementes imaturas em consequência da má formação das vagens.

A polinização aberta apresentou baixo percentual de inflorescências que formaram vagens quando comparada com resultados de espécies do gênero *Acacia* encontrados na literatura, porém, percentual compatível e até alto ao se comparar com resultados observados em acácia-negra. GAOL e FOX (2002) citam percentuais de inflorescências

que formaram vagens para algumas espécies de Acacia: *A. neurophylla* (39%), *A. fauntleroyi* (63%), *A. hemiteles* (21%) e *A. stereophylla* (57%). Em acácia-negra, GRANT, MORA e MONCUR (1991) realizando um trabalho na Austrália, encontraram valores baixos de polinização aberta. Os autores registraram 1,27% em 87/88, 13,98% em 88/89 e 3,27% em 89/90 de inflorescências que formaram vagens.



## 5 CONCLUSÕES

O clima exerce influência no florescimento e produção de vagens nas APS estudadas. Épocas com menores precipitações são importantes no início do florescimento, induzindo a formação das inflorescências, o contrário observado em fases que as inflorescências apresentam flores abertas e formação de vagens, nas quais maiores precipitações induzem maior florescimento e conseqüentemente maior produção de vagens. Temperaturas extremas diminuem o florescimento: temperaturas máximas diminuem a intensidade de florescimento e temperaturas mínimas diminuem a produção das inflorescências iniciais, com flores abertas e conseqüentemente a produção de vagens.

O estado nutricional do solo e das plantas afeta a produção de vagens, visto que o local que apresenta solo mais fértil é também o que apresenta melhor florescimento e conseqüentemente maior produção de vagens.

Observando a presença do agente polinizador e comparando a produção de vagens da polinização aberta com a polinização controlada concluiu-se que este fator não é a causa da diminuição na produção de sementes.

A incidência de gomose não apresenta correlação genética significativa com o florescimento, demonstrando que o possível estresse causado pela doença não pode ser considerado um fator de estímulo desta característica.

No melhoramento genético da acácia-negra, a seleção pode ser realizada em nível de família através da característica de DAP, selecionando-se assim indiretamente maior florescimento e menor incidência de gomose.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, P. **Áreas de estudo localizadas nos municípios de Piratini, Cristal e Triunfo, no Estado do Rio Grande do Sul**. Curitiba, 2005. 1 mapa: preto e branco. Escala: 1: 5.500.000.

ADLER, M.; KIELPINSKI, K.A. Reproductive phenology of a tropical canopy tree, *Spondias mombim*. **Biotropica**. n. 32, p. 686-692, 2000.

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

APABLAZA, J. Introducción a la entomología general y agrícola. 3a ed. Santiago, Universidad Católica de Chile. 339p. 2000.

AQUINO, A.R.; VIEIRA, A.; AZEVEDO, J.A., GENU, P.J.C; KLIEMANN, H.J. Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: Haag, H.P. **Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil**. Campinas: Fund. Cargill, 1986. p. 31-58.

ASHTON, D.H. Studies of Flowering Behavior in *Eucalyptus regnans* F. Muell. **Aust. J. Botany**. Parkvill, Vic., v. 23, p. 399-411, 1975.

AZEVEDO, J. A.; GENO, P. J. C.; AQUINO, A. R. L.; JÚNIOR, J. H. C.; RODRIGUEZ, A. P. M. Nutrição mineral e adubação da bananeira (*Musa* spp.). In: Haag, H.P. **Nutrição Mineral e Adubação de Frutíferas Tropicais**. Campinas: Fund. Cargill. 1986.p.59 - 102.

AZEVEDO, G.G. **Atividade de vôo e determinação do número de ínstar larvais em *Partamona helleri* (Friese): (Hymenoptera, Apidae, ;Meliponinae)**. Viçosa, 1997. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.

BARANELI, J.L.; COCCUCI, A.A.; ANTON, A.M. Reproductive biology in *Acacia caven* (Mol.) Mol. (Leguminosae) in the central region of Argentina. **Botanical Journal of the Linnean Society**. V. 119, p. 65-76, 1995.

BARICHELO, L.R. **Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acacia mearnsii* De Wild. na região sul do Brasil**. Santa Maria, 2003. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 48p. ( Boletim Técnico, 78).

BERNHARDT, P., KENRICK, J.; KNOX, R.B. Pollination biology and the breeding system of *A. retinoides* (Leguminosae:Mimosoideae). **Annal of the Missouri Botanic Garden**. n. 71, p. 17-29, 1984.

BISHOP, O.N. **Statistics for biology**. A practical guide for the experimental biologist. Microcomputer edition. p. 66 – 71. 1983.

BOLAND, D.J. Genetic resources and utilisation of australian bipinnate *Acacias* (Botrycephalae). In: TURNBULL, J.W. **Australian acacias in developing countries**. Proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, Canberra, n. 16, p.29-35, 1986.

BOLAND, D.J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINING, D. A.; TURNER, J. D. **Forest Trees of Australia**. Australia, 1984, 687 p.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; SANTOS, E.M.; TEDESCO, N.; PEREIRA, J.C. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento jovem de *Acacia mearnsii* De Wild. estabelecido na região sul do Brasil. **Floresta**. Curitiba, v.29, n. 1e2, jun/dez, p. 53-65, 2000.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; SANTOS, E.M. Conteúdo de nutrientes em uma procedência de *Acacia mearnsii* plantada no Rio Grande do Sul – Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n. 42, p. 93-108, jan/jun. 2001.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; RODRIGUES, L.M. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n.45, p. 69-88, jul/dez. 2002.

CALDEIRA, M.V.W.; RONDON, R.M.; SCHUMACHER, M.V.; WATZLAVICK, L.F. Exportação de nutrientes em função do tipo de exploração em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. **Floresta e Ambiente**. v.9, n.1, p. 97-104, jan/dez. 2002.

CALDEIRA, M.V.W.; RONDON, R.M.; SCHUMACHER, M.V. Eficiência do uso de micronutrientes e sódio em três procedências de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**. Viçosa, v. 28, n.1, p. 39-47, 2004.

CASTRO, P.R.C.; VIRGENS FILHO, A.C. Ecofisiologia da Seringueira. In: CASTRO, P.R.C. **Ecofisiologia da Produção Agrícola**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, 1987, 249p.

CHARÃO, L.S. **Efeito da Polinização por abelhas *Apis mellifera* L. na produção de sementes de *Acacia mearnsii* de Wild.** Santa Maria, 2000. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria.

COELHO, F.S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do Solo.** Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 2.ed. Campinas, 1973. 384 p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 585 p.

DENNIS, E. J. Micronutrientes: uma nova dimensão na agricultura. **Micronutrientes: o papel do solo.** Micronutrientes. Fundação Cargill. Campinas, cap. 1, p. 3 – 20, 1982.

DOMINICHETTI, S.E.C. (2002) Efecto de la distancia de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) a los árboles de palto (*Persea americana* Mill) y efecto de un segundo ingreso de colmenas de abejas al huerto de paltos, sobre el número de abejas encontradas en las flores de palto. Quillota, Chile. Disponível em: <[http://www.avocadosource.com/papers/chile\\_papers\\_A-Z/A-B-C/CastilhoSergio2002.pdf](http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_A-Z/A-B-C/CastilhoSergio2002.pdf)> Acesso em: 05 jul. 2004.

DORAN et al. (1983) Handbook on seeds of dry-zone acacias. In: SEDGLEY, M. Reproductive biology of *Acacias*. In: TURNBULL, J.W. **Australian acacias in developing countries.** Proceedings of an international workshop held at the Forestry training centre, Gympie, Qld., Australia, Camberra, n. 16, p. 54-55, 1986.

DORAN, J.C.; TURNBULL, J.W. **Australian trees and shrubs: species for land rehabilitation and farm planting in the tropics.** In: ACIAR Monograph, n. 24, Camberra, Austrália, 1997, 384p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de análises de solo.** 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FLORENCE, R.G. A comparative study of flowering and seed production in six blackbutt (*Eucalyptus pilularis*) forest stands. **Australian Forestry.** Canberra, v. 28, n. 1, p. 23-33, 1964.

FOWLER, J.A.P.; CURCIO, G.R.; RACHWAL, M.F.G.; DEDECEK, R.A.; SIMON, A.A. Germinação e vigor de sementes de *Acacia mearnsii* de Wild coletadas em diferentes povoamentos do Estado do Rio Grande do Sul. Embrapa. **Comunicado Técnico,** Colombo, n. 39, p. 1 – 4, Junho, 2000.

FREE, J.B. **A organização social das abelhas (*Apis*)**. Temas de Biologia. São Paulo, SP, v. 13, p. 79, 1980.

GAOL, M.L.; FOX, J.E.D. Reproductive potential of *Acacia* species in the central wheatbelt: variation between years. **Conservation Science W. Aust.** Australia, v. 4, n.3, p. 147 – 157, 2002.

GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. IPEF, Circular Técnica, 171, 1989, 11 p.

GONÇALVES, J.L.M. **Recomendações de adubação de Eucalyptus, Pinus e espécies típicas da Mata Atlântica**. Piracicaba: ESALQ. Departamento de Ciências Florestais, 1995. 23p.

GRANT, J.E.; MORAN, G.F.; MONCUR, M.W. Pollination studies and breeding system in *Acacia mearnsii*. In: TURNBULL, J.W. **Advances in Tropical Acacia Research**. Proceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand, n. 48, p. 45 – 48, 1992.

GRIFFIN, A.R.; HAND, F.C. Post anthesis development of flowers of *Eucalyptus regnans* F. Muell and timing of artificial pollination. **Australian Forest Research**, Canberra, v. 9, n.1, p. 9-15, 1979.

HARBARD, J. **Reproductive Biology of *Acacia* sp.** Genetic Improvement Cooperative, GT-Aromo, Forest Institute and Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, October, 1995.

HIGA, A.R.; RESENDE, M.D.V. Breeding *Acacia mearnsii* in southern Brazil. In: TURNBULL, J.W. **Advances in Tropical Acacia Research**. Proceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand, n. 48, p. 45 – 48, 1992.

HILÁRIO, S.D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT, A.M.P. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*in Litt.*) (*Apidae*, *Meliponinae*). **Revista Brasileira de Biologia**. São Paulo, v. 61, n.2, p. 191-196, 2000.

IBARRA, C.A.V. (2002) **Evaluación de la actividad de *Apis mellifera* L. y otros insectos asociados a la floración del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en dos localidades de la región (Quilota y La Ligua)**. Quilota, Chile. Disponível em: <[http://avocado\\_source.com/papers/chile\\_papers\\_A-Z/V-W-X/ValdesCarolina2002.pdf](http://avocado_source.com/papers/chile_papers_A-Z/V-W-X/ValdesCarolina2002.pdf)> Acesso em: 05 jul. 2004.

IBRAHIM, Z.; AWANG, K. Flowering and fruiting phenology of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* in Peninsular Malaysia. In: CARRON, L.T; AKEN, K.M. (Ed) **Breeding technologies for tropical acacias**: Proceedings of an international workshop held in Tawau, Sabah, Malaysia, Bangkok, Thailand, n. 37, p. 45-48, 1991.

JOSUE, J. Preliminary observations on the flowering phenology and seed production in a seedling hybridizing orchard of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis*. In: CARRON, L.T; AKEN, K.M. (Ed) **Breeding technologies for tropical acacias**: Proceedings of an international workshop held in Tawau, Sabah, Malaysia. Bangkok, Thailand, n. 37, p. 49-50, 1991.

JOVANOVIC, T.; BOOTH, T.H. **Improved Species Climatic Profiles**. A report for the RIRDC/L&W, Australia, FWPRDC, MDBC Joint Venture Agroforestry Program, N. 02/095, Project N. CFS/56A, Australia, Julho, 2002.

LIMA, A.M.L.P.; HAAG, H.P. Sintoma de carências de macronutrientes, boro e ferro em *Pelargonium zonale*. In: **Nutrição Mineral de Algumas Espécies Ornamentais**. Fundação Cargill. Campinas, p. 133 -139, 1989.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. Editora Pioneira. São Paulo, SP, 1974, 752 p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação da laranjeira**. 2.ed., Editora Piracicaba. p. 14 – 25, 1981.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed., Piracicaba, p. 66 -114, 1997.

MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO, R H.; COUTO, L.A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. São Paulo, v. 40, p. 237-242, 2003.

MALQUIORI, A.; PARRI, F. Potassium requirements of fruit crops. Proc. Of the 11<sup>th</sup> Congress of the International Potash Institute. P. 283-290, 1978.

MEILAN, R. Floral induction in woody angiosperms. **New Forests**. Corvallis, USA, v. 14, p. 179-202, 1997.

MOFFETT, A. A. Genetical studies in *Acacias*. I. The estimation of natural crossing in black wattle. **Heredity**, Natal, v. 10, n. 1, p. 57-67, 1956.

MOFFET, A.A.; NIXON, M. The effects of self-fertilization on green wattle (*Acacia decurrens* Willd.) and black wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.). Res. Inst. Rep. p. 66-84, 1974.

MONCUR, M.W. et al. Floral morphology and breeding systems of *Acacia mearnsii* de Wild. In: **Use of Australian trees in China**: Proceedings of international workshop held at Bangkok, Guamezetoo, China, n. 12, 1988.

MONCUR, M.W. Effect of low temperature on floral induction of *Eucalyptus lansdowneana* F. Muell. & Brown subsp. *Lansdowneana*. **Aust. J. Bot.** n. 40, p. 157-167, 1992.

MONCUR, M.W. (1992) Effect of low temperature on floral induction of *Eucalyptus lansdowneana* F. Muell. & J. Brown subsp. *Lansdowneana*. In: MEILAN, R. Floral induction in woody angiosperms. **New Forests**. Corvallis, USA, v.14, p. 179-202, 1997.

MONCUR, M.W.; MORAN, G.F.; GRANT, J.E. Factors limiting seed production in *Acacia mearnsii*. In: TURNBULL, J.W. (Ed) **Advances in Tropical Acacia Research**: Proceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand. Canberra, n. 35, p. 11-15, 1991.

MORA, A.L.; FERREIRA, M. Estudo do florescimento em *Eucalyptus urophylla*. **Silvicultura**. São Paulo, n.14, Ed. Especial, 1978

MORAN, G.F.; GRIFFIN, A.R. Recent breeding systems. **Silvicultura**. São Paulo, v. 8, n. 31, p. 552-555, 1983.

MORELLATO, L.P.C. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. In: História natura da serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil (L.P.C.) Morellato, ed.) Universidade Estadual de Campinas/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Campinas, p. 98-110, 1992.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre, 1961, 42p.

MUHANGUZI, H.D.R.; OBUA, J.; ORYEM-ORIGA, H.; VETAAS, O.R. Tree fruiting phenology in Kalinzu Forest, Uganda. **African Journal of Ecology**. Bergen, Norway, n. 41, p. 171 -178, 2003.

NAMBIAR, M.C. Cashew. In: ALVIM, P.T.; KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York : Academic, 1977. p.461-477. 1977.

OLIVEIRA, H.A. (1960) **Acácia negra e tanino no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Acacicultores, v. 1, 1960.

OLIVEIRA, V.H.; LIMA, R.N. Influência da irrigação e da localização da inflorescência sobre a expressão do sexo em cajueiro-anão precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 9, p. 1751-1758, 2000.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F.A.M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 183-194, 2002.

PREECE, P.B. (1971) Contributions to the biology of Mulga. In: SEDGLEY, M. Reproductive biology of *Acacias*. In: TURNBULL, J.W. **Australian acacias in developing countries**. Proceedings of an international workshop held at the Forestry training centre, Gympie, Qld., Australia. Canberra, n. 16, p.54-55, 1986.

RALLO, J.B. Frutales y abejas. Madrid, Publicaciones de Extensión Agraria. 231p. 1986.

RAYMOND, C.A. **Flowering, Biology, Genetics and Breeding**. Forestry and Forest Products. Austrália, cap. 3, 1997.

RESENDE, M.C.V.; HIGA, A.R., HELLER, J.B.; STEIN, P.P. Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em teste de procedências e progênes de Acácia-negra (*Acacia mearnsii*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.24/25, p.55-65, jan/dez. 1992.

RESENDE, M.D.V. **SELEGEN – REML/BLUP**. Programa estatístico. Embrapa Florestas. Colombo, 2002.

RODRIGUEZ, O. Micronutrientes essenciais aos citros. **Micronutrientes**. Campinas: Fundação Cargill, 1982, pg. 107 – 124.

ROMÃO, M. **As geadas e a agricultura**. Disponível em: <[http://planeta.terra.com.br/servicos/vnw/ventonw/artigo06\\_geada01.htm](http://planeta.terra.com.br/servicos/vnw/ventonw/artigo06_geada01.htm)> Acesso em: 15 fev. 2004.

ROVERSI, T.; MATTEI, V.L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; FALCK, G.L. Superação de dormência em sementes de acácia negra (*Acacia mearnsii* Wild) **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.2, p. 161-163, mai-ago, 2002.



SANTOS, F.E.M.; SOBROSA, R.C.; COSTA, I.F.; CORDER, M.P.M. Detecção de fungos patogênicos em sementes de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.13-20, 2001.

SANTOS, A.F.; LUZ, E.D.M.N.; SOUZA, J.T. Phytophthora boehmeriae causando a gomose da acácia-negra no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29 (Supl.), 2004, 144p.

SANTOS, A.F.; LUZ, E.D.M.N.; SOUZA, J.T. Phytophthora nicotianae: agente etiológico da gomose da acácia-negra no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 81-84, 2005.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.

SEARLE, S.D.; OWEN, J.V.; SNOWDON, P. Frost tolerance variation amongst 25 provenances of *Acacia mearnsii*. In: TURNBULL, J.W. **Advances in Tropical Acacia Research**. Proceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand, n. 48, p. 45 – 48, 1992.

SEDGLEY, M. Reproductive biology of *Acacias*. In: TURNBULL, J.W. **Australian acacias in developing countries**. Proceedings of an international workshop held at the Forestry training centre, Gympie, Qld., Australia. Canberra, n. 16, p.54-55, 1986.

SEDGLEY, M.; KHEN, C.V.; SMITH, R.M.; HARBARD, J. Insect visitors to flowering branches of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis*. In: CARRON, L.T; AKEN, K.M. (Ed) **Breeding technologies for tropical acacias**: Proceedings of an international workshop held in Tawau, Sabah, Malaysia. Bangkok, Thailand, n. 37, p.51-56, 1991.

SEDGLEY, M.; HARBARD, J.; SMITH, R.M.; WICKNESWARI, R. Development of hybridisation techniques of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* In: CARRON, L.T; AKEN, K.M. (Ed) **Breeding technologies for tropical acacias**. Proceedings of an international workshop held at Tawau. Sabah, Malaysia, n. 37, p. 63-69, 1991a.

SEDGLEY, M.; YONG, W.C.; NEWMAN, V.; HARBARD, J.; SMITH, R.M.; GHAN, K.K.; TAJUDDIN, A. **Phenology of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis* in Australia and Malasia**. Breeding technologies for tropical acacias. Proceedings. Bangkok, Thailand, n. 37, p. 36 – 44, 1 - 4, July, 1991(b).

SIMÃO, S. Bananicultura. **Revista Bibliográfica**. Esalq, Piracicaba, 1966.

SORNSATHAPORNKUL, P.; OWERS, J.N. Pollination biology in a tropical *Acacia* Hybrid (*A. mangium* Wild. X *A. auriculiformis* A. Cunn. Ex Benth.). **Annals of Botany**. Canadá, n. 81, p. 631 – 645, 1998.

TOMÉ Jr., J.B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo**. Agropecuária, Guaíba, 1997. 247 p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: **Revista Brasileira de Genética**, 1992 486 p.

WAGNER, D. Pollen viability reduction as a potential cost of ant association for *Acacia constricta* (Fabaceae). **American Journal of Botany**. Nevada, USA, v. 5, n. 87, p. 711-715, 2000.

**ANEXO**  
**ANÁLISES DE VARIÂNCIA**

1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS INTENSIDADES MÉDIAS DE FLORESCIMENTO NOS LOCAIS DE AVALIAÇÃO (APS'S PIRATINI, CRISTAL E TRIUNFO).

	GL	QM	F	P
Locais	2	221,93	2,64	0,0962
Erro	20	84,15		

2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS INTENSIDADES MÉDIAS DE FLORESCIMENTO DAS APS'S TRIUNFO, CRISTAL E PIRATINI (GL<sub>LOCAL</sub> = 2 E GL<sub>ERRO</sub> = 20).

Fases	QM Locais	QM Erro	F	P	CV %
Inflorescências iniciais	200,9234	19,7149	10,1914	0,0009	13,63
Inflorescências com flores abertas	0,5794	0,0926	6,2517	0,0078	2,94
Inflorescências com vagens iniciais	0,4591	0,0403	11,3702	0,0005	1,96

Análise de variância realizada a partir de dados transformados (Raiz (x+100))

3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS INTENSIDADES MÉDIAS DE FLORESCIMENTO DAS APS'S TRIUNFO, CRISTAL E PIRATINI. (GL<sub>LOCAL</sub> = 2 E GL<sub>ERRO</sub> = 10).

Fases	QM Locais	QM Erro	F	P	CV %
Inflorescências iniciais	1,5213	0,6816	2,2317	0,1579	7,02
Inflorescências com flores abertas	0,3026	0,7160	0,4226	0,6664	7,92
Inflorescências com vagens iniciais	0,1057	0,0320	3,3017	0,0792	1,75

Análise de variância realizada a partir de dados transformados (Raiz (x+100))

4 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO NOS LOCAIS DE AVALIAÇÃO (GL<sub>EFEITO</sub> = 2; GL<sub>PROFUNDIDADE</sub> = 3; GL<sub>INTERAÇÃO</sub> = 9 E GL<sub>ERRO</sub> = 32 ).

	QM Efeito	QM Erro	F	Prob.
Local	20360,47	1929,35	10,553	5,56E-05
Profundidade	3128,30	1929,35	1,621	0,2037
Interação	444,62	1929,35	0,230	0,9874

5 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS NUTRIENTES ANALISADOS NAS FOLHAS DE ACÁCIA-NEGRA (GL<sub>TRATAMENTO</sub> = 2 E GL<sub>ERRO</sub> = 18).

	QM Locais	QM Erro	F	Prob.	CV%
N	0,103	4,9741	0,0207	0,9795	1,11
P	0,2013	0,0306	6,5811	0,0071	17,37
K	10,6523	2,0423	5,2157	0,0163	19,35
Ca	24,5723	3,6219	6,7842	0,0063	18,60
Mg	0,2023	0,2508	0,8065	0,4618	18,46
Fé	23926,63	922,6704	25,9319	5,00E-06	17,04
Mn	26844,3	1278,819	20,9914	1,97E-05	27,87
Zn	4,1333	7,6518	0,5401	0,5918	13,31
Cu	116,8	17,0592	6,8467	0,0061	44,89
B	258,23	56,9740	4,5324	0,0254	26,82

6 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS (TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA E PRECIPITAÇÃO) DOS LOCAIS DE AVALIAÇÃO (GL<sub>LOCAL</sub> = 2 E GL<sub>ERRO</sub> = 46).

Variáveis Climáticas	QM Locais	QM Erro	F	P	CV %
Temperatura Máxima	45,0495	16,3541	2,7546	0,0741	13,59
Temperatura Mínima	50,4725	4,8012	10,5124	0,0001	26,62
Precipitação	2179,15	1291,44	1,6874	0,1912	24,16

7 RESUMO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA PARA AS CARACTERÍSTICAS DIÂMETRO (DAP), GOMOSE (GOM) E FLORESCIMENTO (FLOR) DE 83 FAMÍLIAS DE MEIO-IRMÃOS DE ACÁCIA-NEGRA, BATEMAN'S BAY. TRIUNFO, RS.

FV	GL	Quadrados Médios		
		DAP (cm)	GOM (%)	FLOR (%)
Blocos	4	38,6384*	0,0345*	2,4417*
Famílias	82	1,7598*	0,0056*	0,1690*
Erro	328	1,2089	0,0042	0,0053
CV (%)	-	12,07	8,64	39,97

\* Teste F (p < 0,05).

8 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PERCENTUAIS MÉDIOS DE INFLORESCÊNCIAS POLINIZADAS, TRATAMENTOS REALIZADOS EM 2003 E 2004.

	GL tratamento	GL erro	QM tratamento	QM Erro	F	Prob.	CV%
2003	2	22	0,0623	0,0033	18,9304	1,65E-05	5,53
2004	3	24	0,0063	0,0049	1,3004	0,2971	7,41

9 ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PERCENTUAIS DE INFLORESCÊNCIAS QUE FORMARAM VAGENS, TRATAMENTOS REALIZADOS EM 2003 E 2004.

	GL tratamento	GL erro	QM tratamento	QM Erro	F	Prob.	CV%
2003	2	22	0,0078	0,0022	3,4263	0,0521	6,34
2004	3	24	0,0129	0,0133	0,9728	0,4218	14,38