

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE
***Jacaranda ulei* BUREAU & K. SCHUM**
(BIGNONIACEAE)

MARIA DE FÁTIMA RIBEIRO

Brasília

Junho / 2003

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - IB
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE
***Jacaranda ulei* BUREAU & K. SCHUM**
(BIGNONIACEAE)

MARIA DE FÁTIMA RIBEIRO

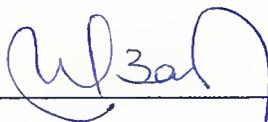
ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Mariluzo Araújo Granja e Barros

Dissertação apresentada ao
Departamento de Botânica, do Instituto de
Ciências Biológicas, da Universidade de
Brasília, como parte dos requisitos necessários
à obtenção do título de Mestre em Botânica.

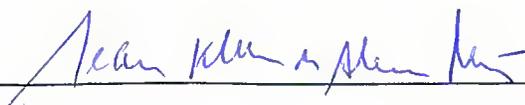
Brasília
Junho / 2003

Trabalho realizado no Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob orientação da Professora Doutora Mariluz Araujo Granja e Barros.

Aprovado por:



Prof^a. Dr^a. Mariluz Araujo Granja e Barros
Departamento de Botânica - UnB
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora



Prof^o. Dr. Jean Kleber de Abreu Mattos
Departamento de Agronomia – UnB
Membro titular da Banca Examinadora



Prof^a. Dr^a. Carolyn Elinore Barnes Proença
Departamento de Botânica – UnB
Membro titular da Banca Examinadora



Prof^a. Dr^a. Eneida Conceição dos Santos Silveira
Departamento de Botânica - UnB
Membro suplente da banca examinadora.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à memória de meu pai que muito sonhou poder estudar. À minha mãe que mesmo desejando não teve oportunidade, mas batalhou muito junto com meu pai, dedicando a vida, para que todos os filhos estudassem...

Dedico aos meus sobrinhos, grandes e pequenos. Que sejam bravos, perseverantes e sigam sempre em frente, transpondo todas as barreiras, estudando e não esmorecendo nunca.

Dedico a toda minha família, que de uma forma ou de outra participou comigo desta caminhada. Em especial, dedico à memória de minha irmã Lázara, que acaba de falecer. Já doente, mesmo assim foi uma incansável lutadora junto comigo, presente em todos os momentos, de várias maneiras, confiando no meu trabalho e dando-me muita força!

Enfim, dedico à conscientização do ser humano pela preservação do bioma Cerrado, sem o qual não podemos viver!

AGRADECIMENTOS

Primeiro, agradeço a DEUS que foi, é e sempre será a maior das criaturas, que teve muita força na sua vida e nunca deixou-se vencer por maior que fossem as tentações e as provações na terra, dando-nos, com isso, ânimo para seguirmos em frente, quais quer que fossem as provações durante nossas vidas.

Agradeço-te SENHOR por ter também dado a mim este imenso espírito de luta. Com certeza fostes Tu que me destes esta garra, esta perseverança e esta coragem para seguir em frente. Não me deixastes desanimar nunca, nem me abater em nenhum momento, por mais dores que tenha enfrentado... de várias formas, dimensões, naturezas e origens... E foram tantas! Eu sei que só pode ter sido Tu... pois só Tu sabes tudo e cada particularidade de seus filhos nesta terra..., sabes o porquê..., sabes o como..., sabes o quanto e tudo mais que passamos...

Portanto, agradeço-te demais por mais esta batalha vencida. Sabes que não foi fácil, mesmo com as ajudas que tive! Agora chegamos juntos ao fim. Tenho consciência e sinto que estás do meu lado sempre, em todos os momentos, transformando estas dores em imensa alegria. Posso assim perceber e sentir que realmente existes, me amas e me faz muito feliz, então, agradeço-Te muito por tudo que me ajudas a conquistar.

Em segundo lugar, e de coração, agradeço à Mônica, minha colega de trabalho que avisou-me do processo de aluno especial para a realização deste curso, chamando-me para começar esta batalha...

Agradeço também as minhas irmãs Lázara e Léa, a minha mãe Filomena e ao meu sobrinho Fernando (Filhote). Ambos, em grande sintonia comigo, estiveram sempre presentes, nas orações, durante todo o tempo e principalmente nos momentos mais difíceis. Eu sempre confiava neles. E com certeza me sentia mais leve com as orações e a presença de Deus.

Agradeço imensamente a minha mãe Filomena e a minha irmã Léa pela compreensão. Muitas vezes não pude acompanhá-las quando precisaram de mim. Nesse caso, agradeço meus irmãos e cunhadas que me substituíram. Enfim, agradeço a toda minha família pela compreensão quando os compromissos exigiam minha ausência e distância em muitos momentos, durante este período.

Particularmente agradeço a Deus pela presença do meu cunhado Sérgio, pessoa a quem devo muito do que fiz no início do curso. Sérgio sempre foi uma pessoa que, em momento algum poupou um minuto de seu tempo, lazer e família para ajudar-me. Sérgio jamais questionou a hora, o dia, o quê, quando, porquê... Sempre colocou seu tempo à disposição de minha empreitada. Portanto, dizer-lhe OBRIGADO é muito pouco! Quero agradecer a Deus a inteligência, o carinho, a paciência, a educação, a disponibilidade e, acima de tudo a boa vontade que meu cunhado sempre teve comigo, auxiliando-me neste curso!

Agradeço a minha cunhada Vânia e a minha mãe que, pacientes e sem medir esforços, ajudaram-me na caminhada, confeccionando os saquinhos para cobrir as plantas no campo... rumo a esta conquista...

Aos meus colegas de curso, pela amizade, o carinho e o espírito de união que contribuíram muito para esta vitória. Agradeço a Celina, o Luís e os demais recém ingressados no curso de Botânica, particularmente o Leonardo pelo trabalho que juntos preparamos sobre a espécie *J. ulei*, o

qual foi enviado para o 54º Congresso Nacional de Botânica / 2003, ao Zé Geraldo, pela atenção ao dar-me caronas, deixando-me em casa altas horas da noite, após os trabalhos de laboratório. À colega Suzi pela explicação no momento de fazer as fotos na microscopia de fluorescência além do seu carinho.

Um agradecimento particular ao colega Claudenir, que com dedicação, inteligência, cuidado e capacidade, contribuiu para o desenvolvimento do trabalho, confeccionando as pranchas. Agradeço ainda pela sua amizade, simplicidade e companhia, estando sempre disposto a ajudar-me, onde eu precisasse.

Ao pessoal técnico do Laboratório de Anatomia Vegetal, especialmente a Sra. Branca que também não poupou esforços, colocando-se disponível para ajudar-me durante os trabalhos de laboratório, além do carinho, atenção, alegria e amizade, dedicados. Muitas vezes Branca comportou-se como uma mãe que não nos deixa passar por dificuldades, ajudando-nos com muita atenção.

Agradeço aos técnicos do Herbário. Desde o início quando eu era aluna especial estiveram presentes, com um carinho especial, contribuindo, até chegar ao final do curso com sucesso.

Ao senhor Vandélio, motorista da Botânica pelas várias viagens que fez comigo, transportando-me para o campo, com alegria, amizade e profissionalismo.

Aos secretários da Botânica, Helena e Andréa, a enorme amizade, carinho e alegria, contribuindo com responsabilidade e competência em seus trabalhos, para o bom desempenho do curso de pós graduação.

Um agradecimento muitíssimo especial ao menino Carlos Eduardo que, com capacidade e inteligência também participou deste trabalho, não poupando esforços para ajudar-me. Sempre estava pronto a compartilhar

comigo sua sabedoria, quando precisei ao computador. Menino simples, calado, dotado de uma esperteza belíssima e muita vontade de crescer!

À mestra Micheline, com muito carinho e simplicidade, foi a primeira pessoa a incentivar-me, emprestando-me muito material para eu começar meus estudos e preparar-me para a prova, mesmo sem conhecer-me.

Em particular agradeço à colega e Mestra Fabiana Firetti, seu carinho, sua competência e simplicidade inigualáveis. Ela participou comigo desta batalha, com unidade, responsabilidade e colaboração, em todos os momentos que precisei. Sua atenção era tamanha, que até telefonava-me para saber se eu tinha conseguido o que precisava!

Às colegas e mestras Alessandra e Karina, sempre amigas contribuíram muito e estavam ao meu lado nos momentos de confecção dos gráficos e tabelas tão necessários para meu trabalho.

Ao senhor Robson, administrador da Fazenda Água Limpa - FAL, e todos os seus funcionários. Com diálogo, carinho e compreensão também estiveram do meu lado, proporcionando-me segurança no trabalho de campo, contribuindo para que esta luta se concretizasse vitoriosamente.

Aos meus colegas de trabalho Cristina, Antônio, Elcivanni, Helen, Roberto e Keyla, assim como também aos meus alunos, mesmo sentindo saudades, contribuíram, dando-me muita força, acreditando na minha luta, além de compreenderem o meu afastamento. Torço para que eles também possam fazer o mesmo, não desanimando nunca, mesmo que se deparem com dificuldades.

À colega de trabalho Eliane, prof^a de Matemática dos meus alunos, pelo carinho, amizade e consideração, dando-me força para seguir em frente e acreditando no meu esforço.

Aos Prof^{os}. do Departamento de Botânica Carolyn (Carol), Mariluz e Eneida, assim como ao Prof^o. Jean Kleber, da Faculdade de Agronomia e

Medicina Veterinária da UnB, com os quais fiz disciplinas, pela competência e responsabilidade além do carinho, cuidado e amizade durante todo o tempo de meus estudos.

À Prof^a. Graça, ex-colega e agora prof^a da UnB, pela amizade e gentileza em emprestar-me livros para o preparo da aula de qualificação, contribuindo também para o sucesso do meu curso.

À professora Ivone, diretora do Instituto de Biologia – IB, pela gentileza na identificação de alguns insetos - as mariposas.

Ao Prof^o. Carlos Eduardo Pinheiro do Departamento de Zoologia pela paciência em identificar a borboleta.

À Professora Rosana Farias por ceder dados de distribuição geográfica não-publicados, para enriquecimento deste trabalho.

Ao Mestre Marcelino (Jardim Botânico), pelo carinho, paciência e cuidado em identificar as minhas abelhas e também pelo empréstimo de alguns livros e trabalhos que ajudaram a intensificar meus estudos, mostrando-se um grande amigo e defensor da ciência.

Ao meu professor de inglês, Juscelino, pela amizade, atenção e cuidado ao traduzir o resumo deste trabalho, contribuindo também para sua concretização.

À amiga Luzia Nunes pelo seu carinho sempre interessada em saber como estava meu trabalho, pela sua disponibilidade em auxiliar-me na apresentação (defesa) deste e pela sua alegria e felicidade compartilhada comigo após, quando quis festejar a concretização de toda esta luta.

À minha irmã Augusta (Gute), um agradecimento muito especial pela paciência, dedicação e cuidado em fazer a revisão gramatical desta dissertação, contribuindo muito para o enriquecimento e melhor apresentação possível deste trabalho.

Ao sr. Fausto, fotógrafo do Instituto de Biologia da UnB, pela paciência e dedicação ao fotografar os frutos secos que precisei.

Ao grande Mestre, o Professor Jean Kleber, do departamento de Fitopatologia. Além de excelente profissional, é uma pessoa extraordinária, que luta pelo desenvolvimento e crescimento da ciência e das pesquisas na Universidade de Brasília e no Brasil. Com seu trabalho, contribuiu para o sucesso da análise fitopatológica das flores e frutos das minhas plantas, além de tirar algumas fotos que precisei. Agradeço também pela solidariedade e carinho nos momentos de tristeza pelos quais passei, pois não foi possível evitá-los.

Finalmente, agradeço à pessoa que mais contribuiu para que este trabalho acontecesse, para que o sonho continuasse, a "Doutora," a "Mestra", a "Professora", a Mãe e Amiga, a Sra. e Pesquisadora Mariluzza Barros que orientou-me sem poupar esforços, mesmo às vésperas de sua aposentadoria. Ela ensinou-me outros belos passos na vida, além da Biologia Reprodutiva. Com sua seriedade, sua competência e sua responsabilidade com a pesquisa e a ciência dentro da Universidade de Brasília, no Brasil e no mundo, tudo ensina aos seus alunos... Ela é ímpar e é como uma grande Mãe de todos nós, apesar de tão jovem! Da senhora, "Professora," não esquecerei jamais! O meu muitíssimo OBRIGADO, o meu mais terno agradecimento. A Deus peço felicidade para a senhora e agradeço por tê-la colocado em minha vida.

Professora Mariluzza, pessoa paciente, séria, simples... admiro você demais! Parabéns pela competência! Não é qualquer pessoa que avalia o seu trabalho e nem tampouco a senhora, Professora!

O meu muito obrigado a cada um de vocês!!!

RESUMO

A Biologia Reprodutiva, a fenologia e a polinização de *Jacaranda ulei* Bureau & K. Schum, foram investigadas em uma área de cerrado *sensu stricto*, situada na Fazenda Água Limpa (FAL) da UnB, no período de agosto de 2001 a maio de 2003. A espécie apresentou fenologia de floração durante os meses de agosto a novembro e de frutificação durante os meses de setembro a janeiro, com ocorrência anual. A floração é longa com duração de cerca de 4 meses. O brotamento da inflorescência e a emissão dos primeiros botões florais se deu simultaneamente com o surgimento da nova folhagem. A frutificação é também longa, a deiscência e dispersão de suas sementes ocorrem no ano seguinte. As flores de *J. ulei* apresentam-se reunidas formando densas inflorescências do tipo panícula-de-panículas; são grandes (cerca 4,8cm), hermafroditas, quase inodoras, cor vinácea-arroxeadas, tubulosa-salpingomorfas, com duração de dois dias. São flores protogínicas, cujo estigma bipartido se encontra com cerca de 60% de abertura nos botões em pré-antese e as anteras abrindo cerca de três horas após, quando se inicia a visitação às flores pelos vetores de pólen. Neste momento, o estigma se encontra totalmente aberto e os demais verticilos florais distendidos. É uma flor nectarífera, sendo o néctar produzido após a antese, com concentração média de açúcares de 19% a 25%, incrementando ambos, volume e concentração de açúcares no período da tarde do primeiro dia. A glândula nectarífica encontra-se na base do ovário que é súpero. Os estames são didínamos, os grãos de pólen são de cor branca e brilho intenso, sendo estes liberados em massa. A antese é diurna, iniciando-se nas primeiras horas da manhã, à partir das 03h20, com duração de cerca de 01h30, tendo 98% das flores por indivíduo desabrochando, ocorrendo até às 10h30 da manhã, para as demais flores (2%). A síndrome floral de *J. ulei* é melitofilia, a qual sugere uma adaptação para a polinização por abelhas, sendo estas de médio e grande portes como as pertencentes às famílias Apidae, Halictidae e Anthophoridae, além de favorecer a atração de outras ordens de pequenos e grandes insetos, como Coleoptera, Lepidoptera e Apodiformes. Com relação à polinização, as abelhas *Trigona spinipes* Fabricius, *Augochloropsis smithiana* Schrottky, *Apis mellifera* Linnaeus, *Epicharis schrottkyi* e *Bombus atratus* Franklin, foram consideradas os polinizadores efetivos, e as abelhas *Ceratina* sp., *Augochloropsis* sp., abelhas de médio porte pertencentes à tribo Eucerini e ainda as pequenas abelhas *Scaptotrigona postica* Latreille e *Paratrigona lineata* Lepeletier, consideradas polinizadores ocasionais. Outros visitantes florais como a mariposa *Michaelus thordesa*, o beija-flor da família Trochilidae, a borboleta *Aguna albistria* albistria foram considerados pilhadores. O besouro e as formigas foram considerados apenas visitantes da planta, sem compromisso reprodutivo. Os visitantes de *J. ulei* iniciavam seu forrageamento por volta das 08h30, com um pico de visitação por volta das 10h30 até 15h30 diminuindo ao entardecer, sendo preferencialmente em dias ensolarados e de temperatura amena a alta.

Dos testes manuais de polinização, constatou-se que a frutificação ocorreu somente no processo de polinização cruzada, sendo (n=19/2001)

ou 33,3%; e (n=15/2002) ou 31,25% de produção, cuja média (2001/2002) ficou (n=34 frutos ou cerca 32%), tendo sido este superior à produção no processo de polinização natural, sendo (n=152/2001) ou 11,6% e (n=118/2002) ou 10,13% de produção, cuja média (2001/2002) ficou (n=319 frutos ou cerca 10,5%) durante os dois anos de trabalho. O aborto ocorreu durante os primeiros 45 - 50 dias, tanto no processo de polinização cruzada (cerca 68%) como no processo de polinização natural (cerca 89,5%), para os dois anos de estudo. De acordo com os resultados dos testes de polinizações manuais realizados, pode-se sugerir que *J. ulmi* é uma espécie xenogâmica. As observações do crescimento dos tubos polínicos nos pistilos oriundos dos testes experimentais manuais de autopolinizações e polinizações cruzadas, do campo e do laboratório, através da microscopia de fluorescência, verificou-se que estes alcançaram os óvulos 24h00 após a fertilização.

Tendo sido observado que tubos polínicos de autopolinização chegaram a fertilizar os óvulos, ocorrendo aí o bloqueio, sugere-se que a espécie *J. ulmi* apresenta "autoincompatibilidade de ação tardia".

Palavras-Chave: Fenologia, Biologia Reprodutiva, Xenogamia, Autoincompatibilidade

ABSTRACT

Reproductive biology, phenology, and pollination of *Jacaranda ulei* Bureau & K. Schum (Bignoniaceae) were investigated accomplished in a *sensu stricto* cerrado area, at Fazenda Água Limpa (FAL) of the University of Brasília, from August 2001 to May 2003. This species showed flowering phenology from August to November and fructification from September to January, with annual occurrence. Flowering is long, lasting for about 4 months. Inflorescence blossom and emission of the first flower bottoms took place simultaneously with the appearance of the new leaves. Fructification is long too and dehiscence and seed dispersal occur in the following year. *J. ulei* flowers blossom together forming a dense panicle. They are c. 4.8cm long, hermaphrodite, almost odourless, wine-coloured and last for 2 days. The anthesis is diurnal, occurring between 3:20 and 04h50 AM with 98% of flowers open by 10:30 in the morning. The flowers are protogynic and the stigma bilamellate opens c. 60% as a bottom in pre-anthesis and the anthers open about three hours after that, when visitation by the pollen vectors starts. By this time the stigma is completely open and the flower is completely expanded. It is a nectar flower, and the nectar is produced after anthesis, increasing its quantity on the afternoon first day, of the with sugar concentration averaging 19% to 25%. The ovary is superior, and the stamen are didynamous, and the pollen grains are brilliant white and are released massively; the nectariferous disk is at the base of the ovary. *J. ulei* flowers are melitophilous attracting medium and long bees from the Apidae, Halictidae and Anthophoridae families. Small and big species of such orders as the Coleoptera, Lepidoptera and Apodiformes. *Trigona spinipes* Fabricius, *Bombus atratus* Franklin, *Augochloropsis smithiana* Schrottky, *Epicharis schrottkyi* Friese and *Apis mellifera* Linnaeus, were considered effective pollinators, and the bees *Ceratina* sp., *Augochloropsis* sp., *Eucerini* sp., and the small bees *Scaptotrigona postica* Latreille and *Paratrigona lineata* Lepeletier were considered occasional pollinators. Other flower visitors such as the moth *Michiaelus thordesa*, a hummingbird of the family Trochilidae, and the butterfly *Alguna albistria* were considered nectar thieves. Beetles and ants were considered visitors without any reproductive commitment. The visitors of *J. ulei* started forage around 8:30 with visitation peaks from 10:30 to 15:30 decreasing by the sunset, specially on sunny days with mild to high temperature.

Fructification occurred in cross pollinations experimental crosses only (n=34) (c. 32%), which was higher than the controlled pollination (n=319) (c. 10.5%). Fruits were produced in both years of the study (2001 and 2002). Abortion occurred during the first 45 to 50 days, both in the cross pollinations (about 68%) and in the controlled pollinations (about 89.5%), during the two years of study. The results suggest that *J. ulei* is a xenogamic species. The observations of the growth of the pollen tubes in the pistils resulting from the experimental self and cross-pollinations, both in the field and in the laboratory, through fluorescence microscopy, it was observed that the pollen tubes reached the ovule in 24 hours after fertilization, showing that *J. ulei* presents late-acting self-incompatibility.

Key Words: Phenology, Floral Biology, Xenogamy and Self-incompatibility

ÍNDICE

	Páginas
I – INTRODUÇÃO	
1 – Bioma Cerrado	
1. 1 - Caracterização, solo, clima e vegetação.....	01
2 – <i>Jacaranda ulei</i>	
2. 1 - Aspectos Taxonômicos (família, gênero e espécie) e Importância Econômica	05
3 – Fenologia	10
3. 1 - Biologia Reprodutiva	10
3.2 - Sistema de Incompatibilidade	13
3. 3 - Biologia da Polinização / Sistemas de Fertilização	15
3. 3. 1 - Autofertilização	15
3. 3. 2 - Fertilização Cruzada	15
3. 3. 3 - Relação Planta / Polinizador	16
4 – Objetivo	18
II – MATERIAL E MÉTODOS	
A - Procedimentos de Campo (2001 / 2002)	
1 – Áreas de Estudos	19
2 – Seleção dos Indivíduos para os Tratamentos	31
3 – Eventos Fenológicos	33
3.1 – Biologia Reprodutiva	33

3. 1. 1 – Morfologia das Inflorescências	33
3. 1. 2 – Fenologia da Floração	36
3. 1. 3 - Morfologia das flores	37
3. 1. 4 – Fenologia da Frutificação	37
3. 1. 5 – Estratégias Florais	40
B - Procedimentos de Laboratório (2001 / 2002)	
3. 1. 6 – Morfologia das flores	42
3. 1. 7 – Testes das Polinizações controladas	43
4 – Biologia Reprodutiva	44
A - Procedimentos de Campo	
4.1 – Receptividade Estigmática	44
4. 2 – Tratamentos Realizados (2001 // 2002)	46
4. 2. 1 – Polinização Cruzada (xenogamia)	46
4. 2. 2 – Polinização Autogâmica (autopolinização/geitonogamia)	47
4. 2. 3 – Polinização Automática (autopolinização espontânea).....	47
4. 2. 4 – Polinização Natural (controle)	50
4. 3 – Avaliação do Esforço Reprodutivo (%)	51
4. 4 – Morfologia dos Frutos	52
B - Procedimentos de Laboratório	
4. 5 – Contagem e Viabilidade dos Grãos de Pólen	53
4. 6 – Contagem do número de Óvulos	54
4. 7 – Razão Pólen / Óvulo	55
4. 8 – Aspectos Morfológicos e contagem das sementes.....	55
4. 9 – Viabilidade das Sementes (Germinação)	56

4.10 – Microscopia de Fluorescência: Crescimento dos tubos	
Polínicos	57
5 – Visitantes Florais	59
A - Procedimentos de Campo	
5.1 – Observações dos visitantes florais	59
5.2 – Coleta dos visitantes florais.....	59
B – Procedimentos de Laboratório	
5.3 – Montagem e análise dos visitantes florais	60
5.4 – Identificação e classificação dos visitantes florais	
.....	60

III – RESULTADOS

A - Procedimentos de Campo	
1 – Eventos Fenológicos	62
1.1 – Brotação, Caducifolia, Folhagem, Floração e Frutificação.....	
.....	62
2 – Biologia Floral	71
2.1 – Morfologia das Inflorescências	71
B - Procedimentos de Laboratório	
2.2 - Morfologia das Flores.....	72
A - Procedimentos de Campo	
2.3 - Estratégias Florais	78
2.3.1 - Processo de Realização da Antese	78
2.3.2 – Néctar	79
3 – Biologia Reprodutiva	86
3.1 – Receptividade Estigmática	86

3. 2 - Testes Experimentais (Polinizações Controladas 2001/2002)	87
3. 2. 1 – Polinização Cruzada (Xenogamia)	87
3. 2. 2 – Polinização Autogâmica (autopolinização / geitonogamia)	88
3. 2. 3 - Polinização Automática (autopolinização espontânea).....	88
3. 2. 4 – Polinização Natural (Controle)	89
3. 2. 5 – Avaliação do Esforço Reprodutivo (%)	93
B - Procedimentos de Laboratório	
3. 3 – Morfologia dos Frutos	100
3. 4 – Aspectos Morfológicos e contagem das Sementes.....	103
3. 5 - Viabilidade das Sementes (germinação).....	107
3. 6 – Contagem e Viabilidade dos Grãos de Pólen	110
3. 7 – Número de Óvulos	110
3. 8 – Razão Pólen / Óvulo	111
3.9 – Microscopia de Fluorescência: Crescimento dos Tubos	
Polínicos	115
4 – Visitantes Florais	122
A e B - Procedimentos de Campo / Laboratório	
4. 1 Identificação e Classificação dos visitantes florais de <i>J. ulei</i>	122

IV – DISCUSSÃO

1 – Fenologia da Floração	138
2 – Biologia Floral: Morfologia da Flor	146

3 – Biologia da Polinização	155
4 – Sistemas Reprodutivos	161
4. 1 – Sistema de Autoincompatibilidade	161
4. 2 – Esforço Reprodutivo (Frutificação)	166
4. 3 - Grãos de Pólen	181
V – CONCLUSÕES	184
VI – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	187

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Área de estudo: **(A)** Vista geral mostrando a vegetação do Cerrado *sensu stricto* constituinte; **(B)** presença de um indivíduo da espécie *Jacaranda ulei*..... 04
- Figura 2:** Distribuição do gênero *Jacaranda* na área do cerrado brasileiro
Fonte: Farias 2000..... 08
- Figura 3:** Distribuição da espécie *Jacaranda ulei* na área do cerrado brasileiro. Fonte: Farias 2000..... 08
- Figura 4:** Esquema geral apresentando a área de estudos – FAL (Fazenda Água Limpa), dentro do Distrito Federal com a localização Nacional – Brasil. Fonte: Barros 1989 21
- Figura 5:** Esquema geral da localização da área de estudo no Distrito Federal – Fazenda Água Limpa – FAL, evidenciando a localização das áreas correspondentes da presença dos indivíduos de *J. ulei*. Fonte: FAL (UnB) 22
- Figura 6:** Esquema: parcela de Cerrado *sensu stricto*: localizado no Campus Universitário Darcy Ribeiro, da Universidade de Brasília (UnB), próximo ao Centro Olímpico, área suporte N° 1 - de *J. ulei*. Fonte: designer Anderson Moraes – Prefeitura do Campus)..... 23

Figura 7: Mapa do Distrito Federal localizando uma parcela de Cerrado <i>sensu stricto</i> “Estação Biológica”, próximo e pertencente à Universidade de Brasília, área suporte Nº 2 da Biologia Reprodutiva desenvolvida com <i>J. uliei</i> . (Fonte: DER, FZDF e CODEPLAN).....	24
Figura 8: Localização da população de <i>J. uliei</i> em uma parcela de cerrado <i>sensu stricto</i> na cidade de Planaltina - DF - pertencente à Embrapa Cerrados: área suporte Nº 4, (Fonte: Embrapa - CPAC).....	25
Figura 9: Temperatura média (meses) observada na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com <i>J. uliei</i> , período: 2001 / 2002	28
Figura 10: Temperatura média (meses) observada na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com <i>J. uliei</i> , período: 2002 / 2003	28
Figura 11: Índice pluviométrico médio (meses) observado na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com <i>J. uliei</i> , período: 2001 / 2002	29
Figura 12: Índice pluviométrico médio (meses) observado na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com <i>J. uliei</i> , período: 2002 / 2003	29
Figura 13: Valores médios de Luminosidade (meses) observados na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com <i>J. uliei</i> , período: 2001 / 2002.....	30

- Figura 14:** Valores médios de luminosidade (meses) observados na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com *J. ullei*, período: 2002 / 2003 30
- Figura 15:** Indivíduos da espécie *J. ullei* na área de estudo, mostrando dois estágios simultâneos da vida da planta: **(A)** folhagem e floração; **(B)** folhagem e início da fase de frutificação..... 35
- Figura 16:** Indivíduos de *J ullei*: **(A)** inflorescência iniciando o desabrochamento das flores; **(B)** inflorescência em fase de pico da floração evidenciando a forma peculiar da corola..... 39
- Figura 17:** **(A)** e **(B)** Indivíduos de *J. ullei*: inflorescências mostrando o ensacamento com sacos de organza de nylon para os testes de polinização cruzada (xenogâmica), realizados no campo..... 48
- Figura 18:** Indivíduos de *J. ullei*: inflorescências mostrando os ensacamentos com sacos de organza de nylon: **(C)** teste de autopolinização manual (polinização autogâmica); **(D)** teste de autopolinização automática (autopolinização espontânea/autogâmica)..... 49
- Figura 19:** *J. ullei*: indivíduos apresentando as três fases de vida: **(A)** Aspecto da brotação com folhas expandidas e inflorescência terminal, **(B)** Pico de floração apresentando flores em antese e **(C)** Aspecto da brotação jovem e inflorescência com frutos produzidos na floração passada e sem folhas (caducifolia) 64

Figuras 20: Fenologia da floração de um indivíduo da população de *J. ulei* na Fazenda Água Limpa (FAL) – (UnB – DF), período: setembro a outubro de 2001, evidenciando o pico de floração..... 66

Figura 21: Fenologia da floração da população de *J. ulei* na Fazenda Água Limpa (FAL) – (UnB – DF), período: agosto a novembro / 2001, evidenciando o pico de floração..... 66

Figura 22: Fenologia da floração de um indivíduo da população de *J. ulei* na Fazenda Água Limpa (FAL) – (UnB – DF), durante o mês de setembro de 2002, evidenciando o pico de floração..... 67

Figura 23: Fenologia da floração da população de *J. ulei* na Fazenda Água Limpa (FAL) – (UnB – DF), período: agosto a novembro / 2002, evidenciando o pico de floração..... 67

Figuras 24: Fenologia da Floração e da Frutificação de *J. ulei* no cerrado do Distrito Federal – dados dos Herbários (exsicatas): UB (Universidade de Brasília), HEPH (Jardim Botânico de Brasília) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)..... 70

Figura 25: Fenologia da Floração e da Frutificação de *J. ulei* no cerrado dos estados brasileiros: Goiás, Bahia, Piauí, Minas Gerais e Maranhão - dados dos Herbários (exsicatas): UB (Universidade de Brasília), HEPH (Jardim Botânico de Brasília) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)..... 70

Figura 26: (1): Morfologia das Inflorescências, **(A)** Distribuição das flores na panícula, **(B)** diagrama mostrando o arranjo espiralado da inflorescência em dicasio, (Ilustração: C. S. Caires) 75

Figura 26: (2): Morfologia da Flor. **(C)** flor aberta mostrando a inserção dos verticilos reprodutivos, **(D)** ápice globular do estaminódio com seus tricomas aglandulares, **(E)** porção mediana do estaminódio mostrando seus tricomas heterogêneos glandulares, **(F)** base da corola da flor mostrando a inserção dos estames didínamos. (Ilustração: C. S. Caires)..... 75

Figura 27: Morfologia da Flor: **(A)**, **(B)** e **(C)** seqüência de distensão das anteras até a sua abertura (antese e pós-antese); **(D)**, **(E)** e **(F)** seqüência de abertura do estigma (antese e pós-antese); **(G)** nectário floral na base do ovário; **(H)** ovário em corte longitudinal mostrando sua placentação e **(I)** ovário em corte transversal, também mostrando a placentação (Ilustração: C. S. Caires)..... 76

Figura 28: Estágios da abertura (antese) das flores de *J. ulei*: **(A)** e **(B)** botão em pré-antese (03h00); **(C)** e **(D)** início do processo de antese com os dois lobos superiores da corola semi-distendidos (03h35); **(E)** e **(F)** semi-distensão dos dois lobos laterais da corola (03h55); **(G)** e **(H)** semi-distensão do lobo inferior da corola mostrando um formato de funil da flor (04h20); **(I)** distensão total de todos os lobos da corola e apresentação dos verticilos vegetativos e reprodutivos da flor (04h55) (Ilustração: C. S. Caires)..... 82

- Figura 29: (A) e (B)** Flores de *J. ulei* mostrando predação por ataque e colonização de fungos (Análise: Prof^o. Dr. Jean Kleber de Abreu Mattos) 85
- Figura 30:** Esquema gráfico do Sucesso Reprodutivo de 2001 (setembro a dezembro) das polinizações controlada e natural de *J. ulei* – FAL (UnB), apresentando apenas os tratamentos que obtiveram seus frutos formados. 91
- Figura 31:** Esquema gráfico do Sucesso Reprodutivo de 2002 (setembro a dezembro) das polinizações controlada e natural de *J. ulei* – FAL (UnB), apresentando apenas os tratamentos que obtiveram seus frutos formados 92
- Figura 32:** Sucesso reprodutivo de *J. ulei*. **(A) e (B)** Frutos provenientes do tratamento de polinização cruzada (xenogamia) do ano de 2001 (março/2002). (Fotos: C. S. Caires & C. L. Ramalho) 96
- Figura 33:** Sucesso reprodutivo de *J. ulei*, mostrando frutos provenientes da polinização natural do ano de 2001. **(A)** Indivíduo com alta produção; **(B)** indivíduo com baixa produção..... 97
- Figura 34:** Frutificação: Indivíduo de *J. ulei* que floriu no final do período de floração (2002), mostrando produção superior aos outros indivíduos desta floração. **(A)** Vista frontal dos frutos de todas as inflorescências e **(B)** vista lateral da frutificação total, (Fotos: colaboração: J. G. Paiva)..... 99

- Figura 35:** Morfologia dos frutos de *J. ulei*: **(J)** fruto fechado mostrando aspecto externo do pericarpo, **(K)** fruto aberto mostrando a inserção das sementes e o tamanho das mesmas, (Ilustração: C. S. Caires)..... 101
- Figura 36:** Indivíduo de *J. ulei* mostrando duas fases de frutificação (2000 / 2001) e brotamento da folhagem e floração para a terceira frutificação (2002)..... 101
- Figura 37:** Predação dos frutos de *J. ulei*. **(A)** Envolvendo apenas o pericarpo e realizada por coleópteros. (Foto: colaboração: J. G. Paiva); **(B)** envolvendo o pericarpo até as sementes. (Foto: Fausto: Laboratório de fotografia do IB)..... 102
- Figura 38:** Frutos abertos de *J. ulei*, mostrando a disposição e a predação das suas sementes. **(A)** sementes saudáveis; **(B)** sementes predadas: valva esquerda (total) e valva direita (parcial) (Fotos: Fausto: Laboratório de fotografia do IB).....105
- Figura 39:** Frutos de *J. ulei* na área de estudos (FAL), mostrando o tipo de deiscência e ocorrência autocórica de dispersão das suas sementes..... 106
- Figura 40:** Escala de germinação das sementes de *J. ulei*. **(1)** antes da germinação; **(2)** surgimento da radícula, **(3)** surgimento das folhas cotiledonares; **(4)** surgimento do segundo par de folhas; **(5)** os dois pares de folhas cotiledonares e a radícula desenvolvidos, no momento do plantio. (Foto: Prof. Dr. Jean Kleber A. Mattos)..... 109

Figura 41: Grãos de pólen das flores de *J. ulei*, após coloração com o corante Alexander, para observação da viabilidade polínica. **(A)** e **(B)** mostrando sua estrutura tricolpada; **(C)** evidenciando seus colpos liberando o tubo polínico; e **(D)** mostrando um dos colpos em vista lateral - (aumento: 40 X) 112

Figura 42: **(A)** Grãos de pólen das flores de *J. ulei*, após coloração com o corante Alexander e **(B)** disposição no estigma após a clarificação com NaOH (8 M) e coloração com azul de anilina (microscopia de fluorescência: aumento: 40 X).....113

Figura 43: Óvulos das flores de *J. ulei* após clarificação com NaOH (8 M) e coloração com azul de anilina 0,01% em água: **(A)** disposição nos ovários (microscopia de fluorescência: aumento: 10 X); **(B)** mostrando a abertura da micrópila (microscopia de fluorescência: aumento: 40 X)..... 114

Figura 44 (1): Tubos Polínicos provenientes dos tratamentos de polinização cruzada das flores de *J. ulei*, em ramificação ao longo do estilete: **(A)** e **(B)** mesmo gineceu, **(C)** outro gineceu (aumento: 40 X)..... 117

Figura 44 (2): Tubos Polínicos: polinização cruzada (continuação): **(D)** ramificação entre a base do estilete e o ápice do ovário, **(E)** penetração de tubos polínicos na micrópila dos óvulos (aumento: 10 X) e **(F)** tubo polínico penetrando na micrópila do óvulo, após 24H00 da realização da polinização (aumento: 40 X)..... 118

Figura 45: Tubos Polínicos provenientes dos tratamentos de autopolinização das flores de *J. ulei*, alcançando o ovário após 24h00 da polinização, **(A)** um gineceu, **(B)** e **(C)** outro gineceu.....119

Figura 46: **(A)** Tubos polínicos provenientes de polinização natural ao longo do estilete (um gineceu), **(B)** Tubos polínicos provenientes de polinização natural alcançando a micrópila dos óvulos (outro gineceu).
.....120

Figura 47: **(A)** Grãos de pólen no estigma das flores de *J. ulei*, após clarificação com NaOH (8 M) e coloração com azul de anilina, provenientes de polinização natural (aumento 10 X); **(B)** Plugs de calose no estilete proveniente de polinização cruzada (aumento: 40 X).....121

Figura 48: Visitantes florais: **(A)** Polinizadores efetivos das flores de *J. ulei*. Hymenoptera (Abelhas): **(1)** *Trigona spinipes* Fabricius, **(2)** *Augochloropsis smithiana* (Schrottkyi), **(3)** *Apis mellifera* Linneaus **(4)** *Epicharis schrottkyi* (Friese), e **(5)** *Bombus atratus* Franklin..... 126

Figura 48: **(B)** Polinizadores ocasionais: Hymenoptera (Abelhas): **(1)** *Oxaea flavescens* Klug, **(2)** *Augloropsis* sp., **(3)** *Ceratina* sp., **(4)** *Eucerini* sp.,126

Figura 49: Visitantes Florais Pilhadores: **(A)** Hymenoptera *Xylocopa virescens* Lepeletier (Abelha), **(B)** Lepidoptera: **(1)** *Aguna albistria aubistria* (Borboletas) e **(2)** *Michaelus thordesa* (Mariposa).....127

Figura 50: (A) *Trigona spinipes* Fabricius agindo como pilhador, (B) *Ceratina* sp. também agindo como pilhador e (C) Fenda promovida pelos visitantes pilhadores das flores de *J. ulei* com o objetivo de coletar seus recursos: grãos de pólen e néctar..... 128

Figura 51: Indivíduo de *J. ulei* pós plantio das sementes dos frutos originados do tratamento manual de polinização cruzada, as quais foram utilizadas e observadas no processo de germinação no laboratório de sementes da Faculdade de Agronomia da UnB..... 186

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01: Número de indivíduos trabalhados e por tratamento, em Biologia Reprodutiva e Polinização de <i>Jacaranda ulei</i> Bureau & K. Schum: período: 2001 / 2002 / 2003 - FAL (UnB - DF).....	32
Tabela 02: Período de floração de <i>J. ulei</i> na Fazenda Água Limpa (FAL) - (UnB – DF), período: 2001 / 2002.....	66
Tabela 03: Morfologia floral e padrão de produção de néctar pelas flores de <i>J. ulei</i> , período: 2001 / 2002 na Fazenda Água Limpa (FAL) - (UnB - DF)	77
Tabela 04: Medidas (em cm) dos botões florais, das flores e dos respectivos verticilos vegetativos e reprodutivos de <i>J. ulei</i>	77
Tabela 05: Sucesso reprodutivo proveniente das polinizações controlada e natural realizadas em <i>J. ulei</i> na Fazenda Água Limpa (FAL) - (UnB – DF), setembro a dezembro / 2001.....	91
Tabela 06: Sucesso reprodutivo proveniente das polinizações controlada e natural realizadas em <i>ulei</i> na Fazenda Água Limpa (FAL) - (UnB - DF), setembro a dezembro / 2002	92

Tabela 07: Número de frutos observados do sucesso reprodutivo natural: iniciados, abortados, desenvolvidos (maturados), a partir de 20 dias após início da floração até a maturação, com as respectivas taxas de aborto dos anos de 2001 / 2002 na Fazenda Água Limpa (FAL) – (UnB – DF).

Período: setembro a dezembro de cada ano. 95

Tabela 08: Germinação *in vitro* das sementes de *Jacaranda ulei* provenientes de polinizações controlada (cruzada) e natural. Laboratório de Sementes - FAV - UnB, período: junho / julho de 2002..... 109

Tabela 09: Categoria e frequência de visitantes florais de *Jacaranda ulei*, na Fazenda Água Limpa (FAL) - (UnB - DF), no período de floração: setembro a novembro de 2001 / 2002..... 125

I - INTRODUÇÃO:

1 - Bioma Cerrado: Caracterização, Solo, Vegetação e Clima

A vegetação do cerrado em sua extensão, diversidade e riqueza tem sido objeto de inúmeras investigações florísticas e ecológicas, principalmente durante os últimos 50 anos (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger 1988).

O cerrado é a “principal vegetação endêmica como savana” no Brasil Central, o qual cobre cerca de 1,5 milhão de km² (Alvim e Araújo 1952 *Apud* Barros 1989), tendo sido considerado uma formação primitiva de vegetação (Rizzini 1979), datando por cerca de 40 milhões de anos (Ratter 1986).

O Bioma cerrado, localizado no Planalto Central do Brasil já ocupou uma área de aproximadamente 2. 000. 000 km², sendo considerado o segundo maior bioma e domínio morfoclimático do Brasil e da América do Sul, representando cerca de 25% do território brasileiro (Dias 1990). O cerrado se distingue da caatinga por não apresentar uma queda simultânea das folhas em todas as plantas. Segundo este autor, isto indica que a queda de folhas nas plantas do cerrado não está ligada à deficiência de água no solo, pois se assim fosse, seria simultânea e ocorreria sempre no período seco, como na caatinga (Ferri 1961). Ocorre em altitudes que variam de 300 m a 1600 m, tanto em latossolos de áreas sedimentares como em terrenos cristalinos e ainda em solos concrecionários por grandes extensões (Farias 2000), cuja maior parte é profunda, bem drenada e distrófica, com fertilidade baixa devido à lixiviação sob regime de chuvas abundantes (Haridasan 1990).

A flora de cerrado é formada por 42% de espécies peculiares (cerradões), de 58% de espécies acessórias (outras formações vegetais) e 11% de repetições (espécies de mais de uma formação). No cerrado, os gêneros dominantes são: *Bombax*, *Miconia*, *Byrsonima*, *Annona*, *Aspidosperma*, *Cássia*, *Myrcia*, *Qualea*, *Didymopanax*, *Eugenia*, *Jacaranda*, *Machaerium*, *Roupala* e *Vochysia*, porém encontrando-se diversos gêneros vicariantes com aqueles da floresta Amazônica, como: *Anacardium*, *Bowdichia*, *Dipteryx*; assim como são encontrados em formações lenhosas, como é o caso de *Jacaranda* (Rizzini 1963) (Figura 1A e 1B).

Quanto ao clima, a ocorrência dos cerrados como também das matas é, de qualquer modo, limitada pela disponibilidade de água. A precipitação varia de 600 mm a 2.200 mm anuais, resultando em clima estacional onde o estresse hídrico é elevado na estação seca (Adámoli *et al.* 1986). O clima dominante da região é o tropical quente sub-úmido (Aw), caracterizado por forte sazonalidade, e o tropical de altitude (Cw), em serras e altos planaltos com sensíveis quedas de temperatura (Filgueiras *et al.* 1990). A vegetação do cerrado atinge um clímax ecológico mais ligado a fatores de natureza edáfica do que climática (Souza Reis 1971), sendo que este não desempenha papel expressivo no estabelecimento dessa formação vegetal (Camargo 1963). A umidade do ar atinge 85% no período chuvoso e é menor que 40% no inverno, quando pode chegar a 15% (Pinto 1990).

O cerrado é um ambiente que aparece em áreas das mais diferentes condições climáticas, e ocupando áreas contínuas no Brasil central, abrangendo os estados de Goiás, Tocantins e Distrito Federal, continuando em partes dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo. Ocorre também em áreas disjuntas no Amapá, Pará, Roraima e em "pequenas ilhas" no Paraná. Fora do Brasil, ocupa áreas na Bolívia e Paraguai (Farias 2000). Apresenta-se desde uma região com clima megatérmico úmido, como é o caso das "ilhas" de cerrado da Amazônia, até regiões caracterizadas pelo clima quente e úmido (tropical), com estação chuvosa de verão e seca de inverno (junho / agosto) (Souza Reis 1971).



Figura 1: Bioma Cerrado:: Área de estudo: (A) Vista geral mostrando a vegetação do Cerrado *sensu stricto* constituinte; (B) presença de um indivíduo da espécie *Jacaranda ulei*.

A vegetação do cerrado do Distrito Federal foi bem descrita fisionomicamente por Eiten (1984) e floristicamente por Filgueiras & Pereira (1990). Após quatro décadas da fundação de Brasília, foi realizada a avaliação multitemporal de 1954 a 1998, da perda de cobertura vegetal no Distrito Federal e da diversidade florística na Reserva da Biosfera do Cerrado (Unesco 2000). A paisagem atual no Distrito Federal apresenta-se amplamente fragmentada. Os maiores remanescentes da vegetação nativa encontram-se nas Áreas de Preservação Ambiental (APA), dentre elas, está a Área das bacias dos córregos Gama e Cabeça de Veado, com 7.691 ha, na qual encontra-se a Fazenda Água Limpa da UnB (FAL), (SEMARH 2000).

Um traço peculiar de algumas plantas dessa vegetação é a propagação vegetativa, por meio do xilopódio e troncos subterrâneos, devido ao fato de que estas estruturas estocam nutrientes e água para permitir que a planta sobreviva na estação seca e durante ou após o fogo (Barros 1989).

2 - *Jacaranda ulei* Bureau & K. Schum: Aspectos Taxonômicos e Importância Econômica

A família Bignoniaceae é especialmente apropriada para estudos ecológicos, sendo bem representada em muitos habitats tropicais diferentes. A maioria das suas espécies tem grande importância ecológica em meio ambiente seco, e cujos habitats são bem definidos, mas existem espécies tanto em florestas úmidas como secas (Gentry 1976).

A família Bignoniaceae, que tem a preferência climática como carácter determinante apresenta um padrão de distribuição marcado por

nichos específicos baseados nos parâmetros hídricos, edáficos, estratégias de polinização e sazonalidade de floração (Gentry 1976).

De acordo com Joly (1983), a família é constituída por plantas lenhosas, arbustivas, subarbustivas ou arbóreas e também trepadeiras (lianas), as quais freqüentemente possuem gavinhas foliares e apresenta ampla distribuição nas regiões tropicais de todo o mundo, sendo especialmente freqüente nos trópicos americanos.

De acordo com Gentry (1976), poucas espécies de Bignoniaceae se desenvolvem em áreas acima de 1000 m de altitude, como ocorre na Costa Rica e Panamá.

As espécies constituintes da família Bignoniaceae apresentam importância econômica dentro dos parâmetros da economia nacional e internacional devido à sua exportação, para obtenção de seus produtos derivados, além do potencial ornamental para o paisagismo.

As diferentes formas de morfologia floral entre as Bignoniaceae, permite a correlação com quatro grupos distintos de vetores de pólen: morcegos, beija-flores, abelhas (pequeno, médio e grande portes) e borboletas. As Bignoniaceae são polinizadas por abelhas de grande e médio portes, estas últimas são atraídas por quatro diferentes estratégias fenológicas, sendo delas a mais comum o tipo “cornucópia” que é o ocorrente com a espécie *Jacaranda ulei* (Gentry 1976).

Segundo Croat (1969), Frankie *et al.* (1973), Heithaus (1974), competição por recursos de polinizadores, ainda que seja difícil de ser medido experimentalmente em plantas de comunidades complexas, é provavelmente um fator maior e diversamente determinante em plantas de comunidades tropicais e que foi também evidenciado existir entre as Bignoniaceae (Gentry 1976).

O gênero *Jacaranda* Juss., com cerca de 47 espécies (Gentry 1980), inclui plantas de porte arbóreo, arbustivo e subarbustivo, em formações florestais e savânicas, e tem sua distribuição restrita à região neotropical (Gentry 1980, Vieira *et al.* 1992), sendo bem distribuído no bioma Cerrado (Figura 02), pertence à tribo Tecomeae que é parafilética e ocorre no Velho e Novo Mundo, com a maioria das espécies distribuídas nas Américas. Dentre as espécies do gênero *Jacaranda*, encontram-se 39% que ocorrem em biomas brasileiros e em outros países da América do Sul, enquanto que só 29% alcançam outros biomas brasileiros, com 26% das espécies restritas ao Bioma Cerrado (Farias 2000).

O gênero *Jacaranda*, apresenta várias espécies cuja importância econômica envolve os aspectos medicinais e seu grande poder ornamental, assim como *Jacaranda mimosaeifolia* Don que é conhecida no Estado do México como planta ornamental e é encontrada nos jardins da cidade, exibindo suas grandes flores violetas. Da mesma forma a população local usa suas flores como medicinal, das quais se extrai o remédio usado para o tratamento de dores, a partir da extração de um líquido claro, amarelado, após a fervura das flores em água (Pérez-González 1994).

Do mesmo modo, as folhas de *Jacaranda brasiliiana* Pers. são usadas na forma de chás para combater as afecções cutâneas, as boubas, o reumatismo, a sífilis, a desinteria amebiana, além de serem utilizadas na forma de pó para o combate a úlceras, aplicando-o por cima da mesma. E ainda com a casca da raiz prepara-se um chá de ação sudorífica (Rodrigues & Carvalho 2001).

Jacaranda ulei Bureau & K. Schum (Bignoniaceae) é uma espécie subarbustiva nativa do cerrado e comumente conhecida como caroba e

carobinha-do-campo (Joly 1983), cuja distribuição é normalmente nos cerrados que apresentam altitude em torno de 600 m a 1500 m. A espécie tem populações com representação no cerrado brasileiro correspondente aos estados de Mato Grosso, Goiás, Tocantins, Bahia, Piauí, Distrito Federal, Minas Gerais e Maranhão (Figura 03).

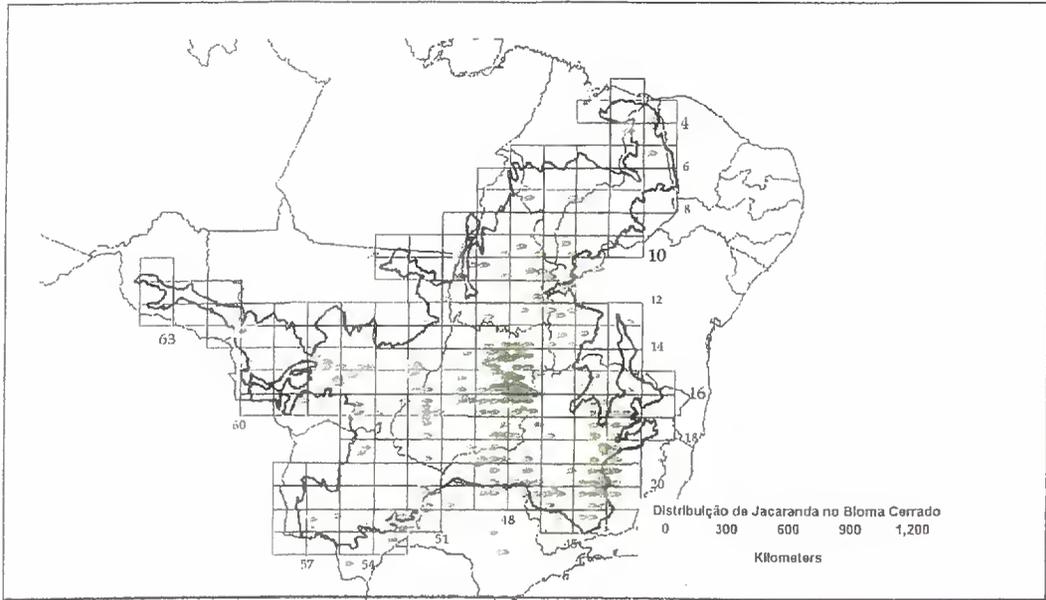


Figura 02: Distribuição do gênero *Jacaranda* no bioma Cerrado.

Fonte: Farias 2000.

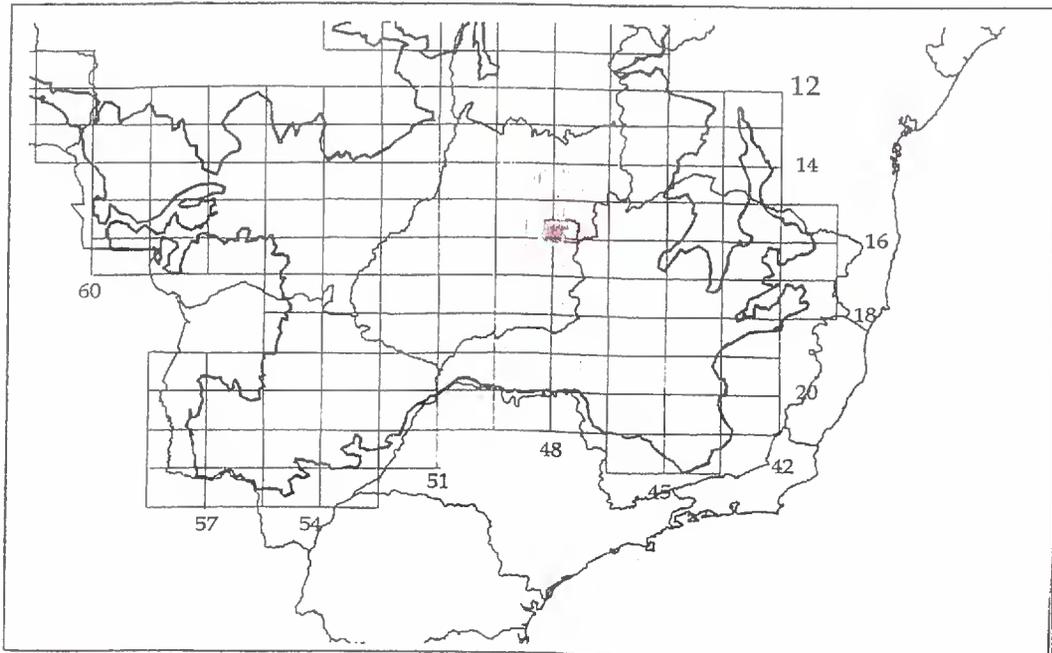


Figura 03: Distribuição da espécie *Jacaranda ulei* no bioma Cerrado.

Fonte: Farias 2000.

Jacaranda ulei é também conhecida como uma planta medicinal. Seu uso é explorado juntamente com muitas outras espécies, tendo em vista que desde tempos mais remotos, dada a necessidade, o homem aprendeu a selecionar plantas que serviriam para os mais diversos fins, inclusive enfermidades, resultante do avanço da indústria farmacológica que forma grande parte dos medicamentos mais utilizados.

J. ulei é utilizada na medicina popular para o tratamento dos problemas de reumatismo e coluna, com a utilização de suas folhas, nas quais é encontrado o princípio ativo para o tratamento destas enfermidades (Barros 1981/1982). Para a obtenção do princípio ativo, suas folhas podem ser usadas em infusão, decocção, como cataplasma, compressa ou maceração e transformadas em pó para tintura ou xarope. Assim feito, está pronto para que seja aplicado como remédio, através das formas de ingestão, banho, aplicação local e inalação (Mattos 1996; Emater 1988).

No Brasil, a utilização das estruturas vegetais na moderna fabricação de medicamentos chega a índices altos e muito importantes, o que vêm comprovar a eficiência dos efeitos fitomedicamentosos e a confirmação acerca dos princípios ativos encontrados nas plantas tradicionalmente usadas na medicina popular (Barros 1981/1982).

Jacaranda copaia ou caroba-do-mato, *J. cuspidifolia* ou jacarandá-branco, *J. macrantha* ou carobão, *J. micrantha* ou paraparaí, são ótimas para plantios mistos em áreas de preservação permanentes, além de serem usadas para a fabricação de instrumentos musicais, cabos de ferramentas, postes, estruturas de móveis, saltos de calçados etc, de acordo com a consistência de sua madeira (Lorenzi 1992).

3 – Fenologia

A Fenologia é o estudo da ocorrência dos eventos biológicos periódicos relacionados às variações climáticas na vida das plantas (Abreu 2001).

O estudo do fenômeno da fenologia e a relação desta para com o clima e as mudanças de estações, é um foco central de diferentes aspectos da ecologia (Lang *et al.* 1984).

A fenologia é um aspecto importante da biologia de populações porque caracteriza cada espécie e está relacionada à dinâmica de interações interespecíficas como competição, herbivoria, polinização e frugivoria. Os ciclos de crescimento e de reprodução da planta são cruciais para o entendimento do funcionamento do ecossistema e têm papel relevante no manejo e conservação de vegetações nativas, sendo os padrões ou eventos fenológicos considerados de forte influência no sucesso reprodutivo das plantas (Abreu 2001).

Os dados dos eventos fenológicos apresentados por *Jacaranda ulei*, parecem estar relacionados com as variações climáticas da região do cerrado, que são caracterizadas por uma estação chuvosa (outubro/abril), quando esta apresenta seu período de floração, e uma estação seca (maio/setembro), o qual corresponde ao período de maturação dos seus frutos (Farias 2000).

3.1 – Biologia Reprodutiva

Informações sobre a biologia reprodutiva fazem parte do conhecimento básico dos ecossistemas tropicais, mostrando-se importantes para o manejo e conservação dos recursos naturais (Afonso

1997). A grande maioria destes estudos na região tropical, foram efetuados em matas secas decíduas ou semidecíduas e em matas úmidas (Bawa *et al.* 1985). Além disso, o conhecimento do sistema reprodutivo de plantas é indispensável para se compreender a dinâmica do fluxo gênico e a microdiferenciação em populações naturais (Bawa 1974), e é de importância fundamental em estudos da evolução e genética populacional (Afonso 1997).

Aspectos da biologia das Bignoniaceae indicam uma longa história de co-evolução com vários grupos de animais, sendo que algumas diversificações evolutivas na família estão também relacionadas com estas interações (Gentry 1974). Diferenças da fenologia reprodutiva entre indivíduos ou populações podem diminuir o número de cruzamentos dentro da população, afetando então a diversidade genética na população (Abreu 2001).

Estudos de polinização podem ser ainda de grande importância na compreensão da estrutura de comunidades vegetais (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988), sendo utilizados em estudos de regeneração de áreas degradadas, manejo de populações naturais e preservação ambiental (Kevan & Baker 1983; Sazima & Sazima 1989; Bawa 1990).

De acordo com Bawa (1973), um conhecimento de métodos reprodutivos é essencial para um entendimento da forma do fluxo gênico e a diferenciação genética dentro e entre as populações.

A maioria dos estudos sobre biologia da polinização, no Brasil, enfoca espécies vegetais de cerrado (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Oliveira & Sazima 1990; Oliveira *et al.* 1991), de campos rupestres (Sazima & Sazima 1990), ou floresta atlântica (Sazima & Sazima 1980; Fischer *et al.* 1992). Há estudos sobre polinização na caatinga que é

uma formação vegetal com mudanças sazonais drásticas, à exceção do estudo sobre *Jatropha gossypifolia* (Ormond *et al.* 1984) e mais recentemente, sobre espécies de *Angelonia* (Vogel & Machado 1991).

Os estudos sobre populações em comunidades tropicais têm sido incrementados nas últimas décadas, cuja maioria, concentra-se na investigação de algum grupo de polinizadores e sua relação com a vegetação local de seu ambiente (Firetti 2001). A maioria dos estudos de biologia reprodutiva de plantas neotropicais, têm sido conduzidos em florestas de terrenos baixos. Sendo assim, estes projetos que incluíram estudos da fenologia, observações florais, coleta de visitantes florais, controlaram a polinização para determinar o sistema de produção delas e a germinação de sementes (Lumer 1982).

No Brasil, estudos dos sistemas sexuais e reprodutivos são predominantemente estudados a nível de espécie (Bergallo 1990, Andrade *et al.* 1996). Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger (1988), realizaram um dos principais estudos pioneiros com respeito aos sistemas de polinização em uma comunidade como um todo, em áreas de cerrado nos Estados de São Paulo, Mato Grosso e Minas Gerais, assim como Barros (1989), que também realizou um trabalho pioneiro sobre biologia da polinização e sistema de produção de quatorze gêneros com espécies simpátricas no cerrado do Brasil Central. Em seguida, Proença e Gibbs (1993), realizaram um estudo analisando a biologia reprodutiva de oito espécies da família Myrtaceae, dentro de uma comunidade arbórea em cerrados do Distrito Federal.

3. 2 – Sistemas de Incompatibilidade

A auto-incompatibilidade foi descrita pela primeira vez por Köelreuter (1764 *apud* Arasu 1968, p. 2), e ainda hoje muitos trabalhos são feitos na tentativa de elucidar as estruturas, funções e interações dos genes que a controlam, assim como definir que tipo e em que espécies a incompatibilidade está atuando (Gibbs 1988, 1990). Este sistema pode ser definido como uma interrupção, em alguma das etapas do processo de fertilização entre a aderência do grão de pólen no estigma e o desenvolvimento do embrião (Ramos 1999).

A autoincompatibilidade requer polinização cruzada para que ocorra a formação da semente, sendo mais comumente encontrada em angiospermas (Lewis 1979; Ganders 1979; Pandey 1960, 1979 *apud* Real 1983).

A maioria das espécies de angiospermas possui flores hermafroditas funcionais e geralmente falham em produzir sementes quando são autopolinizadas. Muitos são estritamente limitados à fertilização cruzada devido à presença de um tipo de auto-rejeição em que a autopolinização não resulta em auto-fertilização. Contudo, mesmo polinizações cruzadas entre certos grupos de indivíduos da mesma espécie, também podem ser ineficientes (Ramos 1999; Seavey & Bawa 1986).

Em muitas plantas autoincompatíveis, o crescimento do tubo polínico é inibido sobre o estigma ou dentro do estilete (Seavey & Bawa 1986). Todavia, um número crescente de exemplos acumulados na literatura, vem mostrando que tubos polínicos incompatíveis não são inibidos antes de chegarem ao ovário, em alguns casos penetrando até nos óvulos (Gibbs 1988).

Segundo Lewis (1979), este tipo de sistema de auto-incompatibilidade denominado de “Ação Tardia de Auto-Incompatibilidade (ATAI)”, resulta em perda de óvulos e pode assim ser incomum e denominada de “incompatibilidade ovular ou pós-zigótica”, sendo que esta não é tão rara como é geralmente acreditado, e devido a sua freqüência, percebe-se que o fenômeno merece maior atenção do que tem recebido.

A autoincompatibilidade ovariana, considerada de ação tardia, pode operar antes ou depois da fertilização, de acordo com as revisões de auto-incompatibilidade, antes observadas em *Theobroma cacao*, tendo esta sido referida como anômala e agora revista por Ramos (1999). O conhecimento do sistema de ação tardia pode ser reconhecido sobre quatro tipos de sítios onde a reação ocorre: 1) inibição ovariana antes do óvulo ser alcançado, como em *Hemerocalis*; 2) inibição da pré-fertilização no óvulo, como em *Theobroma cacao* (Cope 1962); 3) inibição ovular (Seavey & Bawa 1986) e 4) rejeição pós-zigótica, como em *Asclepias syriaca*.

Os sistemas de autoincompatibilidade ocorrendo no óvulo, são denominados de incompatibilidade gametofítica, no qual o pólen não carregará a fertilização para fora dos carpelos, que têm o mesmo S-alelo que o grão de pólen (Ornduff 1969). Este sistema ocorre na família Bignoniaceae, mais especificamente em algumas espécies do gênero *Jacanda* (Vieira *et al.* 1992) e do gênero *Tabebuia* (Barros 1989). A combinação de heteromorfismo floral e auto-compatibilidade não é usual, desde que a maioria das espécies arbóreas que têm sido estudadas, têm se mostrado auto-incompatíveis (Abreu 2001).

3. 3 – Biologia da Polinização / Sistemas de Fertilização

3. 3. 1 – Autofertilização:

É um processo que foi descoberto por Kölreuter e Sprengel (1764), e apresenta um evidente valor adaptativo, ao invés de ser considerado um processo ocasional. A autopolinização continuada conduz à inflexibilidade genética podendo então limitar a amplitude ecológica da população, e para a manutenção das linhagens puras, homozigóticas, isoladas por grande número de gerações. Muitas ervas anuais, de ambientes altamente perturbados têm características que coincidem com uma alta incidência de auto-fertilização, sendo esta uma maneira de assegurar que a falta de polinização cruzada não limitará a produção de sementes (Faegri & van der Pijl 1979).

3. 3. 2 - Fertilização Cruzada:

As plantas hermafroditas, por evolução, adquiriram a capacidade de controlar a auto-fertilização, evitando-a ou reduzindo-a a um baixo nível. É interessante notar que, a reprodução sexual, ao mesmo tempo que introduz na descendência genes derivados de outros indivíduos, favorecendo a possibilidade de surgirem genótipos mais adaptados a diferentes ambientes, também destrói, na meiose, genótipos já provados naquele ambiente.

A estrutura da população é um importante fator ecológico relacionado com a fertilização cruzada. De acordo com os estudos para medição da distribuição do pólen em relação à fonte, chegou-se à conclusão de que mais de 90% é depositado dentro de um raio de 01 m a

auto-incompatibilidade genéticos e bioquímicos podem controlar esse fenômeno, mas porém atingindo a fertilização.

Estudos sobre um sistema de produção de co-ocorrência em espécies de plantas nos trópicos o qual participam polinizadores, têm atraído um grande número de botânicos e ecólogos (Stiles 1975; Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Saraiva *et al.* 1988; Barros 1992, 1996, 1998; Oliveira & Gibbs 1994; Proença & Gibbs 1994; Barros 2001).

Na família Bignoniaceae, estudos sobre a biologia da polinização e o sistema de produção revelaram algum discernimento de co-evolução com os seus vetores de pólen, como foi observado em *Catalpa speciosa* (Stephenson 1980); *Campsis radicans* (Bertin 1982); *Tabebuia caraiba* e *Tabebuia ochracea* (Barros 1989); *Jacaranda caroba* (Vieira *et al.* 1992); *Pyrostegia venusta* (Gobatto-Rodrigues & Stort 1992); *Tabebuia caraiba* (Gibbs & Bianchi 1993); *Tabebuia chrysotricha* (Vitali & Machado 1995); *Tabebuia aurea* e *T. ochracea* (Barros 2001).

4 – Objetivos

No presente trabalho, o objetivo geral foi acompanhar aspectos da Fenologia da Floração, investigando a Biologia Floral da espécie *J. ulei*, para que se possa informar à comunidade científica sobre os resultados observados quanto a mais uma espécie estudada dentro do processo da Biologia da Polinização.

Um objetivo com características mais específicas, foi observar e investigar os eventos da Biologia Reprodutiva de *J. ulei*, acompanhando a frutificação, visando contribuir com informações sobre as formas reprodutivas desta espécie, as quais são essenciais para sua conservação ecológica e para sua utilidade como planta medicinal.

Estudar a ecologia da polinização da espécie *J. ulei*, tendo em vista os eventos ocorrentes nos vários processos de polinização realizados e a eficácia dos métodos, em prol da biologia reprodutiva e conseqüente perpetuação da espécie.

II - MATERIAL E MÉTODOS

A - Procedimentos de Campo (2001 / 2002)

1 - Áreas de Estudos:

A escolha do local de estudo foi determinada de acordo com a ocorrência de uma boa população da espécie escolhida, *Jacaranda ulei*, dentro de uma área razoavelmente bem definida.

O trabalho de campo foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade de Brasília, Fazenda Água Limpa / FAL, de 15 de agosto de 2001 a 31 de maio de 2003, quando foram contados os frutos maturados e suas sementes. Esta situa-se a 15° 56' S, 47° 56' W, pertence à Universidade de Brasília (Ratter 1991) e possui uma área de aproximadamente 2.340 ha (SEMARH 2000). Na FAL, a média pluviométrica anual é de 1.300 mm, e suas variações de altitude são de 1.200 m na BR-251/ RFFSA a 1.032 m no Ribeirão do Gama/Taquara (Ratter 1991) (Figuras 04).

Além desta área principal para o desenvolvimento dos trabalhos, foram escolhidas também três áreas suportes. A primeira, ocorrente em cerrados do Centro Olímpico da Universidade de Brasília (Figura 05), cuja extensão corresponde a cerca de 0,5 km² de reserva de cerrado do Distrito Federal, correspondente ao Campus Universitário da Universidade de Brasília, e com uma população correspondente a cerca de 47 indivíduos de *J. ulei*. A segunda área, na Estação Biológica (Figura 06), cuja extensão corresponde a cerca de 0,7 km² aproximadamente de reserva do cerrado do Distrito Federal, próximo e pertencente à Universidade de Brasília,

localizando-se a 05 km da Universidade, o qual apresenta uma população correspondente a cerca de 140 indivíduos. A terceira área, corresponde à reserva de cerrado da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA-CPAC) do Distrito Federal (Figura 07), que situa-se a 30 km da Universidade, na cidade de Planaltina-DF, cuja população de *J. ulei* corresponde a cerca de 150 indivíduos, numa área de cerrado denominada "Chapada", com aproximadamente 0,98 ha de área (Fonte: EMBRAPA Cerrados - CPAC).

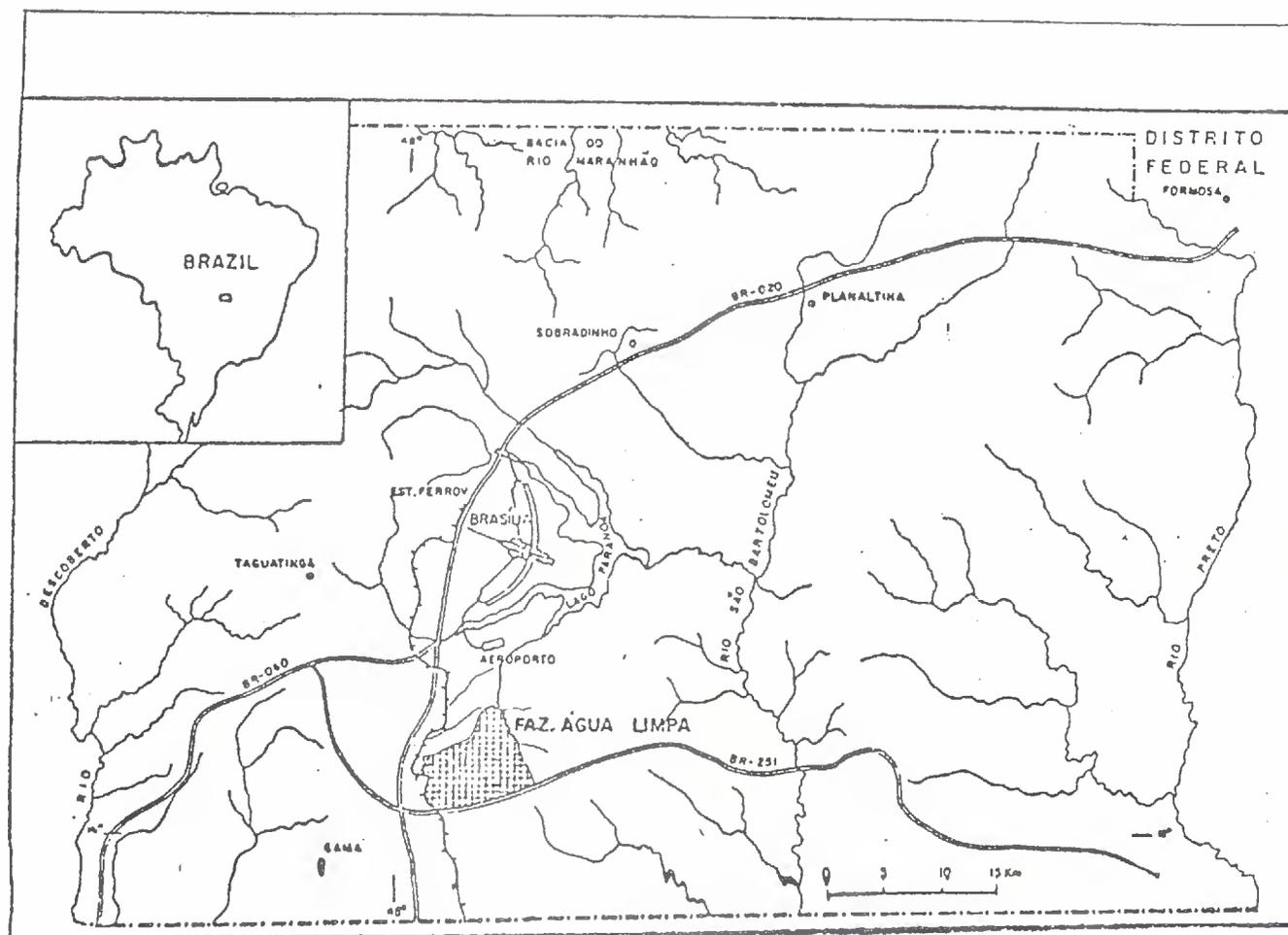


Figura 4: Localização da área de estudos da Fazenda Água Limpa – FAL, no Distrito Federal com observação no território Nacional – Brasil.

Fonte: Barros 1989.

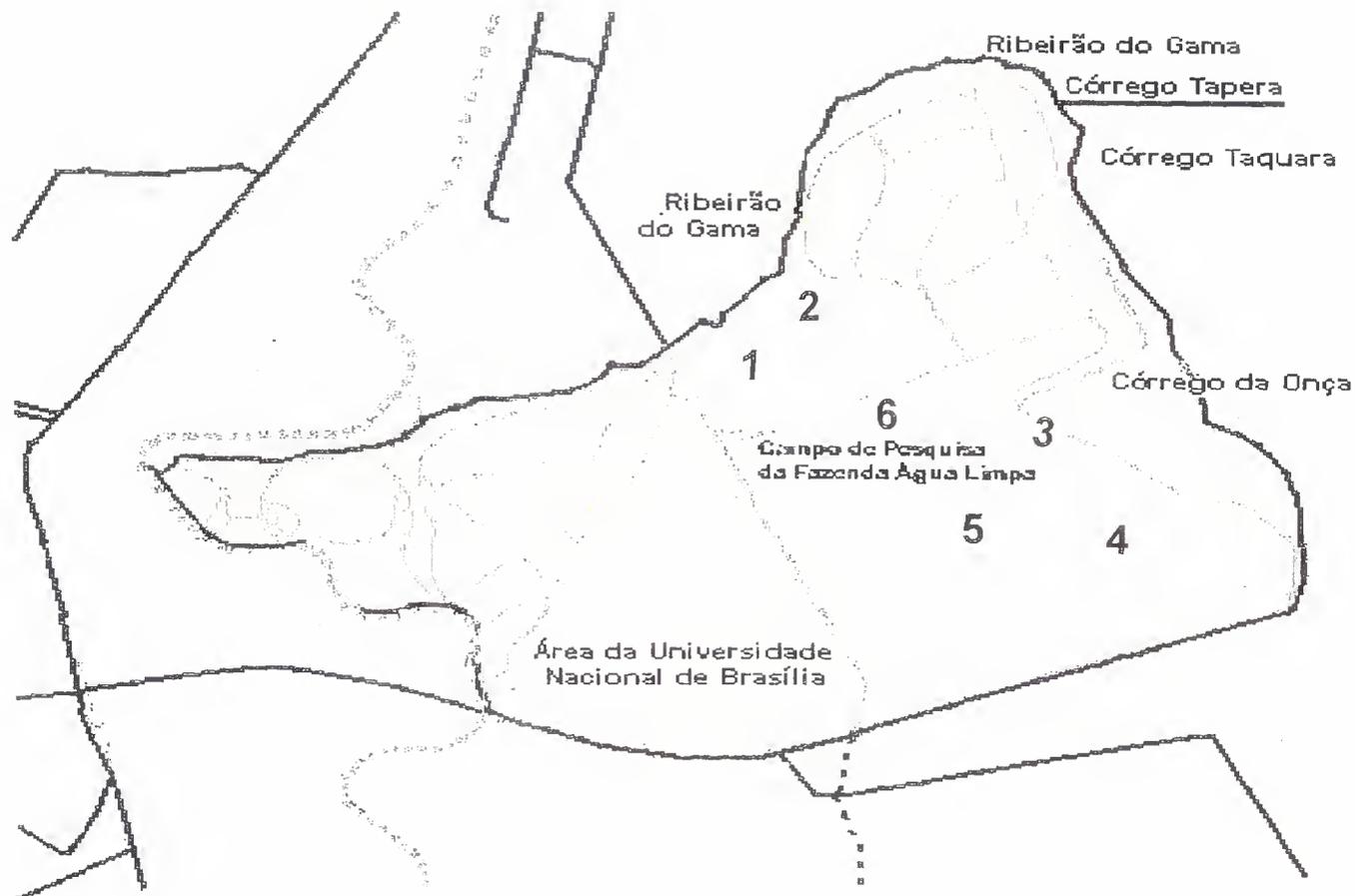


Figura 5: Esquema da área de estudos no Distrito Federal – Fazenda Água Limpa – FAL, localizando as parcelas de cerrado (1, 2, 3, 4, 5 e 6), correspondentes das populações da espécie *J. ulei*, trabalhadas em 2001 / 2002 / 2003.

Fonte: FAL (UnB - DF).



Figura 6: Parcela de Cerrado *sensu stricto* no DF localizando o Campus Universitário Darcy Ribeiro – (UnB), próximo ao Centro Olímpico (CO): área suporte Nº 1.

Fonte: Anderson Moraes (Designer) - Prefeitura do Campus –

Colaboração: Sérgio "Alex" Vieira.

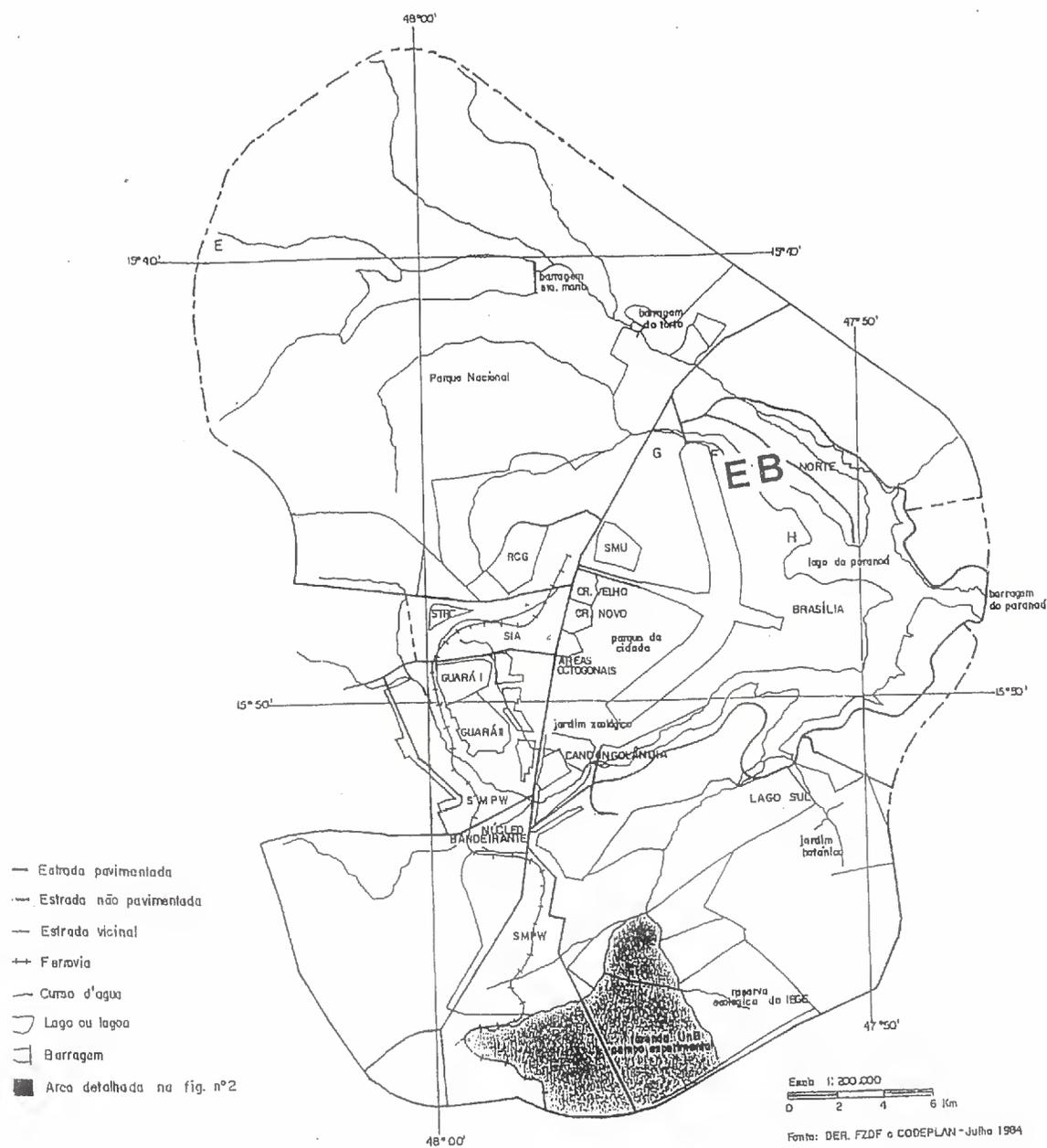


Figura 7: Mapa do Distrito Federal localizando uma parcela de Cerrado *sensu stricto* correspondente à "Estação Biológica" (EB), próximo e pertencente à Universidade de Brasília - área suporte Nº 2 de *J. ulei*.

Fonte: DER, FZDF e CODEPLAN.

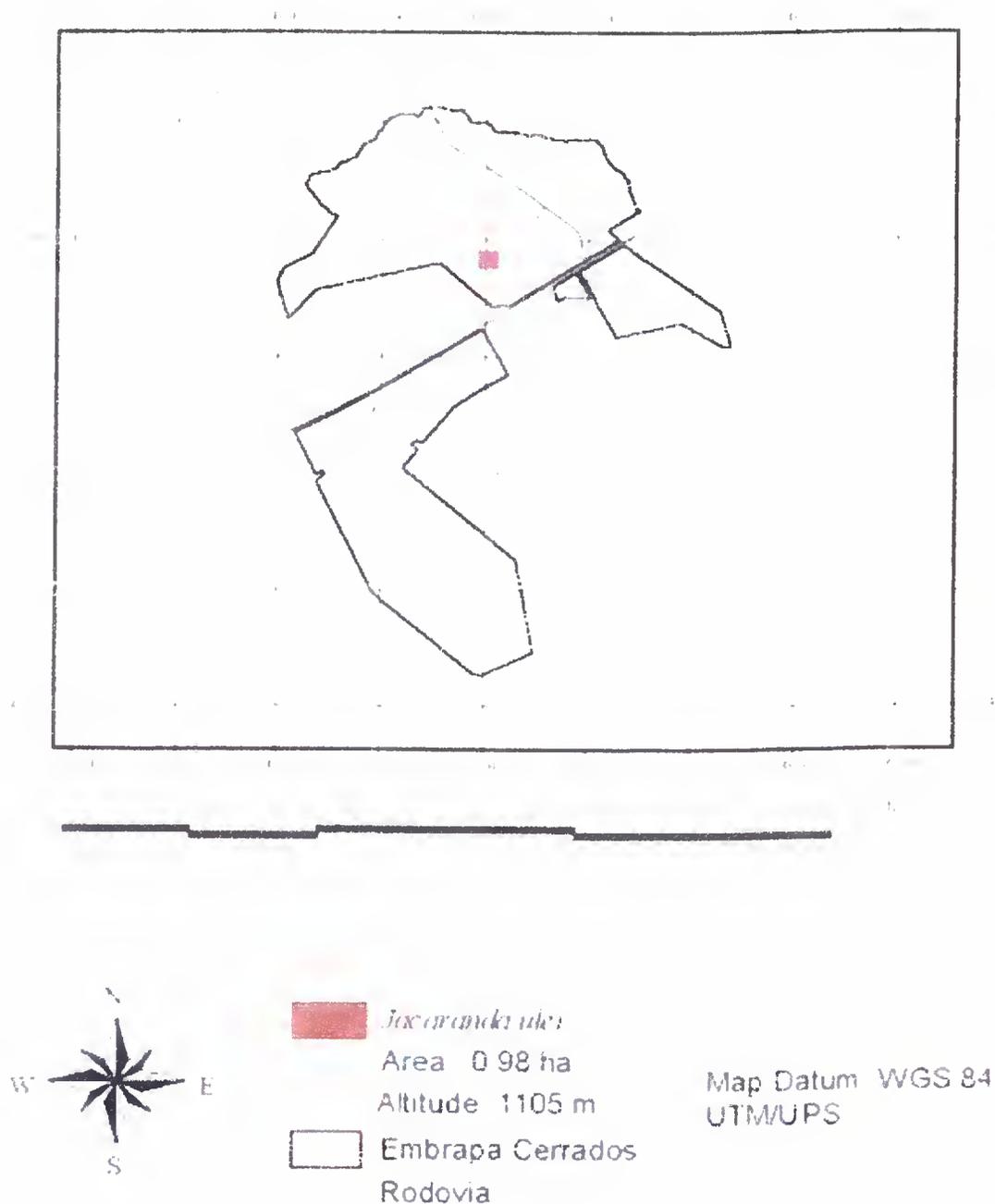


Figura 8: Localização da população de *J. ulei* em uma parcela de cerrado *sensu stricto* na cidade de Planaltina - DF - pertencente à Embrapa Cerrados: área suporte Nº 4.

Fonte: Embrapa – CPAC – Colaboração: Sérgio “Alex” Vieira.

A FAL é formada por uma vegetação que consiste de cerrado, em todas as suas características fisionômicas, além de matas de galeria e veredas.

Esta faz parte da Área de Proteção Ambiental, (APA) das Bacias do Gama e cabeça do Veado, tendo no seu interior as Áreas Relevantes de Interesse Ecológico (ARIEs) Capetinga/Taquara, também denominadas Estação Ecológica da Universidade de Brasília. Sua sede está distante 32 km a SW do Campus Universitário Darcy Ribeiro.

É uma Fazenda apropriada para o estabelecimento de uma reserva ecológica formada pelas áreas vegetativas de: a) Cerrado, no qual encontram-se vegetações de reserva de cerrado, reserva de cerradão, transetos, campo de murundus, cerrado da borda de ambientes úmidos, cerrado de *Luhea paniculata* (Ratter 1977 *In*: Ratter 1991), campo cerrado dos montes e ambientes ruderais na área do cerrado, cujas espécies são arbustivas e arbóreas próprias de cerrado; herbáceas e arbustivas (de pequeno porte), também próprias do cerrado; b) Campo, cuja vegetação é do tipo campo úmido, campo seco dos montes entre outros campos; c) Mata de galeria, na qual encontra-se o Córrego da Onça, que apresenta a vegetação marginal, cabeceira de mata de galeria brejosa e mata de galeria alagada. Também encontra-se nesta mata o Córrego Capitinga, apresentando uma vegetação de zona marginal, vegetações de interior de mata além das outras áreas da mata; e ainda o Córrego Taquara, que apresenta vegetação de mata na sua cabeceira (Ratter 1978 *In*: Ratter 1991); ressaltando-se que o tipo de vegetação dominante na referida fazenda, é a vegetação de cerrado, nas suas várias formas.

A população da espécie *J. ulei* na FAL, é encontrada numa área correspondente ao cerrado aberto e é formada por indivíduos que variam

de 0,50m a 2,60m de comprimento, cujo tamanho médio é cerca de 1,50 m de altura.

De acordo com a maior frequência da espécie *J. ulei* na área da FAL, foram selecionadas e marcadas seis parcelas de cerrado para o desenvolvimento dos trabalhos, as quais situam-se nas áreas próximas e correspondentes a 0,700 km² cada uma, e apresentando uma população cuja constituição em número de indivíduos corresponde a: a) parcela próxima acima da sede da Fazenda (cerca de 197); b) parcela anterior à correspondente aos pinheiros (cerca de 95); c) parcela próxima ao Olho d'água da onça (cerca de 25); d) parcela de acesso à Reserva Ecológica do IBGE (cerca de 163); e e) parcela perpendicular à do Olho d'água da onça (cerca de 76); e f) parcela correspondente à do Olho d'água da onça (cerca de 254). Foram encontrados cerca de 810 indivíduos de *J. ulei* constituindo a área de trabalho, e este conjunto de parcelas de cerrado perfazem uma área total de aproximadamente 5 Km².

Dados referentes à precipitação (índice pluviométrico), temperatura média e índice de luminosidade da área principal de estudos e correspondentes ao período de trabalho nos anos de 2001, 2002 e 2003, foram obtidos na Estação Meteorológica da Universidade de Brasília, localizada na referida Fazenda Água Limpa (FAL) e estão expostos nas figuras: 9, 10, 11, 12, 13 e 14.

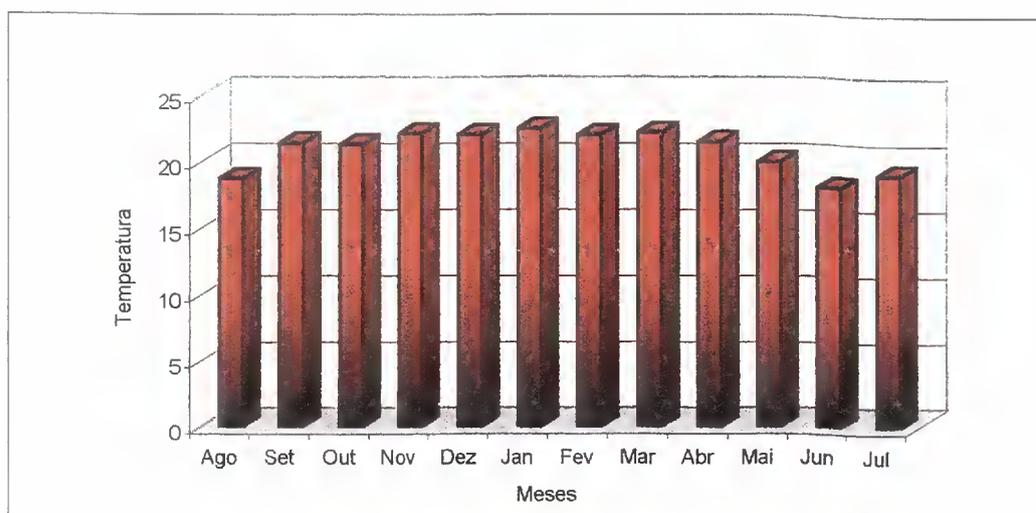


Figura 9: Temperatura média (meses) observada na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com *J. ulei* – 2001 / 2002

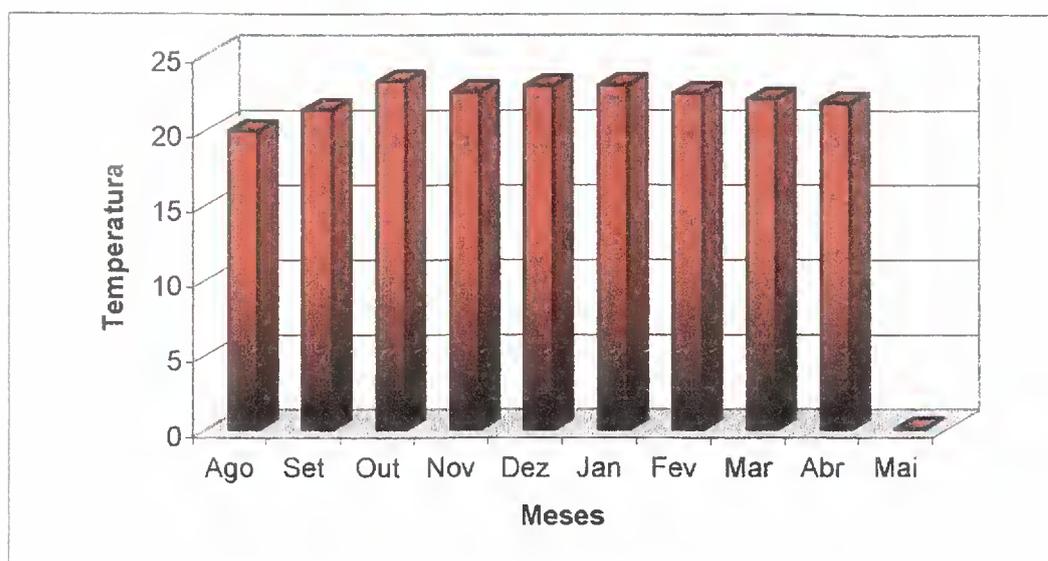


Figura 10: Temperatura média (meses) observada na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com *J. ulei* – 2002 / 2003

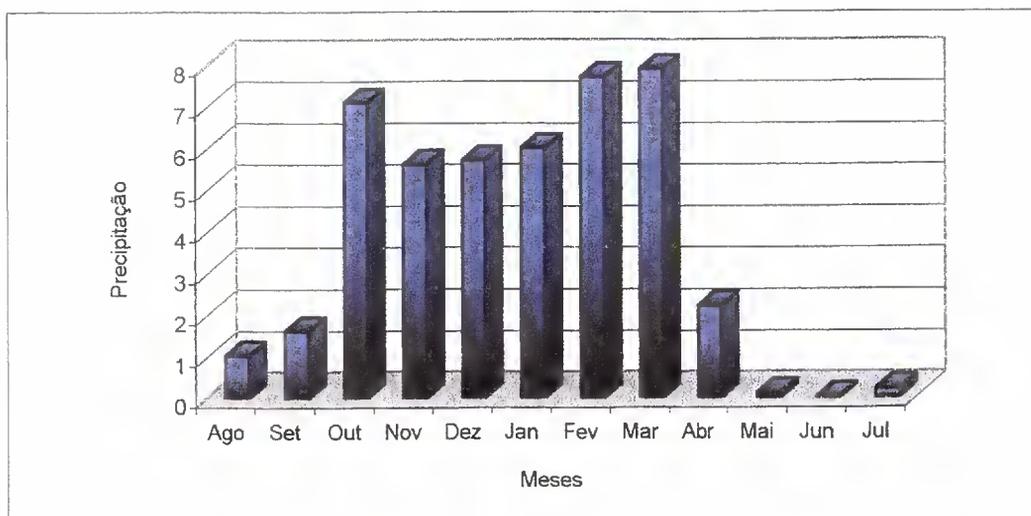


Figura 11: Índice pluviométrico médio (meses) observado na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com *J. ulei* – 2001 / 2002

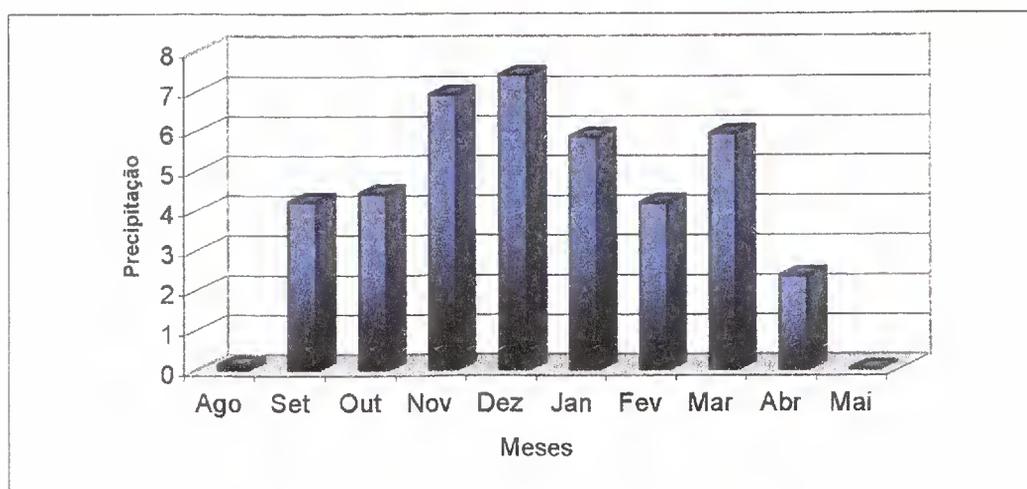


Figura 12: Índice pluviométrico médio (meses) observado na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com *J. ulei* – 2002 / 2003

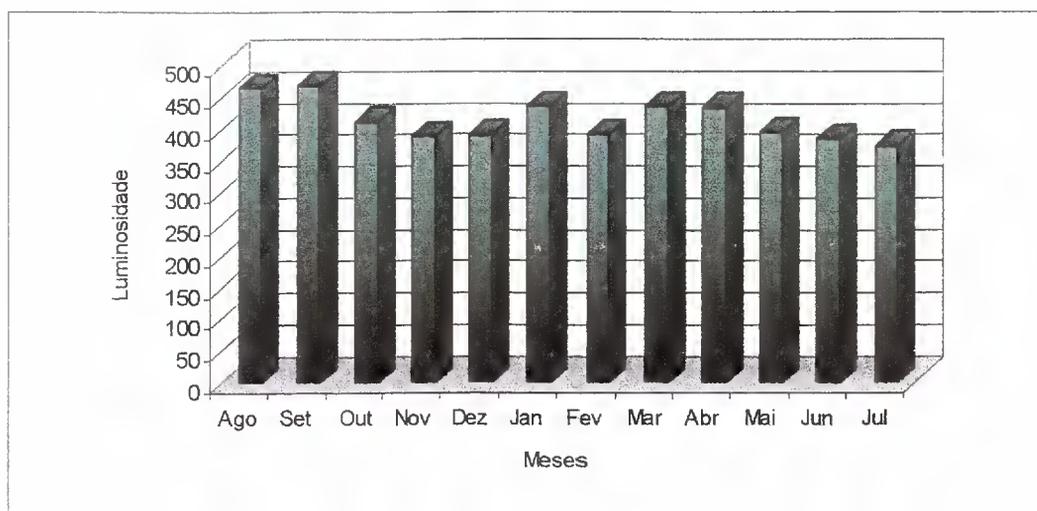


Figura 13: Valores médios de luminosidade (meses) observados na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com *J. ulei* – 2001 / 2002

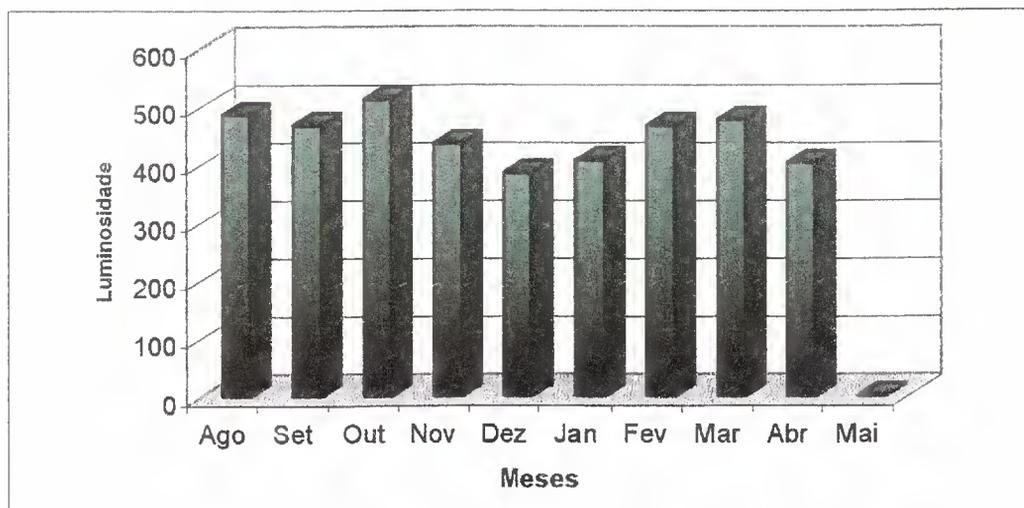


Figura 14: Valores médios de luminosidade observados na FAL durante o desenvolvimento dos trabalhos com *J. ulei* – 2002 / 2003

Inicialmente, para a documentação dos eventos fenológicos referentes à floração e frutificação de *J. ulei*, foi previamente feito um levantamento das exsicatas de herbários. Foram visitados os herbários da Universidade de Brasília (UB); do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e do Jardim Botânico de Brasília (HEPH), nos quais foram também levantados dados referentes às datas das coletas, nome do coletor, o local da coleta e o tipo de ambiente nos quais foram encontradas e coletadas as referidas amostras da espécie *J. ulei*.

2 – Seleção dos Indivíduos para Realização dos Tratamentos

Para os trabalhos do ano de 2001 foram marcados 55 indivíduos, sendo os tratamentos: a) Polinização Natural (n=11); b) Polinização Automática (n=6); c) Polinização Cruzada (n=11); d) Autopolinização Manual (n=9); e) Suporte das polinizações cruzadas (n=3); f) fenologia da floração (n=9). Outros indivíduos (n=6) foram marcados para observação da ocorrência dos eventos quanto à Biologia Floral, como: realização da antese, medição da concentração de açúcares do néctar, observação da presença dos agentes polinizadores e visitantes florais, estudos da protandria e protoginia de acordo com o amadurecimento dos órgãos reprodutivos, e para a caracterização morfológica floral e da inflorescência de *J. ulei*.

Para o ano de 2002 foram marcados 43 indivíduos, que foram divididos em quatro tratamentos: a) para nova observação da ocorrência dos eventos fenológicos como no ano anterior; b) para observação quanto ao horário da presença de néctar; c) para os testes de receptividade estigmática; e d) para a realização da polinização cruzada com grãos de

pólen trazidos de indivíduos da área suporte do CPAC (Planaltina / DF). Ainda no ano de 2002, além destes, foram selecionados e marcados outros indivíduos (n=30) na área de trabalho (FAL), para a realização dos testes de laboratório, referentes às polinizações cruzadas e autopolinizações, para posterior observação do crescimento do tubo polínico ao microscópio de fluorescência, usando-se a técnica de Martin (1959), nos horários pré-determinados correspondentes à: 24, 48, 72 e 96h00 pós polinizações.

Tabela 01: Número de indivíduos trabalhados e por tratamento, em Biologia Reprodutiva e Polinização de *J. ullei* Bureau & K. Schum, nos anos de 2001 / 2002 / 2003 na FAL (UnB).

Tratamentos	Nº indiv. 2001	Nº indiv. 2002	Nº infloresc. /indiv/ 2001	Nº infloresc. /indiv/ 2002	Nº flores indiv/ 2001	Nº flores Indiv/ 2002
Polinização cruzada	11	7	20	10	1972	1289
Autopolinização	9	9	21	16	1832	1517
Polinização automática	6	7	8	7	537	698
Polinização natural	11	7	12	19	1311	1216
Suporte/ polinz/cruada	3	---	---	8	---	587
Polinização FAL / CPAC	---	5	---	67	---	773
Polinização / Laboratório	---	30	---	---	---	---
Individuos obs. sucesso reprod. Natural	5	10	---	---	---	---
Eventos Fenológicos	15	13	---	---	---	---

Total de indivíduos (2001/2002) = 55 (2001) + 43 (2002) + 30 (lab./02) + 15 (sucés./reprod. 01/02.) + 5 (poliniz. cruz. FAL/CPAC 02) = 148

Durante a realização dos trabalhos, foram coletados e herborizados ramos florais, frutíferos e com apenas folhagens, de indivíduos tanto da área de desenvolvimento do experimento como das áreas suporte. As exsiccatas foram depositadas como espécimes-testemunhos no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade de Brasília, sob os números de coleta, Ribeiro (de 11.696 a 11.710).

3 - Eventos Fenológicos

3. 1 - Biologia Reprodutiva

Inicialmente foi registrado o hábito de cada planta, a organização da inflorescência, o comportamento da flor durante a antese e o número de flores abertas diariamente por inflorescência.

3. 1. 1 - Morfologia das inflorescências

A morfologia das inflorescências foi documentada para observação da arquitetura e de como as estratégias florais ocorrem. Para este estudo, foi selecionado um indivíduo que ainda estava em fase de desenvolvimento e tinha suas inflorescências no estágio inicial de formação, permitindo que se fizesse o acompanhamento do desenvolvimento das mesmas. Os dados referentes ao surgimento da primeira gema foliar, dos botões florais, e as medidas relativas ao seu tamanho, foram tomados desde a data inicial de suas formações, e durante todo o seu desenvolvimento até a abertura de seu último botão floral, para a determinação do padrão de floração para a espécie.

Durante todo o período em estudo da floração de *J. ulmi*, tanto em 2001 como em 2002, à medida que os indivíduos marcados iniciavam a floração, fez-se a contagem e as anotações referentes ao número de inflorescências por indivíduo, com a contagem do número de botões florais e de flores por inflorescência e por indivíduo (Figuras 15 A e 15 B).



Figura 15: Indivíduos da espécie *J. ulei* na área de estudos, mostrando dois estágios simultâneos do ciclo de vida da planta: **(A)** folhagem e floração; **(B)** folhagem e iniciação da fase de frutificação.

3. 1. 2 - Fenologia da Floração

No campo, foram delimitadas cinco fenofases: a) brotação do novo ramo e da folhagem simultaneamente ao início da brotação da inflorescência, (correspondente ao aparecimento dos primórdios foliares até folhas de coloração verde clara); b) aparecimento dos botões florais (início de sua formação até a pré-antese); c) floração (fase correspondente àquela na qual as flores estavam abertas e apresentando todos os seus verticilos florais); d) frutificação (caracterizada pelo período desde o início do desenvolvimento do fruto - entumescimento do ovário, até o estágio de maturação e deiscência); e) breve caducifolia (caracterizada pela ausência de folhas - folíolos) nos ramos dos indivíduos de *J. ulei*.

Em 2001, foram observadas as fases de início, meio e fim da floração. O início desta foi considerado, quando os primeiros indivíduos apresentaram-se com botões florais. A fase que é chamada de "pico", foi considerada quando a intensidade da fenofase atingiu mais da metade da intensidade máxima de floração, o qual correspondeu a um percentual de cerca de 50% mais um dos indivíduos marcados, em flor, enquanto que o fim desta fenofase foi considerado quando as últimas flores de um indivíduo qualquer entravam no processo de senescência.

Nos anos de 2001 e 2002; os indivíduos previamente selecionados e etiquetados na área de estudo (n=148), foram observados destacando-se uma maior frequência no início, durante a realização dos experimentos, tendo sido estas diárias por quase dois meses.

Durante as observações, flores que apresentaram manchas brancas e enrugamento, foram coletadas, acondicionadas em recipientes contendo álcool 70% (algumas) e água destilada (outras), as quais foram levadas para análise fitopatológica, sob os cuidados da Prof^o. Dr. Jean Kleber de

Abreu Mattos, da Faculdade de Agronomia e Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB).

3. 1. 3 – Morfologia das Flores

O estudo da morfologia das flores começou pela análise dos botões florais, das flores recém-abertas e também das senescentes no campo. Para isto, 37 botões florais foram marcados com linhas coloridas, e medidos com o auxílio de uma fita métrica, anotando-se os seus tamanhos de acordo com o horário os quais fossem marcados e medidos, para no dia seguinte fazer-se as devidas observações fenológicas.

3. 1. 4 – Fenologia da Frutificação

A partir do surgimento dos frutos, estas observações passaram a ser feitas a cada 48h00 para a medição destes em desenvolvimento, durante três semanas, tornando estas observações semanais durante a maior parte do experimento, sendo eventualmente quinzenais ou mensais, para o acompanhamento da maturação, deiscência e coleta dos frutos como também para a contagem do número de sementes produzidas por fruto.

Estes acompanhamentos durante as fases de floração e frutificação foram realizados também nos indivíduos das três áreas suportes, em 2001 e 2002: Centro Olímpico (n=16/14), Estação Biológica (n=29/24) e Embrapa (n=18/20), para as devidas observações quanto à formação dos frutos oriundos do processo de polinização natural. Foi feita a contagem dos frutos que aos poucos iam sendo abortados. Foi realizada também nas áreas do Centro Olímpico e da Estação Biológica, o processo da polinização automática, no ano de 2001, tendo sido para isto, ensacadas

as inflorescências de dois e três indivíduos em cada área respectivamente. Estes foram observados por cerca de quatro meses até a queda do último pistilo, com visitas semanais inicialmente, para o acompanhamento de ambas as fases, passando para quinzenais e eventualmente mensais até o aborto total dos pistilos ou a maturação e deiscência dos frutos, caso tivessem sido formados, e conseqüente contagem das sementes produzidas que seriam levadas para o processo de germinação.

No ano de 2002, além do acompanhamento da floração e frutificação no processo natural (controle) na área da Embrapa, foram coletados vários botões florais em pré-antese, de 5 indivíduos de *J. ulmi* previamente marcados e ensacados, para utilização dos seus grãos de pólen no cruzamento com flores de alguns indivíduos da área da FAL. Outros 3 indivíduos, foram marcados e ensacados com sacos de organza de nylon para realização da polinização automática (espontânea), nesta área.

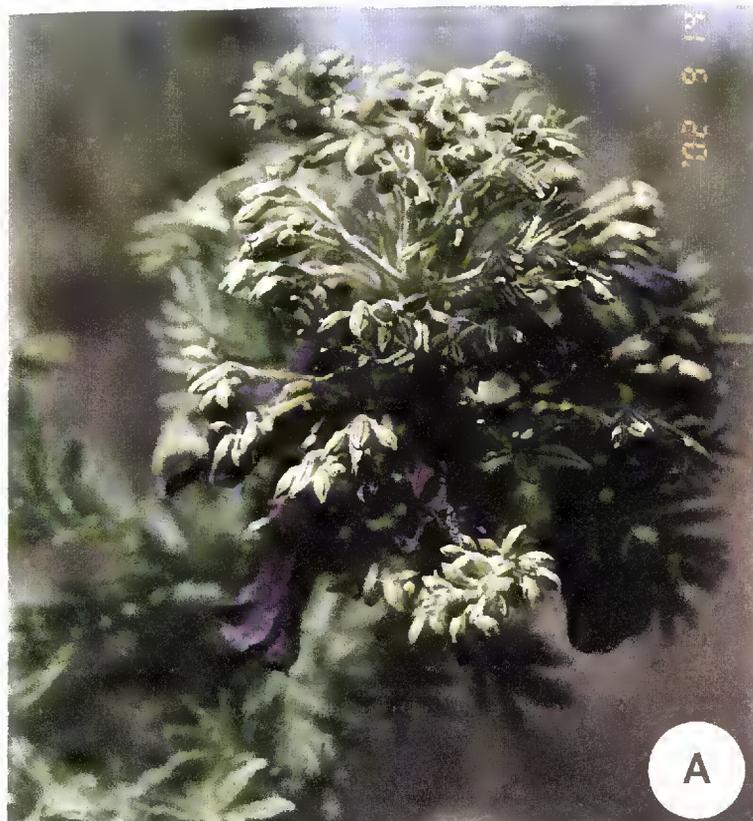


Figura 16: Indivíduos de *J. ullei*: (A) inflorescência iniciando o desabrochamento das flores; (B) inflorescência em fase de pico da floração evidenciando a forma peculiar da corola.

3. 1. 5 - Estratégias Florais

Foram também acompanhados no campo as estratégias florais de *J. ulei*, referentes à: arquitetura das flores, contraste ou convergência das peças florais, antese, organização das peças florais e suas adaptações, seqüência de abertura das flores, assim como a disponibilidade de pólen, néctar, odor, horário da produção do néctar e o amadurecimento dos verticilos reprodutivos da flor.

Em 2001, os botões florais marcados foram também utilizados para medir seu tamanho aproximado, no momento da antese, durante três dias consecutivos.

Quanto ao horário da antese e do número de flores que abrem por dia, utilizou-se de cinco dias e de diferentes horários para sua observação. Foram observados 15 indivíduos com botões em pré-antese, sendo estes (n=165) botões florais acompanhados até o desabrochamento total das flores, e os horários correspondentes anotados, fazendo-se um esboço da seqüência da antese e analisando a duração da flor e da receptividade estigmática.

A presença de néctar nas flores de *J. ulei* contou com a observação dos botões florais em pré-antese, nas flores em antese, nas flores recém-abertas (abertas há 30 minutos) e flores abertas a algumas horas (de 5 a 10h00) e, naquelas abertas a 24h00 e 48h00 (senescentes), utilizando-se de cerca de 10 botões florais, de diferentes indivíduos, localizados em pontos diferentes correspondentes às parcelas de cerrado da área de desenvolvimento dos trabalhos.

Foi observada a presença do néctar em 27 flores abertas no dia, enquanto que para as observações após 14h00 da antese, foram utilizadas

8 flores, após 24h00 foram utilizadas 33 flores e após 48h00 da antese, foram utilizadas 11 flores, após 72h00 da antese, apenas 4 flores encontravam-se ainda no ramo (senescentes), e foram utilizadas. As inflorescências foram previamente ensacadas nesta fase de desenvolvimento dos botões florais, e em diferentes horários, desde o momento que finalizava a antese até cerca de quatro horas pós-antese, para as flores de medição do néctar do dia de sua abertura. Cada botão coletado era submetido a uma cisão em sua corola do ápice à base, com o auxílio de uma lâmina de bisturi, para observar-se a presença do néctar.

Para a estimativa da concentração de açúcar no néctar das flores de *J. ulmi*, nos anos de 2001 e 2002 foi utilizado um refractômetro de bolso do tipo **ATAGO N1 (Brix 0-32%)** (*sensu* Inouye *et al.* 1980).

Dentro dos espaços de tempo já citados, algumas horas após a realização da antese, algumas flores foram retiradas das inflorescências e, separadamente, uma a uma foi sendo pressionada suavemente sobre a superfície do prisma do referido refractômetro, para a liberação do néctar. Este procedimento se deu em vários horários do dia, sendo: a) pela manhã, entre 7h00 e 7h30 e às 10h30 até 11h30; b) à tarde, entre 13h30 e 14h30, e às 16h00, e ainda ao anoitecer, às 18h00, considerando também o tipo climático (presença de sol ou chuva) e a temperatura do dia e das horas as quais foram feitas estas medidas.

No ano de 2002, acrescentou-se a estas observações, a medida do volume do néctar, em alguns horários do dia como: pela manhã (07h30), à tarde (14h00) e ao anoitecer (18h30). Para este trabalho contou-se com o auxílio de uma seringa de injeção com graduação em centímetros cúbicos e medindo apenas 1cc com divisões em 100 unidades. Estas medidas foram tomadas em flores recém abertas (primeiro dia), em flores desabrochadas após 14h00, após 24h00 (segundo dia) e também em

flores de terceiro dia ou desabrochadas após 48h00. Este foi o néctar seguidamente utilizado para a medição da concentração dos açúcares.

B - Procedimentos de Laboratório (2001 / 2002)

3. 1. 6 - Morfologia das Flores

Durante a seqüência de desenvolvimento da flor, botões florais e flores em diferentes estágios de desenvolvimento, de vários indivíduos, foram coletadas, colocadas em recipientes contendo álcool 70% e levadas para o laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade de Brasília. Nestes foram estudados: a) cor, tipo, tamanho e formato do cálice e da corola (soldadura das sépalas e pétalas); b) cor, número, pilosidade, tamanho e modo de inserção dos estames na corola, e também tipo, tamanho e deiscência das anteras; c) tamanho, cor, forma e posição do gineceu (estilete e ovário), da superfície estigmática e o tipo de estigma, d) número, tamanho, cor, forma do estaminódio, o modo de sua inserção na corola, sua pilosidade e a presença de glândulas em seus pêlos; e) cor, forma, tamanho e localização do nectário.

Nos ovários (n=28), foram feitos cortes transversais e longitudinais para a observação da placentação (carpelos, lóculos, e tipo de óvulos), e contagem do número de óvulos. Para estes estudos contou-se com a utilização de: microscópio estereoscópico, régua, pinça de ponta fina, paquímetro **Vernier-Caliper Starret** e lupa do tipo **Wild Heerbrugg**.

3. 1. 7 - Testes das Polinizações Controladas

No laboratório de Anatomia Vegetal, antes da realização das polinizações, houve o preparo do meio ágar-água, no qual seriam colocadas as flores após polinizadas e a preparação dos tabuleiros forrando-os com papel toalha umedecido com água destilada, sobre o qual seriam colocadas as placas de Petri devidamente rotuladas, com os pistilos polinizados, até o horário pré-determinado para a coleta destes.

Para a realização dos testes de polinização no laboratório, os botões florais foram marcados em pré-antese e coletados entre 05h40 e 07h00. Foram acondicionados em recipientes contendo água e devidamente rotulados com o número de cada indivíduo. Estes recipientes foram colocados dentro de uma caixa de isopor contendo água fria, para evitar a desidratação dos mesmos até chegar ao laboratório.

Foi necessária a utilização de placas de Petri, pinça de ponta fina, meio de cultura ágar-água, lâmina de bisturi, tabuleiro, papel toalha umedecido com água, bico de Bunsen e balão de fundo chato, para a preparação do meio de cultura que em seguida foi colocado nas placas de Petri.

À medida que cada flor ia sendo polinizada, era colocada na respectiva placa rotulada, com o número do seu indivíduo, para ambos os testes (polinização cruzada e autopolinização). Para cada horário correspondente às observações microscópicas (24, 48, 72 e 96h00), estas flores foram coletadas e acondicionadas temporariamente em recipientes contendo álcool 70%, para em seguida fazerem-se as lâminas que seriam levadas ao microscópio óptico do tipo "**Olympus B X 40**" de epi-

fluorescência do tipo **Zeiss-Axiophot**, para as devidas observações do crescimento dos tubos polínicos.

A cada dia fazia-se uma bateria de experimentos correspondente a cada horário de observação do crescimento dos tubos polínicos.

4 - Biologia Reprodutiva

Para investigar o sistema de reprodução de *J. ulei*, foram feitos testes de polinizações manuais controladas, referentes aos tratamentos de autopolinização e de polinização cruzada, no campo e no laboratório, além dos testes de autopolinização automática ou autopolinização espontânea, realizados no campo e os testes de polinização natural utilizados para controle.

A - Procedimentos de Campo

4.1 - Receptividade Estigmática

Para testar a receptividade do estigma das flores de *J. ulei* foram feitos dois tipos de testes. Foram necessários alguns botões florais e algumas flores, um relógio de pulso, uma seringa de injeção para introdução da água oxigenada nos estigmas das flores e também de uma pinça de ponta fina para a deposição dos grãos de pólen nos referidos estigmas. Foi necessário também cerca de 3 ml de água oxigenada a 3% (H_2O_2 – 3%), cerca de 50 anteras com grãos de pólen e cerca de 70 estigmas, além de uma lupa de mão para a observação das reações.

Primeiro teste - utilização dos grãos de pólen para as polinizações. Contou-se com o auxílio de uma pinça de ponta fina com a qual foram

retirados grãos de pólen das anteras das flores e depositados nos seus próprios estigmas. Este processo foi realizado durante os trabalhos das polinizações. Neste teste foi marcado o tempo gasto para a resposta dos estigmas à deposição dos grãos de pólen. Simultaneamente, foi anotando-se os vários resultados obtidos, de acordo com a diferença de temperatura e o clima ocorrente do dia, sendo observados em dias quentes de muito sol e em dias frios e com chuva, e em diferentes horários do dia. Os resultados foram comparados para o estabelecimento da média gasta para a ocorrência deste evento.

Segundo teste - através da utilização do Peróxido de Hidrogênio a 3% (H_2O_2 – 3% - água oxigenada 3% - Zeisler 1938), com conseqüentes observações. Este corresponde à aplicação de gotículas de água oxigenada a 3% no estigma dos botões e das flores com o auxílio de uma seringa de injeção, para em seguida verificar as suas reações. Este teste foi realizado em diferentes horários: pela manhã, à tarde e ao anoitecer, sendo em dias secos e quentes, e também em dias chuvosos de temperaturas mais amenas. Para a realização do teste com os botões florais em fase de pré-antese, seus estigmas precisaram ser fechados manualmente. Após a adição do peróxido de hidrogênio, foi necessário esperar cerca de 10' para a constatação dos resultados.

4. 2 - Tratamentos Realizados (2001 e 2002)

Nos dois anos de estudos foram realizados os seguintes tratamentos:

4. 2. 1 - Polinização cruzada (teste para Xenogamia)

Neste processo, foram utilizados grãos de pólen de uma flor para polinizar estigmas de outra flor, de outro indivíduo, estando estes a distâncias consideráveis, cerca de no mínimo 900 metros. Neste processo os botões florais foram também previamente ensacados em pré-antese. No dia seguinte, nos primeiros momentos pós-antese, fez-se a emasculação das anteras (retirada das mesmas), utilizando-se o método de cisão das corolas com o auxílio de uma lâmina de bisturi, e de uma agulha de crochê para exposição dos estames e para inseri-los de volta ao interior da corola após polinizá-los, pois as corolas das flores são tubulares com anteras não epipétalas. Em seguida, utilizando-se de uma pinça de ponta fina (que facultou a retirada das anteras), estas, foram colocadas em um recipiente úmido, dentro de embalagens plásticas, previamente rotuladas com o número dos indivíduos, os quais estavam sendo trabalhados com a polinização cruzada e a data da emasculação. Este recipiente foi conservado em geladeira, evitando o ressecamento dos grãos de pólen que seriam usados no dia seguinte.

O processo de polinização cruzada foi realizado após 24h00 da emasculação das anteras. A transferência dos grãos de pólen foi feita com a utilização de pinça de ponta fina, tomando-se sempre o cuidado de limpá-los com um papel fino umedecido em álcool 70%, após a realização de cada teste, para evitar a contaminação dos mesmos. Após cada polinização, efetuou-se procedimento semelhante ao tratamento anterior

quanto à assepsia do instrumental utilizado efetuando-se o re-ensacamento das inflorescências (Figuras 17 A e 17 B).

4. 2. 2 - Autopolinização autogâmica (teste para geitonogamia)

Para o referido tratamento, os botões florais foram previamente ensacados em pré-antese no dia anterior. No dia seguinte, quando as flores estavam abertas, porém jovens, desensacou-se as inflorescências e cuidadosamente e da mesma forma como na polinização cruzada, foi feita a cisão da corola, a remoção de suas anteras do seu interior para a deposição dos grãos de pólen no estigma da mesma flor, tomando-se o devido cuidado com a assepsia do material utilizado, higienizando-os com álcool 70%. Finalmente, ensacou-se novamente as inflorescências que ficaram em observação se haveria a formação dos frutos ou não (Figura 18 A).

4. 2. 3 - Polinização automática (teste para autopolinização espontânea)

Para este processo foram utilizados botões florais em pré-antese, cujas inflorescências, após contados os seus botões florais, foram em seguida somente ensacadas sem emasculação de suas anteras e marcadas com etiquetas, determinando o tipo de polinização. Estas inflorescências permaneceram assim e em observação durante todo o período da floração, até a senescência de todas as suas flores ou formação dos referidos frutos, tendo sido desensacadas somente quando se observou a queda total das flores, ficando o ramo da inflorescência totalmente desnudo (Figura 18 B).



Figura 17: (A) e (B) Indivíduos de *J. ulei*, inflorescências apresentando o ensacamento com sacos de organza de nylon para os testes de polinização cruzada (xenogâmica), realizados no campo: 2001 / 2002.



Figura 18: Indivíduos de *J. ulei* apresentando os ensacamentos com sacos de organza de nylon no campo: **(C)** teste de autopolinização manual (polinização autogâmica); **(D)** teste de autopolinização automática (autopolinização espontânea/autogâmica), 2001 / 2002.

4. 2. 4 - Polinização natural (controle)

A polinização natural foi realizada à partir da marcação de cada indivíduo no campo com a contagem dos botões florais das suas inflorescências, as quais ficaram expostas à visitação pelos vetores responsáveis pela realização do processo de polinização natural. Estes indivíduos foram acompanhados com observações diárias durante todo o período de realização dos trabalhos, desde o período de floração, para verificação da ocorrência da polinização, através da formação dos frutos.

Nos tratamentos de autopolinização manual e polinização cruzada, cerca de 2/3 das flores que foram polinizadas foram coletadas 24, 48, 72 e 96h00 após. Também na polinização natural fez-se a coleta de algumas flores, porém não sabendo o horário da polinização. Todas estas flores coletadas foram colocadas e fixadas em recipientes contendo álcool 70%, para posterior confecção das lâminas no laboratório e conseqüente observação e análise dos pistilos com relação ao crescimento dos tubos polínicos. O restante destas flores tratadas foi deixado *in loco* para observação e acompanhamento da formação dos frutos, assim como as de polinização natural.

No ano de 2001, para os tratamentos de polinização cruzada e autopolinização, foram marcados 11 indivíduos por tratamento, sendo estes constituídos por 20 e 21 inflorescências ao todo, que por sua vez foram formadas por 1.972 e 1.832 flores respectivamente. Destas, foram usadas 187 e 221 flores respectivamente, para a transferência dos grãos de pólen nos referidos tratamentos. Os 6 indivíduos que foram marcados para os tratamentos de autopolinização automática e os 8 marcados para polinização natural, eram formados por 8 e 12 inflorescências respectivamente, que eram constituídas por cerca de 537 e 1.311 flores

cada um, tendo sido utilizadas todas as suas flores para as observações de formação dos frutos ou aborto das mesmas.

No ano de 2002, os 7 indivíduos marcados para os tratamentos de polinização cruzada e os 9 marcados para a autopolinização eram formados por um total de 10 e 16 inflorescências cada um, e estes continham cerca de 1.289 e 1.517 flores respectivamente. Para a transferência dos grãos de pólen foram utilizadas 145 e 144 flores respectivamente, em cada tratamento. Os 7 indivíduos marcados para os tratamentos de autopolinização automática e os 7 marcados para a polinização natural, apresentaram composição por 7 e 19 inflorescências respectivamente, contendo cerca de 698 e 1.216 flores respectivamente, os quais tiveram todas estas flores utilizadas para observação quanto a formação dos frutos ou aborto das mesmas.

4. 3 - Avaliação do esforço reprodutivo (%)

Esta, corresponde à observação e contagem dos frutos produzidos por *J. ulmi*, resultantes tanto do processo de polinização natural como dos processos manuais.

Inicialmente, foram documentados os indivíduos ocorrentes na área de estudo, tendo sido anotado o número de frutos produzidos no ano anterior (2000) e que corresponde à produção natural.

Nos indivíduos marcados para os quatro tipos de tratamentos, o acompanhamento foi quase diariamente, durante um período de quase 3 meses, sendo feito com o auxílio de uma Lupa de mão do tipo **GLASS Straight-Shank 90 MM**.

Foi feito o acompanhamento de todos os eventos pós-maturação dos gineceus polinizados. A partir daí foram feitas contagens de frutos

iniciados e desenvolvidos, para contribuir com a estimativa da porcentagem de aborto e a produção dos frutos maturados, tanto no processo natural como nos manuais, em ambos os anos de trabalho, tanto na área principal como nas áreas suportes.

4. 4 – Morfologia dos Frutos

O estudo da morfologia dos frutos iniciou-se a partir da verificação do entumescimento dos ovários com o auxílio de uma lupa de mão mencionada anteriormente. À medida que os frutos iniciavam sua formação, cerca de 10 a 20 dias após as polinizações, os mesmos iam sendo medidos a cada 48h00 durante um período de 20 dias, passando-se em seguida fazer as medidas para cada 3 dias por um período de 2 semanas e finalmente aumentando este prazo para 15 dias até o momento final de seu desenvolvimento e maturação, visitando-os a cada mês para observação quanto ao período da deiscência, com conseqüente dispersão das sementes.

Em 2002, em ambas as áreas de estudos, foram feitas coletas aleatórias de 22 frutos maduros, de diferentes tamanhos, no início da deiscência, em diferentes indivíduos de polinização natural do ano de 2001, para a contagem de suas sementes no laboratório. Coletou-se também outros frutos maduros, mas que ainda se encontravam totalmente fechados. Simultaneamente, foram coletados alguns frutos verdes (n=15) de diferentes tamanhos, referentes à produção natural de 2001 ainda nos meses de abril, maio e junho, para a observação quanto ao desenvolvimento da formação das suas sementes, além dos frutos maduros originados do processo de polinização cruzada manual que

também foram coletados na primeira semana do mês de junho até agosto de 2002, quando foram coletados os últimos frutos maduros.

B - Procedimentos de Laboratório:

4. 5 – Contagem e Viabilidade dos Grãos de Pólen

No laboratório, os grãos de pólen por antera (n=20) e por flor (n=10), foram contados, para que se fizesse o cálculo da razão pólen/óvulo/flor e simultaneamente fazer-se a observação quanto à viabilidade dos mesmos, o tipo dos grãos de pólen para a espécie, e como estes estão dispostos nas anteras das flores de *J. ulmi*.

Para a realização destes processos seguiu-se o método usado por Cruden (1977), utilizando-se da técnica da coloração dos grãos de pólen com o corante Alexander. Para a coloração dos grãos de pólen, retirou-se as anteras dos botões florais com o auxílio de uma pinça, tendo sido estas depositadas sobre uma lâmina de vidro. Com o auxílio de um conta-gotas depositou-se uma gota do citado corante sobre estas anteras fazendo-se a maceração destas com o auxílio de um bastão de vidro. Em seguida, com o auxílio de uma lamínula, cobriu-se os grãos de pólen macerados que foram levados ao microscópio óptico para as contagens dos grãos de pólen.

4. 6 – Contagem do Número de óvulos

Foram realizados dois processos:

1) O número de óvulos foi observado a partir de cortes dos tipos longitudinal e transversal feitos nos ovários de botões florais em pré-antese e em flores abertas (n=28), antes fixados em solução de álcool 70%, dividindo cada ovário em quatro partes, com o auxílio de uma pinça de ponta fina e de uma lâmina de bisturi.

Após, os ovários foram colocados sobre a placa de uma lupa do tipo Wild Heerbrugg, para a separação, retirada, contagem do número de óvulos e também para observação quanto ao tipo de placentação, para o qual contou-se também com o auxílio de dois estiletes e de um conta-gotas para o gotejamento de álcool 70% sobre os mesmos, evitando o seu ressecamento.

2) Utilizou-se ainda da técnica da diafanização dos tecidos, também modificada por Martin (1959), procurando maior eficácia nesta estimativa da contagem dos óvulos.

Para realizá-lo, vinte ovários foram colocados em solução de NaOH 8N, sendo esta utilizada como agente clarificante. Em seguida estes ovários foram levados para a estufa, deixando por 10 minutos a uma temperatura de 60°C, para haver a clarificação dos óvulos além do amolecimento da grossa camada de tecido ovariano. Estes ovários foram retirados da solução de NaOH 8 M, lavados em água destilada e depositados um a um sobre uma lâmina de vidro os quais foram em seguida umedecidos com uma gota de água destilada. Depois cobriu-se com uma lamínula e, pressionado levemente para que ocorresse a exposição dos óvulos que foram observados com o auxílio do microscópio estereoscópico, para finalmente fazer-se a contagem dos referidos óvulos.

4. 7 - Razão Pólen/Óvulo

O cálculo da razão pólen / óvulo (Cruden 1977), das flores de *J. ulei*, foi realizado à partir do cálculo antes realizado, do número médio de grãos de pólen por flor e o cálculo do número médio de óvulos por ovário, através da contagem destes. Em seguida foi tomado então este número médio de grãos de pólen produzido por flor que foi dividido pelo número médio de óvulos produzidos por ovário.

4. 8 - Aspectos Morfológicos e contagem das Sementes

Após a coleta, os frutos foram levados para o laboratório de Anatomia Vegetal, medidos seu comprimento e sua largura com o auxílio de um paquímetro tipo **Vernier Caliper Starret, nº 125 MEB, Stainless Hardened 95/01422**, e depois abertos para a retirada, contagem, separação e medida de suas sementes.

As sementes foram separadas para a classificação em saudáveis, não saudáveis (murchas e secas) e abortadas (tegumento atrofiado e alas desenvolvidas), de acordo com sua consistência através do apalpamento e de acordo com a coloração de seu tegumento. Após separadas, algumas destas sementes (n=50) foram tomadas aleatoriamente e também medidas, tomando-se as suas alas separadas da parte tegumentar em comprimento e largura.

4. 9 - Viabilidade das Sementes (Germinação)

Seguidamente às medidas, tomou-se dois lotes de 100 unidades de sementes de cada tratamento (cruzado e natural), as quais foram submetidas ao tratamento de germinação, para observação e análise da sua viabilidade.

Para esse tratamento contou-se com a utilização da câmara de germinação do laboratório de Agronomia da Universidade de Brasília. Foram usadas placas de Petri forradas com papel de germinação do tipo "**Germipel**", que foram esterilizados previamente, tendo sido levados à estufa a 60° C. Estas sementes foram separadas em lotes de 25 cada um, retiradas suas alas, lavadas por duas vezes em água destilada e distribuídas nas placas. Em seguida foram levadas para a câmara de germinação, a uma temperatura correspondente de 20°C no escuro a 25°C no claro, sendo esta influente no processo, especialmente por alterar a velocidade de absorção de água e modificar a velocidade das reações químicas que irão acionar o desdobramento, o transporte das reservas e a ressíntese de substâncias para a plântula segundo Bewley & Black (1994), cuja faixa ótima de temperatura é aquela onde acontece a germinabilidade máxima, registrando-se o percentual mais alto de germinação, no menor tempo possível (Labouriau 1983 *apud* Rosa & Ferreira 2002).

Estas placas foram etiquetadas com o tipo de tratamento, o horário da colocação para a germinação e a data em que se iniciara o experimento. As observações foram diárias durante uma semana, até que notou-se as primeiras sementes germinando, passando estas a serem feitas a cada dois dias até o final do experimento, fazendo-se a contagem do número de sementes que germinava por dia, e a observação da

presença de agentes de contaminação tal como fungo, fazendo-se a retirada das sementes que apresentavam manchas semelhantes.

Tomou-se o cuidado de fazer a umidificação das placas sempre que necessário, utilizando-se de um erlenmayer com água destilada que foi levado para a câmara de germinação, para manter as propriedades da água e evitar a introdução de microorganismos através desta, evitando também assim a contaminação das sementes. Nos primeiros dias das observações fez-se uma lavagem das sementes dentro das placas, com esta água esterilizada, também para evitar a presença de qualquer agente contaminador.

Finalizado o processo da germinação das sementes de *J. ulei*, foi feito o plantio daquelas que germinaram, utilizando terra, adubo natural e copos descartáveis para a sua realização. Em cada copo foi colocada apenas uma semente, e no final todos foram regados e deixados em observação na estufa do laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade de Brasília, tomando-se o cuidado de regar as plântulas sempre que necessário.

4. 10 - Microscopia de Fluorescência (crescimento / tubos polínicos)

No laboratório de Anatomia Vegetal, foram estudados os pistilos resultantes das polinizações manuais cruzadas e autopolinizações, e também os pistilos de polinizações naturais, para a observação da germinação e desenvolvimento dos grãos de pólen e possível fertilização, empregando-se a técnica convencional de Martin (1959), para microscopia de fluorescência e modificada por P. E. A. M. Oliveira (com. pess.).

Os pistilos foram retirados do álcool 70%, com o auxílio de uma pinça, lavados em água destilada numa bateria de cinco placas de Petri,

ficando em cada uma por cerca de 1 - 3 minutos. Após terem sido secados em papel bem fino, foram colocados em solução de NaOH 8M, num volume que pudesse cobri-los, e levados para um pré-tratamento por cerca de 15 a 20 minutos em uma estufa a 60°C para que fossem amaciados e clareados.

Retirados os pistilos da estufa, estes foram lavados novamente em água destilada, por cerca de 2 - 5 minutos por placa, sendo em seguida secados um a um e colocados sobre uma lâmina de vidro para serem corados com a solução aquosa de Azul de Anilina a 0,01% que foi adicionada sobre eles.

Com o auxílio de uma lamínula cobriu-se estes pistilos, para que se fizesse uma leve pressão sobre eles com o dedo, ocasionando o achatamento do estigma e o esmagamento dos tecidos do estilete para a penetração do corante.

Sobre estas condições, as lâminas com os pistilos corados foram observadas em um microscópio **Olympus B X 40 de epi-fluorescência** do tipo **Zeiss-Axiophot**, na fixa de luz **ultra-violeta NV de 395 nm**, e os tubos polínicos desenvolvidos (com a calose presente), tornaram-se evidentes através de uma cor verde palha fluorescente com o auxílio de uma objetiva **Plan 40x / 0,65**. Estes tubos polínicos foram fotografados com o auxílio deste filtro apropriado para dar um alto grau do recurso do azul ultra-violeta sob a **lente Plan** de aumento **10x / 0,25** e usando o filme colorido do tipo **kodak ultra, asa 100** em uma máquina também **Olympus PM-C 35 DX OC 14042** japonesa, neste microscópio acoplada.

5 - Visitantes florais

A - Procedimentos de Campo

5. 1 – Observações das visitas

O comportamento dos visitantes florais foi acompanhado, desde o momento da chegada à flor até o momento da saída, anotando-se o tempo de permanência nas flores.

Observou-se também se estes visitavam a mesma flor mais de uma vez, quantas espécies visitavam a mesma flor, se ao mesmo tempo e como forrageavam. Foi estabelecido um padrão de frequência para os visitantes, de acordo com o número de visitas por dia, sendo considerado: abundantes (cerca de 6 a 8), freqüentes (cerca de 3 a 4) e ocasionais (visitas esporádicas). Foram também marcados os horários de maior frequência destes vetores e a medida da temperatura do dia, durante o período das visitas. Estas observações foram realizadas em diferentes horários do dia, a partir de 00h00 às 07h30 da noite (19h30), no horário de verão.

5. 2 – Coleta dos visitantes

Quando possível, foi efetuada a coleta dos visitantes de *J. uliei*, com o auxílio de sacos de organza de tecido de nylon e também de redes entomológicas, numerados de acordo com os horários da coleta e levados ao congelamento para posterior montagem, em placa de isopor com alfinetes entomológicos. Foram também fotografados quando possível, para auxiliar nas identificações.

As classificações em polinizadores efetivos ou principais e polinizadores secundários ou ocasionais, foram feitas de acordo com a frequência e a efetividade das visitas.

B – Procedimentos de Laboratório

5. 3 – Montagem e análise dos visitantes

Após retirados do congelamento, estes visitantes florais foram em seguida levados para o laboratório de Anatomia Vegetal da UnB para a montagem com os alfinetes entomológicos e depositados em uma caixa devidamente preparada com uma placa de isopor.

Estes visitantes foram também observados com o auxílio de uma lupa Wild Heerbrugg, para as devidas observações quanto à carga de pólen transportadas por eles em seus corpos e também quanto ao local nos quais eles transportaram e transportam os grãos de pólen para a realização das polinizações.

Ainda sob a lupa houve também o auxílio na tomada das medidas, as quais contribuíram para que as abelhas fossem divididas em média, grande e pequena de acordo com Frankie *et al.* (1983).

5. 4 - Identificação e classificação dos visitantes florais

Após todas as observações feitas e todas as medidas tomadas, os visitantes foram então encaminhados para os devidos especialistas com o intuito de serem identificados quanto à ordem, família e espécie às quais pertencem, auxiliando assim na classificação dos mesmos.

A identificação e classificação das abelhas foi feita pelo sr. Marcelino Champagnat Boaventura, do Jardim Botânico de Brasília.

A identificação e classificação da borboleta foi feita pelo Prof. Dr. Carlos Eduardo Guimarães Pinheiro, do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília.

A identificação e classificação da mariposa foi feita pela Prof^a. Dr^a. Ivone Diniz, do Departamento de Botânica da Universidade de Brasília – diretora do IB.

A identificação da ordem do louva-a-deus foi feita pelo Prof. Dr. José Roberto Pujol Luz, do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília.

III – RESULTADOS

Jacaranda ulei Bureau & K. Schum é uma planta subarborescente de caule aéreo, cuja altura varia de 0,38 m a 2,60 m, apresentando uma altura média de 1,50 m de comprimento. Encontra-se bem distribuída no ambiente de cerrado do tipo *sensu stricto* ou campo limpo. Em sua fase fértil apresenta caule pubescente quando jovem, tornando-se glabro posteriormente, cujos ramos são verdes-acinzentados e pubescentes. O florescimento ocorre em ramos anuais, os quais podem ser diferenciados daqueles do ano anterior através da pilosidade, característica dos ramos novos da espécie, e da folhagem nova que apresenta cor verde claro. Apresenta inflorescências apicais. Os ramos da floração anterior são secos, glabros, com folhas amareladas senescentes, decíduas e suportam o epicarpo dos frutos anteriores enquanto emitem ramos novos que irão florescer na estação seguinte (Figura 19 A; 19 B e 19 C).

A - Procedimentos de Campo

1 - Eventos Fenológicos

1. 1 – Brotação, Caducifolia, Folhagem, Floração e Frutificação

Os dados dos eventos fenológicos obtidos para *J. ulei* nos dois anos de estudos, a partir das observações realizadas na Reserva Ecológica da Fazenda Experimental Água Limpa da Universidade de Brasília (FAL), referentes à brotação da folhagem, presença de botões florais, floração, frutificação e caducifolia, foram relacionados às variações climáticas da região do cerrado.

Esta espécie apresenta um curto período de caducifolia, ocorrente na estação seca, geralmente nos meses entre o final de julho e o início de agosto, e não ocorre em todos os indivíduos da população. Os indivíduos que passaram por esta fase, normalmente foram os que floriram no ano anterior.

A brotação e a formação das folhas novas ocorreram entre a segunda e a quarta semana do mês de agosto, nos dois anos de estudos, quando já se iniciava a formação da inflorescência com seus botões florais (Figura 19 C).

J. ulei apresenta folhagem de cor verde clara e vistosa durante todo o período de floração (Figura 19 A). Sua inflorescência se desenvolve e desabrocha suas flores simultaneamente com a folhagem (Figura 19 A e 19 B). Durante o período de crescimento e desenvolvimento dos frutos, sua folhagem entra em fase de senescência, sendo que ao final deste período e durante a fase de maturação e deiscência dos seus frutos, esta se transforma na cor amarelo-amarronzado levando a planta para a fase de caducifolia (Figura 19 C).

Durante a disseminação das suas sementes a caducifolia é total para alguns indivíduos, o que é característico das espécies que florescem a partir das gemas terminais, pois a gema terminal vegetativa se diferencia em floral, produz flores e frutos e não é capaz de se restaurar para voltar a produzir os primórdios foliares. Assim, a espécie mostra que cada ramo floresce somente uma vez, surgindo novas inflorescências para a floração e frutificação a cada ano (Figura 19 C).

Observou-se que na FAL, *J. ulei* floresce lentamente apresentando seu período de floração longo, sendo este do tipo anual, com um período de duração de aproximadamente quatro meses ou dezesseis semanas (Tabela 02).

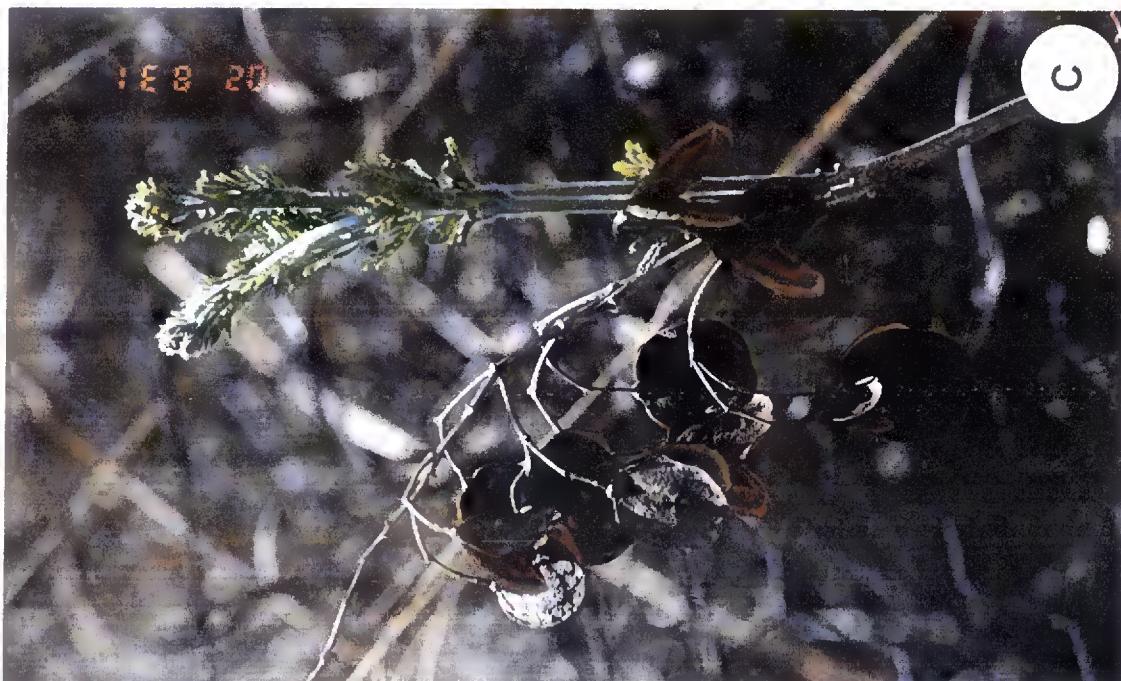
Figura 19: *J. ulei*: indivíduos apresentando as três fases do ciclo de vida: **(A)** Aspecto da brotação com folhas expandidas e inflorescência terminal, **(B)** Pico da floração apresentando flores em antese e **(C)** Aspecto da brotação jovem e inflorescência com frutos produzidos na floração passada e sem folhas (caducifolia).



A



B



C

15 8 20

Em 2001, a fenofase da floração iniciou-se na terceira semana de agosto (15/08/2001) com apenas um indivíduo florindo, e cujo pico foi de 26/09/01 a 03/10/02, com cerca de 60% dos indivíduos apresentando flores abertas. No final da floração que ocorreu em 27/11/2001, encontrava-se com cerca de 4 indivíduos florindo, na área de desenvolvimento dos trabalhos (Figuras 20 e 21; Tabela 02).

Em 2002, a floração iniciou-se na primeira semana de agosto (05/08/2002), com cerca de 7 indivíduos florindo, com o pico da fenofase ocorrendo de 14/09/02 a 21/09/02, tendo cerca de 70% dos indivíduos apresentando flores abertas. O final da floração ocorreu na quarta semana de novembro, no dia 26/11/2002, com três indivíduos florindo simultaneamente (Figuras 22 e 23; Tabela 02).

Segundo observações e análises em nível individual (2001/2002), os estudos mostraram que o período de floração de *J. ulei* tem uma duração média de 18 dias, podendo durar até 43 dias. Como exemplo, na floração de 2001, o indivíduo de número 32 (Figura 20), mostrou pico desta fenofase ocorrendo no dia 25/09/2001, tendo 61,5% de suas flores desabrochadas. Em 2002, o indivíduo de número 05 (Figura 22), apresentou pico de floração ocorrendo no dia 19/09/2002, com cerca de 65% de suas flores desabrochadas.

Nos dois anos de estudos, a floração coincidiu com o período de início das chuvas, sendo uma fase de transição das estações seca para a úmida (agosto/setembro). Neste período da chegada das primeiras chuvas, observou-se também a emissão das folhas novas e o desenvolvimento das inflorescências, as quais simultaneamente mostravam o aparecimento dos primeiros botões florais.

Tabela 02: Período de floração de *Jacaranda ulei* na Fazenda Água Limpa (FAL) - (UnB – DF) nos anos de 2001 e 2002.

	2001	2002
Período/Floração	15/agos. a 27/novembro.	05/agos. a 26/novembro
Pico de Floração	26/setemb. a 03/ outubro	14 a 21 / setembro

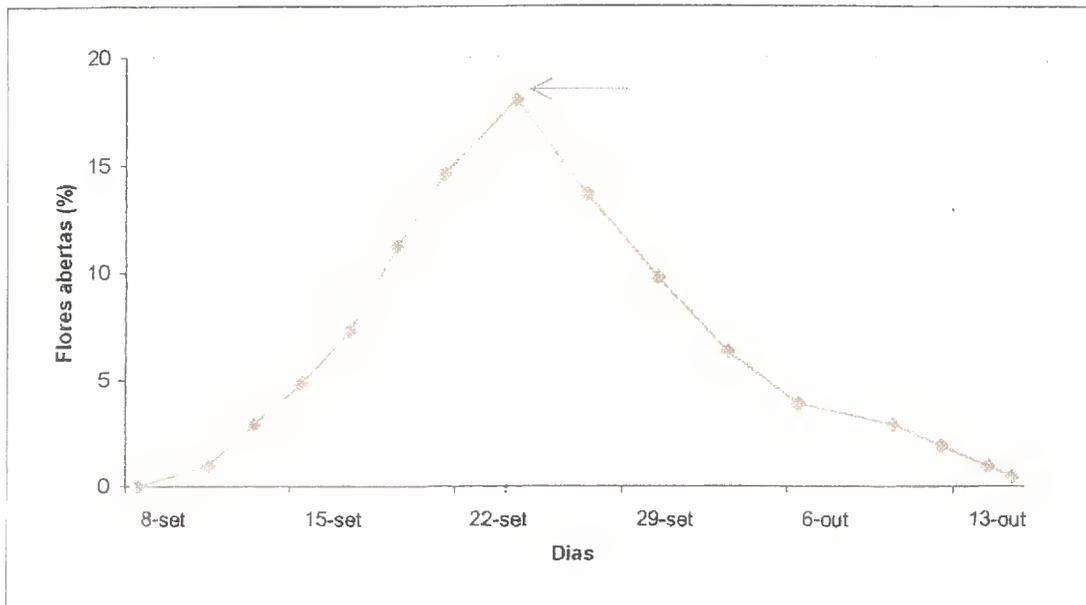


Figura 20: Fenologia da floração de um indivíduo da população de *J. ulei*; (FAL) - UnB – DF; período: set / out / 2001; e porcentagem de flores abertas.
→ pico de floração.

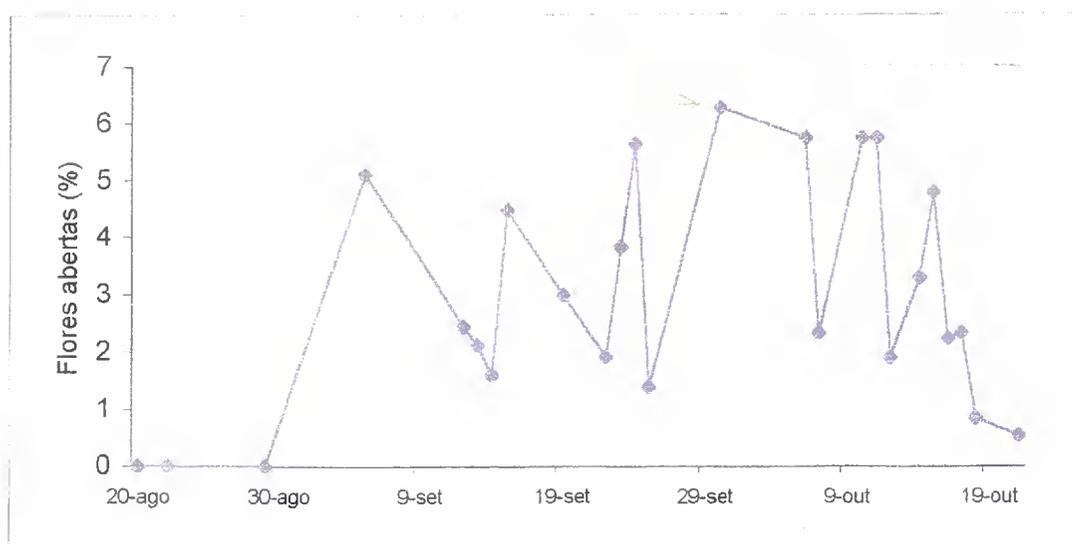


Figura 21: Fenologia da floração da população de *J. ulei*; FAL – UnB – DF / do ano de 2001, com a porcentagem de flores abertas.
→ pico de floração.

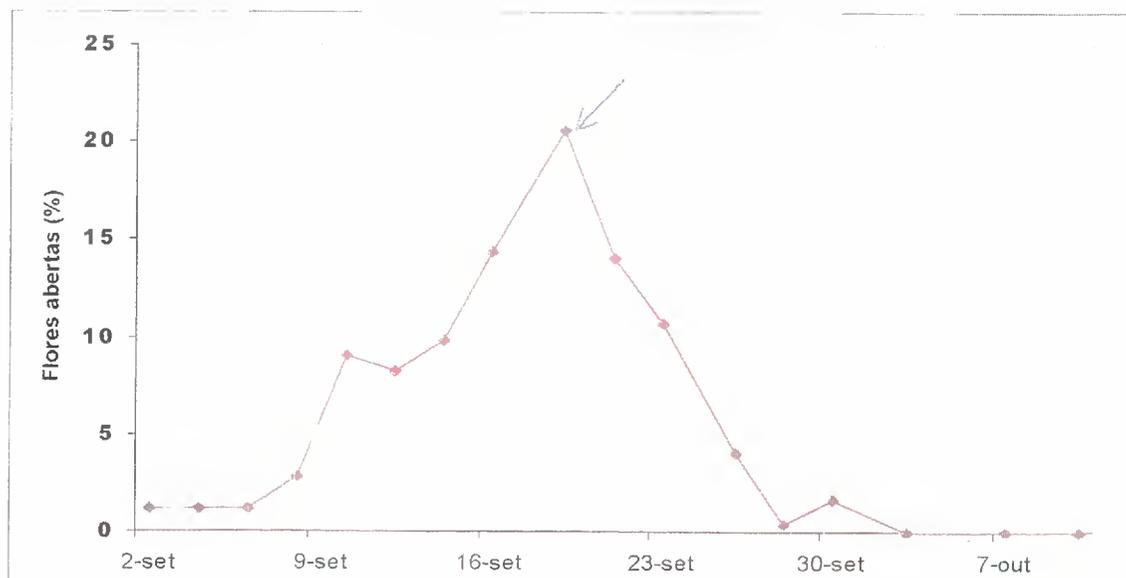


Figura 22: Fenologia da floração de um indivíduo da população de *J. ulei*; (FAL) – UnB – DF; período: set / 2002 , e porcentagem de flores abertas.

→ pico de floração.

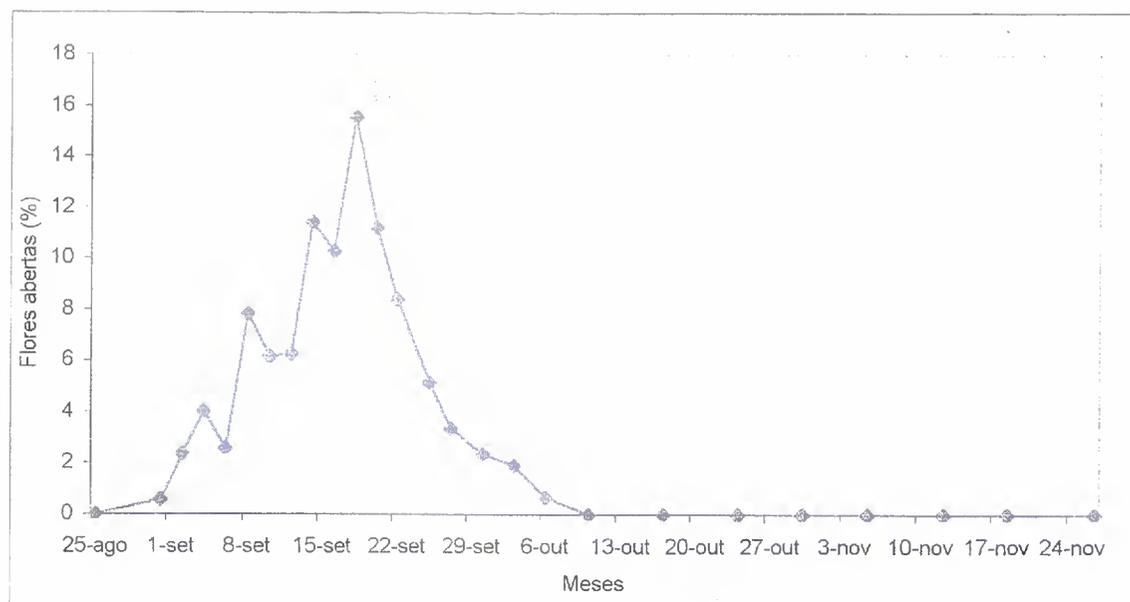


Figura 23: Fenologia da floração da população de *J. ulei*; FAL – UnB – DF / do ano de 2002, com a porcentagem de flores abertas.

→ pico de floração.

O padrão de floração de *J. ulei* é do tipo "cornucópia" (Gentry 1972/1973), o qual ocorre com grande número de inflorescências e de flores produzidas, apresentando o desabrochamento de muitas flores por dia.

O desabrochamento das flores de *J. ulei* obedece a uma seqüência de centro para as extremidades de cada co-florescência (*sensu* Weberling 1989). Considerando a inflorescência como um todo, observa-se também o desabrochamento aleatório das flores, iniciando por subpanículas localizadas na base, no centro e também no ápice da inflorescência, com flores abertas a cada dia ao seu longo. *J. ulei* mostra que sua produção de flores por dia aumenta gradativamente nas primeiras semanas até o pico, diminuindo lentamente até o final da fenofase. Quanto à situação climatológica diária, não houve diferença no desabrochamento de suas flores, abrindo-se normalmente tanto em dias de sol como em dias de chuva.

Os primeiros sinais de formação dos frutos, em ovários provenientes das polinizações cruzadas que ficaram no campo, foram observados após oito a vinte dias das polinizações, enquanto que naqueles ovários provenientes de polinização natural, as observações começaram a ser feitas assim que ocorria a queda da corola, pois não se podia saber da ocorrência de realização da polinização. Estes sinais caracterizam-se pelo entumescimento do ovário e uma leve mudança na sua coloração, que passa de verde claro para verde-amarelado e ocorrem com os indivíduos ainda em plena fase da floração.

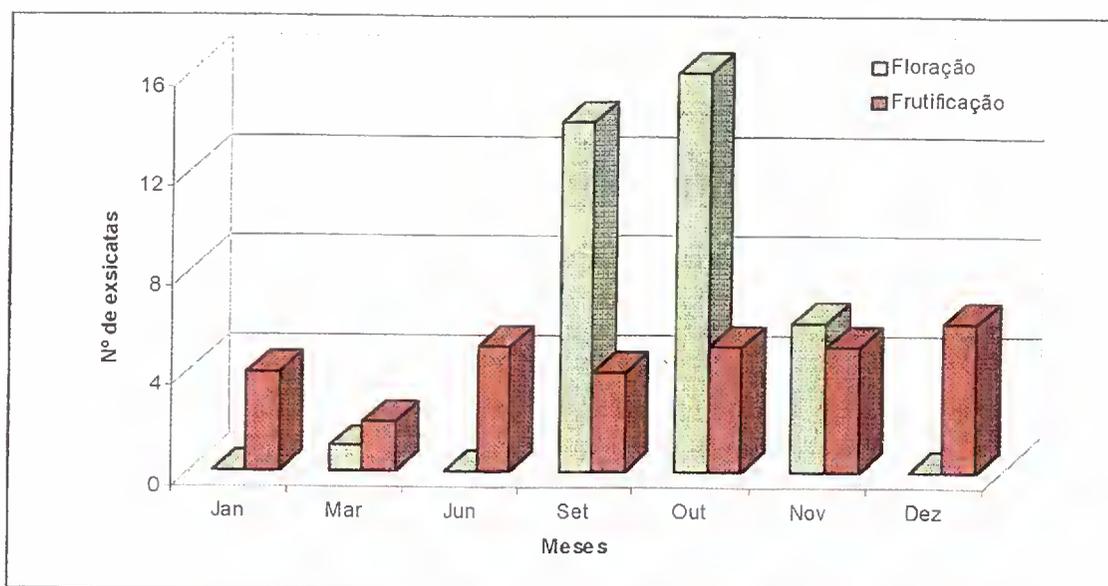
Duas fenofases (floração e frutificação), são observadas ocorrerem simultaneamente na espécie por cerca de quase metade do período da floração (dois meses). O desenvolvimento dos frutos ocorre durante a estação chuvosa, por volta do início dos meses de janeiro / fevereiro,

quando estes entram na fase de maturação, a qual varia de 18 a 43 dias por ovário.

O período de frutificação ocorre a partir do mês de setembro e se estende até o mês de agosto do ano seguinte, quando se inicia o novo período de floração. Este período conta ainda com a permanência dos frutos maduros nos ramos, quando então ocorre a disseminação das sementes, a qual se dá inicialmente pelo processo autocórico e que pode ser continuado pelo tipo de dispersão anemocórica.

Com a chegada do período de transição das estações chuvosa para a seca (abril / maio), os frutos iniciam sua fase de deiscência, a qual se prolonga até o final da estação seca (julho / agosto), quando estes podem ser coletados ou permanecerem nos seus ramos iniciando a dispersão das sementes.

Nos levantamentos feitos em herbários, os dados das exsicatas, indicaram que no Distrito Federal a espécie apresenta floração de setembro até dezembro, com maior número de exsicatas mostrando intensificação desta fenofase no mês de outubro. Para os demais estados onde *J. ulei* ocorre no Brasil, a floração corresponde ao período de agosto a janeiro, com uma intensificação ocorrendo no mês de outubro, basicamente coincidente com o Distrito Federal. Em ambos, houve exsicatas floríferas em março. Para a frutificação, os dados indicam que houve uma pequena alteração entre o Distrito Federal e os outros estados. No Distrito Federal foi de setembro a junho do ano seguinte, havendo um maior número de exsicatas apresentando intensificação nos meses de dezembro e março. Para os demais estados, se apresenta nos meses de setembro a maio, com intensificação nos meses de dezembro a março. (Figuras 24 e 25).



Figuras 24: Fenologia da Floração e da Frutificação de *Jacaranda ulei* no cerrado do Distrito Federal – dados dos Herbários (exsicatas): UB (Universidade de Brasília), HEPH (Jardim Botânico de Brasília) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

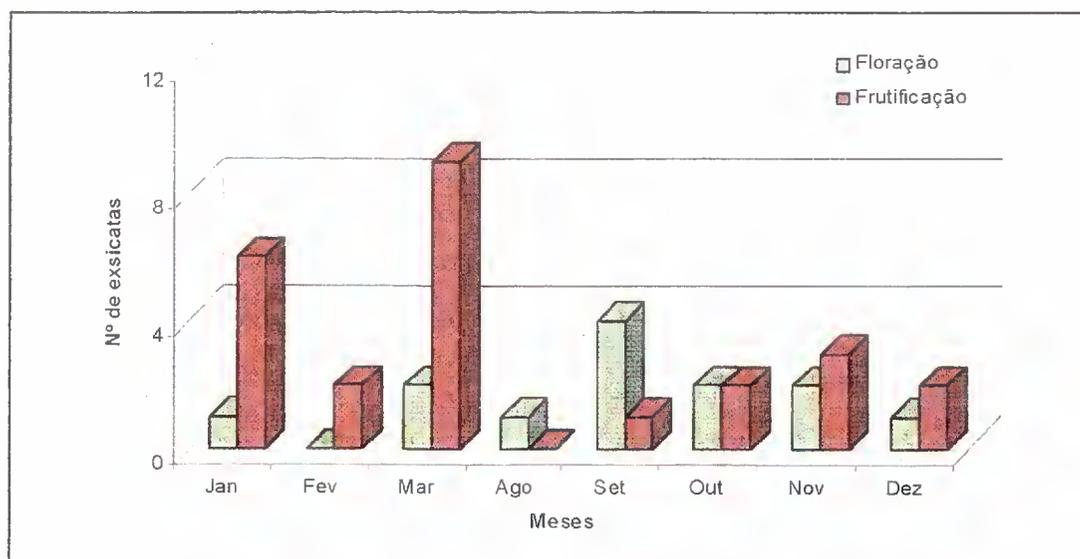


Figura 25: Fenologia da Floração e da Frutificação de *Jacaranda ulei* no cerrado dos estados brasileiros – Goiás, Bahia, Piauí, Minas Gerais e Maranhão - dados dos Herbários (exsicatas): UB (Universidade de Brasília), HEPH (Jardim Botânico de Brasília) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

2 - Biologia Floral

2. 1 - Morfologia das Inflorescências

As inflorescências de *J. ulei* são terminais ou apicais, tornando-se pendentes com o desabrochar de suas flores devido ao peso causado pelas mesmas. Cada indivíduo é formado por um número variável de 1 a 7 inflorescências.

São racemosas, do tipo Panícula e suas flores estão dispostas em forma de ramificação cimosa de Dicasio, sendo a panícula principal formada por um número de 3 a 35 ramificações dicasiais, dispostas de forma alternada ou oposta ao longo do eixo principal, proporcionando um formato espiralado e apresentando uma flor terminal ou flor primária.

Cada ramificação do dicasio é formado por um número de 3 a 15 flores, sendo estas também terminadas por flores chamadas de secundárias, as quais originam-se de uma ramificação axial de um prófilo. São inflorescências abundantes em número de flores, com cerca de 13 a 340 cada, e cada indivíduo apresentando-se com cerca de 23 flores no mínimo e 650 flores no máximo, cujo número médio é de cerca de 336 flores / indivíduo, com exceção de um único indivíduo que apresentou-se com apenas 3 flores formando sua inflorescência.

As inflorescências permanecem nos ramos até o ano seguinte, por volta do mês de abril / maio, quando termina o período chuvoso, após perderem todas as suas flores. (Figuras 16 A e 16 B - 26 (1) A e 26 (1) B).

B - Procedimentos de Laboratório

2. 2 - Morfologia das Flores

As flores de *J. ulei* são hermafroditas e protogínicas. São grandes e vistosas, com cerca de 4,8 cm de comprimento, gamossépalas, zigomorfas, diclamídeas, apresentando-se com um diâmetro giboso ao longo da corola.

O cálice é gamossépalo, medindo cerca de 0,6 cm de comprimento, apresentando sua borda 5-denticulada, de cor verde, e uma pilosidade expressiva na sua face externa, ao longo do seu comprimento.

A corola é tubulosa-campanulada ou tubulosa-salpingomorfa, de coloração vinácea (arroxeadas) na fase de botão e durante todo seu período de receptividade, tornando-se amarelada na sua fase de senescência. A coloração da corola apresenta uma pequena diferença entre as faces, sendo de uma cor roxo mais forte no exterior e de uma coloração roxo mais esbranquiçado no interior, devido a uma faixa de cor branca ali presente. As corolas apresentam o ápice terminando em cinco lobos que são apertadas sobre a fauce em botão e depois recurvam para expor o estaminódio, os estames e o pistilo, emergindo o estigma tão logo as corolas se abrem.

O androceu é composto por quatro estames didínamos e de estrutura filiforme, cuja base é pilosa, mas com poucos pêlos glandulares dispostos espaçadamente, de tamanhos homogêneos em relação aos pêlos que revestem o eixo do estaminódio; sendo os menores formados por filetes que medem em média 1,4 cm de comprimento e os maiores 1,7 cm de comprimento; ambos são adnados à corola e são de cor branca leitosa durante todo o tempo de vida útil da flor; as anteras são 4 e têm em

média cerca de 0,04 cm de comprimento, são elípticas, bitecas, de cor branca, dorsifixas, com deiscência longitudinal, de ápice afilado, cujo formato é elipsóide. Os grãos de pólen são do tipo tricolpados, cuja camada externa, a exina, apresenta uma coloração branca com um brilho forte e envolta por uma substância pegajosa.

O estaminódio é adnado à corola da flor, emergindo do meio dos estames junto com o estilete, excedendo a altura destes. Apresenta-se com um eixo longo, ereto, filiforme, de comprimento 2,6 cm, cor creme esverdeado forte, coberto por pêlos de tamanhos heterogêneos. É coberto por pêlos de cor, espessura e tamanhos diferentes dos demais pêlos que revestem seu ápice, sendo estes mais densos na parte mediana e os laterais maiores e incolores. Apresenta um espaço glabrescente entre a parte pilosa do eixo e o ápice, que é arredondado, de coloração arroxeada escura na base e creme no centro. É coberto por tricomas glandulares de tamanhos diferentes, de coloração branca leitosa e brilho expressivo, cuja face abaxial desprovida de pêlos apresenta elevações semelhantes às glândulas apicais cuja coloração é vinácea. Encontrando-se apoiado no guia de néctar e tornando-se bem visível, deve funcionar também como um recurso utilizado por estas flores como atrativo para os seus visitantes, juntamente com seus demais atributos florais.

O gineceu mede cerca de 2,4 cm de comprimento e é formado por um longo estilete filiforme. É ereto e único, tendo um tamanho médio de 2,0 cm de comprimento, de cor vinácea-escura na base, clareando para o ápice até se tornar branco meio amarelado.

O estigma encontra-se preso ao ápice do estilete, apresentando-se semi-aberto (receptivo) nos botões em pré-antese, estando com cerca de 70% de abertura nos momentos iniciais pós-antese; mede 0,2 cm de comprimento em média, é bilamelado (bilabiado), de forma losangular, é

afilado no ápice e na base, dilatado na porção mediana-basal, com um lobo cerca de 0,5 mm maior e de coloração creme meio amarelada, atingindo altura superior ao nível das anteras. O estilete é de um tamanho mediano em relação ao estaminódio, de cor vinácea, enquanto as anteras continuam fechadas e ainda numa posição inclinada ou pendente, apresentando amadurecimento e liberação dos grãos de pólen num período cerca de 30' a 01h30' após a antese.

O ovário é súpero, glabrescente, medindo 0,2 cm de comprimento em média, de cor verde claro, arredondado, sendo achatado na base e afilado no ápice, o qual dá origem ao estilete, é do tipo bilocular, bicarpelar, pluriovulado, com placentação central. Os óvulos são aderidos numa forma bisseriada, com um mínimo de 48, um máximo de 102 e uma média de 77 óvulos por ovário, contendo um mínimo de 23, um máximo de 73 e a média de 48 óvulos por lóculo.

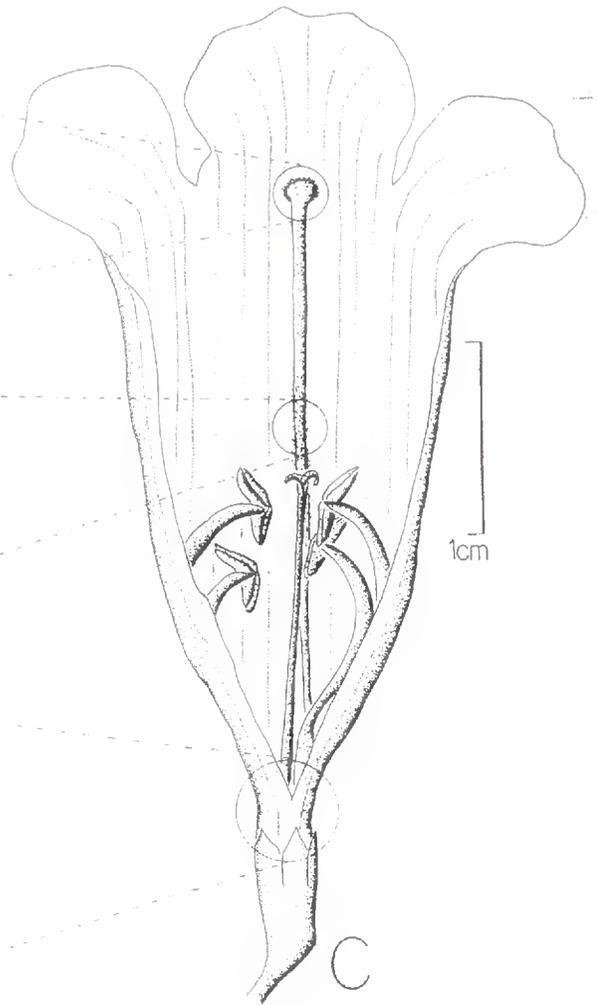
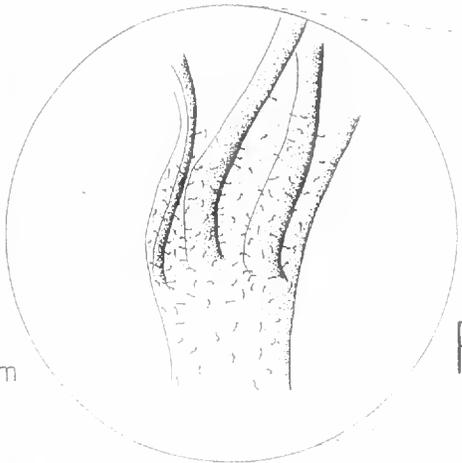
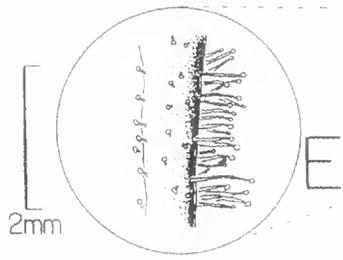
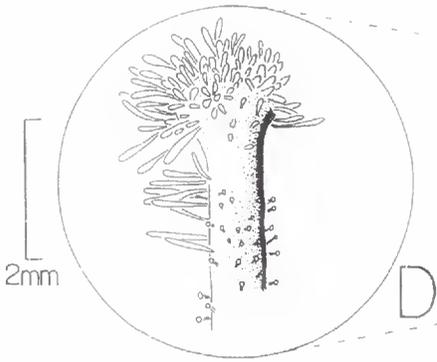
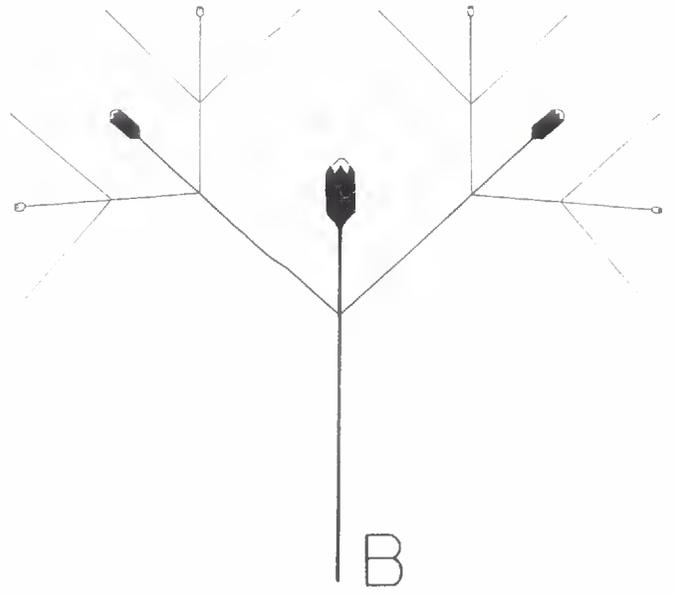
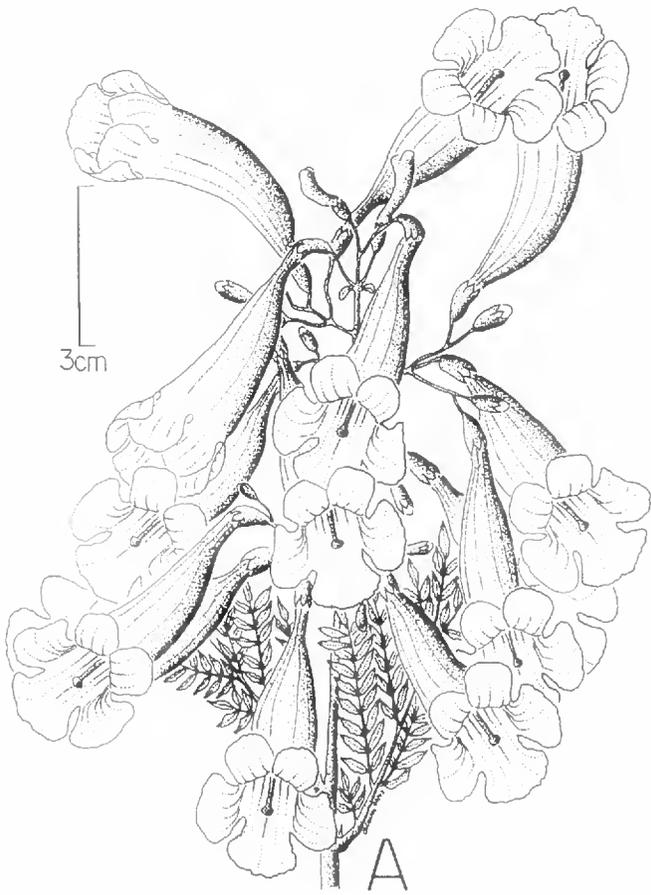
A flor possui disco nectarífico achatado com 0,01 cm de comprimento em média, localizado abaixo do ovário e de coloração verde-amarelada.

As flores de *J. ulei* apresentam um odor muito suave, quase que imperceptível, sendo especialmente percebido no momento da antese, por pouquíssimos minutos (cerca 30'), e somente ao cheirar a flor, período em que todos os verticilos se encontravam túrgidos e ainda em processo de distensão.

(Tabelas 03 e 04); (Figura 26 (2) C, D, E e F); (Figura 27 A a 27 I) e (Figura 28 A a 28 I).

Figura 26 (1): Morfologia das Inflorescências, **(A)** Distribuição das flores na panícula, **(B)** diagrama mostrando o arranjo espiralado das subpanículas constituindo as inflorescência, (Ilustração C. S. Caires).

Figura 26 (2): Morfologia da Flor. **(C)** flor aberta mostrando a inserção dos verticilos reprodutivos, **(D)** ápice globular do estaminódio com seus tricomas aglandulares, **(E)** porção mediana do estaminódio mostrando seus tricomas heterogêneos glandulares, **(F)** base da corola da flor mostrando a inserção dos seus estames didínamos. (Ilustração: C. S. Caires)



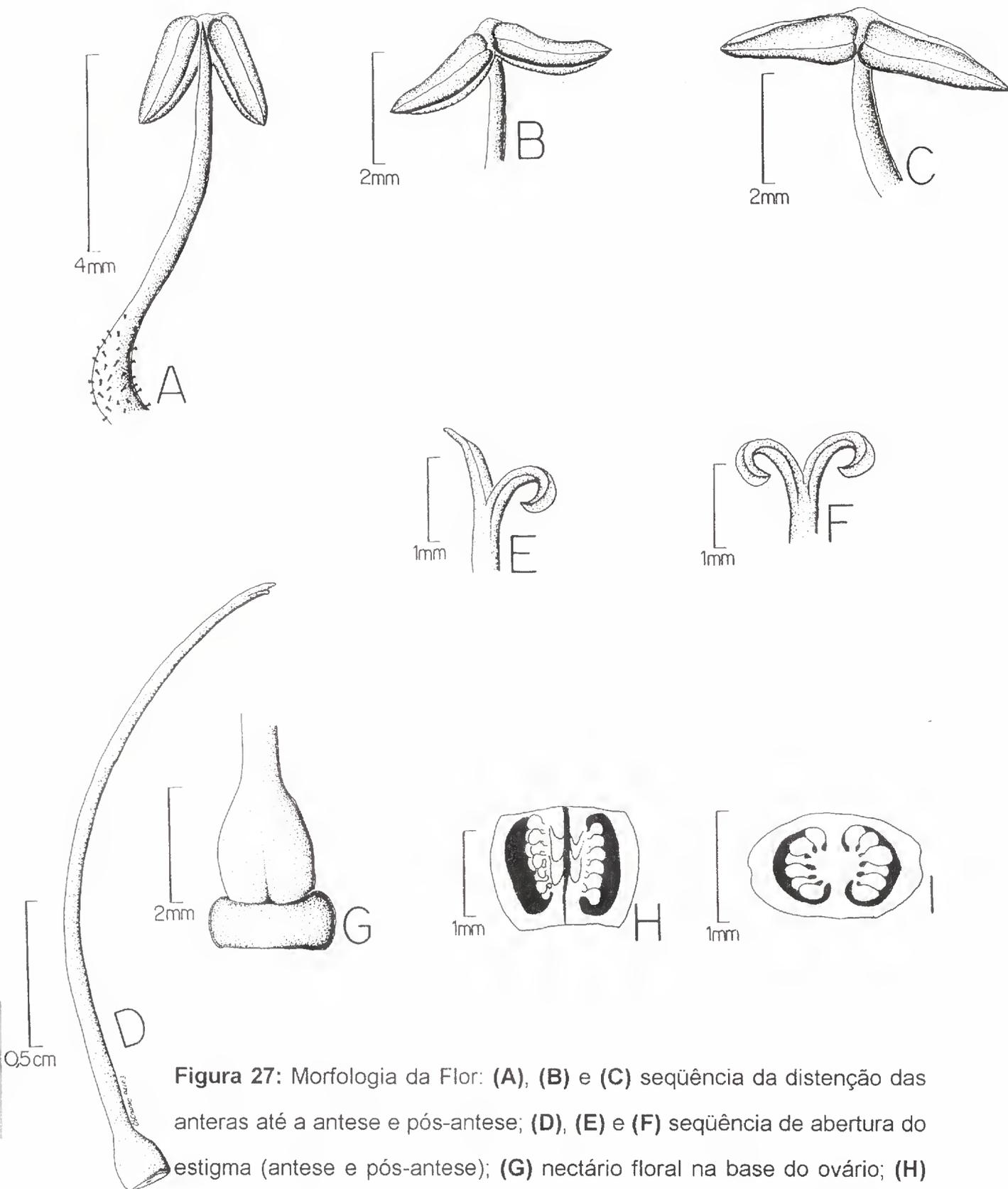


Figura 27: Morfologia da Flor: **(A)**, **(B)** e **(C)** seqüência da distensão das anteras até a antese e pós-antese; **(D)**, **(E)** e **(F)** seqüência de abertura do estigma (antese e pós-antese); **(G)** nectário floral na base do ovário; **(H)** ovário em corte longitudinal mostrando a placentação e **(I)** ovário em corte transversal, também mostrando a placentação (Ilustração: C. S. Caires).

Tabela 03 : Morfologia floral e padrão de produção de néctar pelas flores de *Jacaranda ulei* Bureau & K. Schum; período: 2001 /2002.

	Caracteres
Tipo de inflorescência	Condensada – tipo panícula
Flores por inflorescência	3 – 345
Inflorescências por indivíduo	1 – 7
Flores por indivíduo	3 – 650
Cálice	Verde-arroxeadado, tubuloso com pilosidade externa
Corola	Roxa, tubulosa (quase inodora)
Grãos de pólen por flor: nº médio	8.384
Número de óvulos	45 – 103
Razão pólen / óvulo	161,7
Sementes por fruto	18 – 92
Concentração de açúcares no néctar	
* Flor do 1º dia (n=27)	15 – 19,4%
* Flor do 2º dia (n=33)	21 – 25 até 32%

Obs: (*) dias ensolarados, nublados e chuvosos

Tabela 04: Medidas (em cm): botões florais, flores e respectivos verticilos vegetativos e reprodutivos de *J. ulei*, período: 2001 /2002.

	Botão floral (n=34)	Flor aberta (n=35)
Diâmetro	1,0	2,9
Comprimento total	3,0	5,3
Comprimento do cálice	0,5	0,8
Comprimento da corola	2,6	4,8
Comprimento dos estames	1,5 e 1,8	1,8 e 2,2
Tamanho das anteras	0,25	0,25
Comprimento do pistilo	2,8	3,0
Comprimento do estilete	2,5	2,6
Tamanho do estigma	0,15	0,15
Tamanho do ovário	0,2	0,2
Tamanho do nectário	0,1	0,1
Comprimento do estaminódio	3,0	3,2

A - Procedimentos de Campo

2. 3 - Estratégias Florais

2. 3. 1 – Processo de realização da Antese

A antese caracterizou-se pela expansão lenta dos verticilos florais. Para a realização deste processo, os botões florais apresentaram-se com um tamanho variado: cerca 2,0 cm (final da floração) a 2,6 cm (início e pico da floração), com tamanho médio de 2,1 cm de comprimento (durante todo o processo).

J. ulai tem síndrome de antese diurna. As flores apresentam seu desabrochamento no período correspondente às primeiras horas da manhã, a partir de 03h25 até às 10h30. Nas inflorescências a abertura das flores é sincrônica, com cerca de 93% daquelas marcadas em pré-antese / por indivíduo desabrochando-se lentamente, num processo simultâneo, de 03h25 a 04h50, durante a fase de pico da floração, diminuindo quantitativa e significativamente no período final desta fenofase. O desprendimento dos verticilos dura cerca de 40' a 01h30, desde a separação do primeiro lobo da corola até a emergência e total distensão de todos os verticilos da flor. As demais flores (cerca de 7% / indivíduo), desabrochando em horários diferenciados, conduz a realização da antese até às 10h30.

A antese ocorre normalmente, independente das condições atmosféricas como precipitações pluviométricas e umidade relativa do ar elevado. Assim, o desabrochamento das flores ocorre normalmente em dias de sol e em dias de chuva (Figura 28 A a 28 I).

Após a antese foram encontradas flores que nos primeiros minutos (cerca 20' a 40'), 04h00 ou mais, apresentaram anteras contendo grãos de pólen em apenas uma de suas tecas. Ocorrência observada durante toda a fenofase da floração, e em todos os horários de realização da antese, nas flores que desabrochavam apresentando medidas de tamanhos menores (cerca 2,1cm), dos seus botões, enquanto que as flores de tamanho maior (cerca 2,3 a 2,6cm) apresentaram nas duas tecas abundância de grãos de pólen, sendo estes liberados totalmente e em massa, num simples toque.

2. 3. 2 – Néctar

O néctar é produzido após cerca de 02h00 da ocorrência da antese, no horário entre 07h00 a 09h00 da manhã, sendo o principal recurso procurado pelos polinizadores. No clarear do dia, entre 05h30 e 07h00 da manhã, foi observado que este apresentou-se apenas como uma umidificação na base da corola, próximo ao nectário, enquanto que cerca de 04 a 05 horas após a antese, o volume de néctar apresentado, cobria todo o nectário até próximo ao ovário da flor. No dia seguinte ele era encontrado escorrendo pela corola, caso a flor não tivesse sido visitada.

A variação da concentração de açúcares no néctar de *J. ulei* foi relacionada às condições climáticas e às condições fisiológicas das flores, sendo: flores recém-abertas e em dias de chuva (média de 15%); flores recém-abertas (1º dia) e em dias ensolarados (19,8%); flores de segundo dia, mas nublado e com a umidade do ar e temperatura altas (25%); flores de segundo dia, com umidade do ar baixa e temperatura altas, chegaram a 32% de concentração de açúcares no néctar (Tabela 03).

Após 48h00 da antese, foi observada ainda a flor de segundo dia e que permanece nas inflorescências, apresentando uma certa porcentagem

de recursos, sendo o néctar (cerca de 20%) e os grãos de pólen (cerca de 15%), mesmo tendo sido estas visitadas pelos seus respectivos vetores, e também ainda recebendo visitas, mesmo que muito esporádicas.

A flor de *J. ulmi* tem uma duração de 48h00, período no qual estas não chegam a perder sua vistosidade, apresentando suas corolas ainda muito roxas e vistosas, seus verticilos reprodutivos ainda túrgidos, apenas com a cor esbranquiçada tornando-se meio creme-amarelada. Após este período a corola se desprende do cálice levando consigo os verticilos reprodutivos masculinos e o estaminódio, visto que estes são adnados a ela.

Observou-se que as flores que permanecem por mais tempo (cerca de 3 a 4 dias) até o momento da senescência, tornam-se de uma coloração amarronzada, juntamente com os verticilos reprodutivos e o estaminódio.

Na manhã do dia da antese o cálice permanece com coloração verde escuro, enquanto que no período da tarde começa a tornar-se verde-arroxeadado, com as extremidades mais escuras (ápice) para a base. No dia seguinte, todo o cálice torna-se roxo (vináceo) semelhante à corola. Os estames permanecem com sua cor branca leitosa durante os dois primeiros dias de vida da flor, amarelando juntamente com a corola caso a flor dure mais dias. As anteras que não contêm mais grãos de pólen, juntamente com seu conectivo, apresentam-se no dia seguinte ao da antese com um leve murchamento e bem abertas, tornando-se amarronzadas na base e brancas nas bordas membranáceas.

Os pêlos glandulares do eixo do estaminódio não mudam sua coloração durante o dia da antese, apresentando-se no dia seguinte de uma coloração amarelada, e após quarenta e oito horas da antese a cor destes já se torna amarelo escuro e suas glândulas apicais mostram-se

com uma coloração mesclada, sendo umas amareladas e outras amarronzadas, tornando-se menos túrgidos, período correspondente à passagem para a fase de senescência da flor. O estilete torna-se mais arroxeadado após um ou dois dias da antese, amarelado após os três primeiros dias. O estigma, caso não tenha sido polinizado, continua aberto, receptivo e com sua cor branca e alvacentas após um ou dois dias da antese e só tornando-se amarronzado quando a flor já não apresenta mais nenhuma recompensa floral ou já não responde mais aos estímulos externos.

O ápice do estaminódio com seus tricomas permanece com a mesma coloração no dia seguinte à antese, mudando apenas no período de senescência da flor ou após 48h00 da antese, adquirindo a mesma cor amarronzada.

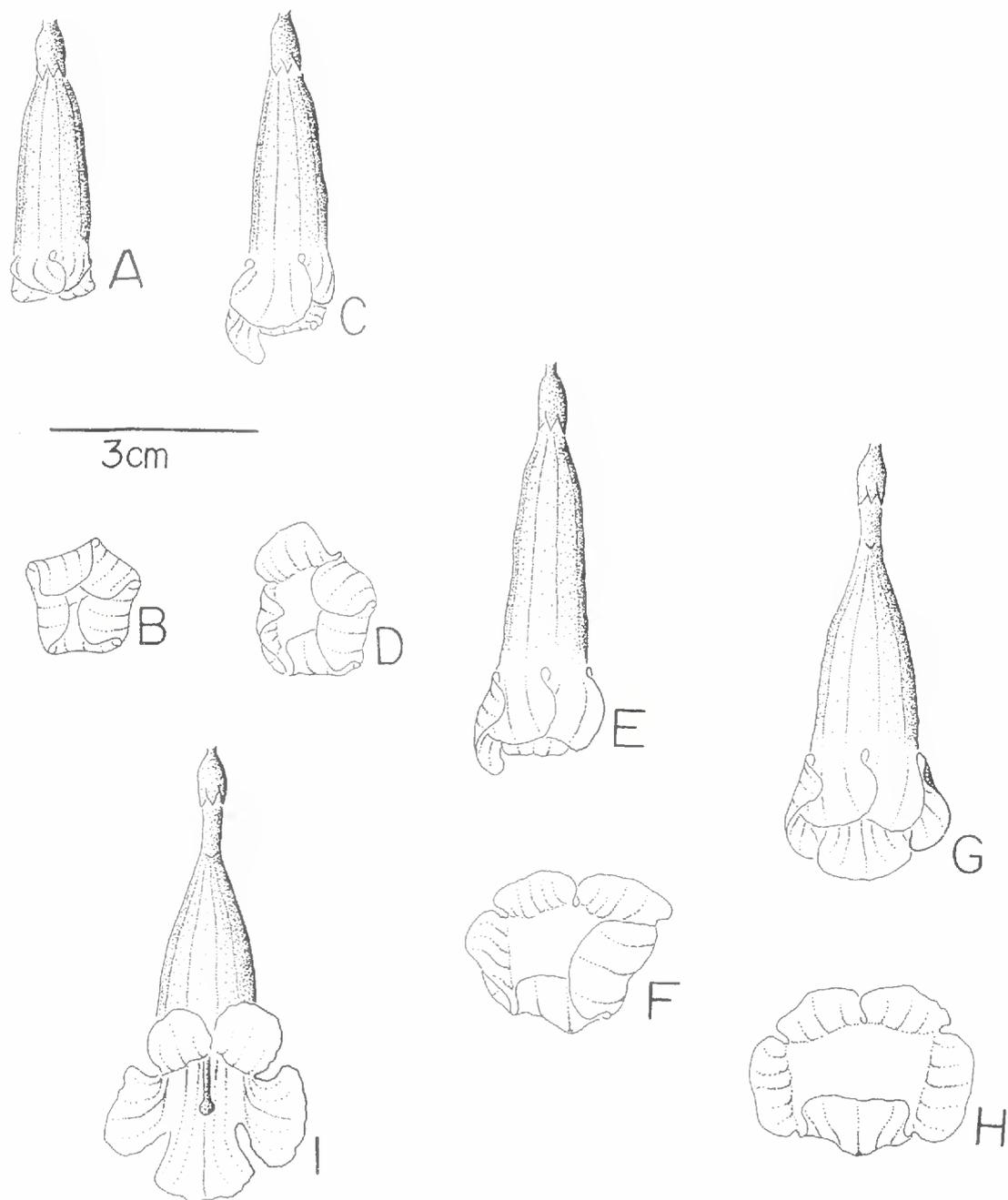


Figura 28: Estágios da antese das flores de *J. ullei*: **(A)** e **(B)** Botão em pré-antese (03h00); **(C)** e **(D)** início da antese: dois lobos superiores da corola semi-distendidos (03h35); **(E)** e **(F)** semi-distensão dos dois lobos laterais (03h55); **(G)** e **(H)** semi-distensão do lobo inferior: flor em formato de funil (04h20); **(I)** distensão total de todos os lobos da corola: verticilos vegetativos e reprodutivos da flor visíveis (04h55). (Ilustração C. S. Caires).

Durante os dois anos de estudos na FAL (2001 / 2002), foi observado em alguns indivíduos, principalmente no final do período da floração, a presença de algumas flores, ou até mesmo de toda a inflorescência, que apresentavam uma coloração esbranquiçada juntamente com um enrugamento na corola. Observou-se que nenhuma delas abriu, mesmo todas aquelas que foram marcadas no dia anterior e que estavam na fase de pré-antese, com seus botões florais apresentando tamanhos propícios à antese. Mesmo sem desabrocharem, percebeu-se que todas estavam prontas para serem polinizadas e que algumas delas continham muito mais grãos de pólen do que muitas daquelas que se apresentavam saudáveis.

Houve a tentativa de fazer-se tanto autopolinização como polinização cruzada em algumas destas (cerca de 20 flores). Porém, no dia seguinte, as flores haviam se desprendido das inflorescências, apresentando queda total de todas aquelas trabalhadas e de outras não trabalhadas. Algumas destas flores foram coletadas e acondicionadas em diferentes recipientes, sendo: a) contendo álcool 70%, b) outro contendo água, c) outras foram acondicionadas em sacos plásticos. Estas foram levadas para o laboratório da FAV (Faculdade de Agronomia e Veterinária) da UnB, para serem examinados pelo Fitopatologista, o Prof^o. Dr. Jean Kleber de Abreu Mattos. (Figuras 29 A e 29 B).

Foi encontrado também alguns frutos (n=5) em fase de desenvolvimento e que apresentavam sinais de predações em grande parte de seu pericarpo, até as sementes e também enrugações, os quais foram coletados e levados para o Laboratório de Fitopatologia da UnB, para serem examinadas pela Micologista, a Prof^a. Denize Dornello.

(Figuras 37 A e 37 B).

Após os exames das flores e dos frutos, concluiu-se que:

1) Nas flores e botões florais exibindo deformações e pequenas necroses: foram encontrados sinais de fungo do gênero *Alternaria* associado aos sintomas;

2) Peças florais e frutos pequenos apresentando pequenas lesões: as lesões foram produzidas por insetos pastadores de aparelho bucal mastigador. Dada a ausência de qualquer inseto adulto no material, a identificação da espécie não foi possível.

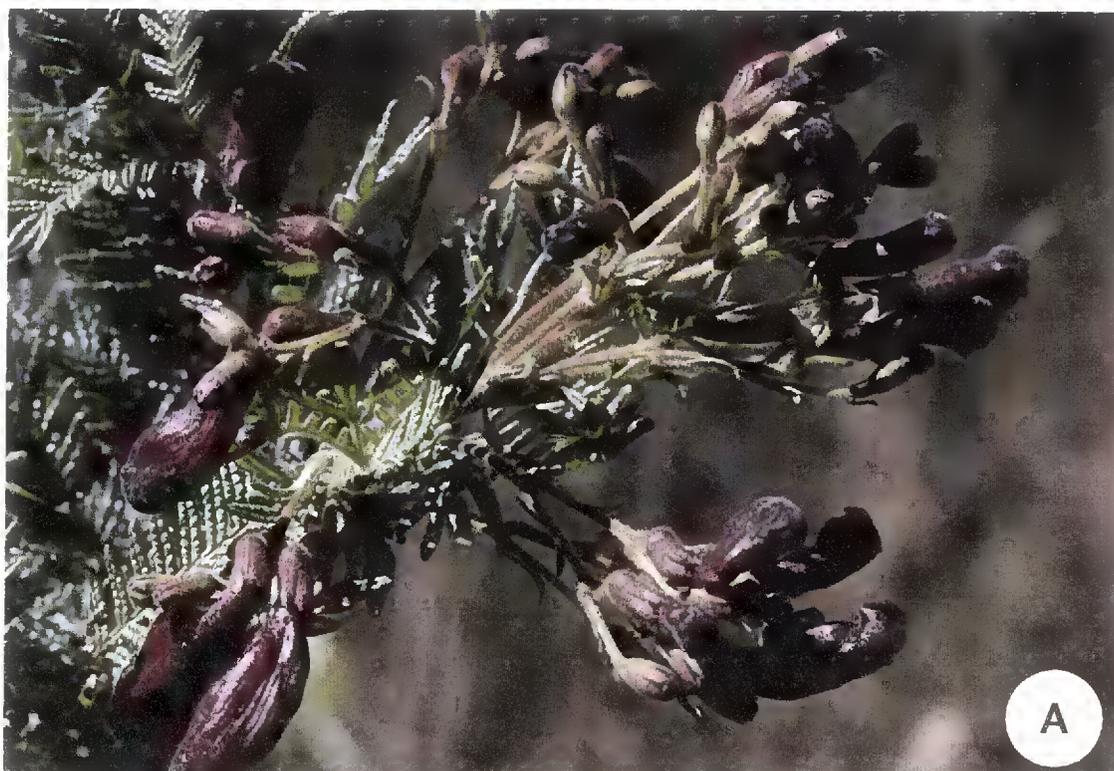


Figura 29: (A) e (B) Flores de *J. ulei* mostrando predação por ataque e colonização de fungos.

(Análise: Prof^o. Dr. Jean Kleber de Abreu Mattos).

3 – Biologia Reprodutiva

Os estigmas das flores de *J. ullei* mostraram-se tacto-sensitivos e se fechavam rapidamente com um simples toque.

3.1 - Receptividade Estigmática:

No momento da polinização, após a deposição dos grãos de pólen, o fechamento do estigma ocorria, tanto para os grãos de pólen vindos de autopolinizações como para os grãos que realizavam as polinizações cruzadas. Para esta resposta o tempo gasto foi entre 30" e 2' e 30" (tempo médio: 1' 30") nos dias de muito sol, enquanto que em dias mais frios, nublados ou de chuva foi entre 1' 50" e 4' 40" (tempo médio: 3' 20").

Quanto ao horário do dia, não houve diferença no tempo gasto, pois observou-se que esta é uma resposta que varia de acordo com o clima.

Quanto ao teste do peróxido de Hidrogênio a 3%, (H_2O_2), para a receptividade estigmática, com a adição de algumas gotas nos estigmas que se encontravam totalmente fechados, estes responderam positivamente observando-se que num curto espaço de tempo (cerca 30" a 40") os lobos dos estigmas já se encontravam totalmente distendidos, tanto em flores jovens como em flores senescentes.

A realização deste teste nos botões florais em fase de pré-antese não apresentou a resposta esperada. A introdução da solução de H_2O_2 a 3% nos estigmas fechados mostrou-se sem nenhuma reação, mesmo esperando cerca de 5' a 10".

3. 2 - Testes experimentais (Polinizações Controladas 2001 / 2002)

Os resultados obtidos das polinizações controladas mostraram que *J. ulei* formou frutos somente das polinizações cruzadas manuais, qualificando-a como fortemente “autoincompatível” e “xenogâmica”.

As flores que foram autopolinizadas manualmente não produziram frutos, embora suas flores tenham recebido uma carga de grãos de pólen no estigma (Tabelas 05 e 06 - Figuras 30 e 31).

Da mesma forma como ocorreu com a autopolinização manual, as flores de autopolinização automática (autopolinização espontânea), deram resposta semelhante quanto à não formação de frutos, apenas não tendo sido observado se houve deposição de grãos de pólen nos estigmas das referidas flores.

3. 2. 1 - Polinização Cruzada (teste para Xenogamia)

Em 2001 (Tabela 05), dos testes de polinização cruzada realizados em campo, resultaram 19 frutos formados correspondendo a um percentual de 33,3%, tendo sido 57 flores polinizadas. Em 2002 (Tabela 06), dos testes de polinização cruzada realizados em campo, foram utilizadas 48 flores que apresentaram um percentual correspondente a 31,25% de produção, tendo sido 15 frutos formados a partir do acompanhamento da iniciação destes, (Figuras 32 A e 32 B).

Nos anos de 2001 e 2002, pôde-se observar valores percentuais bem próximos na formação dos frutos produzidos / flores polinizadas. Nestes dois anos de desenvolvimento das polinizações artificiais cruzadas, pôde-se observar que *J. ulei* mostrou-se com uma taxa de cerca de 32,27% frutos produzidos, correspondendo a 34 frutos, relativos a este processo.

As flores de polinização cruzada, que não formaram frutos levaram cerca de 10 a 12 dias para caírem, enquanto que as flores de autopolinização levaram cerca de 05 a 07 dias para caírem.

3. 2. 2 - Polinização Autogâmica (autopolinização / geitonogamia)

Nos testes de autopolinização manual, para o ano de 2001, o resultado obtido foi correspondente a 0,0% à partir de 53 flores autopolinizadas, tendo este apresentado semelhança aos resultados obtidos para a autopolinização manual no ano de 2002, tendo sido trabalhadas neste ano um número de 48 flores e obtendo também 0,0% de frutos produzidos.

Portanto, os resultados apresentados destes testes de autopolinização manual, pela espécie *J. ulei*, para os dois anos de estudos (2001/2002), (Tabelas 05 e 06 - Figuras 30 e 31), foi correspondente a 0,0%, tendo sido trabalhadas 101 flores.

3. 2. 3 - Polinização Automática / Autogâmica (autopolinização espontânea)

Neste tratamento, os resultados obtidos para o ano de 2001 foram correspondentes a 0,0% de frutos produzidos à partir de 537 flores que foram observadas, sendo estes semelhantes aos resultados obtidos para o ano de 2002, que também foi de 0,0%, tendo sido observadas 698 flores. Assim, mostra que nos dois período de floração (2001/2002), quanto à formação de frutos, a espécie *J. ulei* apresentou resultados correspondentes a 0,0%, de um total de 1.235 flores acompanhadas (Tabelas 05 e 06 - Figuras 30 e 31).

De acordo com as análises dos resultados obtidos dos tratamentos de autopolinização manual (geitonogamia) e de polinização automática (autopolinização espontânea), nos dois anos de estudos (2001/2002), nos quais as flores de *J. ulei* não produziram nenhum fruto, mostraram que esta espécie apresenta alto grau de "auto-incompatibilidade". Esta observação foi efetivada após o desprendimento de todos os pistilos das flores que estavam sendo acompanhadas, em ambos os tratamentos, o que ocorreu por um período de cerca de 53 dias à partir do ensacamento das inflorescências ou da realização das autopolinizações manuais.

3. 2. 4 - Polinização Natural (controle)

No primeiro período de frutificação observado (ago/2001 a jul/2002), dos 11 indivíduos acompanhados na FAL, 4 indivíduos, mesmo florindo, não apresentaram formação de frutos. Dos 7 indivíduos nos quais houve a formação de frutos, estes não maturaram. Durante a iniciação, o tamanho dos frutos não aumentava, mostrando apenas um leve entumescimento do ovário. Após cerca de 05 a 07 dias estes apresentavam-se ressecados, ocasionando o seu desprendimento dos pedicelos, o que ocorreu num período de cerca de 08 a 25 dias após o período de iniciação. Nesse período, 2 indivíduos ficaram sem nenhum fruto, e os outros 5 que ficaram com alguns frutos, tiveram estes maturados até o final dos meses de junho e julho de 2002 (Tabelas 05 e 06 – Figuras 33 A e 33 B; 34 A e 34 B).

O segundo período de frutificação (ago/2002 a mai/2003) constatou-se que dos 7 indivíduos acompanhados e que floresceram, 5 deles apresentaram formação de frutos, enquanto que os outros 2, mesmo florindo, não formaram frutos. Dos 131 frutos formados, somente 116 maturaram, tendo chegado ao estágio final da maturação e dispersão de suas sementes (Tabela 06).

A frutificação proveniente do processo natural no ano de 2001 com 152 frutos formados, correspondeu a um percentual de cerca de 11,6% das flores acompanhadas durante o período de floração, sendo 1.311 flores provenientes de 8 indivíduos com 12 inflorescências, (Tabela 01 e 05)

Para o ano de 2002, de acordo com a Tabela 05, o percentual de frutos produzidos pelos 7 indivíduos com suas 14 inflorescências, foi correspondente a cerca de 10,13%, tendo sido produzidos 131 frutos a partir de 1.293 flores acompanhadas, (Tabela 01 e 06)

Concluiu-se que no processo de polinização natural, para os dois anos de trabalho (2001/2002), a espécie apresentou uma taxa de cerca de 10,86% frutos produzidos (n=283 frutos), apresentando portanto uma taxa menor do que no processo de polinização manual cruzada (Figuras 30 e 31 - 33 A e 33 B).

Tabela 05: Sucesso reprodutivo proveniente das polinizações controladas e naturais realizadas em *Jacaranda ulei* na Fazenda Água Limpa (FAL) - (UnB – DF), setembro a dezembro de 2001.

Tratamentos	Nº de flores acompanhadas	Nº de frutos produzidos	Sucesso reprodutivo (%)
Polinização cruzada	57	19	33,3
Autopolinização manual	53	0	0
Autopolinização automática	537	0	0
Polinização natural (controle)	1.311	152	11,6

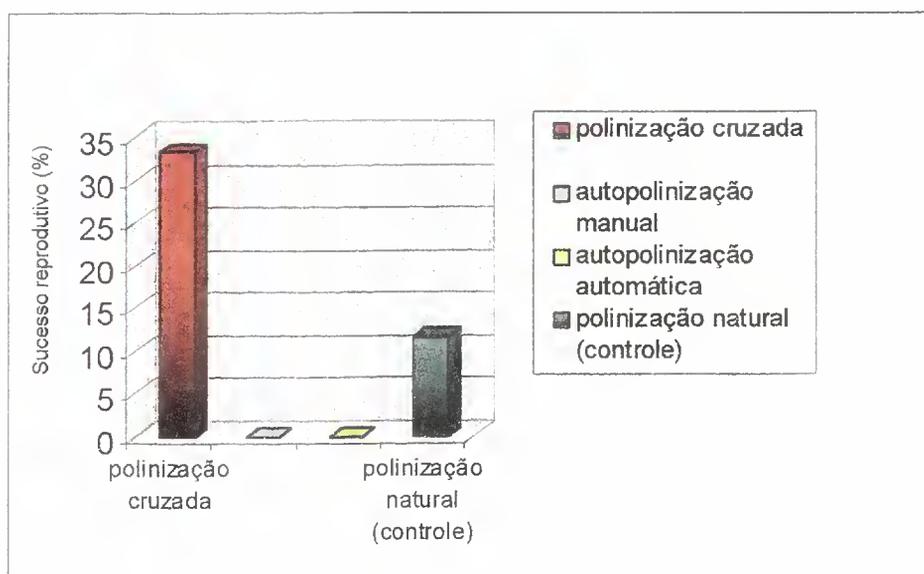


Figura 30: Esquema gráfico do Sucesso Reprodutivo de 2001 (setembro a dezembro) das polinizações controladas e natural de *J. ulei* – FAL (UnB), apresentando apenas os tratamentos que obtiveram seus frutos formados.

Tabela 06: Sucesso reprodutivo proveniente das polinizações controladas e naturais realizadas em *Jacaranda ulei* na Fazenda Água Limpa (UnB - DF), setembro a dezembro de 2002.

Tratamentos	Nº de flores acompanhadas	Nº de frutos produzidos	Sucesso reprodutivo (%)
Polinização cruzada	48	15	31,25
Autopolinização manual	48	0	0
Autopolinização automática	698	0	0
Polinização natural (controle)	1.293	131	10,13

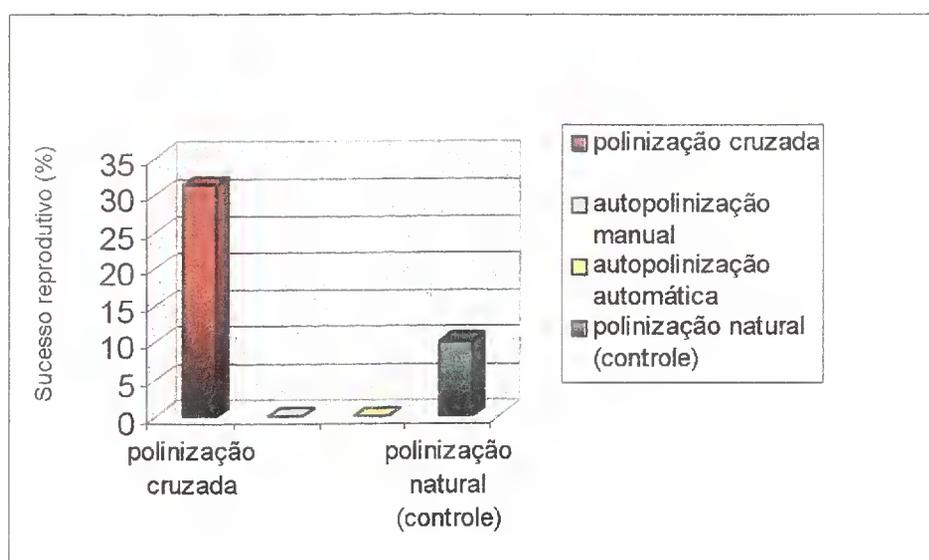


Figura 31: Esquema gráfico do Sucesso Reprodutivo de 2002 (setembro a dezembro) das polinizações controladas e natural de *J. ulei* – FAL (UnB), apresentando apenas os tratamentos que obtiveram seus frutos formados.

3. 2. 5 - Avaliação do Esforço Reprodutivo (%)

Foram encontrados frutos formados desde a base da inflorescência, até o ápice, a partir das co-florescências que constituem a panícula principal.

Destes, alguns são abortados durante um período aproximado de 10 a 45 dias após a polinização e início de sua formação e em diferentes tamanhos, com frutos de até 0,8 cm sendo abortados.

O número de abortos que ocorre na espécie é considerado alto, tanto em relação ao número de flores que cada indivíduo produz e se desprende de seu ramo antes mesmo de se tornar fruto, quanto ao número de frutos iniciados quando os ovários se mostram entumescidos durante as primeiras seis semanas após as polinizações (Tabela 07 - Figuras 32 A, 32 B; 33 A e 33 B e 34 A e 34 B).

No processo de polinização natural, foi observado que cada indivíduo matura no máximo dezesseis (n=16) frutos. Um fato comum observado foi a queda massiva das flores de *J. ulei*, sem mostrar sinal de entumescimento do ovário devido ao aborto, o qual foi associado à mudança de coloração do cálice (de verde a marrom escuro), (Tabela 06).

Houve um indivíduo no ano de 2001, com apenas uma inflorescência, sendo esta formada por 325 flores, que apresentou 98 frutos iniciados correspondendo a um percentual de 30,15%. Aos poucos os ovários entumescidos iam caindo e 82 frutos recém-formados foram abortados gastando cerca de dois meses para se desprenderem dos pedicelos. Assim, ficando apenas 16 frutos que chegaram a completar o estágio de desenvolvimento até a maturação e deiscência, correspondendo

a um percentual de apenas cerca de 4,9% das flores da inflorescência formaram frutos que chegaram ao estágio final de desenvolvimento, a maturação.

Houve também indivíduos em 2001 e em 2002 que tiveram frutos formados 10 dias após o término da floração. Observou-se a formação de 13 frutos, e cerca de 24 dias após o final da floração, observou-se que não haveria a maturação de nenhum fruto, visto que a queda de todos os pistilos ocorria aos poucos, sendo abortados ainda em estágio de entumescimento do ovário (Tabela 07).

Tabela 07: Número de frutos observados do sucesso reprodutivo natural: iniciados, abortados, desenvolvidos (maturados), a partir de 20 dias após início da floração até a maturação, com as respectivas taxas de aborto, referentes aos anos de 2001 e 2002 na Fazenda Água Limpa (FAL) – (UnB – DF). Período: setembro a dezembro de cada ano.

Número dos indivíduos	Número de frutos iniciados	Número de frutos Abortados	% de frutos abortados	Número de frutos desenvolvidos
1	98	82	84	16
2	35	29	83	6
3	13	13	100	0
5	34	34	100	0
7	13	9	69.2	4
16	39	23	59	16
19	42	34	34	8
28	34	20	59	14
33	32	29	90.6	3
38	25	13	52	12
41	19	11	57.9	8
44	19	18	94.7	1
48	32	19	59.3	13
49	35	26	74.3	9
51	22	9	41	13

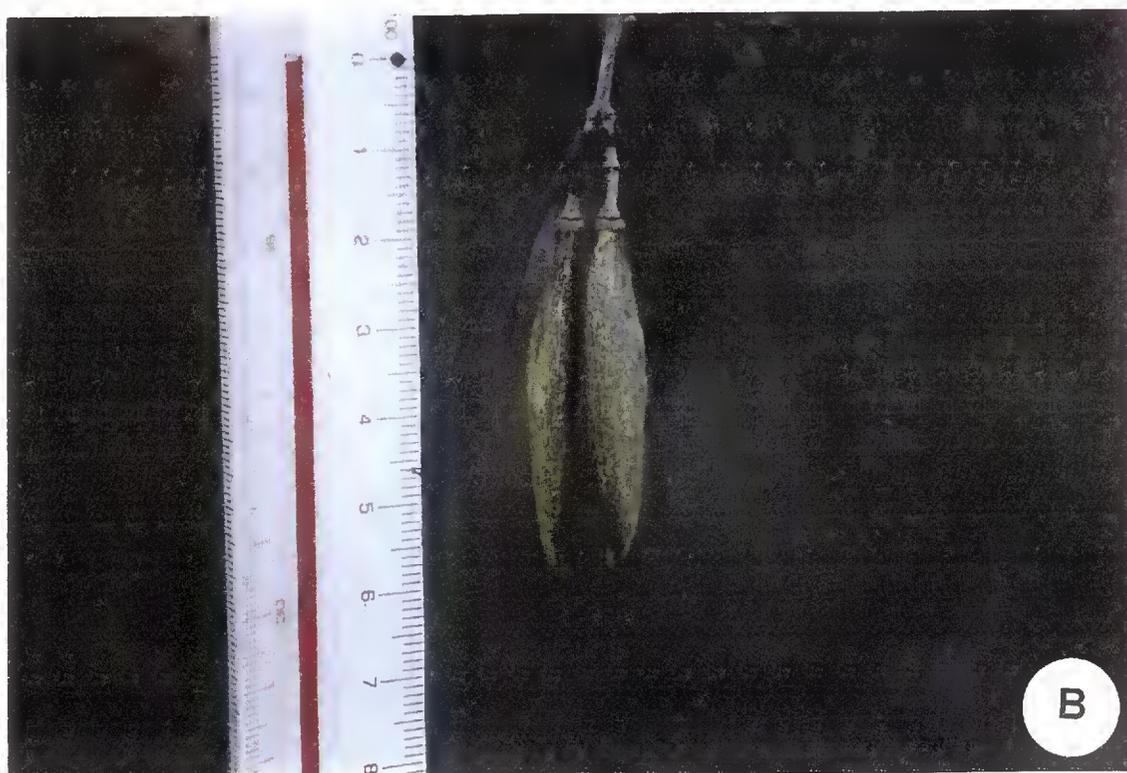
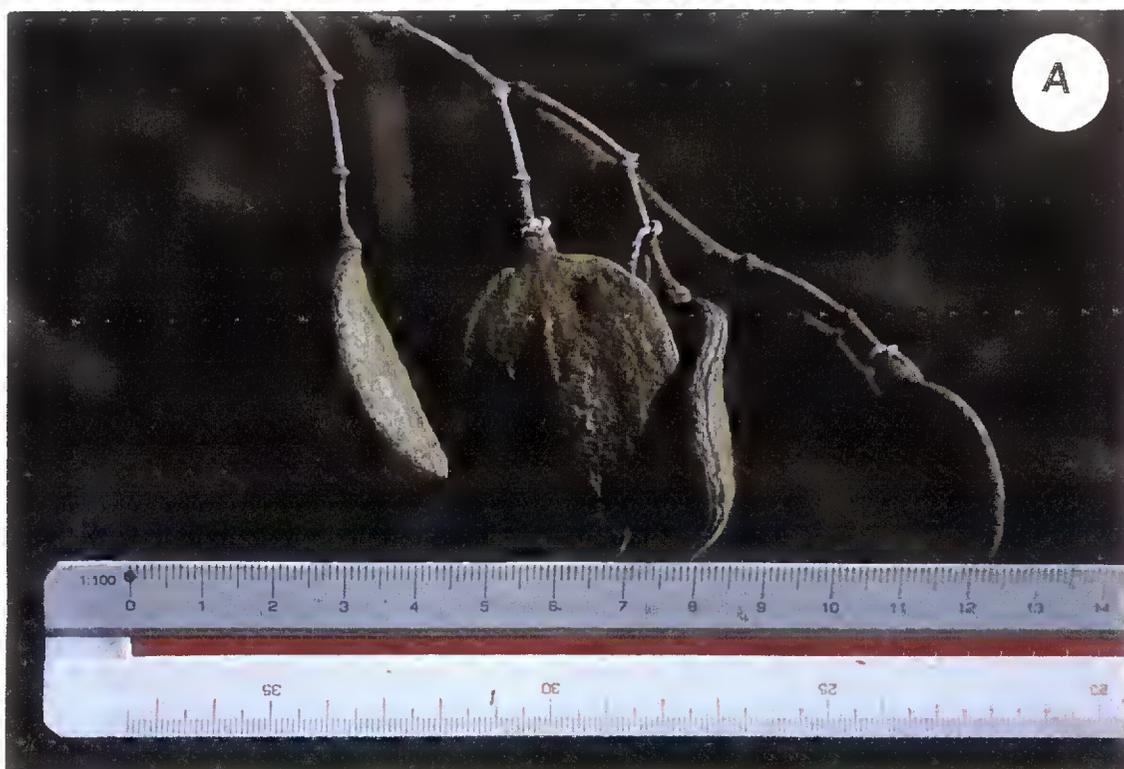


Figura 32: Sucesso reprodutivo de *J. ulmi*. (A) e (B) Frutos provenientes do tratamento de polinização cruzada (xenogamia) do ano de 2001 (março/2002), (Fotos: C. S. Caires & C. L. Ramalho)



Figura 33: Sucesso reprodutivo de *J. ulei*, mostrando frutos provenientes da polinização natural do ano de 2001, (A) Indivíduo com alta produção; (B) indivíduo com baixa produção.

No ano de 2002, houve apenas um indivíduo que apresentou frutificação superior aos demais da população, tendo este florido simultaneamente a outros dois no final do período de floração (novembro/2002). Sua floração apresentou-se também abundante, com cinco inflorescências e cerca de 450 flores. Houve a iniciação de 80 frutos, sendo que alguns (n=26), aos poucos foram abortando, desde o estágio de entumescimento do ovário (0,3 cm) até o tamanho de 0,6 cm; enquanto os demais frutos (n=25) foram abortados até o tamanho de 2,3 cm durante 15 a 45 dias após a polinização, ficando 29 frutos que chegaram ao estágio final de desenvolvimento até a fase de maturação e deiscência, com dispersão de suas sementes, (Figuras 34 A e 34 B).

Os outros dois indivíduos que floresceram junto apresentavam-se: um com três inflorescências contendo cerca de 310 flores e não produzindo nenhum fruto, cujas flores caíram no período de 02 a 04 dias da antese, sem ter observado o entumescimento do ovário; o outro com seis inflorescências era formado por cerca de 370 flores, o qual conseguiu manter três frutos até a maturação.

Os frutos de *J. ulei* são do tipo que as valvas externas permanecem no ramo, permanecendo suas valvas no ramo por dois novos períodos de floração e frutificação (cerca de dois anos), como tem sido observado a partir da frutificação de 2000 que foi encontrada ainda em 2001 e 2002 em alguns indivíduos (Figuras 19 C e 39).

As observações quanto à produção de frutos por *J. ulei*, comparada com a taxa de aborto, ocorreu também nas três áreas suportes acompanhadas, procurando-se observar se haveria diferença ou não no sucesso reprodutivo, entre as diferentes localizações destas áreas, tendo em vista o pequeno percentual em tamanho e em quantidade de flores produzidas pelos indivíduos, como foi mostrado.



Figura 34: Frutificação: Indivíduo de *J. ulei*, que floriu no final da floração/2002: mostrando produção superior relacionada aos outros indivíduos desta floração. **(A)** Vista frontal dos frutos de todas as inflorescências; e **(B)** vista lateral da frutificação total, (Fotos: colaboração: J. G. Paiva)

B - Procedimentos de Laboratório

3. 3 - Morfologia dos Frutos

Os frutos de *J.ulei* são cápsulas secas, de deiscência loculicida, cujos tamanhos variam de 2,4 cm a 4,7 cm de comprimento, e tamanho médio de 3,55 cm de comprimento, por 2,10 cm a 3,95 cm de largura, e uma média de 3,0 cm de largura no estágio da maturação. Apresentam coloração verde claro quando jovens (Figuras 32 A e 32 B; 33 A e 33 B; 34 A e 34 B), tornando-se amarronzada na fase de pós-maturação (Figuras 19 C; 36 e 39) . O epicarpo é glabro, espesso, rígido e tardiamente deiscente. Os frutos são formados ao longo de toda a inflorescência na fase de iniciação, tendo-se observado uma maior quantidade nas subpanículas terminais da inflorescência na fase de maturação, sendo estes, em maior número, formados na flor central da subpanícula, os quais vão até a maturação, porque os frutos formados das flores laterais das subpanículas são os que mais apresentaram aborto (Figuras 35 J e 35 K).

Alguns frutos de *J. ulei* apresentaram-se com sinais de pastejo, principalmente na face externa do epicarpo (Figuras 37 A e 37 B), tendo sido encontrados outros que foram pastados quase que totalmente, envolvendo todo o epicarpo com as sementes (Figura 38 A e 38B). Os danos indicavam a ação suspeita de ser de roedores e a decomposição por fungos. A predação superficial externa (epicarpo) foi observada, sendo feita por um coleoptero, o qual não se conseguiu capturar para posterior análise, enquanto que a predação total do fruto não foi observada.

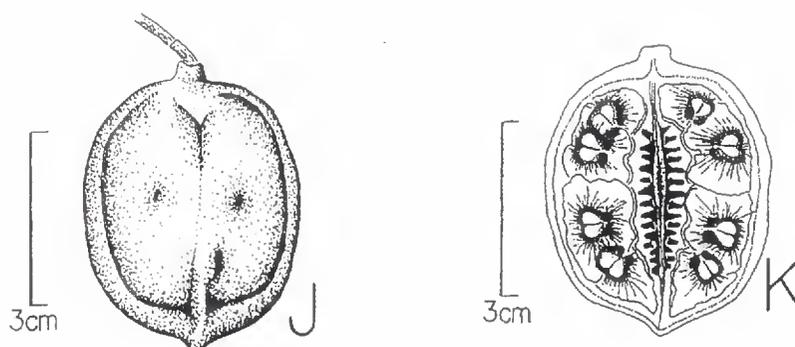


Figura 35: Morfologia dos frutos: **(J)** fruto fechado mostrando aspecto externo do pericarpo, **(K)** fruto aberto mostrando a inserção das sementes e o tamanho das mesmas. (Ilustração: C. S. Caires).



Figura 36: Indivíduo de *J. ulei* mostrando duas fases de frutificação (2000/2001) e brotamento da folhagem e floração para a terceira frutificação (2002).

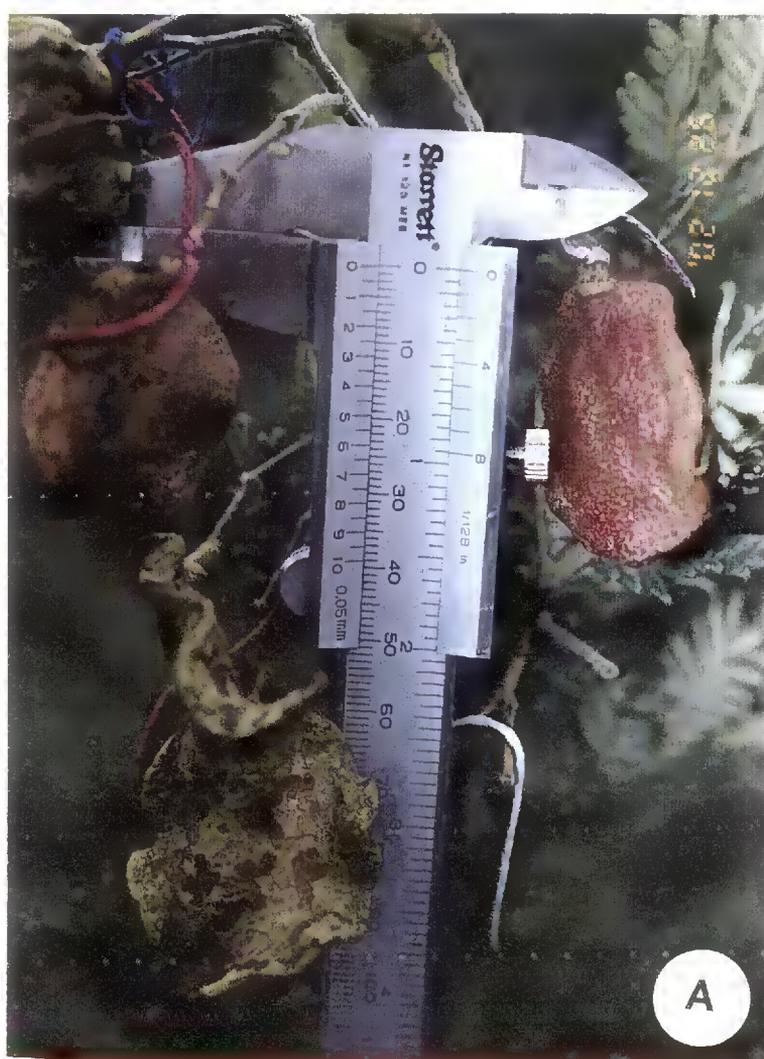


Figura 37: Predação dos frutos de *J. ulmi*. **(A)** apenas o pericarpo e realizada por coleopteros. (Foto: colaboração: J. G. Paiva); **(B)** pericarpo até as sementes. (Foto: Fausto: Laboratório de fotografia - IB).

3. 4 – Aspectos Morfológicos e contagem das Sementes

As sementes de *J.ulei* são grandes, com tegumento glabro, de cor marrom-escuro-opaco, formato meio arredondado ou elíptico e de estrutura fina e comprimida, tornando-as achatadas ou comprimidas no ápice e na base, sendo formadas no mínimo 18 e no máximo 92, cuja média é de 55 sementes por fruto, para aqueles provenientes dos tratamentos de polinização cruzada, (Figura 39 e 40 (1)).

O número de sementes formadas por fruto, independe do tamanho do fruto, tendo sido encontrados alguns frutos pequenos que produziram sementes em quantidades maiores do que outros de tamanhos maiores, mas que formaram sementes em menor quantidade. Os frutos provenientes dos tratamentos de polinização natural apresentaram-se com um número mínimo de 31 e no máximo 89, cuja média é de 60 sementes por fruto (Tabela 03).

O tamanho das sementes varia entre cerca de 0,9 a 1,4 cm de comprimento com um tamanho médio de 1,07 cm para as sementes de polinização cruzada com suas alas presentes; enquanto que apenas o tegumento destas mede 0,7 cm em média. Para as sementes de polinização natural, os tamanhos variam entre cerca de 0,7 cm para apenas o tegumento a 1,16 cm de comprimento com as alas.

Possuem ala membranácea (frágil), de coloração marrom mais escuro próximo do tegumento, clareando para a periferia e tornando-se bege transparente com um brilho muito expressivo (cutinizado); de tamanhos variados, abrangendo uma faixa de 0,25 a 0,6 mm de comprimento (Figuras 39 e 40 (1)).

Dos 37 frutos provenientes das polinizações naturais, muitos deles (n=20) apresentam alta produção de sementes, assim como os 8 frutos

provenientes das polinizações cruzadas, os quais foram contadas as sementes, também muitos frutos (n=05) apresentaram alta produção de sementes (superior a 50), mostrando uma maior proporcionalidade em relação aos frutos das polinizações naturais.

As sementes são ligadas à casca do fruto através de suas alas, ficando sobrepostas umas às outras devido ao grande número, formando de três a seis camadas de sementes por lóculo, (Figuras 35 J, 35 K e 38 A)

As sementes que se apresentaram saudáveis (Figura 38 A), correspondem a 62,9%, enquanto que as sementes que se mostraram não-saudáveis (também as predadas), correspondem a 37,1% destas, sendo que neste grupo conta-se também com as sementes pequenas que foram classificadas como abortadas porque não tiveram o desenvolvimento do seu tegumento completo, enquanto suas alas se mostraram bem desenvolvidas (Figura 38 B).

Com relação às sementes dos 8 frutos provenientes de polinização cruzada, coletados, levados ao laboratório e analisados, pôde-se observar que quase todos, cerca de 99% destes apresentaram sementes saudáveis, não saudáveis e abortadas, porém em quantidades variáveis. O índice de aborto (sementes não saudáveis e abortadas) por fruto foi correspondente a um mínimo de 5% e a um máximo de 69,6%, cuja média chega a 48,3% do total de sementes. Para os 30 frutos provenientes da polinização natural, os percentuais foram correspondentes a um mínimo de 1,35% e a um máximo de 61,8%, enquanto que a média ficou em torno de 37,1% de sementes abortadas por fruto observado.

Quanto maior a semente, mais saudável e mais viável ela se apresentava, mesmo tendo sido encontrado também sementes semelhantes a estas que se mostraram inviáveis (murchas), assim como as sementes muito pequenas que foram todas inviáveis.



Figura 38: Frutos abertos de *J. ulei*, mostrando a disposição e a predação das suas sementes. **(A)** sementes saudáveis; **(B)** sementes predadas: valva esquerda (total) e valva direita (parcial).

(Fotos: Fausto: Laboratório de fotografia do IB).



Figura 39: Frutos de *J. ulei* na área de estudos (FAL), mostrando o tipo de deiscência e ocorrência autocórica de dispersão das suas sementes.

3. 5 - Viabilidade das Sementes (Germinação)

Quanto ao processo de germinação das sementes de *J. ulei*, para sua realização foi utilizado um total de 200 sementes, provenientes dos testes de polinização cruzada (n=100) e natural (n=100). Dos resultados obtidos, percebeu-se que as sementes mostraram um alto índice de germinação (viabilidade), tanto para iniciação do processo relativo ao período total para a germinação daquelas que se mostraram viáveis (34 dias), e também quanto ao número de sementes que responderam ao processo positivamente, sendo 156 delas para ambos os tratamentos, (Tabela 08).

O tempo gasto para o início da germinação das sementes foi de cerca de oito dias para aquelas provenientes da polinização cruzada, contando com seis sementes germinando, e de nove dias para aquelas provenientes da polinização natural que contava também com seis sementes iniciando o processo de germinação.

As 19 sementes das polinizações cruzada (14) e natural (5) as quais sofreram com a presença de agentes externos apresentados sob a forma de pontinhos brancos, foram descartadas, assim como aquelas 25 sementes das polinizações cruzada (7) e natural (18) que apresentaram-se duras e que não germinaram, por não apresentarem nenhum sinal de embebição de água. Estas perfazem um total de 44 sementes que correspondem a um percentual de 44%. O processo de polinização cruzada apresentou um total de 21 sementes que não germinaram, correspondendo ao percentual de 21%; enquanto o processo de polinização cruzada apresentou um total de 23 sementes que não germinaram, correspondendo a um percentual de 23% do total geral de sementes usadas no processo de germinação. Assim, mostrou-se que

houve um percentual de 79% de sementes provenientes das polinizações cruzadas que germinaram e que foram consideradas viáveis, e um percentual de 77% de sementes provenientes da polinização natural sendo viáveis.

Concluiu-se que as sementes de *J. ulei*, provenientes dos tratamentos tanto de polinização cruzada manual como aquelas de polinização natural, mostraram-se, no geral, viabilidade de cerca de 78% e um percentual de não-viabilidade correspondente a 22% até o final do experimento (Tabela 08).

Para constituir o lote de sementes que se mostraram inviáveis, foram feitas observações após a germinação, selecionando-se: 1) sementes que tiveram suas alas desenvolvidas e tegumento atrofiado; 2) sementes totalmente desenvolvidas (alas e tegumento) e 3) sementes totalmente desenvolvidas, mas que se apresentavam murchas ou secas.

O processo de germinação das sementes de *J. ulei* foi acompanhado utilizando-se a câmara de germinação com temperatura entre 25°C a 30°C, e estando as sementes dentro das condições pré-determinadas para o processo, assim como todo o material usado. De acordo com estes resultados, *J. ulei* foi considerada uma espécie com um alto poder de germinabilidade, cujas sementes apresentam tegumento de coloração escura, que é um indicativo que serve como característica da capacidade germinativa destas, pois está relacionado com a permeabilidade dos envoltórios das mesmas (Figura 40: de 1 a 5).

Tabela 08: Germinação *in vitro* das sementes de *Jacaranda ulei* provenientes de polinizações controladas e naturais. Laboratório de Sementes - FAV - UnB, junho / julho de 2002.

Tratamentos	Sementes germinadas	Sementes acometidas (colonização por fungos) (retiradas)	Sementes não germinadas (duras)	Total
Polinização cruzada	79 - 79%	14 - 14%	7 - 7%	100 -100%
Polinização natural (controle)	77 - 77%	5 - 5%	18 - 18%	100 -100%
Total	156	19	25	200



Figura 40: Escala das fases de germinação das sementes de *J. ulei*. (1) semente original antes da germinação; (2) surgimento da radícula, (3) surgimento das folhas cotiledonares; (4) surgimento do segundo par de folhas; (5) os dois pares de folhas cotiledonares e a radícula desenvolvidos, no momento do plantio.

3. 6 – Contagem e Viabilidade dos Grãos de Pólen

Os grãos de pólen são esféricos, tricolpados, de cor branca transparente e com um brilho intenso quando ainda dentro das anteras, tanto de botões florais como das flores abertas. São encontrados e retirados em massa devido a presença de uma substância pegajosa envolvendo a exina, mesmo que alguns apresentam-se solitários.

Após a ocorrência da antese, estes tornam-se de uma coloração creme claro semelhante à cor das anteras, assim como também no seu primeiro dia pós antese. O número de grãos de pólen / antera corresponde a uma variação de 2.096 a 3.500 grãos, havendo uma média de 2.978,5 grãos / antera, apresentando a quantidade de 8.384 a 14.000 grãos / flor, que apresentou uma média de 11.914 grãos de pólen / flor, (Tabela 03 e Figuras: 41 A, 41 B, 41 C e 41 D - 42 A, 42 B e 47 A).

Quanto à viabilidade polínica para as flores de *J.ulei*, esta apresentou-se alta, com cerca de 98% dos seus grãos de pólen viáveis, segundo observações feitas após coloração com o corante Alexsander, o qual deixou os grãos com uma coloração de tom vermelho bem escuro, indicando a sua viabilidade, enquanto que os demais apresentaram uma coloração esbranquiçada, indicando a sua inviabilidade, (Figuras: 41 B, 41 C e 42 A).

3. 7 – Número de Óvulos

J. ulei apresentou-se com um número mínimo de 48 e um máximo de 102 óvulos / ovário, cujo número médio foi de 73,7 (Tabela 03 e Figuras 43 A e 43 B).

3. 8 – Razão Pólen / Óvulo

De acordo com os resultados obtidos da contagem dos grãos de pólen e dos óvulos das flores de *J. ulei* no laboratório, observou-se que pelo número médio de grãos de pólen sendo 11.914 e a média de óvulos contabilizados de 73,7 por flor, ficou estabelecida uma razão de 161,7 grãos de pólen por óvulo, para que ocorra a realização da fertilização das devidas flores ($P / O = 161,7$), (Tabela 03).

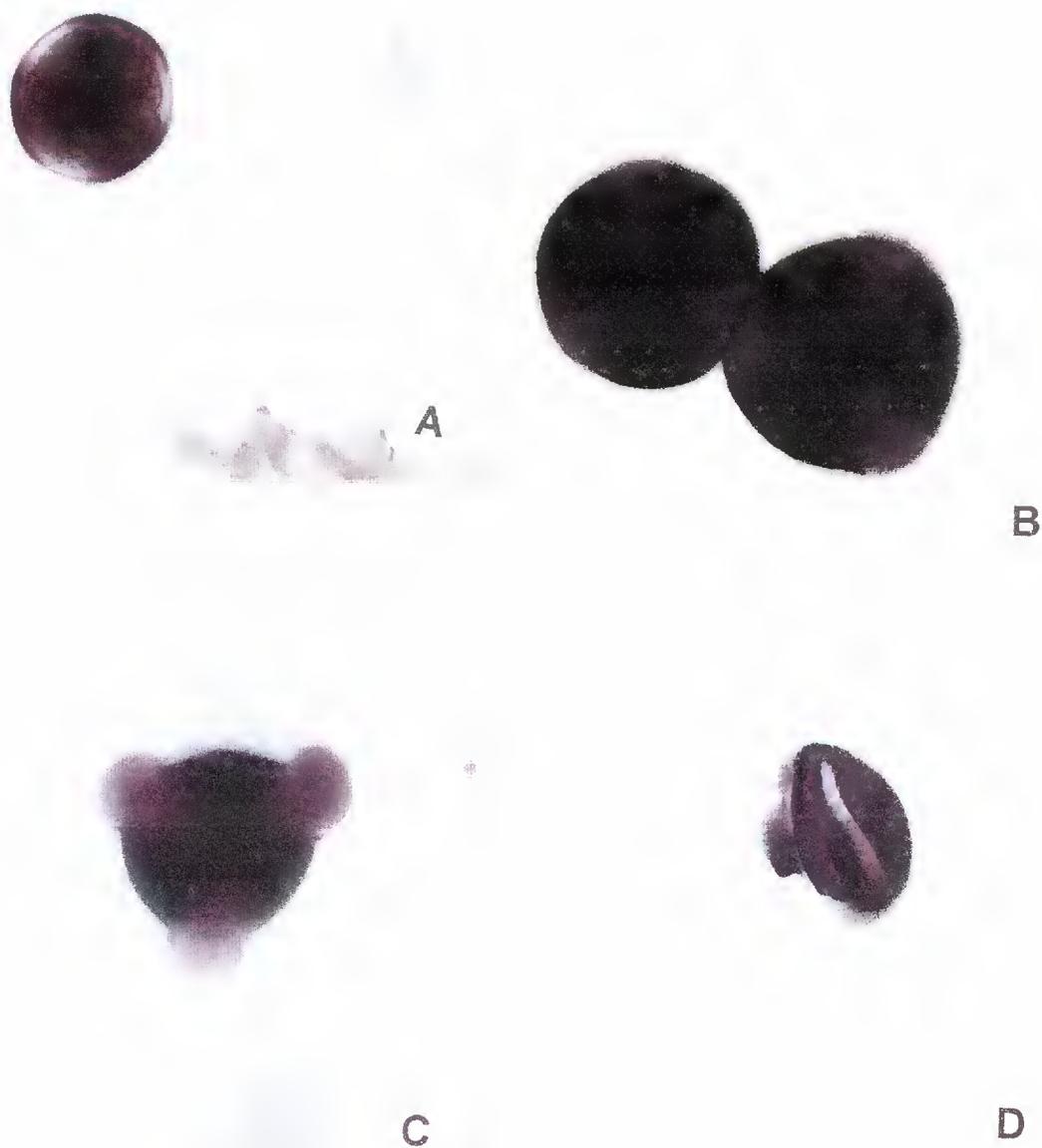


Figura 41: Grãos de pólen das flores de *J. ulmi*, após coloração com o corante Alexander, para observação da viabilidade polínica. **(A)** e **(B)** mostrando sua estrutura tricolpada no ângulo lateral; **(B)** estrutura tricolpada no ângulo frontal, **(C)** seus colpos liberando o tubo polínico; e **(D)** mostrando um dos colpos em vista lateral - (aumento 40 X).

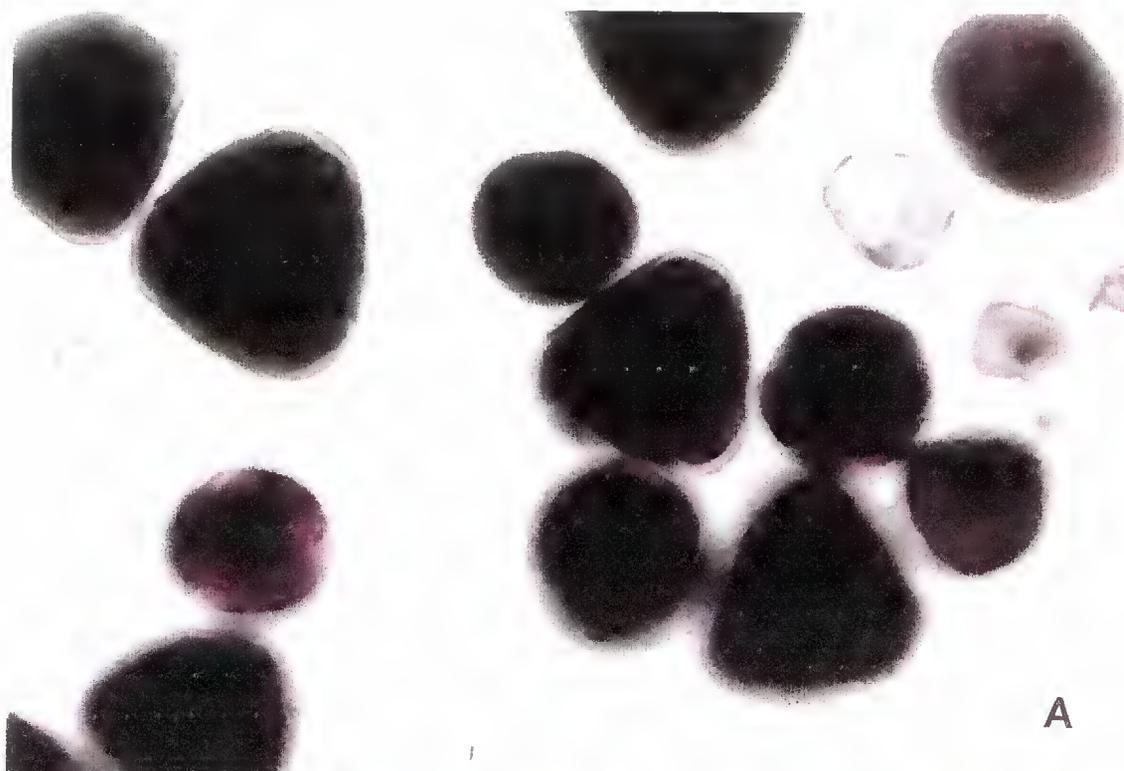


Figura 42: (A) Grãos de pólen das flores de *J. ulmi*, após coloração com o corante Alexander; e (B) disposição no estigma após a clarificação com NaOH (8 M) e coloração com azul de anilina (microscopia de fluorescência: aumento 40 X).

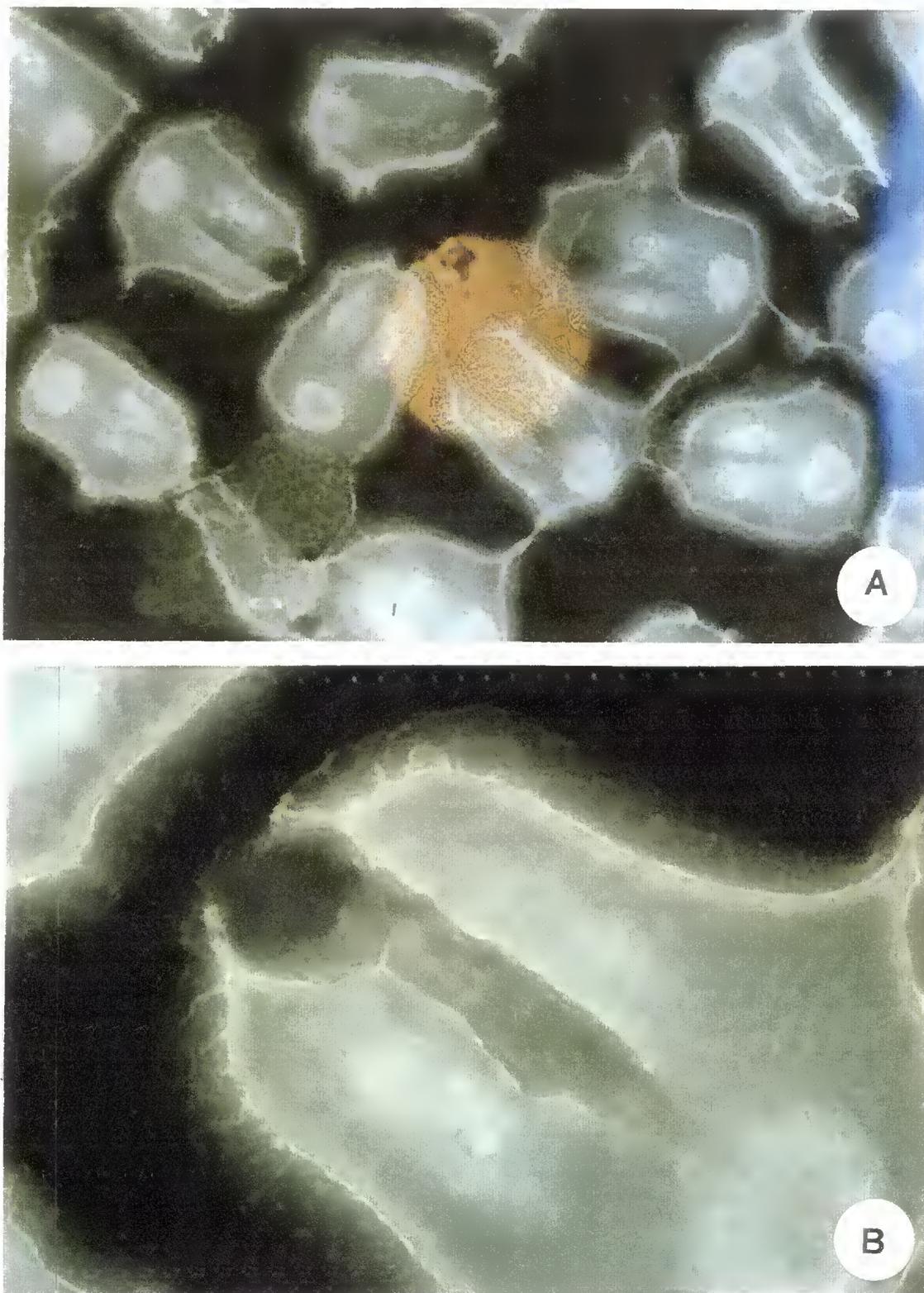


Figura 43: Óvulos das flores de *J. ulmi* após clarificação com NaOH (8 M) e coloração com azul de anilina 0,01% em água: **(A)** disposição nos ovários (microscopia de fluorescência: aumento 10 X); **(B)** mostrando a abertura da micrópila (microscopia de fluorescência: aumento 40 X).

3. 9 – Microscopia de fluorescência (Crescimento dos tubos polínicos)

Dos pistilos pós-polinizados das flores de *J. ulmi*, para observações do crescimento dos tubos polínicos, e analisados ao microscópio de epi-fluorescência, concluiu-se que:

1) Nos tratamentos manuais realizados (polinização cruzada e autopolinização), tanto no campo como no laboratório, muitos tubos polínicos se desenvolveram ao longo do estilete chegando até o ovário, penetrando-o e alcançando a micrópila dos óvulos; (Figuras 44 (1) A, B e C; 44 (2) D, E e F ; 45 A, B, C e 46 A e B);

2) não foi detectada nenhuma diferença na velocidade de crescimento dos tubos polínicos, nos pistilos das flores submetidas aos tratamentos manuais de polinização cruzada e de autopolinização;

3) nas autopolinizações controladas, observou-se que os tubos polínicos chegaram até a micrópila dos óvulos em apenas 24h00, assim como nas polinizações cruzadas, penetrando-a; (Figuras 44 (2) D, E, F e 45 A e 45 B);

4) no processo de polinização natural, também percebeu-se o crescimento dos tubos polínicos e que estes chegam até o ovário, inclusive alguns chegando também até a micrópila do óvulo, mas não sendo possível determinar qual o tempo necessário gasto; (Figuras 46 A e 46 B);

5) nos dois tratamentos manuais (autopolinização e polinização cruzada) observados, e também no processo natural, os tubos polínicos são formados com um número muito grande de ramificações, apresentando feixes luminosos muito densos em muitos deles; (Figuras 44 (1) A, B, C; 44 (2) D, E, F; 45 A, B, C 46 A, e B);

6) em todos os tratamentos, os tubos polínicos penetram no ovário em pequena quantidade (cerca de 1 a 6 e média de 4 filamentos do feixe);(Figuras 44 (2) E, F e 46 B);

7) em todos os tratamentos realizados observou-se que os tubos polínicos após 48, 72 e 96h00 da polinização apresentam-se muito semelhantes aos tubos polínicos de 24h00 após a polinização, com semelhante densidade de ramificações, assim como a chegada deles até a micrópila do óvulo;

8) o bloqueio da efetivação da fertilização a partir da autopolinização manual em *J. ulmi*, ocorre dentro dos óvulos; apresentando um índice de auto-incompatibilidade;

9) em todos os tubos polínicos formados, ocorre a formação de “plugs” de calose, os quais apresentam-se de forma meio arredondada na região próxima ao estigma e de forma mais comprida e tubular ao longo do estilete (Figura 47 B).

Figura 44 (1): Tubos Polínicos provenientes dos tratamentos de polinização cruzada das flores de *J. ulmi*, em ramificação ao longo do estilete: **(A)** e **(B)** mesmo gineceu, **(C)** outro gineceu (aumento: 40 X).

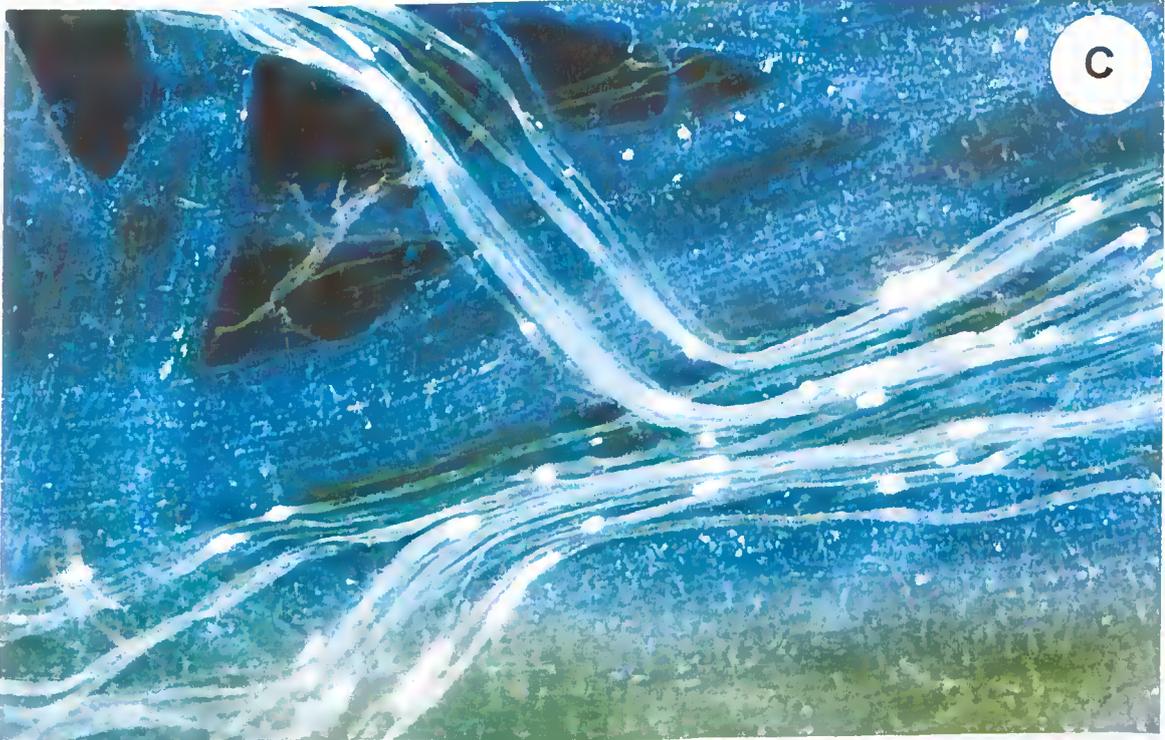
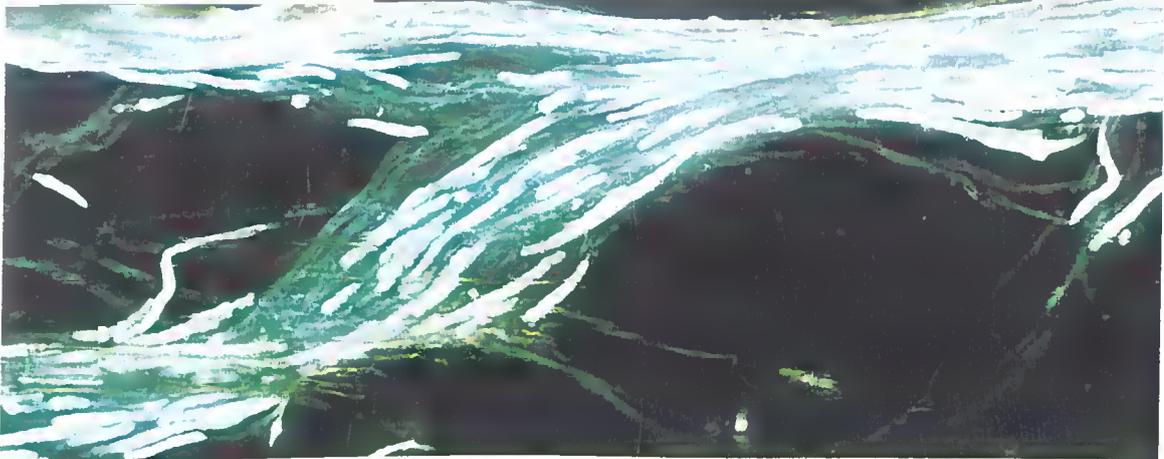


Figura 44 (2): Tubos Polínicos: polinização cruzada (continuação): **(D)** ramificação entre a base do estilete e o ápice do ovário, **(E)** penetração de tubos polínicos na micrópila dos óvulos (aumento: 10 X) e **(F)** tubo polínico penetrando na micrópila do óvulo (aumento 40 X).

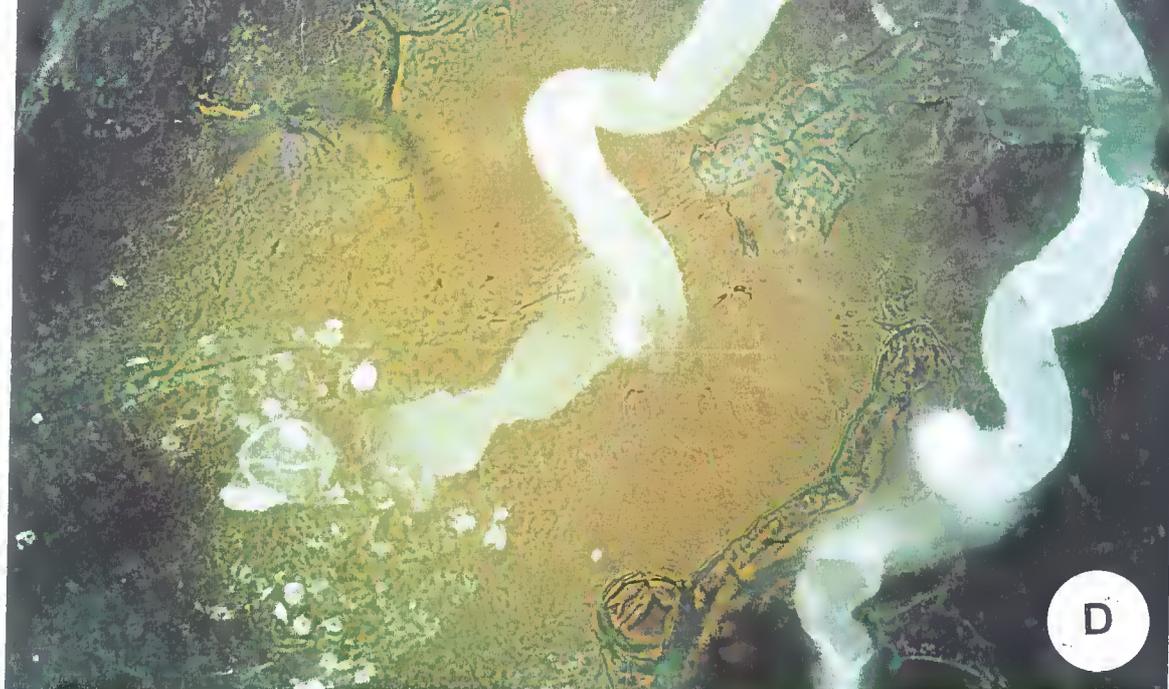


Figura 45: Tubos Polínicos provenientes dos tratamentos de autopolinização das flores de *J. ulmi*, alcançando o ovário após 24h00 da polinização, **(A)** um gineceu, **(B)** e **(C)** outro gineceu.

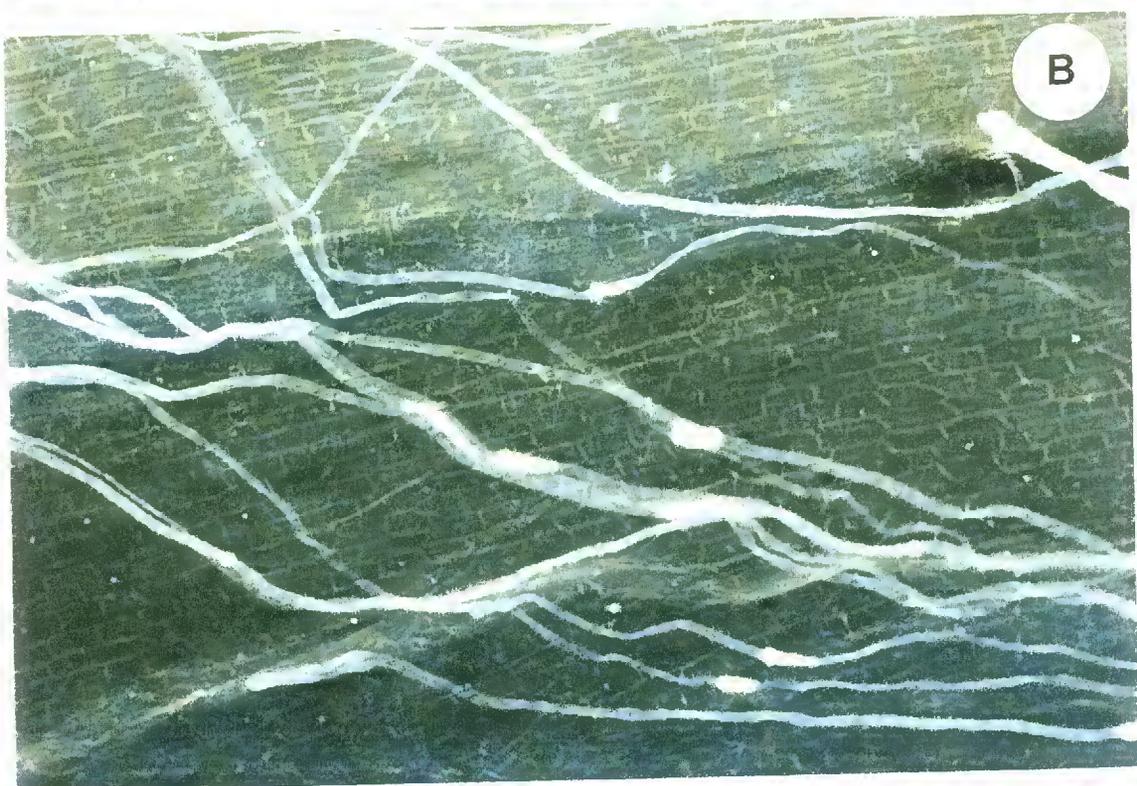
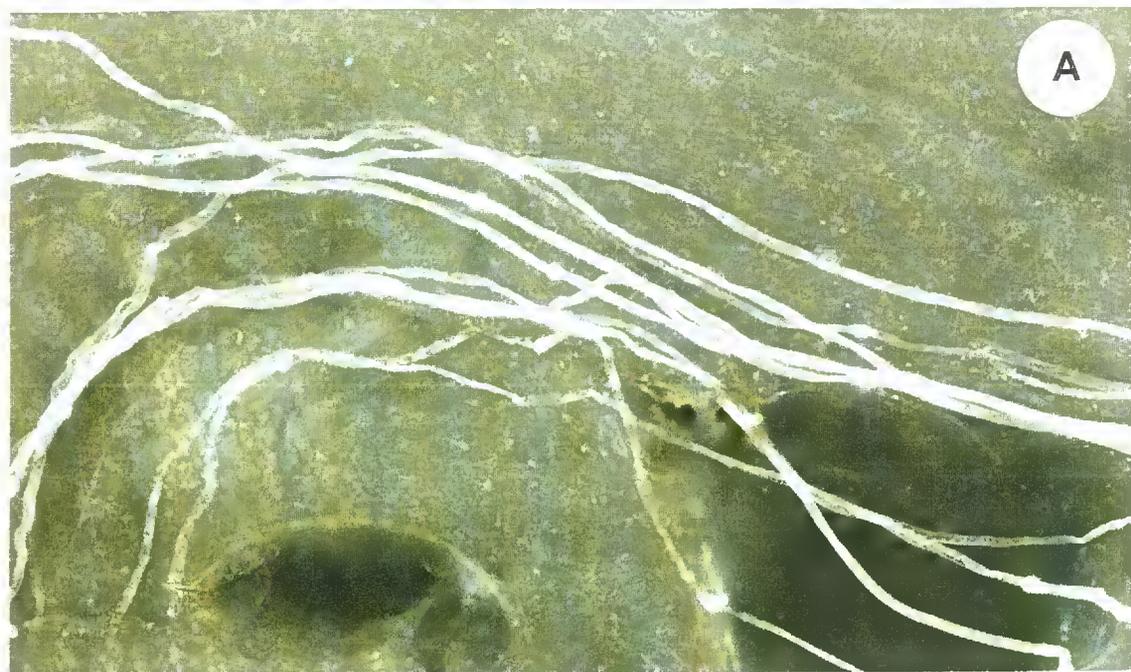




Figura 46: (A) Tubos Polínicos provenientes de polinização natural ao longo do estilete (um gineceu), (B) Tubos Polínicos provenientes de polinização natural alcançando a micrópila dos óvulos (outro gineceu).

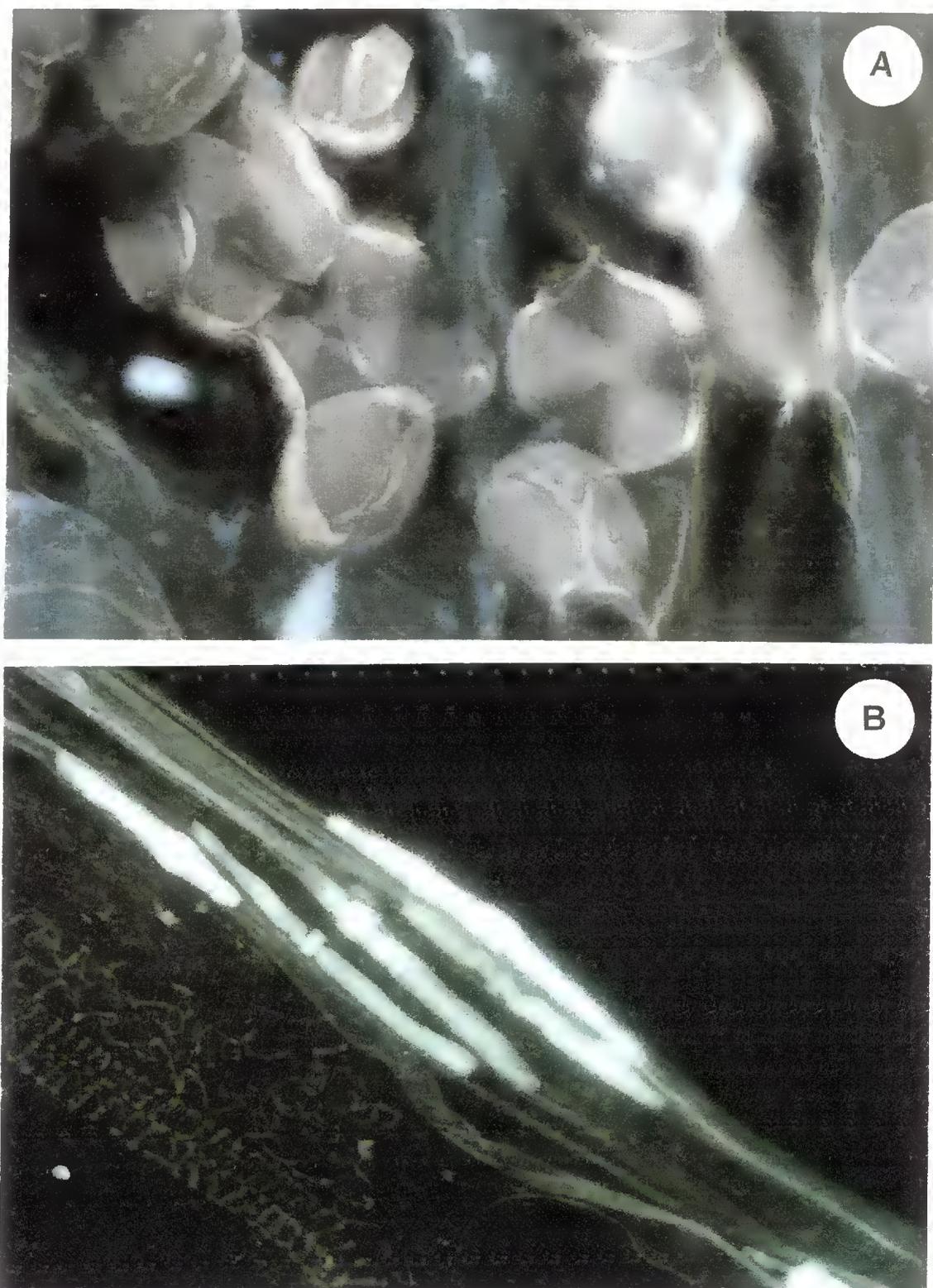


Figura 47: (A) Grãos de pólen no estigma das flores de *J. ulmi*, após clarificação com NaOH (8 M) e coloração com azul de anilina, provenientes de polinização natural (aumento: 10 X) e (B) Plugs de calose no estilete proveniente de polinização cruzada (aumento 40 X).

4 - Visitantes Florais

Procedimentos de Campo / laboratório

Identificação e Classificação

Após observações dos visitantes florais de *J. ullei* sob a lupa, no laboratório e tendo em vista que a espécie ora em estudo, sendo uma espécie xenogâmica, portanto concluiu-se que esta necessita destes vetores para a realização de suas polinizações. Sendo assim, observou-se que estas análises feitas também contribuíram para a classificação dos seus visitantes, pois no contacto com os verticilos reprodutivos é possível verificar a presença e o local do transporte do recurso floral (pólen), para a realização das polinizações, além de ter auxiliado também na classificação quanto às ordens as quais eles são pertencentes.

As flores de *J. ullei* foram visitadas por espécies de insetos das ordens Hymenoptera, Lepidoptera e Coleoptera (Tabela 09) - Figuras 48 (A) 1, 2, 3, 4 e 5 – 48 (B) 1, 2, 3 e 4 – 49 A e 49 B).

Houve também visitantes da ordem Apodiformes (família Trochilidae), e da ordem Monatica (Tabela 09).

Dentre os visitantes às flores de *J. ullei*, as abelhas foram os mais freqüentes, sendo em maior número e diversidade de espécies, quase que exclusivos, tendo sido encontradas quinze espécies diferentes através das observações neste período de estudos 2001 / 2002.

As visitas iniciavam-se por volta das 08h30, quando a temperatura ainda era mais amena, intensificando-se no período entre 10h30 às 15h30, quando a temperatura era a mais alta do dia. As visitas ocorriam quase

que ao longo do dia, porém, em horários diferenciados. Os horários acima referenciados com intensificação das visitas contribuíram para a ocorrência de uma fase de pico de visitação às inflorescências e flores da referida espécie. Nos horários anteriores e posteriores ao pico de visitação, também foram observados visitantes a estas flores, embora em menor número, sendo as visitas esparsas ou esporádicas, a uma ou outra flor.

Nos dias chuvosos ou nublados, a visitação foi esporádica. Não foi constatado a presença de visitantes de ordens diferentes ao mesmo tempo durante as visitas em um único indivíduo, enquanto foi constatado a presença de cerca de 5 a 7 visitantes da mesma espécie ao mesmo tempo, no mesmo indivíduo e em flores diferentes, como o caso de *Trigona spinipes* Fabricius e ainda *Augochloropsis smithiana* (Schrottky), com dois indivíduos ao mesmo tempo na mesma inflorescência, em flores próximas, passeando sobre a corola antes de penetrá-la, (Tabela 09).

Durante todos os horários, as espécies que mais estiveram presentes foram *Trigona spinipes* Fabricius pela manhã, *Apis mellifera* Linnaeus em qualquer horário do dia e abelhas do gênero *Augochloropsis* a partir das 11h20 até as 15h30, e os demais visitantes, nos horários iniciais do dia assim como do entardecer. Após às 17h00, raramente foi observado alguma visita (Figuras 48 (A) 1, 2, 3 e 48 (B) 2).

No período durante a realização da antese não foi observada a presença de nenhum visitante a estas flores.

O comportamento das abelhas observadas, em geral, ao chegarem às inflorescências, era muito semelhante. Algumas, ao chegarem mansas e lentas, pousavam diretamente nas corolas, passeavam, subindo e descendo ao longo do tubo para depois entrar, enquanto outras abelhas (e.g. *Ceratina*), sobrevoavam as flores, ficando levemente paradas no ar,

enquanto que outras abelhas chegavam velozes e pousavam fortemente no tubo da corola e após passearem, entravam diretamente.

As abelhas não demonstraram preferência quanto a idade das flores, desde que estas não apresentassem fortes sinais de senescência e faltassem recursos, porque como foi observado, visitavam também as flores de segundo dia com alguma recompensa, chegando até mesmo a realizarem polinizações neste tipo de flor, como pôde ser detectado com observação dos frutos formados.

Uma característica observada em quase todas as abelhas que visitaram as flores de *J. ulei* foi a realização de um movimento no sentido horário, quando estas chegavam e sobrevoavam as inflorescências. São abelhas que foram observadas em um número acima de três ou quatro numa mesma inflorescência, como foi o caso de *Trigona spinipes*, durante o período de pico da floração (Figuras 48 (A) 1 e 50 (A)).

Devido à frequência, à constância das suas visitas, ao seu tamanho em relação ao tamanho da corola da flor e ao seu comportamento na forma de entrar para a corola, contactando primeiro o estigma, forçando o contato de seu corpo com as anteras e provocando a liberação dos grãos de pólen, as abelhas foram então consideradas os polinizadores principais ou efetivos das flores de *J. ulei*.

As abelhas pertencentes aos gêneros *Trigona*, *Augochloropsis*, *Apis*, *Epicharis* e *Bombus*, foram consideradas os polinizadores efetivos devido ao fato de contactarem as anteras e o estigma das flores, em virtude de seu tamanho relacionado à sua forma de penetrar na corola da flor (Figuras 48 (A) 1, 2, 3, 4 e 5).

As abelhas dos gêneros *Scaptotrigona*, *Paratrigona*, *Ceratina*, *Augochlora*, *Augochloropsis*, além de uma abelha da tribo *Eucerini*, foram consideradas como polinizadores ocasionais, tendo sido menos freqüentes e cujas visitas pelo lado externo do tubo floral apresentaram-se mais demoradas que no interior do mesmo, com a intenção de primeiramente roubar o néctar, porque muito ocasionalmente elas penetraram no tubo da corola para contactarem as anteras e o estigma, (Figuras 48 (B) 1, 2, 3 e 4).

A abelha pertencente ao gênero *Xylocopa*, o beija-flor e a borboleta *Aguna albistria albistria*, foram considerados apenas pilhadores de néctar, assim como a mariposa *Michaelus thordesa* que se desenvolve dentro das corolas destas flores. As abelhas mais especificamente, foram observados apenas alimentando-se do néctar pelo lado externo do tubo floral, aproveitando a fenda feita por elas mesmas ou por outras, e as bordas da corola, não tocando assim o estigma e as anteras das flores (Figuras 49 (A), 49 (B) 1 e 2 – 50 C).

As visitas às flores de *J. ulei* foram feitas, além das abelhas, por um beija-flor (família Trochiliidae); uma borboleta (família Hesperidae), cuja espécie *Aguna albistria albistria* é comum nas cidades, duas mariposas (ordem Lepidoptera), um besouro (ordem Coleoptera), um Louva-a-deus (ordem Monatica) e insetos da família Formicidae como algumas formigas, que são insetos muito comuns de serem encontradas nas plantas (Tabela 09).

Tabela 09: Categoria e frequência de visitantes florais da espécie *Jacaranda ulei*, na Fazenda Água Limpa (FAL) - (UnB - DF) no período de floração (setembro /novembro) dos anos de 2001 / 2002.

Visitantes	Categoria	Frequência de visitação
Hymenoptera		
1. Anthophoridae		
<i>Xylocopa virescens</i> Lepeletier	Pilhador	+
<i>Ceratina</i> sp.	Ocasional	++
<i>Epicharis schrottkyi</i> (Friese)	Efetivo	++
<i>Eucerini</i> sp.	Ocasional	++
2. Apidae		
<i>Bombus atratus</i> Franklin	Efetivo	+++
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus	Efetivo	+++
<i>Trigona spinipes</i> Fabricius	Efetivo	+++
<i>Scaptotrigona postica</i> Latrielle	Ocasional	++
<i>Paratrigona lineata</i> Lepeletier	Ocasional	++
3. Halictidae		
<i>Augochloropsis smithiana</i> (Schrottky)	Efetivo	+++
<i>Augochloropsis</i> sp.	Ocasional	++
<i>Augochlora</i> sp.	Ocasional	++
4. Oxaeidae		
<i>Oxaea flavescens</i> Klug	Pilhador	++
Lepidoptera		
1. Hesperiiidae		
<i>Aguna albistria</i> albistria	Pilhador	+
2. Lycoenidae		
<i>Michaelus thordesa</i>	Pilhador	+

Obs: (+) visitante de frequência esporádica.

(++) visitante de frequência moderada: semanais / quinzenais.

(+++) visitante mais freqüente – visitas diárias / intercaladas.

Figura 48: Visitantes florais: **(A)** Polinizadores efetivos das flores de *J. ulai*. Hymenoptera (Abelhas): **(1)** *Trigona spinipes* Fabricius, **(2)** *Augochloropsis smithiana* (Schrottkyi), **(3)** *Apis mellifera* Linneaus, **(4)** *Epicharis schrottkyi* (Friese) e **(5)** *Bombus atratus* Franklin.

Figura 48: **(B)** Polinizadores ocasionais: Hymenoptera (Abelhas): **(1)** *Oxaea flavescens* Klug, **(2)** *Augochloropsis* sp., **(3)** *Ceratina* sp., **(4)** *Eucerini* sp.

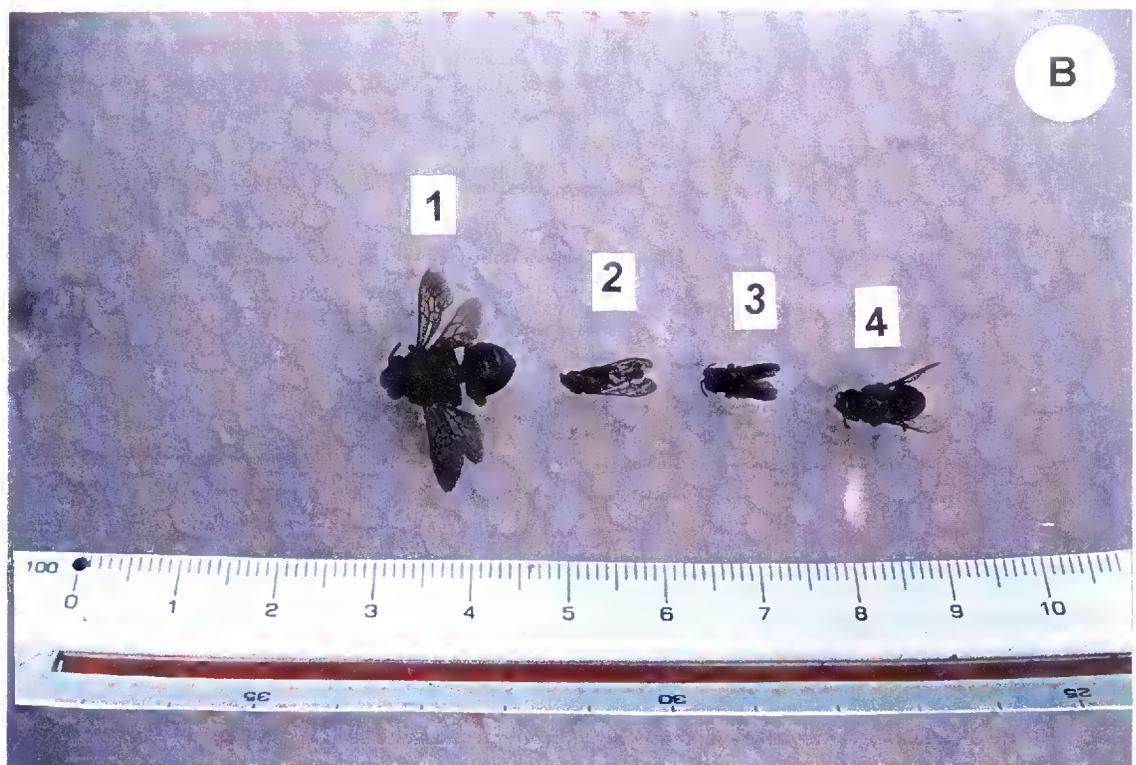
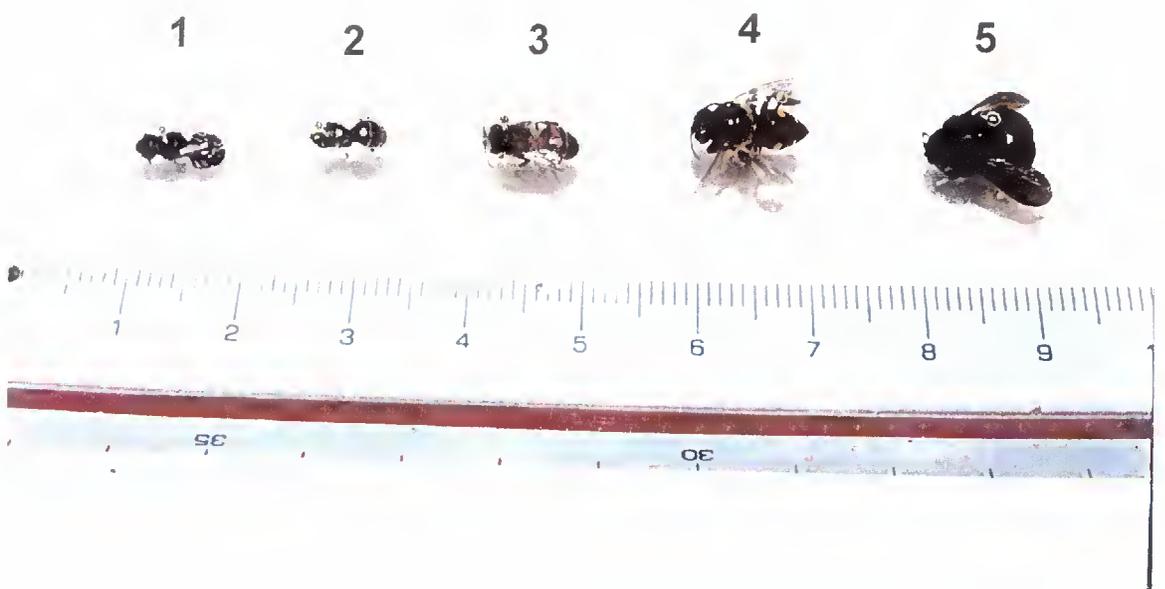


Figura 49: Visitantes Florais Pilhadores: **(A)** Hymenoptera: *Xylocopa virescens* Lepeletier (Abelha), **(B)** Lepidoptera: **(1)** *Aguna albistria albistria* (Borboleta) e **(2)** *Michaelus thordesa* (Mariposa).

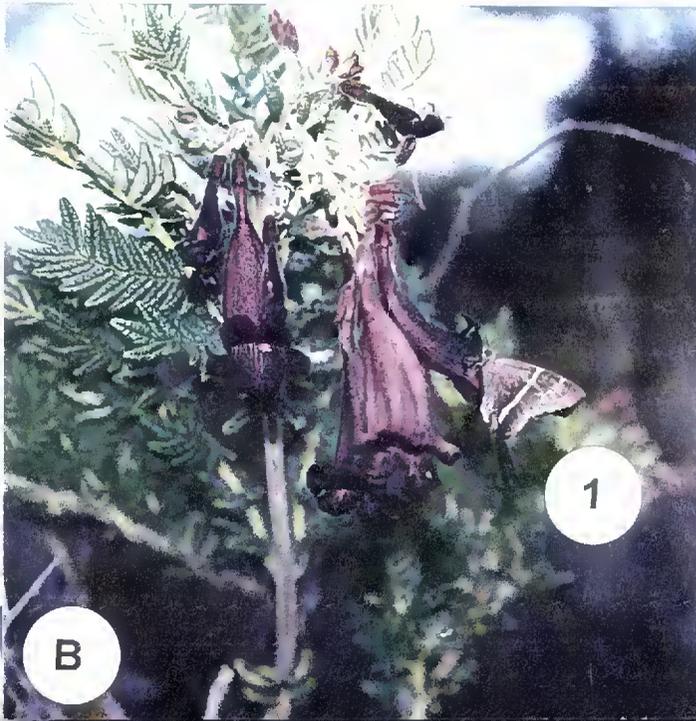
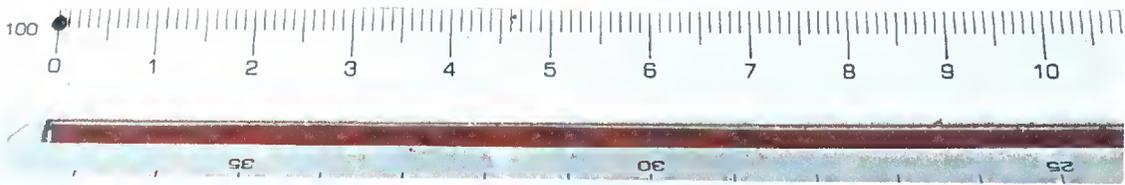
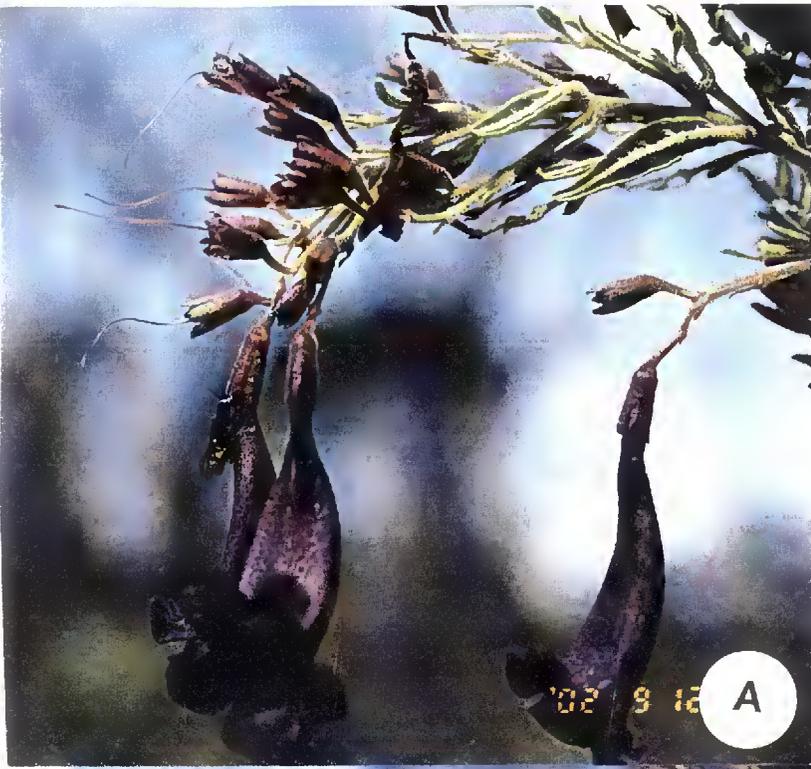


Figura 50: (A) *Trigona spinipes* Fabricius agindo como pilhador, (B) *Ceratina* sp. também agindo como pilhador e (C) Fenda promovida pelos visitantes pilhadores das flores de *J. ulei* com o objetivo de coletar seus recursos: grãos de pólen e néctar.



Trigona spinipes foi a espécie mais freqüente nas flores de *J. ulei*, mostrando intensa visitação pela manhã, com uma diminuição de sua freqüência ao entardecer. Era sempre a primeira a chegar nas flores e também a que chegava em maior número ao mesmo tempo e no mesmo indivíduo. Ela chegava lentamente e em vôos lentos, pousava na corola da flor e passeava, às vezes até parando por cerca de uns 10", para depois retomar sua caminhada e entrar, indo até a base, entrando e saindo facilmente das flores de *J. ulei* devido ao seu tamanho (cerca de 1,0 cm) em relação ao tamanho dessas flores. Às vezes ela chegava e passeava por várias flores, voava saindo, mas depois voltava à sua visita.

Como esta é pequena, acredita-se que a coleta dos grãos de pólen se faz com suas patas ao tocar as anteras passando por cima delas para entrar até a base da corola. Sendo uma abelha cujo corpo é estreito, não necessita forçar as anteras para conseguir passar por elas como fazem as grandes abelhas. Suas visitas eram longas e com duração de cerca de 3' a 4' para visitar apenas três ou quatro flores. É uma espécie de abelha tranqüila, mansa, social e muito comum nos cerrados, principalmente no ambiente no qual foram desenvolvidos os trabalhos com *J. ulei*. Ela pode ser reconhecida também com o nome popular de "Arapuá", e se encontrava em todos os dias de sol (Figuras 48 (A) 1 e 50 (A)).

Augochloropsis smithiana (Schrottky) é uma abelha de tamanho médio (cerca de 1,1 cm), intermediário entre *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*. Foi a abelha mais freqüente nas visitas a estas flores depois de *Trigona spinipes*, durante todo o período dos estudos. O horário de suas visitas correspondia ao intervalo entre as 11h30 até às 13h30, quando a insolação e a temperatura eram as mais elevadas, não tendo sido observadas suas visitas às flores em dias chuvosos ou nublados. Sua chegada às flores quase sempre era acompanhada de outro indivíduo da

mesma espécie ou do mesmo gênero. Ela chegava sobrevoando a inflorescência, fazendo um movimento semelhante ao horário e pousava levemente no lado externo do tubo da corola, passeava rápido, para em seguida entrar na flor e ali ficando por cerca de 30", saía e voltava para a mesma flor e ficava por mais tempo.

Ao deixar a flor ela saía de ré até a borda onde podia virar seu corpo, mas com dificuldade, para terminar sua saída de frente e continuar a passear novamente pela face externa da corola. Às vezes saía visitando outras duas ou três flores no mesmo vôo, para depois ir embora.

Seus movimentos dentro da corola, a sua forma de penetrar na flor pelo centro, contactando os verticilos reprodutivos fortemente ao entrar, tocando primeiro o estigma e depois as anteras, pressionando-os até se impregnar de pólen, são um forte indicativo de sua eficiência na polinização. Seus passeios pelo tubo da corola, às vezes duravam cerca de 2". Outras vezes ela chegava e entrava direto na corola. Esta é também uma abelha social, (Figura 48 (A) 2).

Bombus atratus Franklin da família Apidae, que é uma abelha de porte grande (cerca de 1,3 cm), foi também encontrada visitando as flores de *J. ulai*. Ela apresenta um vôo muito rápido e um pouco semelhante ao vôo da espécie *Apis mellifera*, chegando velozmente, vibrando ruidosamente as asas e pousando nas bordas da corola da flor, apoiando todas as suas patas, onde fica por cerca de 15". Em seguida ela introduz a cabeça, que primeiramente vai de encontro com as anteras superiores, contactando-as. Com sua probóscide ela tenta coletar o néctar. Após este tempo, a abelha abandona a flor e a inflorescência em um vôo demorado, por cerca de 3', voltando e tentando entrar na mesma flor (senescente) e um tanto murcha, com seus lobos entreabertos (aberta a 24h00), e indo seguidamente para a flor do lado que era mais jovem e tinha desabrochado

naquele dia, introduzindo todo seu corpo na corola com muito esforço e fazendo sempre ruído com suas asas ao movimentá-las. Este procedimento dura cerca de 20", tendo se movimentado muito e tocando os verticilos reprodutivos com todo o seu corpo, contribuindo para a adesão dos grãos de pólen nele, principalmente nas suas patas traseiras, porque as dianteiras entram até mais à base da corola, para chegar até o néctar, sugando-o por cerca de 10".

Finalmente esta deixa a flor saindo de ré. É uma abelha que mostrou-se com preferência por flores jovens, permanecendo no seu interior por cerca de 40", a qual se dispunha de mais recursos. Sendo assim, *Bombus atratus* pode ser considerada um polinizador efetivo. É uma abelha social e muito ruidosa, tanto na sua chegada, como dentro da flor. O horário correspondente às suas visitas foi de 12h20 às 14h30, em dias nublados e com baixas temperaturas, não tendo sido encontrada em dias chuvosos (Figura 48 (A) 5).

Apis mellifera Linnaeus foi encontrada começando suas visitas ainda nas primeiras horas da manhã, às 8h30 e apresentando-se com uma maior freqüência no horário de pico, quando a temperatura ambiente se apresentava mais alta. Esta, na maioria das vezes, ao chegar à inflorescência, entrava direto na corola da flor, ficando ali por cerca de uns 20", tentando chegar até a sua base para sugar o néctar, contactando as anteras com suas patas ao passar por elas. Assim coletava o pólen, além de forçar também seu corpo a contactar as anteras por causa do seu tamanho (cerca de 0,8 cm), o que contribuía também para a adesão dos grãos de pólen nele. Estas abelhas carregam os grãos de pólen nas laterais da sua cabeça e no tórax, por uma antena limpadora, passando o pólen para as corbículas para ser depositado no estigma que será polinizado.

Em outros momentos das suas visitas, *Apis mellifera* chegava e pousava sobre a corola subindo e descendo ao longo desta, começava a entrar e saía por duas ou três vezes para enfim entrar na corola. Sua chegada às flores era de uma maneira forte e vôos rápidos, quando entrava direto na corola. De acordo com a baixa temperatura do dia, como dias nublados tendendo a chuva, sua visitação foi mínima, sendo completamente ausente em dias de chuva. Foi observada também sua presença em flores do segundo dia, com uma visita bem mais rápida (Figura 48 (A) 3).

Da família Anthophoridae foi observada a abelha *Ceratina* sp. visitando as flores, as quais apareciam sempre em um número de três ou quatro indivíduos, nunca junto com espécies diferentes, durante a manhã e no horário também de pico de visitação, entre 11h30 às 15h30. Devido ao tamanho (cerca de 1,2 cm), essa espécie apresenta facilidade para entrar na corola. Tanto pode tocar os verticilos reprodutivos como não, para penetrar até à base, dependendo da forma como ela entra, se encostando nas paredes ou pelo centro. Por isso, foi considerada polinizador ocasional. É um tipo de abelha que costuma carregar os grãos de pólen em suas patas, principalmente nas traseiras, porque elas param sobre os verticilos reprodutivos para sugar o néctar que se encontra abaixo deles. São abelhas que não têm preferência por flores jovens ou velhas, e foram encontradas visitando ambas. É uma abelha do tipo solitária, (Figura 48 (B) 3).

Foi observada ainda a presença de duas abelhas de tamanho médio visitando as flores de *J. ulei*. Uma (cerca de 1,3 cm) sendo esta *Epicharis schrottkyi* (Friese), cujas visitas eram mais raras, por ser rara sua presença nesta área e sendo em dias nublados e frios (com chuviscos). Mesmo assim, esta foi considerada polinizador efetivo das flores de *J. ulei* devido à

sua eficiência ao visitá-las e penetrar na corola contactando seu estigma e também quanto ao seu tamanho que é compatível com o tamanho da corola da flor. Uma outra abelha (cerca de 1,2 cm) que é pertencente à tribo *Eucerini*, cuja frequência nas visitas era também mais rara.

Ambas chegavam de uma forma meio agressiva e veloz, entrando diretamente no tubo da corola, sem fazer sobrevôos na inflorescência, mostrando uma presença dentro do tubo da corola em torno de 20" a 30", sendo necessário que estas contactassem todos os verticilos reprodutivos da flor para a entrada, devido ao tamanho de seus corpos, para conseguir encontrar o néctar na base do tubo floral.

A saída destas abelhas era também de ré porque não era possível virar o corpo dentro da parte estreita do tubo, e com este movimento, maior probabilidade elas tiveram de contactar as anteras, acreditando-se que dessa forma podem transportar grãos de pólen no corpo e também contactar o estigma das flores. *Eucerini* foi considerada polinizador ocasional das flores de *J. ulai*, devido as suas visitas serem esporádicas e também à pouca eficiência ao contactar os verticilos reprodutivos da flor. Ao terminar sua visita, ambas saíam voando rapidamente sem passear pelo lado externo do tubo da corola das flores (Figuras 48 (A) 4 e 48 (B) 4).

Augochloropsis sp. é uma abelha cujo tamanho (cerca de 1,1 cm), difere pouco em relação à *Augochloropsis smithiana*. As duas espécies foram, às vezes, observadas fazendo suas visitas juntas, tendo a mesma forma de chegarem às flores, comportamentos semelhantes e a mesma forma de coleta dos grãos de pólen, esforçando-se para entrar na corola e contactando o estigma com seu corpo primeiro. Sua eficácia no processo da polinização refere-se à frequência de suas visitas em relação à abelha *Augochloropsis smithiana*, fazendo visitas mais raras do que *Epicharis*. Foi considerada polinizador ocasional, (Figura 48 (B) 2).

Xylocopa virescens Lepeletier é uma abelha muito grande (cerca de 2,5 cm), que pouco foi vista visitando as flores de *J. ulei*, cerca de umas quatro vezes, para cada ano de estudo. Devido ao seu porte, é provável que esta abelha não consiga penetrar na corola da flor, apesar de ser uma flor de um tamanho também grande, mas cujo diâmetro não é proporcional ao tamanho da abelha. Suas visitas foram em dias ensolarados com temperaturas altas, e em dias também nublados de temperatura mais amena, inclusive após forte chuva, mas com o sol se despontando novamente.

Estas são muito rápidas e ruidosas, devido ao movimento que fazem com suas asas, sobrevoando as inflorescências e tocando a parte externa de cerca de seis a oito flores de um mesmo indivíduo muito rapidamente e saindo imediatamente. Após cerca de 2' a 3' ela voltava para o mesmo indivíduo e tocava suas flores rapidamente sem preferência. Houve uma visita na qual ela pousou nas bordas da corola de uma flor e ficou por cerca de 15" tentando tocar o ápice do estaminódio e as anteras superiores para possivelmente, coletar os grãos de pólen. Em seguida ela saiu passeando por sobre as corolas de três flores, sem contudo entrar em nenhuma delas. Foi observado que com sua probóscide ela conseguiu perfurar a base da corola de uma das flores, onde se encontram o cálice e o nectário, para coletar o néctar através deste. Esta foi considerada ladrão de néctar, tendo sido observada somente passeando pelo tubo floral e virando sua cabeça nas bordas olhando para seu interior, não tendo sido percebido a efetivação de sua entrada no mesmo. É uma abelha muito grande, solitária e que visita poucas flores por planta, não sendo considerada polinizador efetivo nem ocasional das flores de *J. ulei*, e é conhecida pelo nome popular de "mamangava" (Figura 49 A).

As abelhas de pequeno porte como as espécies *Paratrigona lineata* Lepeletier (cerca de 0,6 cm) e *Scaptotrigona postica* Latreille (cerca de 0,7 cm), são as menores abelhas a visitarem as flores de *J. ulei*, e não sobrevoavam muito as flores, chegando lentamente para suas visitas; davam um toque com seu corpo em um lobo da corola para depois pousarem lentamente sobre as mesmas, e virando de cabeça para baixo, entravam e iam até à base, permanecendo por cerca de 15". Na sua entrada estas abelhas encostavam seu corpo nas laterais da corola, não tocando os verticilos reprodutivos. Em seguida saíam até às bordas da flor e ainda pelas laterais, voltando imediatamente para seu interior, passando por cima dos verticilos reprodutivos e permanecendo aí novamente por cerca de 10", para em seguida saírem andando pelas bordas da corola e voar indo embora.

Estas forrageavam nas inflorescências no período da manhã, até por volta de 11h30. Como estas são abelhas muito pequenas, comparadas ao tamanho das flores, tanto elas podem contactar com facilidade os verticilos reprodutivos da flor ao se movimentarem dentro dela, como podem também não contactá-los. É possível que essas abelhas não carreguem o pólen por não precisarem forçar as anteras ao entrarem na flor, porém, podem levá-lo no corpo apenas por tocarem as anteras que estejam abertas. Ambas são abelhas sociais e consideradas polinizadores ocasionais ou pilhadores.

Oxaea flavescens Klug é uma abelha de grande porte (cerca de 1,7 cm). Ela costuma chegar em vôos rápidos e agressivos pousando sobre o tubo floral e caminhando rapidamente ao longo deste, para depois tentar entrar na corola. Esse movimento (indo e voltando) ao longo do tubo da corola dura cerca de 10", quando finalmente ela pára na base da corola a qual perfura externamente alcançando o néctar, sem entrar no tubo floral.

Desta maneira *O. flavescens* foi considerada um pilhador. Esta é também uma abelha solitária, (Figura 48 (B) 1).

Quanto aos visitantes pertencentes à ordem Lepidoptera, observados nas flores de *J. ulei*, houve a ocorrência da mariposa *Michaelus thordesa* (cerca de 1,3 cm), pertencente à família Lycoenidae, tendo sido encontrada ainda no estágio de lagarta dentro das flores, onde ela continuou seu desenvolvimento e se transformou numa mariposa de asas arroxeadas tal como a cor predominante nas flores de *J. ulei*. Esta, possivelmente foi somente um visitante do cerrado, não pilhando o néctar nem o pólen destas flores, (Figura 49 (B) 2).

O Coleoptera (besouro) (cerca de 0,7 cm) pode ser considerado simplesmente um visitante do cerrado, porque em suas visitas às flores de *J. ulei* ele apenas passeava pelo lado externo do tubo da corola e por toda a planta, não tendo nenhum contato com as anteras e o estigma. Foi observado somente uma vez visitando a planta. Possivelmente este coleta o néctar utilizando a fenda externa feita pelos outros visitantes.

O beija-flor (Throchillidae) chegou voando no sentido horizontal e em linha reta na direção exata de onde se encontrava a inflorescência de *J. ulei*, como se ele já soubesse da existência deste indivíduo ali naquela área, o qual era um indivíduo de um porte mais alto e que facilitaria a sua visita. Ele ficou numa posição como se estivesse parado no ar como é característica desta espécie, sugando o néctar de várias (n=07) flores de *J. ulei*, por cerca de 1' 30" de visitação. Este visitante foi considerado apenas um ladrão de néctar, porque observou-se que devido ao seu tamanho corporal, relacionado ao tamanho da flor, não é possível sua penetração na corola para o contacto com os verticilos reprodutivos e a possível

A visita da borboleta *Aguna albistria albistria* às flores de *J. ulei* foi demorada, cerca de 2' a 3', no horário de 12h30, com o sol a pino. Esta chegou sobrevoando a inflorescência lentamente. Em cerca de 3" pousou em duas flores ficando em uma delas por 3', para em seguida voar e voltar imediatamente pousando na outra flor por quase 3' novamente. Em seguida voou e não voltou, tendo sido uma visita longa e tranqüila. Ela pousou nos lobos da corola e alongou sua espirotromba para o interior da mesma para sugar-lhe o néctar, sem contactar os verticilos reprodutivos da flor e sem penetrá-la, ou talvez ela teve a facilidade de aproveitar o néctar que escorria pelos lobos da corola, caso não tenha alcançado o nectário, pois é um visitante considerado de porte grande para penetrar na corola desta flor. (Figura 49 (A) 1).

As formigas, as quais foram encontradas passeando por toda a planta e não especificamente nas flores de *J. ulei*, foram consideradas pilhadoras de néctar, pois não foram observadas no interior destas. Elas possivelmente aproveitavam o néctar que escorre pelos lobos da corola ou através das fendas feitas por outros visitantes.

Houve ainda a presença de um louva-a-deus (ordem Monatica), nas flores de *J. ulei*, o qual foi considerado visitante do cerrado, tendo sido encontrado uma só vez e por não ter sido observado pilhando néctar nem pólen das flores. É descrito como predador de outros insetos.

IV – DISCUSSÃO

1 - Fenologia da Floração

Sendo *Jacaranda ulei* uma planta medicinal, acredita-se ser de grande interesse para a ciência os estudos referentes ao tipo de reprodução desta planta e como se dá este processo, assim como para as demais plantas medicinais, tanto para a propagação como para a perpetuação destas espécies, podendo os mesmos serem empregados para estas espécies medicinais no sentido de evitar a sua extinção, conseqüente da extração desordenada e da predação, além de serem de grande importância ecológica.

Os experimentos de polinização dentro da Biologia Reprodutiva, tiveram sua importância dentro deste espectro de utilização da mesma como planta medicinal e ornamental ou como uma planta representativa do cerrado, tanto para orientar aos seus usuários como para os divulgadores das pesquisas científicas.

A espécie *J. ulei* passa por dois períodos de transição das estações durante todo o seu período de reprodução a cada ano, sendo este do tipo anual, conseqüente dos seus períodos de floração e frutificação longos, segundo a classificação de Gentry (1974 a).

Segundo Gentry (1974), Stiles (1975), Campbell (1985), Gottsberger (1986) e Newstrom *et al.* (1994), o período de floração pode servir como mecanismo de isolamento na especiação de plantas, e a competição por polinizadores pode atuar como força seletiva (Almeida & Alves 2000).

Os estudos da periodicidade de ocorrência natural do fenômeno da fenologia e sua relação com o clima e as trocas de estações, constitui um foco central de diferentes aspectos da ecologia. As formas da fenologia de

floração têm deixado muitos cientistas preocupados com os naturalistas e ecologistas (Lang *et al.* 1984).

De acordo com Morellato & Leitão-Filho (1992), o vigor da floração não é relativo à abundância de flores. Para cada espécie, a diferença no potencial entre comunidades, com observações para a fenologia da floração, é avaliado sobre dois aspectos: 1) em que durante o período de floração o indivíduo apresenta-se com o máximo de flores (o pico da floração), e 2) o número de dias entre o começo e o final da fenofase (duração da floração). Ambos foram observados em *J. ulei* nos dois anos de desenvolvimento dos trabalhos.

A observação fenológica, obtida de forma sistemática, reúne informações sobre o estabelecimento de espécies, o período de crescimento, o período de reprodução e a disponibilidade de recursos alimentares (Almeida & Alves 2000).

Segundo Frankie *et al.* (1976), para uma floresta seca da Costa Rica e Mantovani & Martins (1988), para uma região de cerrado em São Paulo, documentaram que a floração da maioria das espécies arbóreas está restrita a uma estação do ano em particular, tendo o período seco um maior número de espécies em flor. Estes autores concordaram que as correlações significativas da fenofase da emissão foliar com o fotoperíodo, a pluviosidade e a temperatura sugerem estes fatores como seus possíveis promotores e devem também funcionar como “sinalizadores” da ocorrência da floração, mas não como determinantes estritos desta, como afirmado anteriormente.

Em um cerrado de Brasília (DF), Barros e Caldas (1980), estudando a fenologia de cinco espécies arbóreas, também concluíram que a periodicidade das chuvas era um fator de grande importância para a emissão concomitante de folhas e flores (Firetti 2001).

Dentro destes contextos, a fenofase da caducifolia (queda foliar), observada para *J. ulei* coincidiu com o período de transição das estações seca para a chuvosa (julho/agosto), quando esta começa sua fenofase da floração, dando início simultaneamente à formação da inflorescência. Estes dados corroboram com observações feitas também para outras espécies de cerrado, que correlacionam queda foliar e substituição de folhas também com o final da estação seca (Barros & Caldas 1980; Barbosa 1983, Mantovani & Martins, Oliveira 1991, Santos 1997), como por exemplo *Pterodon pubescens* e *Pterodon polygalaeflorus* (Afonso 1977), *Tabebuia caraiba* e *Tabebuia ochracea* (Barros 1989) e para *Stryphnodendron adstringens* (Barros & Firetti 2001), além de outras.

Para *J. ulei*, fatores ambientais como a temperatura e umidade, baixos nesta época do ano no cerrado do Distrito Federal, e deficiência hídrica (precipitação), influenciam na queda foliar. Observou-se que a formação da folhagem de *J. ulei* não sofre intervenção da ausência das chuvas para sua iniciação, tendo sido observado que no ano de 2002, esta ocorreu normalmente e simultaneamente, emitindo suas inflorescências, mesmo que as chuvas vieram alguns dias mais tarde relativo ao ano de 2001 e tendo ocorrido todo o período de polinização manual e quase a metade do período de floração, sem chuva.

No ano de 2001, no qual houve diferença quanto ao período de início das chuvas comparado com o ano de 2002, tendo estas iniciado mais cedo, a formação da folhagem e a emissão das inflorescências ocorrendo no período de transição e intensificando durante o período chuvoso, mostrou-se igualmente exuberante à folhagem do ano seguinte, 2002, tendo ocorrido todo o período de floração e realização das polinizações manuais e início da frutificação durante as chuvas em relação ao ano de 2002. E também quanto ao número de flores produzidas, não houve nenhuma diferença para os dois anos.

A produção dos frutos não foi também afetada, como pôde ser observado. Quando as chuvas chegaram (setembro/outubro/2002), sua floração já se encontrava no pico. Esta ocorrência se explica porque *J. ulei* apresenta uma reserva de água em seu xilopódio, como destaca Rizzini (1963) ao falar sobre a secundariedade do clima no ambiente do cerrado. Corroborando com esta hipótese, em 2002 *J. ulei* passou todo seu período de caducifolia e cerca de metade do período de floração sem as chuvas. Sendo assim, acredita-se que esta é a estrutura que lhe faz resistir às altas temperaturas e à baixa umidade do ar ocorrentes no período no Distrito Federal, quando ocorre atraso das chuvas, sendo uma característica da vegetação do cerrado.

Ocorrência semelhante, Barros & Caldas (1980) observaram com a espécie de *Qualea parviflora* e Barbosa (1983) com as espécies de *Qualea* segundo Afonso (1997). Ainda, Firetti (2001) apresenta que Barros & Caldas (1980), a partir de estudos da fenologia de cinco espécies arbóreas em um cerrado de Brasília (DF), concluíram que a periodicidade das chuvas era um fator de grande importância para a emissão simultânea de folhas e flores nestas espécies arbóreas, como foi observado também para *J. ulei*, que mesmo sendo uma espécie subarborescente, floresce simultaneamente a estas árvores apresentando características semelhantes a estas.

Janzen (1967), estudando a sincronia da reprodução sexual de espécies arbóreas de uma floresta seca da Costa Rica, e Oliveira (1991) em estudo sobre uma comunidade arbórea do Distrito Federal, concluíram que o aparecimento dos botões florais juntamente com a emissão de folhas novas parece ser um fato comum entre as espécies arbóreas do cerrado, tendo ocorrido na maioria das espécies estudadas, registrando uma maior atividade de floração na estação seca do ano, cujo pico de floração destas ocorre no final da mesma (Firetti 2001).

Saraiva *et al.* (1988), estudando duas espécies de *Styrax*, que ocorrem em cerrados de São Paulo, constataram que *Styrax ferrugineus* floresce de abril a setembro e *S. camporum* de novembro a março, concluindo que o maior número de espécies do cerrado estudado floresce na época chuvosa (novembro a março), e consideram isto como uma adaptação às condições de umidade e temperatura. Tal semelhante explicação não se pode atribuir à *J. ulei*, tendo observado que sua floração ocorre na mudança de estação, não sofrendo influência com a estação vigente nesta época do ano (seca ou chuva).

Do mesmo modo, anteriormente, Mantovani *et al.* (1985) em um estudo fenológico e Silberbauer-Gottisberger e Gottisberger (1988) estudando a polinização de plantas do cerrado, ambos em São Paulo, constataram que a maior parte das espécies florescem, na época quente e chuvosa.

Do mesmo modo, Barros (1989, 1992, 1996, 1998), estudando a floração sincrônica e sistemas reprodutivos em quatro espécies de *Kielmeyera*, tendo três (*K. abdita*, *K. coriacea* e *K. variabilis*) com floração convergente e também durante o período seco do ano, até o início da estação chuvosa; além de outras sete espécies de *Byrsonima*, sendo que só uma (*B. laxiflora*) floresceu na época chuvosa; e também cinco espécies de *Diplusodon*, sendo que duas (*D. oblongus* e *D. villosus*) floresceram durante a estação chuvosa; e ainda três espécies de *Erythroxylum*, florescendo todas elas na estação seca; duas espécies de *Tabebuia* que floresceram também na estação seca do ano.

Concluiu-se então, que é de junho a outubro o período de maior atividade de floração para as plantas do cerrado. Houve também observações sobre seis espécies de *Myrtaceae*, a partir dos estudos de biologia reprodutiva de oito espécies simpátricas destas, ocorrentes no cerrado do Brasil Central, no Distrito Federal por (Proença & Gibbs 1994), e

de três espécies de *Qualea*, que floresceram quase totalmente durante a estação seca (exceto *Q. grandiflora* que floresceu até janeiro) por Barbosa (1983), que contribuíram para a confirmação do maior número de espécies deste bioma que florescem na estação seca do ano.

Estes autores associaram este comportamento de floração à maximização no uso de agentes polinizadores, tendo em vista que nesta época do ano, (o período seco), os mesmos encontram-se em grande atividade (Firetti 2001) e as plantas do cerrado nestas condições têm maior possibilidade de atraírem um número muito maior de polinizadores (Barros 1989; Gentry 1974 a, b, c). O que se observou com a espécie *J. ulei*, e que permite estabelecer um paralelo entre todas estas espécies do cerrado aqui citadas, as quais apresentam seu período de floração nas estações seca ou chuvosa do ano, é a apresentação de sua fenofase de floração num período diferentemente correspondente ao destas espécies, sendo este ocorrente no período de transição destas estações.

O padrão de floração de *J. ulei* segundo a classificação dos tipos fenológicos de floração propostos por Gentry (1974), para as espécies de *Bignoniaceae* em regiões temperadas e na América Central, assemelha-se mais ao do tipo "cornucópia", que é o mais comum. Este é um tipo fenológico que se caracteriza pelo desabrochamento de uma grande quantidade de flores por dia, por indivíduo, cujo período de duração da floração é de várias semanas (4 a 6) em um mesmo indivíduo, demonstrando uma duração de cerca de quatro meses para a espécie.

Tal tipo de florada, representa para os animais visitantes, uma fonte regular de alimento, disponível por período extenso como ocorre com *Luehea speciosa*, mesmo que esta apresente quantidades pequenas destes recursos (Sazima & Sazima 1982), enquanto que *J. ulei*, particularmente, apresenta-se com quantidades relativamente grandes

destes recursos, resultante da sua grande quantidade de néctar e pólen produzidos, como foi observado.

É portanto, um período longo e do tipo anual, apresentando padrão regular, tanto ao nível individual, quanto ao nível populacional de apenas um ciclo de floração por ano, como é o caso de sete espécies do gênero *Byrsonima* (Malpighiaceae), com *B. coccolobifolia*, *B. crassa*, *B. guillemianiana*, *B. laxiflora*, *B. subterranea*, *B. umbellata* e *B. verbascifolia* (Barros 1989 e 1992); da espécie *Byrsonima sericea* por Newstrom *et al.* (1994), (Teixeira & Machado 2000). Espécies que apresentam este padrão de floração, mesmo atraindo um amplo espectro de visitantes, mesmo que muitos destes são considerados oportunistas, e contribuem pouco para efetivar a polinização da espécie, como observado em *Vismia guianensis* (Santos & Machado 1999).

De acordo com Gentry (1974 a, b, c), Janzen (1971), plantas com período relativamente longo de floração podem possibilitar a incorporação de suas flores nas rotas diárias de forrageamento pelas abelhas de grande e médio portes, sendo freqüentemente polinizadas no sistema de linhas de captura ("trapliners", Vieira *et al.* 1992; Baker 1973 *Apud* Bergallo 1989), que é o ocorrido com a espécie *J. ulei*, a qual mesmo apresentando um grande número de flores abertas ao dia, por indivíduo e por inflorescência, dispõe-se de um período de 04 meses para a realização de sua fenofase de floração, devido à intensidade da mesma. Além disso, a espécie mostra uma ocorrência simultânea de botões florais em vários estágios de desenvolvimento assim como flores e frutos em estágio de formação, como ocorrente com muitas outras plantas melitófilas.

Características semelhantes foram observadas em *Lafoensia pacari*, *Passiflora mucronata* (Sazima e Sazima 1975, 1978) e *Luehea speciosa* (Sazima *et al.* 1982), sendo estas plantas essencialmente quiropterófilas e

que são polinizadas à noite, mesmo se diferindo do tipo de polinizador de *J. ulei* que é essencialmente melitófila e cuja polinização ocorre durante o dia.

As flores de *J. ulei* apresentam as características de associação à síndrome de melitofilia (Faegri & van der Pijl 1979), que correspondem à antese diurna, quantidades relativamente grandes de néctar e pólen, enquanto apresentam também as estratégias florais tais como a morfologia floral, a cor da corola com guia de néctar e as recompensas, que são indicativos de polinização entomófila.

Ainda segundo Janzen (1971), citando Heinrich e Raven (1972), concordam que fenologia desse tipo favorece à reprodução cruzada, devido ao fato de os animais aprenderem a visitar as inflorescências regularmente, mesmo que estas não produzam uma flor aberta a cada dia (Bergallo 1989), mas que não é o caso de *J. ulei*, que ao contrário, apresenta muitas flores abertas ao dia.

Fenofases semelhantes foram observadas por Barros e Caldas (1980), com relação às espécies *Qualea parviflora*, *Kielmeyera coriacea*, e *Dalbergia violacea*; por Barros (1989) com as espécies *Tabebuia caraiba*, *Tabebuia ochracea*, *Erythroxylum campestre*, *E. suberosum*, *E. tortuosum*, *K. abdita*, *K. variabilis*, e também por Barros e Firetti (2001), com a espécie *Stryphnodendron adstringens*, cujos dados possam ser possíveis de um padrão de desenvolvimento de frutos destas espécies, cuja maturação do embrião e germinação das sementes estejam ligados à chegada das chuvas (Firetti 2001).

Segundo Bertin (1982), em *Campsis radicans* (Bignoniaceae), apenas os botões florais que estão se iniciando antes da floração podem funcionar como atrativos.

2 - Biologia Floral: Morfologia da Flor

A forma tubulosa da corola das flores de *Jacaranda ulei* e das flores da família Bignoniaceae tem suas vantagens e funções dentro da biologia reprodutiva de suas espécies, visto que estas além de guardar os verticilos reprodutivos forçando os visitantes florais a penetrá-las para conseguir sua recompensa, pode paralelamente estar contribuindo com o processo de polinização, seja através da xenogamia ou mesmo através da geitonogamia, os quais necessitam de agentes externos para serem realizados.

Bertin (1982), em seu trabalho com a espécie *Campsis radicans* (Bignoniaceae), mostra que além desta função apresentada pela corola tubular, há uma outra na qual é mostrada uma não redução do volume e concentração de néctar, provenientes da insolação e umidade, referente à constrição basal da corola que é exatamente sobre o nectário.

A arquitetura floral de *J. ulei*, em grandes e condensadas inflorescências apicais, do tipo "panícula", funcionam como um grande atrativo para seus visitantes, sendo do tipo "goela", cujas características concordam com a síndrome da melitofilia (Faegri & van der Pijl 1979). Estas flores proporcionam à visitação o que acredita-se que deve proporcionar uma poliniza o efetiva. Acredita-se também que o fato de *J. ulei* apresentar uma fenofase de flora o solitária nesta época do ano em rela o a outras espécies, com flores de colora o semelhante, e não fazendo sincronia, seja um fator contribuinte para a poliniza o efetiva, atraindo para si um maior espectro de visitantes.

Somente *J. ulei* que, tendo esta cor arroxeadada muito forte, exibe sua fenofase de flora o nesta época do ano, mesmo observado que quando esta está terminando, inicia-se a flora o das espécies *Solanum lycocarpum* cujas flores são de cor violeta, e as espécies de *Mimosa* que

possuem pétalas de cor violeta avermelhada clara, como foi observado na FAL e que vai de acordo com Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988).

Segundo Kevan (1983), as flores refletindo as cores azul ou púrpura, são mais freqüentemente visitadas pelas abelhas do que por outros grupos de insetos. No caso das flores de *J. ulei*, estas não são azuis nem púrpuras, mas sua cor vinácea-arroxeadada está dentro do padrão de cores semelhantes, entre o azul e o vermelho, estando inclusive dentro do espectro de visitantes cujo maior número é exclusivamente de abelhas, além destas terem se mostrado os polinizadores efetivos da espécie (Kevan 1983).

Além destas espécies de gêneros diferentes iniciando a floração quando *J. ulei* está terminando a sua, foi encontrada uma outra espécie do mesmo gênero, *Jacaranda simplicifolia*, iniciando sua floração imediatamente ao término da floração de *J. ulei*. Em *J. simplicifolia* a floração começa no início de dezembro, com o pico ocorrendo em fevereiro e a finalização da floração em maio. Assim pôde-se observar a ocorrência de um mutualismo floral com ambas as espécies de *Jacaranda*, acreditando-se que seus visitantes possam ser os mesmos, devido a que as flores de ambas as espécies têm corolas semelhantes em tamanho e quase toda a sua morfologia, apresentando pouca diferença na coloração. Estes estariam então substituindo uma espécie pela outra, para encontrar os recursos florais que procuram, visto que os mesmos recursos são oferecidos por ambas as espécies.

Segundo observações de Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988), as flores com cores branca, amarela, creme e verde predominam sobre as cores vermelha, azul e violeta, no cerrado, inclusive apresentando sua fenofase de floração sincronicamente na época chuvosa do ano.

Portanto, percebe-se que a cor arroxeadada de *J. ulei* poderia ser considerada uma extensão do violeta que é uma cor típica do cerrado.

Além do tamanho, da cor roxo forte, do guia de néctar, do brilho do estaminódio, da grande área estigmática apresentada pelas flores de *J. ulei*, como atrativos aos seus visitantes, esta apresenta ainda sua folhagem verde forte e exuberante durante todo o período da floração, podendo ser considerada um outro atrativo para seus visitantes, como anúncio da existência de recompensa naquela fase que a planta se encontra, de acordo com a hipótese sugerida por Vieira *et al.* (1992), nos estudos sobre a espécie *J. caroba*, mesmo que esta esteja exibindo uma quantidade muito grande de flores, e apresentando-se com uma folhagem decídua (contrária à *J. ulei*), mas que ainda contribui como atrativo dos seus visitantes.

O tipo de estigma sensitivo o qual se fecha facilmente, apresentado pelas flores de *J. ulei*, segundo descrições feitas por Newcomb (1922) para as flores das angiospermas, foi descrito também por Bertin (1982) para a espécie *Campsis radicans* e por Barros (1989) para as espécies *Tabebuia caraiba* e *T. ochracea*, tanto pela polinização manual ou presumivelmente pela polinização natural, ou mesmo através de um simples toque impedindo inclusive a deposição do pólen (Newcombe 1922), fazendo com que o processo de polinização manual seja realizado com rapidez como foi o ocorrido com *J. ulei* durante a realização destas, evitando a perda de estigmas que porventura fechassem rápido.

Estes estigmas sensíveis podem ser, possivelmente, característica para reduzir a autopolinização (Newcombe 1922), ou para prevenir visitas de vetores que às vezes vão até às flores destas espécies somente à procura de néctar e acabam depositando grãos de pólen desfavoráveis em seus estigmas, acarretando prejuízo à reprodução destas. Os estigmas sensitivos são freqüentemente encontrados em plantas com corolas

tubulosas e frutos com muitas sementes (Newcombe 1922, 1924, Buttrose, Grant, Grant & Hurd 1979 *Apud* Bertin 1982) de acordo com o que foi observado em *J. ulei*, tanto em relação à sua morfologia como no número de sementes produzidas.

A grande área estigmática e a disposição dos órgãos reprodutivos são as estratégias mais significativas do processo de polinização (Ornduff 1969, Faegri & van der Pijl 1971). Para a espécie *J. ulei* o estigma apresenta esta vantagem, porque sendo grande, tendo seus lobos abertos desde a fase de pré-antese floral até a queda da corola da flor, mostra sua área estigmática bem evidente para os polinizadores, além de ser por um tempo bem longo, facilitando assim a deposição dos grãos de pólen trazidos pelos visitantes em seu corpo e ainda podendo recebê-los durante todo o tempo de duração da flor, como foi observado.

Quanto à disposição dos órgãos reprodutivos, esta espécie também apresenta vantagens, porque seus estames são didínamos e tendo as anteras localizadas em posições diferentes dentro da corola da flor, faz com que o polinizador receba grãos de pólen em várias partes de seu corpo quando penetram no tubo da corola. Sendo os visitantes de tamanho maior, obrigatoriamente elas contactam as anteras.

Segundo Joly (1983), no gênero *Jacaranda* há flores cujas anteras se apresentam vazias desde a antese e durante todo o tempo de vida da flor. Esta ocorrência pôde ser observada claramente com *J. ulei*, durante os trabalhos de campo e de laboratório, ao tomar as anteras para retirar seus grãos de pólen na realização das polinizações manuais, tendo sido detectado nos dois anos de estudos, tanto nas anteras superiores como

nas inferiores e também no início, no meio e no final da fenofase da floração.

Estas flores apresentam o estaminódio também funcionando como guia de néctar, além do guia de néctar existente nas flores e característico da espécie, sobre o qual estão apoiados os verticilos reprodutivos e o estaminódio. O guia de néctar em *J. ulei* é correspondente a uma faixa branca na face abaxial interna da corola, prolongando-se até a base do ovário da flor, onde se encontra o disco nectarífico, causando um contraste com sua cor escura, acredita-se que seja também considerado um atrativo para os visitantes. Em *J. ulei* e *J. simplicifolia* os órgãos reprodutivos apresentam-se e localizam-se na região achatada do tubo da corola, que os protege, mesmo que este dificulta um pouco a visibilidade dos mesmos pelos visitantes.

Diversas hipóteses têm sido propostas para explicar a função do estaminódio das espécies de *Jacaranda*. Morawetz (1982) sugere a função de emissão de sinais de envelhecimento através da mudança de sua cor, a qual contrasta com a cor da entrada do tubo da corola, significando o fim da produção de néctar.

Em *J. caroba* (Vieira *et al.* 1992), assim como em *J. ulei*, as abelhas continuam visitando as flores de segundo dia, nas quais o néctar encontra-se aparentemente esgotado, caso esta flor tenha sido visitada, e estando alterada a coloração dos tricomas do estaminódio. Portanto, tais observações semelhantes em *J. caroba* e *J. ulei*, possibilitam discordar da hipótese de que o estaminódio emitiria sinais de envelhecimento para estas flores, principalmente porque foi também observado que as flores de *J. ulei* podem ser polinizadas, e não somente visitadas, no segundo dia após a antese, como foram observados e acompanhado os seus frutos formados destas flores.

Em Vieira *et al.* (1992), Yanagizawa (1983), discute sobre a atuação do estaminódio das flores de *J. oxyphylla* e *J. decurrens* como um portador de pólen liberado da antera antes da antese, permitindo a transferência de pólen para a parte ventral do corpo dos insetos, o qual seria utilizado como alimento. Nas flores de *J. caroba* (Vieira *et al.* 1992), não foi observado a ocorrência da deiscência das anteras antes da antese, bem como não foi encontrado pólen sobre o estaminódio de flores recém abertas, ficando descartada esta hipótese, assim como ocorreu com as flores de *J. ulei*, não tendo ocorrido a deiscência das anteras no período pré-antese, não tendo sido portanto encontrados grãos de pólen sobre o estaminódio também, durante todo o tempo de observações, discordando de Yanagizawa (1983). Ao contrário, as anteras das flores de *J. ulei* só realizam sua deiscência cerca de 30' ou mais após a antese das flores, com o clarear do dia, como foi observado. Mas, observou-se que mesmo estas estando fechadas, ao tocá-las os grãos de pólen são liberados em massa para o exterior porque já estão maduras.

O estaminódio das flores de *J. caroba* desempenharia papel triplo no seu processo de polinização de acordo com observações feitas por Vieira *et al.* (1992), sendo: 1) orientação visual (pela sua cor contrastante com a da entrada do tubo da corola; 2) guia olfativo (através do odor liberado pelos tricomas glandulares) e 3) auxílio no contato do polinizador com os órgãos sexuais da flor (pela diminuição do diâmetro útil da corola).

Observou-se que em *J. ulei*, este desempenharia somente duas destas funções, que são: 1) orientação visual (atratividade para os visitantes - pelo brilho dos tricomas de seu ápice e pela sua cor contrastante com a cor da entrada do tubo da corola) e 2) auxílio no contato do polinizador com os órgãos sexuais da flor (pela diminuição do diâmetro útil da corola, a partir de sua morfologia floral devido ao seu achatamento dorsiventral).

Relativo à função da liberação de odor pelas flores de *J. ulei*, observou-se que esta não foi detectada, tendo em vista que as mesmas liberam uma quantidade tão pequena de odor, sendo também por um período tão curto, que este se torna quase que imperceptível e inexpressivo como atrativo das referidas flores.

As flores de *J. ulei*, com todos os seus atributos, que segundo definições encontradas em Percival (1965) e Endress (1994), e assemelhando-se à espécie *Vismia guianensis* (Santos & Machado 1999), são também consideradas flores de néctar, enquadrando-se dentro da síndrome da melitofilia, pois esta apresenta grande quantidade do recurso, embora ofereça também o pólen simultaneamente como recompensa floral a seus visitantes. Sendo o néctar uma substância que é considerada atrativo primário (Faegri & van der Pijl 1979), e servindo como alimento para muitos animais que visitam as flores repetidamente, promovendo desta maneira a polinização cruzada (Faegri & van der Pijl 1979; Proctor *et al.* 1996, Santos & Machado 1999), é produzido pela maioria das espécies que apresentam flores tubulares, e sendo este encontrado na base do tubo floral mais ou menos longo, ficando portanto "escondido" (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988).

Segundo estes autores, as flores apresentam uma forma de orientar os polinizadores presentes na inflorescência, como obter os recursos enquanto polinizam, que são os guias florais ou "guias de néctar".

A ocorrência destes é observada mais freqüentemente em flores com os recursos escondidos (Kevan 1983), e ocorrente com *J. ulei*, cujo néctar se encontra na base do tubo da corola, porém escondido. Dentro deste contexto encontram-se outras espécies de *Bignoniaceae*, pertencentes ao gênero *Jacaranda*, que têm flores tubulosas grandes, assim como as demais espécies estudadas e que servem como parâmetro tais como *Jacaranda caroba* (Vieira *et al.* 1992), *J. decurrens* e *J. oxyphylla*

(Yanagizawa 1983), *J. macrantha* (Bittencout 1981), e das espécies do gênero *Tabebuia* tais como *T. aurea* e *T. ochracea* (Barros 2001).

Da mesma forma, outras espécies que tendo flores nectaríferas, porém curto-tubulosas tais como *Vismia guianensis* (Santos & Machado 1999), e não-tubulares como *Byrsonima sericea* (Teixeira & Machado 2000), mas que já têm como característica uma produção menor de néctar em relação às flores tubulares.

Para *J. ulei* observou-se uma produção de néctar com um volume (4 μ l/flor) maior do que o encontrado em *Vismia guianensis* (6,7 μ l/10 flores, Santos & Machado 1999), no dia da antese e também em relação ao volume encontrado em *Jacaranda caroba* (Vieira *et al.* 1992), mesmo que esta última, sendo também uma flor tubular, porém, produz menor quantidade de néctar ou quantidade aproximada, como foi observado através dos dados mostrados pela descrição da espécie.

Em *J. ulei* a produção de néctar é considerada alta (satisfatória), tendo sido observado nas suas flores no dia seguinte à antese, em uma quantidade significativa, mesmo que estas tenham sido visitadas, inclusive ainda recebendo visitas.

Em *Vochysia cinnamomea*, melitófila, não-tubular, armazena o néctar no cálcio (Oliveira *et al.* 1997), o volume produzido é muito alto em relação às espécies citadas acima, como mostram os registros de volume médio de 6,7 μ l de néctar (n= 10 flores no dia da antese), inclusive em relação aos seus polinizadores que as visitam muito no dia da antese e também no dia seguinte, à procura do néctar que é produzido nestes dias.

Um outro exemplo de flores que, mesmo sendo melitófilas, tubulares, mas que apresentam baixa quantidade de néctar, são as espécies *Vriesea carinata*, *V. ensiformis* e *V. incurvata* (Sazima *et al.* 1994).

A partir dessas produções diferenciadas de néctar pelas citadas flores, percebe-se que este recurso não é indispensável dentro do processo

de polinização, enquanto o pólen é indispensável, sendo esta secreção em um senso mais amplo considerada não para mediar, mesmo que sempre venha associado com a função floral primária e o processo de polinização. (Stiles 1975).

Quanto às taxas de concentração de açúcares encontradas no néctar das flores de *J. ulei*, estas podem ser comparadas às taxas encontradas em outras espécies melitófilas de Bignoniaceae como *Pyrostegia venusta* (Gobatto-Rodrigues & Stort 1992), *Campsis radicans* (Bertin 1982), e *Zeyhera digitalis* (Yanagizawa *et al.* 1982). Quando comparada a taxa média de *J. ulei* (25%), à verificada em algumas outras espécies melitófilas, tais como *Jacaranda caroba* (24,8%, Vieira *et al.* 1992), percebe-se esta com índice equivalente à *J. ulei*. Comparando sua taxa às espécies de *Arecaceae*, como *Mauritia flexuosa* (19,5%) e *Euterpe precatoria* (9%), (Abreu 2001), cujas flores são bem menores, percebe-se uma diferença mais acentuada para *J. ulei* que pode ser devido ao pequeno tamanho destas flores, podendo devido a isso estas sofrerem contaminação e perda do recurso, o que levaria à baixa na concentração dos seus açúcares.

Observa-se *J. ulei* sendo superada apenas por algumas espécies de *Passifloraceae* como, *Passiflora capsularis* (27%), *P. alata* (31%), *P. miersii* (35%) e *P. amethystina* (41%) (Koschnitzke & Sazima 1997), enquanto que comparada à espécie *P. suberosa* (25%), a qual apresenta uma taxa similar. O que se observa dentro de uma certa margem de percentuais muito semelhantes, é que estes devem ser índices que certamente estão condicionados às exigências energéticas dos polinizadores.

Sugere-se que estas diferenças para *J. ulei* podem estar relacionadas à influência dos fatores atmosféricos tais como: a) chuva (com a penetração de água na flor, indo até o néctar e causando conseqüente

diluição) ocasionando baixa na taxa de concentração de açúcares; b) temperatura alta, aliada à baixa umidade do ar (provocando evaporação da água do néctar), ocasionando elevação na taxa de concentração de açúcares, a qual aproximou-se de 32% em dias muito quentes e secos.

Ainda, segundo Bertin (1982), a proximidade desses valores pode ser decorrente do tipo de morfologia floral, pois as flores com corolas longas e tubulares geralmente não apresentam concentrações altas de açúcares no néctar (Gobatto-Rodrigues & Stort 1982), sendo estas consideradas evoluídas por terem seus nectários escondidos e de difícil acesso. Portanto, estes nectários são considerados evoluídos, por restringirem os polinizadores (Faegri & van der Pijl 1979). Pôde-se observar que as flores de *J. ulei* fazem parte deste grupo, portanto, também consideradas evoluídas.

3 – Biologia da Polinização

O sucesso na polinização em espécies xenógamas é obrigatoriamente dependente do movimento interplantas dos polinizadores, o qual apresenta heterogeneidade espacial e temporal em torno da qualidade e quantidade de recursos florais (Baker 1972).

Dentre as categorias de flores de Bignoniaceae (*sensu* Gentry 1974 b), *J. ulei* e *J. caroba* apresentam-se do tipo *Anemopaegma*, as quais são polinizadas principalmente por abelhas de tamanhos médio a grande e recebem freqüentes visitas de pilhadores de pólen e néctar. As abelhas do gênero *Xylocopa* estão entre os mais freqüentes visitantes destas flores, mas apresentaram-se como ladras de néctar, por fazerem uma fenda na base do tubo da corola com a sua probóscide para obter o néctar. Desta forma, podem abrir muitas flores de uma planta e utilizar sua recompensa

(Gentry 1974), não sendo polinizadoras em virtude de seu tamanho (superior ao da flor).

Sendo assim, mesmo que as flores de *J. ulei* obedeam a este tipo, contudo não houve a frequência maior de visitas destas abelhas como afirma este autor (em relação às Bignoniaceae), entrando em contradição à sua teoria. Estas (*Xylocopa*) apresentam maior sensibilidade aos comprimentos de onda correspondentes ao ultravioleta, azul e verde-amarelo (Proctor *et al.* 1996), e preferem flores de corola tubulosa para coletar o néctar, como são as flores de *J. ulei*. Da mesma forma que as flores tubulosas guardam o néctar para atrair seus visitantes, uma grande quantia dele estocada em cada flor, e a alta taxa de sua produção, faz com que as flores atraiam também os ladrões de néctar para que estas percam potencial energético (Bertin 1982), o que pôde também ser observado em *J. ulei*.

Em Firetti (2001), encontrou-se Buckmann (1983), discutindo que em condições adversas como baixa temperatura, os polinizadores gastam mais energia para manter a temperatura corpórea e o metabolismo. No caso do gênero *Bombus*, quando forrageia em ambientes com temperatura a 5°C, gasta entre três a quatro vezes mais energia para manter seu metabolismo do que forrageando em ambientes com temperatura de 26°C.

Muitas flores são especialmente adaptadas para polinização por abelhas, e muitas outras menos especializadas se beneficiam das atividades destas. Os mais importantes insetos polinizadores são as abelhas solitárias, as mamangavas e as abelhas de mel *Apis* (Free 1970), e o número de polinizadores visitantes por flor é freqüentemente de importância básica (Levin *et al.* 1968). Todavia, as abelhas tem um senso de cheiro altamente desenvolvido e podem ser treinadas para associar o forrageamento com uma essência particular ou misturar as essências (Free 1970).

No Cerrado brasileiro, Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988), consideram as abelhas como os principais polinizadores, mostrando que 86,38% das espécies dependem dos animais para fazer a dispersão dos grãos de pólen, enquanto que somente 13,62% das demais espécies são anemófilas. Estes autores sugerem que as abelhas ocupem um percentual de 90% de exclusividade dentro do espectro de polinização por animais.

Do mesmo modo Bawa *et al.* (1985), ao estudar o sistema de polinização das árvores de florestas tropicais mostraram a importância das abelhas como polinizadores, considerando-as como visitantes mais freqüentes.

Para *J. ulei*, a presença de abelhas implica na efetividade da polinização de suas flores. Sendo esta melitófila, pôde-se observar quanto ao espectro de visitação mostrando uma quantidade de 15 espécies diferentes, sendo portanto considerado um número relativo de espécies de visitantes e seu forrageamento. Foi observado que seus visitantes florais externos só as procuraram para a coleta do néctar através da fenda feita por eles ou por outros, na base do tubo da corola ou nas bordas desta, onde este recurso é encontrado escorrendo no dia seguinte

Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988), nos seus estudos sobre a polinização das plantas do cerrado, encontraram que as abelhas, sendo os mais importantes polinizadores do cerrado, fazem também parte do grupo de polinizadores principal ou ocasional em qualquer espécie vegetal que tem como polinizadores dois ou mais grupos de visitantes.

Barros (1989), ao estudar três espécies de *Erythroxylum* também na área da FAL, cuja floração ocorre de maio a outubro, coincidindo sua finalização com a iniciação desta fenofase para *J. ulei*, apresenta ambas as espécies com suas fenofases simultâneas, independente de as flores

destas espécies mostrarem grande diferença de cor e tamanho, mas mostrando que seus polinizadores principais foram as abelhas.

Além de *J. ulei* e das espécies de *Erythroxylum*, as abelhas foram consideradas polinizadores principais, também para as espécies: *Jacaranda caroba* (Vieira *et al.* 1992); *Byrsonima laxiflora*, *B. crassa*, *B. verbascifolia*, *B. umbellata*, *B. subterranea*, *B. guilleminiana*, *B. coccolobifolia* (Barros 1992); *Vochysia pumila*, *V. thyrsoidea*, *V. elliptica*, *V. rufa* (Oliveira & Gibbs 1994); *Jacquemontia multiflora* (Kiill & Ranga 1996); *Stryphnodendron adstringens* (Barros & Firetti 2001); *Dimorphandra mollis* (Barros & Abreu 2002), e algumas espécies de *Myrtaceae* (Proença & Gibbs 1994), mesmo que todos estes gêneros são constituídos por flores muito diferentes das de *J. ulei*, considerando que para *J. ulei*, também os seus polinizadores secundários são exclusivamente as abelhas.

Como polinizadores das flores de *J. ulei*, as abelhas das famílias Apidae (*Trigona spinipes*, *Scaptotrigona postica* e *Bombus atratus*), e Anthophoridae são consideradas predominantes nas espécies de plantas do cerrado das famílias melitofilíticas, como em algumas Bignoniaceae (Boaventura 1998), estando estas presentes o ano inteiro, portanto de acordo com os meses de observação e captura das espécies polinizadoras de *J. ulei*. A abelha *Oxaea flavescens* foi a única espécie da família Oxaeidae encontrada nas plantas da família Bignoniaceae. Segundo Boaventura (1998), foi também observada nos meses de agosto, setembro e outubro nestas flores. *Augochloropsis* sp. e *A. smithiana* (Halictidae), também polinizadoras de *J. ulei*, são muito bem representadas durante o ano todo.

Quando um inseto aprende novos sinais, eles, não necessariamente esquecem os velhos, mas somente os suprimem de sua memória

(Kolterman 1969). Como polinizadores, abelhas e outros insetos têm uma imagem de busca durante o forrageamento, as mamangabas são rapidamente condicionadas, e procuram por flores com os traços que elas associam com recursos de alimentos (Kugler 1934, Manning 1956 b), e ainda têm preferência pela cor e forma das flores (Zerrhahn 1933, Kugler 1934). Aprendem rapidamente a associar alguns sinais com a maior quantidade de alimentos do que outras espécies de abelhas (Menzel 1968, Kriston 1973).

A quantidade de flores, a morfologia, assim como a cor e o odor, podem ser outros traços que aumentam a fidelidade das abelhas às flores que elas visitam ou passam a visitar, fazendo-as polinizadores principais ou exclusivos. Inicialmente as abelhas podem visitar numerosas espécies de plantas (Hobbs 1962), em uma viagem de forrageamento, mas eventualmente elas o restringem para um tipo específico.

Bawa *et al.* (1985), discorda da teoria de Arroyo (1981), declarando que a frequência da autofertilização e da fertilização cruzada em certas espécies é a associação destas ao seu habitat, e numa extensão tal que pode influenciar na evolução dos modos reprodutivos, comparando a distribuição espacial das plantas no *stratum* sucessional no qual estas se encontram. Mas, por outro lado, é necessário que veja a ocorrência da espécie, se esta encontra-se isolada, se está começando uma colonização, se há polinizadores naquele seu habitat, e até mesmo o procedimento de forrageamento destes polinizadores neste habitat, etc. (Barros 2003).

Uma eventual escolha de uma flor por uma abelha está relacionada à quantidade de recursos de alimentos que estas produzem, forrageando onde elas o realizam com maior proveito (Hobbs 1962) dos recursos, sendo então, através dos quais poderem distinguir uma espécie da outra (Heinrich

1975). A constância (fidelidade) de uma abelha individual para uma espécie particular de flor é um importante fator na polinização cruzada (Proctor, Yeo & Lack 1996), classificando-a também como polinizador exclusivo.

Em contrapartida, Faegri & van der Pijl (1979), concordam que uma limitada quantia de “infidelidade” por parte do polinizador não interferiria na efetividade da polinização, desde que uma carga mista de pólen tenha freqüentemente mais do que a quantidade média de grãos de pólen compatível suficiente, pois a quantidade de pólen é um fator limitante para a efetividade da polinização (Dorr 1981).

Como *J. ulai* é uma espécie autoincompatível, conseqüentemente ela necessita de uma certa parcela de fidelidade por parte de seus polinizadores, pois não formará frutos caso receba grãos de pólen desfavoráveis, trazidos pelos seus vetores, através de sua infidelidade, e ocupando seus estigmas, impedindo conseqüentemente a deposição dos grãos de pólen favoráveis à formação de seus frutos.

A presença dos visitantes como o beija-flor e a borboleta, foi considerada secundária em virtude de seus tamanhos, ocasionando impedimento de penetração destes no tubo da corola. Por isso, estes foram considerados somente pilhadores das flores de *J. ulai*, ou porque estes quase nunca são considerados como polinizadores exclusivos das plantas do cerrado, apesar do seu grande envolvimento com as mesmas (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988), mesmo que alguns deles estejam sempre presentes nestas flores como é o caso dos dípteros, que segundo Faegri & van der Pijl (1979) tem como principal alimento o néctar, porque este é a principal fonte de carboidratos desses insetos.

Quanto ao visitante louva-a-deus que é um predador, este não foi considerado nem pilhador, porque foi visto somente visitando toda a planta, possivelmente rondando a flor em busca de presa, e não forrageando

nenhum de seus recursos; como foi observado também com o besouro (coleoptero), que não forrageou seus recursos e foi visto somente uma vez, sendo portanto visitantes de frequência esporádica.

4 - Sistemas Reprodutivos

4.1 – Sistema de autoincompatibilidade

Seavey & Bawa (1986), quem deu atenção para algumas das 25 espécies temperadas e tropicais com “Ação tardia de Autoincompatibilidade”, como por exemplo em *Dipteryx panamensis*, *Dalbergia retusa*; e ainda Borges (1991), observou esta incompatibilidade ocorrendo com *Miconia theaezans* (Melo & Machado 1998).

A autoincompatibilidade de ação tardia, com a abscisão seletiva de frutos, tinha sido demonstrada em diferentes espécies e interpretada como vantajosa, como uma espécie de controle que uma planta pode exercer sobre a escolha de um ajudante (polinizador) e a alocação de recursos para a progênie, tendo sido feita uma revisão da competição masculina e seleção sexual em plantas (Bawa & Webb 1984, Stephenson 1981, Stephenson & Bertin 1983 Willson & Burley 1983).

Uma segunda vantagem do sistema de autoincompatibilidade de ação tardia pode ser de que ele permite muita flexibilidade na escolha dos parentais (Crowe 1971, Lundqvist 1975, Seavey & Bawa 1986). Assim, espera-se que *J. ulei* possa estar usufruindo destas capacidades atribuídas às espécies que apresentam autoincompatibilidade tardia, dentro do contexto do processo reprodutivo. Mesmo apresentando alto índice de aborto de flores e frutos, a autoincompatibilidade tardia pode estar favorecendo uma progênie mais vigorosa que chega até a idade adulta.

Para *J. ulei*, indo de acordo com estes autores, obsevou-se portanto que os tubos polínicos provenientes de ambos os tratamentos realizados, cresceram igualmente através do estilete e com a mesma rapidez.

Também Williams *et al* (1984), através de investigações histológicas em três espécies de *Rhododendron* autoincompatíveis, revelaram que os tubos polínicos de autopolinizações cresceram normalmente através do estilete e alcançaram os óvulos rapidamente como na polinização cruzada (Seavey & Bawa 1986), e ainda: *Jepsonia heterandra* (Ornduff & Weller 1975), *Campsis radicans* (Bertin 1982), *Sterculia chica* (Taroda & Gibbs 1982), e muitas outras como *Diplusodum oblongus*, *D. ramosissimus* e *D. rosmarinifolius* (Barros 1989), *Erythroxylum suberosum* e *E. tortuosum* (Barros 1989), *Tabebuia caraiba* e *T. ochracea* (Barros 1989), *Kielmeyera speciosa*, *K. coriacea*, *K. variabilis* e *K. abdita* (Barros 1989), *Vellozia squamata* (Oliveira *et al.* 1991), *Jacaranda caroba* (Vieira *et al.* 1992), em algumas espécies de *Myrtaceae* tais como *Blepharocalyx salicifolius*, *Campomanesia velutina* e *Siphoneugena densiflora* (Proença & Gibbs 1994), tendo estas três últimas espécies apresentado o crescimento dos tubos polínicos nos tratamentos de autopolinizações penetrando nos ovários e nos óvulos, mesmo que em tempos diferenciados, e ainda as espécies *Lantana camara* e *Psittacanthus calyculatus* (Barros 2001).

Segundo Bawa (1974), Gibbs & Bianchi (1999) e Oliveira & Gibbs (2000), a autoincompatibilidade é também amplamente distribuída entre as espécies arbóreas tropicais que são xenógamas obrigatórias como *Casearia grandiflora* (Machado 2000), além de duas outras espécies de *Casearia* na Costa Rica (Kress & Beach 1994).

Finalmente, a autoincompatibilidade é tradicionalmente assumida como sendo controlada por um ou por poucos *loci* específicos (de

Nettancourt 1977) e a diminuição da produção é presumida ser resultada da presença de muitos gens recessivos letais (Seavey & Bawa 1986).

Segundo Baker (1964), existem espécies autoincompatíveis xenogâmicas facultativas e xenogâmicas obrigatórias. Por isso, sugere-se que *J. ullei*, sendo uma planta autoincompatível, seja xenogâmica obrigatória.

Segundo Arroyo (1981), nas Leguminosas, o desenvolvimento da autocompatibilidade em algumas espécies está relacionado ao habitat no qual estas se encontram, sendo que espécies de ambientes sujeitos ao fogo e em áreas abertas, têm maior probabilidade de serem autocompatíveis, devido à necessidade de sua sobrevivência neste ambiente.

Para a espécie *J. ullei*, este conceito não se fundamenta, porque esta encontra-se também em uma área aberta de cerrado e é, portanto, uma planta que está sujeita ao fogo, assim como as demais plantas deste ambiente, mas mostrou-se com alto índice de autoincompatibilidade. Mas, quanto ao número de sementes produzidas por fruto, ambos os processos, cruzado manual e natural (controle), mostraram-se com taxas semelhantes relativo às sementes produzidas.

A presença de autoincompatibilidade em espécies do cerrado foi registrada também a partir dos trabalhos realizados recentemente em *Jacaranda caroba* (Vieira *et al.* 1992), *Pyrostegia venusta* (Gobatto-Rodrigues & Stort 1992), *Oxypetalum appendiculatum* e *O. banksii* (Vieira & Shepherd 1999), e em outras espécies como *Jacaranda macrantha* (Bittencourt 1981), *Styrax camporum* e *S. ferrugineus* (Saraiva *et al.* 1988), tendo ainda a espécie *Vochysia cinnamomea* (Oliveira *et al.* 1997), que é parcialmente autocompatível, mas com um índice de autoincompatibilidade.

Dados relativos a outras espécies de *Jacaranda* mostraram resultados contrários aos encontrados em *J. ulei* quanto aos sistemas reprodutivos, tendo sido encontrado por Yanagizawa (1983) que considera *J. oxyphylla* autocompatível, espécie de cerrado muito relacionada a *J. caroba* (Morawetz 1982). Uma vez que as espécies de *Jacaranda* apresentam floração maciça, com grande quantidade de flores simultaneamente em antese, é de se esperar que mecanismos de autoincompatibilidade tenham se desenvolvido como meio de evitar a formação de sementes provenientes da quantidade naturalmente elevada de cruzamentos geitonógamos, como sugerido por Arroyo (1976) para angiospermas tropicais.

Os pistilos de *J. ulei* analisados em microscopia de fluorescência, mostraram uma quantidade notável de grãos de pólen no estigma, sugerindo que quanto à perda de frutos por aborto, esta não é procedente da falta de polinização, pois segundo Ornduff (1969) e Faegri & van der Pijl (1971), as plantas xenogâmicas produzem grande quantidade de pólen, o que pode facilmente ser observado em *J. ulei*.

Vários estudos mostraram que as flores das plantas autoincompatíveis e de outros taxos xenogâmicos produzem rigorosamente mais grãos de pólen do que os taxos autocompatíveis e/ou autogâmicos (Arroyo 1973, Baker 1967, Cruden 1972, Gibbs *et al.* 1975, Lloyd 1965, Vries 1974). Acrescentaram ainda que as espécies xenogâmicas geralmente apresentam elevados percentuais de grãos de pólen viáveis, visto que a viabilidade polínica pode estar relacionada com o sistema reprodutivo da espécie (Richards 1985).

Em *J. ulei*, a razão pólen/óvulo ($P/O=161,7$), é compatível com as medidas P/O determinadas por Cruden (1977), para plantas xenógamas. Cruden e Janzen (1979), sugerem que uma razão pólen/óvulo pode refletir

eficientemente numa fertilização, independentemente de esta ser alta ou baixa.

Segundo Gibbs (1988), o crescimento do tubo polínico é apical pela incorporação de vesículas que transportam polissacarídeos, e também partículas-p (unidade de polissacarídeos), que são derivados de amiloplastos dos grãos de amido. Baseados nestes estudos, teorias foram propostas por Gibbs (1988) para explicar como o mecanismo de incompatibilidade atuaria bloqueando uma incorporação normal de vesículas na ponta do tubo polínico (Ramos 1999).

Para *J. ulei* pode-se admitir que, de acordo com o crescimento dos tubos polínicos observados em todos os tratamentos realizados, a incompatibilidade do tipo ação tardia é do tipo gametofítica-esporofítica tal como para a espécie *Theobroma cacao* (Seavey & Bawa 1986).

Dobrovsky e Grant (1980, b) encontraram diferenças bioquímicas entre ovários resultantes de autopolinizações e os resultados de polinizações cruzadas. Essas diferenças ocorrem antes da fertilização e são interpretadas por eles como uma resposta de autoincompatibilidade, a qual restringe o acesso aos óvulos e é por fim parcialmente responsável pelas diferenças na formação das sementes entre a autopolinização e a polinização cruzada.

A partir da descrição de detalhes em eventos citológicos de uma reação de auto-rejeição observada em óvulos autopolinizados e incompatíveis, é perceptível que neste caso o núcleo do gameta masculino e do gameta feminino não se fundem (Seavey & Bawa 1986).

A partir da inibição dos tubos polínicos alcançando os ovários, como documentado por Brock (1954) em três espécies de *Lilium*, onde os tubos de autopolinização foram vistos alcançando a base do estilete em todas as

três espécies, sendo que em duas delas *L. candidum* e *L. szovitsianum*, houve o aumento do ovário através das autopolinizações. Brock (1954), observou também que algumas formas de inibição pós-polinização pode estar operando, como tinha sido previsto encontrar em *Gasteria verrucosa* por Sears (1937). Este autor foi o primeiro a descrever as reações de incompatibilidade pós-zigótica, quando observou que ambos os tubos polínicos, autopolinizados e cruzados, cresciam igualmente bem, através do estilete e que a autopolinização produzia uma dupla fertilização aparentemente.

4. 2 – Esforço Reprodutivo

Para *Jacaranda ulei* o período entre fertilização e a manutenção dos frutos é longo, chegando a durar cerca de onze meses. Uma explicação para este extenso período de frutificação seria de que, além da dispersão, as angiospermas têm também que defender seus frutos contra o dano causado por herbívoros (Krebs 1994, Almeida & Alves 2000).

No caso de *J. ulei*, apresentando também este extenso período para a maturação de seus frutos, o qual deve estar relacionado ao custo energético necessário para a maturação das sementes e sua possível disseminação anemófila após a iniciação que é autocórica, assim como também a defesa destes quanto aos predadores, pois se trata de uma angiosperma. Além disso é uma espécie que apresenta apenas uma frutificação por ano, portanto acredita-se também ser devido a esta característica da espécie, esta longa etapa de sua frutificação

A taxa de produção de frutos por *J. ulei*, através do processo de polinização natural (10,87%), para os dois anos de desenvolvimento dos trabalhos, foi considerada relativamente baixa quando comparada com a produção de frutos originada do processo cruzado manual (32,27%).

Mostrando esta taxa com um índice de maturação de frutos muito baixo, relacionado ao grande número de flores que ela produz, e em relação ao número de frutos iniciados, tanto por inflorescência como por indivíduo e também pela população. Sugere-se vários motivos, os quais serão discutidos a seguir.

Muitas espécies de plantas produzem regularmente muito mais flores do que frutos maduros (Lloyd 1960, Stephenson 1981, Sutherland & Delph 1984). Desde que estas espécies sejam fisiologicamente incapazes de providenciar os recursos necessários para o desenvolvimento e maturação dos frutos de todas as flores produzidas por elas, estas comumente abortam uma proporção razoável de seus frutos imaturos, fazendo a ligação da produção de frutos com a capacidade de recursos oferecidos pelas plantas. Sendo assim, Stephenson (1983) define um aborto como sendo a abscisão de algum fruto imaturo que tinha desenvolvido sementes, e não aqueles que sofrem abscisão por danos visíveis.

Segundo Lloyd *et al.* (1980) & Stephenson (1981), o aborto de flores e frutos imaturos em grande escala, é um fenômeno comum, em que a proporção de flores que se desenvolvem em frutos imaturos varia consideravelmente entre as espécies, ficando em torno de menos do que 1%. No caso de *J. ulei*, tendo em vista que a perda de seus frutos recém-formados, por aborto, varia em torno de 80%, outros fatores tais como polinização insuficiente e falta de recursos da planta-mãe, devem estar operando.

Lloyd *et al.* (1980), consideram importantes os estudos das causas e conseqüências da mortalidade entre a fertilização e maturação de frutos e sementes, para o entendimento das estratégias sexuais (reprodutivas) das plantas.

Muitas plantas, especialmente aquelas com mais frutos formados, atraem energia estocada das reservas, para o desenvolvimento destes, enquanto outras contam com a produção de energia corrente para a maturação das sementes (Kozlowski e Keller 1966, Janzen 1971 a, b, 1976).

O aborto de um fruto aumenta significativamente a probabilidade de maturação daqueles frutos que ficarão, utilizando os recursos destes, com chances deles produzirem sementes que maturarão. Esta hipótese pode ser aceita para a espécie *J. ulei*, cuja proporção de aborto é significativa em número de flores e de frutos iniciados, admitindo que esta energia retida dos frutos abortados seja distribuída igualmente para os frutos que persistem até a maturação. Análise esta observando que os indivíduos cujos frutos estejam em fase de maturação, estes se desenvolvem apresentando-se tamanhos sempre muito semelhantes entre si, durante a maturação e deiscência, tendo poucos indivíduos que ora apresentam frutos com diferença significativa de tamanhos nesta fase.

Segundo Stearns (1976) e Janzen (1977) *Apud* Stephenson (1980), presumivelmente os recursos conservados pelos ramos que abortam todos os seus frutos em desenvolvimento são ré-alocados para o crescimento, manutenção e aumento da probabilidade de reprodução futura daquela planta.

Ocorrência esta que pôde ser documentada em *J. ulei*, observado pela ocorrência da produção de frutos por um indivíduo que foi marcado e utilizado no ano de 2001 para o processo de polinização automática, não ocorrendo polinização, e não produzindo nenhum fruto, o qual no ano seguinte (2002), produziu uma quantidade significativa de frutos, mesmo que muitos abortaram na sua fase inicial (cerca de 60%), 5 deles ficaram e irão até a maturação e deiscência. Outro indivíduo que teve uma produção de frutos (n=98) iniciados no ano de 2001, pelo processo de polinização

natural, mesmo tendo abortado cerca de 80% dos frutos, 16 foram maturados. No ano de 2002, este mesmo indivíduo teve sua produção reduzida para menos da metade, formando cerca de 35 frutos iniciados e levando para a maturação somente 6 destes.

Acredita-se que estes resultados observados tenham sido associados a uma sobrecarga muito grande no ano anterior com a produção excessiva de flores por este indivíduo, levando-o ao desgaste de suas energias, causando uma certa debilidade no ano seguinte que conseqüentemente influenciou no processo de reprodução daquele ano.

Sendo assim, percebe-se em *J. ulai* que a frutificação abundante pode ter levado o indivíduo à deficiência de nutrientes, desgastando energia, inclusive atrasando sua recomposição energética necessária para a formação e maturação de um número significativo de frutos, relacionado com o ano anterior. Pode-se dizer que isto se deve ao longo período de frutificação da espécie, ficando possivelmente uma outra frutificação abundante para o futuro, intercalando os períodos de alto e baixo sucesso reprodutivo. Observou-se ainda outro indivíduo, cujas flores apresentaram comprometimento (ataque por fungos e bactérias) no ano de 2001, não produzindo nenhum fruto, mas em 2002 este teve uma floração normal e fora de época (abril/maio), produzindo cerca de vinte frutos, dos quais 3 chegaram à maturação, além de uma nova floração em 2002, apresentando-se promissora e formando frutos, em menor quantidade (13), mas com dois deles maturando. Acredita-se que este indivíduo tenha esgotado sua energia com a floração fora de época, interferindo no desenvolvimento da segunda floração (2002), cujas flores desabrocharam de tamanhos menores, mas abundantes, e também na frutificação.

Além destas ocorrências, observou-se também indivíduos de *J. ulai*, os quais não produziram frutos em um ano, e produziram no ano seguinte,

fazendo sugerir que os frutos estejam competindo pelos recursos maternos e que a polinização anterior confere esta arma competitiva segundo observações feitas também por Stephenson (1983).

Na espécie *Catalpa speciosa* (Stephenson 1980), cujos frutos crescem muito lentamente no início do desenvolvimento e mais rapidamente na fase de maturação, têm-se o aborto como um processo seletivo. Também observou-se esta ocorrência de crescimento lento inicial em *J. ulei*, sugerindo que as plantas que apresentam o aborto como uma forma seletiva para o desenvolvimento dos seus frutos, levam mais tempo para este desenvolvimento inicial dos mesmos. Talvez por suportarem uma quantidade maior de frutos iniciados, dispõem de menos recursos do que na fase final de maturação, quando os frutos são em menor número.

Sutherland *et al.* (1986), apresentam outras hipóteses que explicam a baixa formação de frutos em plantas hermafroditas. Dentre elas, a atração do polinizador que dá preferência às grandes inflorescências. Sutherland (1986) sugere que a produção maior de flores do que pode ser maturada como frutos, pode garantir que a taxa de visitação pelos polinizadores seja suficiente para a polinização adequada, promovendo uma produção de frutos normal (Stephenson 1980). Plantas com floração massiva, semelhantes a *J. ulei*, têm sido estudadas quanto a produção de mais flores do que frutos maduros (Janzen 1971, Stephenson 1978, 1979, 1981, Bertin 1982 a, Bawa & Webb 1984).

Sutherland (1986), juntamente com Delph (1984), relatam ainda em seus estudos sobre as 447 espécies de plantas hermafroditas, revela a ocorrência do excesso de flores produzidas servindo realmente para atrair os polinizadores, e ainda servindo comumente para aumentar a quantidade de pólen doador capacitados para a maturação dos frutos e a variação do sucesso da polinização (Stephenson 1980). Desta forma, a planta mostra que realiza uma espécie de aborto seletivo. Se o sucesso na polinização é

alto e mais frutos são iniciados do que podem ser maturados, então a planta pode seletivamente abortar frutos e maturar aqueles que são de alta qualidade (Stephenson 1981, 1984, Sutherland 1982 *Apud* Sutherland 1986).

J. ulei apresenta esta hipótese para a sua frutificação que chega à maturação, tendo estes frutos produzido grande número de sementes, das quais 77% (naturais) e 79% (cruzadas) germinaram bem, mostrando que são realmente vigorosos e de alta qualidade, como sugerido por Sutherland (1986), mesmo que alguns deles apresentaram-se de tamanhos menores na fase de deiscência e disseminação de suas sementes como foi observado.

Contudo, Bawa e Webb (1984) e Stephenson *et al.* (1986), têm discutido que uma produção excessiva de frutos permita à planta regular a sua produção, através do aborto de um certo percentual destes frutos formados, por falta de um método para realizar esta regulação (Stephenson 1981).

Os fatores responsáveis pelo aborto de flores, frutos e sementes, reunidos por Stephenson *et al.* (1985) e Stephenson & Winsor (1986), são: 1) limitação de polinizador: a qual reflete na diminuição das polinizações e uma carência de sucesso na polinização (Waser 1978, Schemske 1980, Willson & Schemske 1980, Bertin 1981, Aker 1982); 2) seleção sexual: assumindo que o sucesso do gameta masculino seja limitado pela sua habilidade em alcançar o gameta feminino, enquanto a adaptação do feminino seja limitada para uma capacidade de recursos em maturar os ovos (Bateman 1948, Janzen 1977 a, Willson 1979, Stephenson & Bertin 1983); 3) limitação de recursos: sugerida como o maior fator responsável pelo aborto dos frutos (Janzen 1976, Stephenson 1980, 1981, Lee 1984, Lee & Bazzaz 1982, Bawa & Webb 1984).

Para *J. ulai*, observou-se que a produção de flores e frutos a nível de inflorescência no processo de polinização natural, mostrou variação tanto dos indivíduos que produziram muitas flores como dos que produziram poucas flores, relativo ao nível destas pesquisas realizadas por estes autores anteriormente citados. Em ambos os casos houve indivíduos que não produziram nenhum fruto, independente do número de flores produzidas, como por exemplo, indivíduos com 87, 3 e 507 flores respectivamente, devido à ocorrência da queda destas flores antes mesmo de ter ocorrido o entumescimento dos seus ovários, tendo sido esta queda observada no prazo de dois a quatro dias após a realização de sua antese.

A produção de frutos relativamente reduzida, em espécies de cerrado com floração massiva, tem sido observada em muitas outras Bignoniaceae como *Tabebuia ochracea* e *T. caraiba* (Barros 1989), *Campsis radicans* (Bertin 1982), *Catalpa speciosa* (Stephenson 1980) e *Pyrostegia venusta* (Gobatto-Rodrigues & Stort 1991); e também em Leguminosas como *Dalbergia miscolobium* (Gibbs & Sasaki 1998), *Stryphnodendron adstringens* (Barros & Firetti 2001) e *Dimorphandra mollis* (Barros & Abreu 2002).

Vários fatores podem explicar esta redução na produção de frutos, tendo estes se relacionado aos polinizadores e à produção de recursos pelas plantas. Entre estes, salientam-se a falta de recursos energéticos da planta como uma baixa produção de néctar em determinado momento do dia ou a insuficiente produção, durante o período da floração, como mencionado para espécies de *Heliconia* (Stiles 1975). A falta de recursos pode também ser insuficiente para atender à maturação de todos os frutos que iniciam o desenvolvimento (Gobatto-Rodrigues & Stort 1991), além de que pode ocasionar também o distanciamento dos visitantes florais,

sugerindo esta reduzida ocorrência da produção de frutos por limitação de polinizadores, segundo estudos por Garwood & Horvitz (1985).

Em *J. ulei*, o espectro de visitantes florais foi relativamente baixo quando comparado ao número de flores produzidas, ao número de flores abertas por dia, por indivíduo, por população e pelo tempo de duração da floração que se realiza quase solitária neste período do ano. O relativo distanciamento dos polinizadores destas flores pode ter sido ocasionado por outro fator, como por exemplo a falta de odor das flores no período das visitas para atraí-los, ocasionando conseqüentemente esta considerável redução na produção de seus frutos, principalmente no processo de polinização natural, o qual necessita-se dos polinizadores, visto que esta é uma espécie xenogâmica.

Mas, relacionando-se ao volume de recursos produzidos como pólen e néctar, esta referência não procede, para explicar o relativamente baixo índice de freqüência dos polinizadores às flores de *J. ulei*, tendo sido observado que esta apresenta percentuais relativamente altos de produção destes.

Também quanto ao fator relativo ao período de receptividade floral, esta afirmação não procede, porque foi observada, além dos recursos florais de pólen e néctar, a vistosidade das flores com sua cor e também a receptividade estigmática apresentada pela abertura do estigma durante todo o período de vida da flor, caso estas não tenham sido visitadas e polinizadas.

Foram observadas visitas em flores de segundo dia, além da presença de polinização em algumas delas e a formação de frutos, acreditando-se que esta ocorrência pode ter sido ocasionada como

conseqüência da existência de todas as características morfológicas e das recompensas florais, mesmo com a relativamente baixa freqüência dos visitantes, podendo mesmo assim, contudo direcionar esta redução na produção de frutos por *J. ulei* no processo natural, devido à presença dos polinizadores a estas flores, levando em conta as espécies encontradas, as quais foram consideradas reduzidas, não tendo sido estas diárias e nem tendo sido em grande número de indivíduos por espécie de uma só vez às flores de uma mesma planta.

Stephenson *et al.* (1985), em seus estudos sobre o efeito do tamanho da carga de pólen em *Zucchini*, utilizada na polinização para a formação e maturação dos frutos, associou esta baixa produção aos agentes polinizadores. Foi observado se estes transportavam uma quantidade pequena de grãos de pólen para serem depositados nos estigmas das flores. Mas, caso não seja esta carga de pólen o suficiente para a formação dos frutos que chegariam até a maturação, estes seriam levados ao aborto precoce, por terem sido formados com certa deficiência de recursos oferecidos pela planta, o que ocasionou conseqüentemente uma baixa produção de sementes nestes frutos, levando-os ao aborto.

Ainda, segundo Stephenson e Bertin (1983), os frutos em desenvolvimento, formados a partir de uma média baixa de sementes, são comumente os mais indicados para a realização do aborto. Segundo Lee (1984), as plantas retêm os frutos das flores mais intensamente polinizadas, sendo também estes os que contêm maior número de sementes, pois a progênie de frutos produzidos por alta carga de pólen é mais vigorosa do que a progênie de frutos produzidos por baixa ou média carga de pólen, concordando com Stephenson *et al.* (1983).

Mulcahy e colaboradores (Mulcahy 1971; Mulcahy e Mulcahy 1975; Mulcahy *et al.* 1975, 1978), têm mostrado que estas sementes são produzidas sob condições de intensa competição dos tubos polínicos,

sendo estas de maior qualidade em relação àquelas produzidas sem competição pelos tubos de pólen (Stephenson & Winsor 1986). Estes concordam em linhas gerais que a probabilidade de uma flor produzir um fruto maduro não é independente do tamanho da carga de pólen que esta recebe no processo de polinização.

J. ulei, segundo estas teorias, explica sua reduzida produção de frutos, seja pelo alto índice de aborto precoce (34% - 100%), seja pela não fertilização e aborto das flores, através das observações dos pistilos de polinizações naturais, apresentados nestes dois anos de estudos, os quais mostram uma quantidade considerável de grãos de pólen em seus estigmas; e também quanto aos tubos polínicos formados, cuja maioria apresentava-se em quantidades menores, comparados com aqueles provenientes das polinizações artificiais.

Estes frutos podem ter sido formados a partir de fertilizações oriundas de tubos polínicos bem mais vigorosos, e também devido a uma grande quantidade de pólen depositado no estigma das flores de *J. ulei*, e que pode ter ocorrido com o indivíduo que apresentou-se com uma produção de frutos (n=29), superior aos demais que apresentaram uma média (\bar{x} = 6), além de a espécie apresentar também alta razão pólen/óvulo (P/O=161,7), que mostra-se semelhante à média encontrada para a família.

A frutificação limitada por polinizadores é conhecida tanto em Bignoniaceae (Bertin 1982) como em plantas de outras famílias (Frankie *et al.* 1976, Schemske *et al.* 1978, Dafni & Ivri 1979, Willson & Schemske 1980 *Apud* Vieira *et al.* 1992).

Lee (1984), observou que as plantas podem providenciar uma qualidade média na produção de frutos, por uma produção superior de flores e então abortar seletivamente aqueles frutos com pouquíssimas sementes, possivelmente oriundos de pequena carga de pólen. Segundo

este autor, o aborto seletivo pode ser visto como um princípio de regulação na qualidade da produção de frutos, sendo portanto, similar ao sistema de autoincompatibilidade e outras interações pólen-estilete, interferindo na fertilização. E, *J. ulei* sendo uma espécie autoincompatível, acredita-se que pode fazer parte deste grupo de plantas que se utilizam desta estratégia de seletividade de seus frutos, estando esta enquadrada dentro destas características descritas por Lee (1984), quanto ao índice de aborto tão acentuado que ocorre com os frutos em estágio de desenvolvimento, assim como o aborto ainda no ovário, como ocorre também com a espécie *Catalpa speciosa* (Stephenson 1980).

Portanto, diferentes fatores podem limitar a reprodução de uma espécie, em cada nível, durante a maturação de frutos e sementes produzidos. Dentre eles há a limitação da fertilização, que pode ser causada por diversas condições ambientais (Stephenson 1981, Lloyd 1980), tendo sido observado também em *Staphylea trifolia*, uma espécie também autoincompatível (Garwood & Horvitz 1985), assim como em *J. ulei*.

Quanto aos fatores causadores do aborto de frutos, tais como por pequena carga de pólen, por deficiência de energia da planta, como pela seletividade da produção dos seus frutos causada por qualquer outro motivo ambiental, é ainda explicado por Stiles (1975), no seu estudo sobre espécies de *Heliconia*, no qual ele trata da deficiência de formação de frutos devido à falta de polinizadores. Este autor compara uma das áreas com as demais nas quais trabalhou, mostrando ter havido nesta, deficiência de polinizadores, devido à ocorrência de outras espécies florindo simultaneamente, gerando competição, ao passo que nas demais áreas a competição era menor, proporcionando maior eficácia das espécies que ali habitavam.

Para *J. ulei*, em relação à competição por polinizadores, apontado por Stiles (1975), não houve influências de outras espécies em floração simultânea, porque, neste período do ano, na área de estudo, foram detectadas poucas espécies diferentes em fase de floração simultaneamente a *J. ulei*, tais como *Solanum lycocarpum* e uma espécie de *Mimosa* segundo observações *in loco* e ainda as espécies *Stryphnodendron adstringens* (Barros & Firetti 2001) e *Dimorphandra mollis* (Barros & Abreu 2002), cujas flores apresentam coloração e tamanhos também diferentes além de apresentarem um diferente espectro de polinizadores e também de haver na área poucos elementos, os quais localizavam-se a certa distância dos indivíduos de *J. ulei*.

Acredita-se, porém, que em *J. ulei* haja competição intra-específica, uma vez que houve um indivíduo com produção de frutos superior aos demais, cuja floração se deu no final da fase, juntamente com outros dois mais distantes. Neste momento não havia nenhuma outra espécie em floração, na área próxima a eles, levando a concluir que este recebeu maior número de visitantes do que os demais, gerando conseqüentemente declínio nos recursos para os polinizadores, indo de acordo com a teoria de Stiles (1975). Também pode-se acrescentar que esta frutificação pode ter sofrido a influência de alta carga de pólen nos estigmas, que conseqüentemente ocasionou o crescimento de tubos polínicos vigorosos e em intensa competição, para a realização de grande número de fertilização e conseqüente formação de grande número de sementes, as quais levariam muitos frutos à maturação.

Sugere-se que o comportamento deste indivíduo de *J. ulei* vai de encontro à teoria de Garwood & Horvitz (1985), de que os indivíduos que têm sua floração precoce, terão também menos frutos maturados do que aqueles que têm sua floração tardia. O citado indivíduo apresentou grande

produção de frutos no período correspondente ao final da floração, assim como ocorreu com um outro indivíduo no ano de 2001.

Para os indivíduos que florescem sozinhos, sendo considerados precoces, e que também pôde ser observado com *J. ulei* nos dois anos de trabalhos (2001/2002), foi observado apenas um indivíduo iniciando a fenofase da floração em 2001 e apenas três indivíduos em 2002, observando-se no entanto que eles não produziram nenhum fruto. Estes indivíduos foram marcados e deixados para observação dentro do processo de polinização natural. Bertin (1982), observou que em somente uma das áreas que continham suas plantas de *Campsis radicans*, a quantidade de frutos formados foi significativamente mais baixa quando o período da floração decaía, em relação à taxa de formação de frutos que foi apresentada durante o pico de floração da espécie, sendo por ele considerada também atípica quanto à composição da fauna de polinizadores. Também esta espécie mostrou-se semelhante a *J. ulei*, ou seja, os indivíduos que tiveram floração simultânea não apresentaram uma produção considerável de frutos como este do final do período.

Além de Lee (1984) e Stephenson (1981) que tratam da provável relação dos frutos formados e maturados com a carga polínica maior, Cruden (1977), também discute o tamanho da carga de pólen necessária para que ocorra a fecundação e formação dos frutos. Este autor estimou que de 2 a 6 grãos de pólen por óvulo devem alcançar o estigma para garantir uma taxa de formação de sementes relativamente alta e compatível com o desenvolvimento dos frutos até a maturação. Estes autores tratam também da possibilidade dos frutos com menos sementes formadas virem a ser abortados em competição com os que formam mais sementes.

De acordo com Dulberger (1981) em *Cassia didymobotrya* e *C. auriculata*, a baixa produção de frutos decorrentes das polinizações manuais, foi um resultado da aplicação artificial dos grãos de pólen, em

relação a aplicação natural pelos polinizadores destas espécies, as abelhas, que têm toda uma maneira peculiar para tal, e sugere ser diferenciada da deposição manual. Em *J. ulei*, o índice de produção de frutos pelo processo de polinização manual cruzada para os dois anos de estudos (32,27%), foi bem superior ao índice relacionado com o índice apresentado pela produção proveniente do processo de polinização natural (10,86%).

Observou-se claramente que o índice de produção pelo processo de polinização cruzada mostrou-se ser considerado relativamente alto, mesmo tendo também apresentado um alto índice de aborto como foi observado nas espécies de *Cassia*, nas quais foi também observado um relativamente alto índice de aborto de flores destes tratamentos.

Em *J. ulei*, as sementes apresentaram um alto índice de germinação, tanto aquelas provenientes dos frutos de polinização cruzada (79%), como aquelas provenientes dos frutos de polinização natural (77%), mostrando-se numa faixa semelhante de um curto espaço de tempo gasto para germinarem (34 dias), sugerindo que estas podem ter sido formadas por alta carga polínica e também por tubos polínicos que tiveram uma intensa competição para alcançar o óvulo. Sugere-se ainda que estes frutos que chegaram ao estágio de maturação são aqueles que apresentaram alto número de sementes formadas (18 a 92 sementes / fruto).

Sendo assim, entre os três tamanhos considerados das cargas de pólen (pequena, média e alta), referentes às quantidades depositadas nos estigmas das flores, há diferença significativa no número de sementes produzidas por fruto. Aqueles oriundos de baixa e média carga de pólen depositada sobre o estigma, contém poucas sementes e são formados em condições de pequena competição entre os tubos polínicos, tornando-os

menos capazes de realizar a fertilização, do que os frutos oriundos de alta carga de pólen. Segundo Stephenson *et al.* (1983), somente os tubos polínicos mais vigorosos realizam a fertilização, porque quando estes foram formados, houve a deposição de muitos grãos de pólen sobre o estigma (alta carga).

A dispersão das sementes dos frutos de *J. ulei* se faz lentamente e de forma anemocórica, portanto dependente da existência de vento o qual, no período da seca (abril/agosto), apresenta médias de velocidade maiores (Espinoza *et al.* 1982), e muitas plantas se encontram sem folhas, o que facilita a circulação do vento e a dispersão das sementes (Ribeiro *et al.* 1982), que continua na estação chuvosa seguinte, quando os últimos frutos se encontram maduros, como ocorreu com a frutificação de 2001, cujo último fruto oriundo da polinização cruzada manual foi coletado no final do mês de agosto de 2002.

Mulcahy (1979), assumiu que o rápido crescimento dos tubos polínicos produzem vigorosas progênes, tendo sido este procedimento observado ocorrer com a espécie *Amsinckia grandiflora* (Weller & Ornduff 1977).

Esta rapidez do crescimento dos tubos polínicos foi também observada em *J. ulei* em ambos os processos de polinizações realizados, indo de acordo com Mulcahy (1979), e tendo este apresentado incompatibilidade depois de os tubos polínicos alcançarem e penetrarem a micrópila dos óvulos, mesmo não mostrando nenhum fruto formado pelo processo de autopolinização.

Após o período de formação dos frutos vem o período destes maturarem e conseqüentemente serem dispersados, como ocorre naturalmente na natureza para muitas espécies de plantas, como é o caso da espécie *Muntingia calabura*, que no pico de sua frutificação, dezenas e

centenas de frutos assim como milhares de sementes são removidos de cada árvore pelos pássaros, macacos e morcegos (Fleming *et al.* 1985). O mesmo ocorre com *Stryphnodendron adstringens*, cujos frutos permanecem nos ramos até o próximo ano, quando começam a se desprender pelo processo autocórico e seguidamente pelo zoocórico levando consigo suas sementes (Barros & Firetti 2001), e para *Dimorphandra mollis* (Barros & Abreu 2002), cuja dispersão de frutos e sementes é semelhante à ocorrente com *Stryphnodendron adstringens*. Para *J. ulei* este tipo de dispersão não ocorre. O que se observou com *J. ulei* foi a permanência das valvas dos frutos em seus ramos por até duas estações, visto que a disseminação de suas sementes é autocórica e/ou anemocórica, podendo ser zoocórica em último caso, não tendo sido verificada a dispersão de seus frutos pelo processo autocórico nem zoocórico.

4. 3 - Grãos de pólen:

Gomes (1955), utilizando principalmente as características polínicas, fez um novo sistema de classificação dos representantes brasileiros de Bignoniaceae, citando o gênero *Jacaranda* como tendo grãos de pólen de formas esferoidais. Salgado-Labouriau e Barth (1962), e Bove & Barth (1992), encontraram grãos de pólen prolatos. Quanto a superfície destes, Gomes (1955) e Buurman (1977) descreveram-na como lisa. Suryakanta (1973) e Gentry & Tomb (1979) admitiram três colpos. Buurman (1977), observou rupturas ocasionais na membrana do colpo, fato também observado nos espécimes de *Jacaranda micrantha* e *J. puberula* por Bove & Barth (1992).

Salgado-Labouriau & Barth (1962) e Silvestre (1984) descreveram os grãos de pólen como tricolpados com endoabertura bem distinta. Todos estes autores concordam que a sexina é mais espessa que a exina. Quanto

ao tamanho para o gênero, dentro das espécies estudadas como *Jacaranda micrantha* e *J. puberula*, estes são considerados de tamanhos médio a grande (Bove & Barth 1992), acreditando-se ser também o tamanho referente descrito para *J. ulei* a partir das observações realizadas, a qual pertence a este gênero.

Segundo van der Pijl & Dodson (1966), quando sugerem que o pólen granular pode atualmente ser derivado em resposta ao diminuto tamanho dos polinizadores, eles fazem uma comparação do tamanho do grão com o tamanho da probóscide dos insetos, estudando a possibilidade que estes grãos têm de serem ingeridos por estes insetos no seu período de forrageamento, portanto compatível ao tamanho de sua probóscide (Ackerman & Williams 1981).

Quanto ao fluxo de pólen, Bawa (1990) sugere que as abelhas forrageiam em longas distâncias e tem um potencial do fluxo de pólen influenciando na produção de sementes e cuja necessidade foi explicada em parte, finalmente por Brewbaker & Majumber (1961). Como exemplo tem-se que uma redução de grãos de pólen viáveis de 6.1 para 4.8 foi correlacionada com a redução num percentual de 97% para 84% de sementes formadas (Cruden 1977).

Como foi possível observar uma grande quantidade de grãos de pólen fora do estigma das flores de *J. ulei* e a formação de grande quantidade de tubos polínicos em ambos os processos, pode-se dizer que a taxa de flores abortadas causando uma produção menor de frutos por esta planta, pode mesmo ser devido à carência de recursos oferecidos pela planta-mãe aliada à carência de polinizadores, ao invés de sugerir esta ocorrência sendo devido à pouca quantidade de grãos de pólen depositados nos estigmas por seus polinizadores ou à razão pólen-óvulo, como já foi discutido.

Após estes estudos, observa-se que esta é mais uma característica que a espécie *J. ulei* teria para mostrar ser uma planta com índice de produção de frutos superior ao apresentado, mesmo que este tenha sido considerado relativamente satisfatório, tendo em vista que se trata de um subarbusto, sugerindo-se então, que esta tenha apresentado uma produção de frutos dentro do padrão suportável para o hábito da planta.

V - CONCLUSÕES

De acordo com testes experimentais realizados *in loco* e em laboratório, durante o período de 2001 a 2003, com a espécie *Jacaranda ulei*, concluiu-se que:

É uma espécie subarbustiva, nativa e freqüente do ambiente de cerrado, cujo ambiente é favorável à sua propagação;

Apresenta eventos fenológicos de breve caducifolia, constituição da nova folhagem e floração. A floração é massiva, em sincronia com as mudanças de estação seca para a chuvosa, durante os meses de agosto a novembro;

O padrão de desenvolvimento das flores é aleatório, referente ao desabrochamento ao longo da inflorescência;

A antese é diurna, ocorrendo nas primeiras horas do dia (às 03h30). A liberação do pólen ocorre cerca de 03h00 após a antese;

As inflorescências são densas e terminais, com flores hermafroditas, de cor vináceo-arroxeadas, quase inodoras e dispostas em ramificações dicasiais;

Apresenta grande número de flores (cerca de 25) desabrochadas por dia por indivíduo, com escassez na produção de frutos (cerca de 3 a 16) por indivíduo;

Apresenta flores melitófilas, cujos recursos pólen e néctar são oferecidos para forrageamento aos seus visitantes;

A produção de frutos maturados foi considerada relativamente baixa, devido ao número de flores desabrochadas e ao alto índice de frutos abortados antes da maturação;

A frutificação ocorre de setembro a julho, e a maturação dos frutos ocorre em plena estação chuvosa (janeiro/maio) e a disseminação das sementes em abril/maio, na estação seca;

É uma espécie xenogâmica, que só produziu frutos mediante o tratamento manual de polinização cruzada e polinização natural;

Foi visitada por abelhas de grande e médio porte, sendo *Trigona spinipes*, *Bombus atratus*, *Apis mellifera*, *Augochloropsis smithiana* e *Epicharis schrottky*, os polinizadores efetivos;

O baixo índice de visitas pelos polinizadores e a falta de recursos da planta-mãe, foram considerados os mais importantes fatores que acarretam a produção de frutos, em relação ao grande número de flores produzidas por *J. ulei*;

A espécie apresenta autoincompatibilidade de ação tardia (gametofítica), com bloqueio da autofertilização ocorrendo nos óvulos, 24h00 após as polinizações. O crescimento dos tubos polínicos é semelhante em ambos os tratamentos manuais (autopolinização e polinização cruzada).



Aqui, encerra-se um ciclo,
Porém, inicia-se outro.
E a vida do cerrado precisa continuar...

Figura 51: *Jacaranda ulei*: Indivíduo originado das sementes dos frutos do tratamento manual de polinização cruzada, utilizadas nos testes de germinação no Laboratório de Sementes - Faculdade de Agronomia - UnB.

Laboratório de Fisiologia Vegetal – Departamento de Biologia.

VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, S. A. B., 2001. Biologia Reprodutiva de *Mauritia flexuosa* L. (Araceae) em vereda no Município de Uberlândia. Dissertação de Mestrado. Universidade de Uberlândia, MG.
- ABREU, L. C. R., 2002. Biologia Reprodutiva e Polinização de *Dimorphandra mollis* Benth (Leguminosa). Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- ACKERMAN, J. D. & WILLIAMS, N. H., 1981. Pollen Morphology of The *Chloraeine* (Orchidaceae : Diurideae) and Related Subtribes. *American Journal of Botany* 68 (10) : 1392 - 1402.
- ADÂMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L. G. de & MADEIRA NETTO, J. 1986. Caracterização da região dos Cerrados. *In* : Goedert, W. (edit.). Solos dos Cerrados – Tecnologias e Estratégias de Manejo. São Paulo : Nobel, Brasília, EMBRAPA – CPAC. Cap. 2, p. 33 – 98.
- AFONSO, A.P., 1997. Biologia Reprodutiva e Polinização de *Pterodon pubescens* Benth. e *Pterodon polygalaeflorus* Benth. (Fabaceae - Papilionoideae) em Áreas do Cerrado do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- ALMEIDA, E. M. & ALVES, M. A. S., 2000. Fenologia de *Psychotria nuda* e *P. brasiliensis* (Rubiaceae) em uma Área de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. *Acta Btânica Brasileira* 14 (3) : 335 - 346.

- ANDRADE, B. M., FILHO, A. T. O. & SOARES, A. R., 1996. Pollination and Breeding System of *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae) in South - eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 12 : 313 – 320.
- ARAÚJO, A. C., FISCHER, E. A. & SAZIMA, M., 1994. Floração Seqüencial e Polinização de Três Espécies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na região da Juréia, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 17 (2) : 113 - 118.
- ARROYO, M.T.K., 1976. Geitonogamy in Animal Pollinated Tropical Angiosperms. *In: A Stimulus for the Evolution of Self - Incompatibility.* *Taxon* 25(5/6): 543 - 548. November.
- BARROS, M. A. G., 1981/1982. Plantas Mediciniais – Usos e Tradições em Brasília – DF. VII Simpósio de Plantas Mediciniais. *Oréades* 08 (14/15):140 – 151.
- BARROS, M. A. G., 1989. Studies on the Pollination Biology and Breeding Systems of Some Genera with Sympatric Species in the Brazilian Cerrados. PhD Thesis, University of St. Andrews, St. Andrews, Scotland U.K.
- BARROS, M.A.G., 1992. Fenologia da Floração, Estratégias Reprodutivas e Polinização de Espécies Simpátricas do Gênero *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae). *Revista Brasileira de Biologia.* 52 (1) 343 - 353.
- BARROS, M. A. G., 1998. Sistemas Reprodutivos e Polinização em Espécies Simpátricas de *Erythroxylum* P. Br. (Erythroxylaceae) do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 21(2) : 159 -166.

- BARROS, M.A.G., 2001. Sincronia de Floração entre *Lantana camara* L. (Verbenaceae) e *Psittacanthus calyculatus* (DC) G. DON (Loranthaceae) ocorrentes nas dunas de La Mancha, Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*. 57 : 1 - 14.
- BARROS, M.A.G., 2001. Pollination Ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook and *T. Ochracea* (Cham.) Standl. in Central Brazil Cerrado Vegetation. *Revista Brasileira de Botânica*. 24 (3) : 255 - 251.
- BARROS, M.A.G., 2002. Floração Sincrônica e Sistemas Reprodutivos em Quatro Espécies de *Kielmeyera* Mart. (Guttiferae). *Acta Botânica Brasileira*. 16 (1) : 113 - 122.
- BARROS, M. A. G. & CALDAS, L. S., 1980. Acompanhamento de Eventos Fenológicos Apresentados por Cinco Gêneros Nativos do Cerrado (Brasília - DF). *Brasil Florestal* 42: 7 - 14.
- BARTH, F. G., 1991. *Insects and Flowers : The Biology of a Partnership*. Princeton University Press, Princeton - New Jersey.
- BAWA, K. S., 1974. Breeding Systems of Tree Species of a Lowland Tropical Community. *Evolution* 28 : 85 - 92.
- BAWA, K. S., 1977. The Reproductive Biology of *Cupania guatemalensis* Radlk. (Sapindaceae). *Evolution* 31 : 52 - 63.
- BAWA, K. S., 1990. Plant - Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. *Annual. Review Ecology and Systematic* 21 : 399 - 422.

- BAWA, K. S. & OPLER, P. A., 1975. Dioecism in Tropical Forest Trees. *Evolution* 29 : 167 - 179.
- BAWA, K. S. & OPLER, P. A., 1976. Spatial Relationships Between Staminate and Pistillate Plants of Dioecious Tropical Forest Trees : *Evolution* 31 : 64 - 68.
- BAWA, K. S. & WEBB, C. J., 1984. Flower, Fruit and Seed Abortion in Tropical Forest Trees : Implications for the Evolution of Paternal and Maternal Reproductive Patterns. *American Journal of Botany* 71 (5) : 736 - 751.
- BAWA, K. S., PERRY, D. R. & BEACH, J. H., 1985. Reproductive Biology of Tropical Lowland Rain Forest Trees I. Sexual Systems and Incompatibility Mechanisms. *American Journal of Botany* 72 (3) : 331 - 345.
- BAWA, K. S., BULLOCK, S. H., PERRY, D. R., COVILLE, R. E. & GRAYUM, M. H., 1985a. Reproductive Biology of Tropical Lowland Rain Forest Trees II. Pollination Systems. *American Journal of Botany* 72 (3) : 346 - 356.
- BERGALLO, H. G., 1990. Biologia Floral e Polinização de *Bauhinia bongardii* Steud na Serra dos Carajás, Pará. *Revista Brasileira de Biologia* 50 (2) : 401 - 405.
- BERTIN, R. I., 1982. Floral Biology, Hummingbird Pollination and Fruit Production of Trumpet Creeper (*Campsis radicans*, Bignoniaceae). *American Journal of Botany* 69 (1) : 134 - 1982.

- BOAVENTURA, M. C., 1998. Sazonalidade e Estrutura de uma Comunidade de Abelhas Silvestres (Hymenoptera : Apoidea) numa área de Cerrado do Jardim Botânico de Brasília, Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- BOVE, C. P. & BARTH, O. M., 1992. Catálogo Sistemático do Pólen das Plantas Arbóreas do Brasil Meridional. XXV - Bignoniaceae. Revista Brasileira de Biologia 52 (2) : 283 - 292.
- CAMARGO, A. P., 1963. Clima do Cerrado. *In*: Simpósio sobre o Cerrado. p. 93 - 116. Editora da Universidade de São Paulo. Edusp. Cidade Universitária - Butantã, São Paulo, Brasil.
- CASTRO, N. M., 1998. Desenvolvimento do Óvulo e Aspéctos da Biologia da Reprodução de Espécies de Velloziaceae da Serra do Cipó (MG). Tese de Doutorado em Ciências na Área de Botânica. USP - São Paulo, Brasil.
- COPE, F. W., 1962. The Mechanism of Polen Incompatibility in *Theobroma* L. *Heredity*: 157 – 182.
- CORRÊA, M. P., 1980. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas. volume II, Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, pag. 69.
- CRUDEN, R. W., 1972. Pollinators in High - Elevation Ecosystems : Relative Effectiveness of Birds and Bees. *Science* 176 : 1439 - 1440.

- CRUDEN, R. W., 1977. Pollen - Ovule Ratios : A Conservative Indicator of Breeding Systems in Flowering Plants. *Evolution* 31 : 32 - 46.
- DIAS, B. F. S. Conservação da Natureza no Cerrado Brasileiro. *In* : Pinto M. N. Coord. Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília: UnB/SEMATEC, 1990. p 254 – 637.
- DORR, L., 1981. The Pollination Ecology of *Zenobia* (Ericaceae). *American Journal of Botany* 68 (10) : 1325 - 1332.
- DULBERGER, R., 1981. The Floral Biology of *Cassia Didymobotrya* and *C. Auriculata* (Caesalpinaceae). *American Journal of Botany* 68 (10) : 1350 - 1349.
- EITEN, G. 1984. Vegetation of Brasília. *Phytoecologia* 12 (2 / 3) : 271 - 292.
- EMATER, DF. 1988. Empresa de Assistência e Extensão Rural do DF. Remédios Caseiros. Brasília – DF, 2ª edição Atualizada à Secretaria de Agricultura e Produção/GDF – Associado à Embrater / MA.
- ENDRESS, P. K., 1994. Diversity and Evolutionary Biology of Tropical Flowers. Cambridge Cambridge University Press. 511 p.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L., 1979. The Principles of Pollination Ecology. Pergamon Press, Oxford - New York - Toronto.
- FAHN, A., 1979. Ultrastructure of Nectaries in Relation to Néctar Secretion. *American Journal of Botany* 66 (8) : 977 - 985.

- FARIAS, R., 2000. Fitogeografia dos Gêneros *Jacaranda* Juss. e *Tabebuia* Gomes ex DC. no Bioma Cerrado. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- FERRI, M. G., 1961. Caracterização das principais formações vegetais brasileiras e considerações sobre alguns problemas importantes de sua ecologia. pp. 177 – 188. Inst. Interamer. Ciências Agríc. Dept. Prod. Anim. Secr. Agric. São Paulo.
- FILGUEIRAS, T. S. & PEREIRA, B., 1990. A Flora do Distrito Federal. Brasília. *In* : Pinto, N. M., ed. Cerrado : Caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília : Editora Universidade de Brasília.
- FILHO, J. A. S. & MACHADO, I. C., 2001. Biologia Reprodutiva de *Canistrum aurantiacum* E. Morren (Bromeliaceae) em Remanescente da Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. *Acta Botânica Brasileira* 15 (3) : 427 - 443.
- FIRETTI, F., 2001. Biologia Reprodutiva e Polinização de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Conville (Leguminosa – Mimosoideae). Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- FLEMING, T. H., WILLIAMS, C. F., BONACCORSO, F. J. & HERBST, L. H., 1985. Phenology, Seed Dispersal, and Colonization in *Mutingia calabura*, a Neotropical Pioneer Tree. *American Journal of Botany* 72 (3) : 383 - 391.

- FREE, J. B., 1970. Insect Pollination of Crops. Academic Press INC. (LONDON) LTD, 24 – 28 Oval Road, Second Printing. London and New York, New York.
- GARWOOD, N. C. & HORVITZ, C. C., 1985. Factors Limiting Fruit and Seed Production of a Temperate Shrub, *Staphylea Trifolia* L. (Staphyleaceae). American Journal of Botany 72 (3) : 453 - 466.
- GENTRY, A. H., 1974. Coevolutionary Patterns in Central America Bignoniaceae. Annals Missouri Botanic Garden 61 : 728 – 759.
- GENTRY, A. H., 1974. Flowering Phenology and Diversity in Tropical Bignoniaceae. Biotropica 6 (1): 64 – 68.
- GENTRY, A. H., 1976. Bignoniaceae of Southern Central America : Distribution and Ecological Specificity. Biotropica 8 (2) : 117 - 131.
- GENTRY, A. H., 1980. Bignoniaceae - Part I (*Crescentia* and *Tourretieae*). Flora Neotropica 25 (The New York Botanical Garden) : 2 - 10 e 24 - 26.
- GIBBS, P. E., 1988. Self – incompatibility Mechanisms in Flowering Plants: some implications and clarifications. Lagasalia 15 (extra): 17 – 28.
- GIBBS, P. E., 1990. Self - incompatibility in Flowering Plants : a Neotropical Perspective. Revista Brasileira de Botânica 13 (2) : 125 - 136.

- GIBBS, P. E., & BIANCHI, M., 1993. Post - pollination Events in Species of *Chorisia* (Bombacaceae) and *Tabebuia* (Bignoniaceae) with Late - Acting Self - incompatibility. *Botanic Acta* 106 : 64 - 71.
- GOBATO-RODRIGUES, A. A. & STORT, M. N., 1992. Biologia Floral e Reprodução de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl) Miers (Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 15 (1) : 37 - 41.
- GOTTSBERGER, G., 1986. Some Pollination Strategies in Neotropical Savannas and Forest. *Plant Systematic Evolution* 152 : 29 - 45.
- HARIDASAN, M. 1990. Solos do Distrito Federal, pp. 309 – 330. *In* : Pinto, M. N. 1990. Cerrado : caracterização, ocupação e perspectivas. Editora Universidade de Brasília / SEMATEC, Brasília – DF.
- HEINRICH, B., 1975. Bee Flowers : A Hypothesis on Flower Variety and Blooming Times. *Evolution* 29 : 325 - 334.
- HERINGER, E. P., BARROSO, G. M., RIZZO, J. A. & RIZZINI, C. T. 1977. A Flora do Cerrado. *In*: IV Simpósio sobre o Cerrado. p. 211 - 232.
- HOKCHE, O. & RAMIREZ, N., 1990. Pollination Ecology of Seven Species of *Bauhinia* L. (Leguminosae : Caesalpinioideae). *Annals Missouri Botanic Garden* 77 : 559 – 572.
- JANZEN, D. H., 1971. Euglossine Bees as Long - Distance Pollinators of Tropical Plants. *Science* 171 : 203 - 205.

- JOLY, A. B., 1983. Botânica: Introdução à Taxonomia Vegetal. Companhia Editora Nacional, Cidade Universitária de São Paulo.e Cidade Universitário de Campinas.
- JUNG - MENAÇOLLI, S. L. & MELHEM, T. S., 1995. Grãos de Pólen de Espécies Heterostílicas de Rubiaceae. Revista Brasileira de Botânica 18 (1) : 61 - 93.
- KEVAN, P. G., 1983. Floral Colors Through the Insect Eye : What They Are and What They Mean. Handbook of Experimental Pollination Biology. Scientific and Academic Editions. Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- KIILL, L. H. P. & RANGA, N. T., 2000. Biologia Floral e Sistema de Reprodução de *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hillier F. (Convolvulaceae). Revista Brasileira de Botânica. 23 (1) : 37 - 43.
- KOSCHNITZKE, C. & SAZIMA, M., 1997. Biologia Floral de cinco Espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) em Mata Semidecídua. Revista Brasileira de Botânica 20 (2) : 119 – 126.
- LANG, G. E., WIEDER, R. K. & Bennett, C. A., 1984. Flowering Phenology at Big Run Bog, West Virginia. American Journal of Botany 71 (2) : 203 - 209.
- LEWIS, D., 1979. Genetic Versatility of Incompatibility in Plants. N. Z. J. Botanic 17: 595 – 606.

- LIMA, D. C., 2003. Corredores Ecológicos Rodoviários no Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- LORENZI, H., 1992. Árvores Brasileiras : Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Editora Plantarum. Ed., Nova Odessa.
- LUMER, C. R., 1982. The Pollination Ecology, Breeding Systms and Phenology of *Blakea* and *Topobea* (Melastomataceae) in Monteverde, Costa Rica. PhD Thesis, City University of New York, New York, USA.
- MACHADO, I. C. & SAZIMA, M., 1995. Biologia da Polinização e Pilhagem por Beija - Flores em *Ruellia asperula* Lindl (Acanthaceae) na Caatinga, Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Botânica 18 (1) : 27 - 33.
- MACHADO, A. O. & OLIVEIRA, P. E. A. M., 2000. Biologia Floral e Reprodutiva de *Casearia grandiflora* Camb. (Flacourtiaceae). Revista Brasileira de Botânica 23 (3) : 283 - 290.
- MARTIN, F. W., 1959. Staining and Observing Pollen Tubes in the Style by Means of Fluorescence. Stain Technology 34 : 125 - 128.
- MATTOS, J. K. A., 1996. Palntas Medicinais: Aspectos Agronômicos. Edição do autor – 51 páginas.
- MELO, G. F. & MACHADO, I. C., 1998. Auto - incompatibilidade em *Miconia ciliata* (L. C. Rich.) DC. (Miconieae -Melastomataceae). Acta Botânica Brasileira 12 (2) : 113 - 120.

- MIRICK, S. & QUINN, J. A., 1981. Some Observations on The Reproductive Biology of *Gaultheria procumbens* (Ericaceae). American Journal of Botany 68 (10) : 1298 - 1305.
- MORAL, R. D. & STANDLEY, L. A., 1979. Pollination of Angiosperms in Contrasting Coniferous Forest. American Journal of Botany 66 (1) : 26 - 35.
- NETTANCOURT, D. de 1977. Incompatibility in Angiosperms. Berlin, New York. Springer – Verlag.
- OLIVEIRA, P. E. 1991. The Pollination and Reproductive Biology of a Cerrado Wood Community in Brazil. PhD Tese. University of St. Andrews. Scotland.
- OLIVEIRA, P. E. & GIBBS, P., 1994. Pollination Biology and Breeding Systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in Central Brazil. Journal of Tropical Ecology 10: 509 - 522.
- OLIVEIRA, P. E., GIBBS, P. E. & BIANCHI, M., 1991. Pollination and Breeding System of *Vellozia squamata* (Liliales : Velloziaceae) : A Species of the Brazilian Cerrados. Acta Botanica 104 : 392 - 398.
- ORMOND, W. T., PINEIRO, M. C. B. & CASTELLS, A. R. C., 1984. Contribuição ao Estudo da Reprodução e Biologia Floral de *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae). Revista Brasileira de Biologia 44 (2) : 159 - 167.

- ORNDUFF, R., 1969. Reproductive Biology in Relation to Systematics. *Táxon* 18 : 121 - 244.
- ORNDUFF, R. & WELLER, S. G., 1975. Pattern Diversity of Incompatibility Groups in *Jepsonia Heterandra* (Saxifragaceae). *Evolution* 29 : 372 – 375.
- PÉREZ-GONZÁLES, C., PÉREZ-GUTIÉRREZ, R. M., & PÉREZ-GUTIÉRREZ, S., 1994. *In Vitro* Susceptibility of Pathogenic *Acanthamoeba castellanii* to *Jacaranda mimosaeifolia* extract. *Phyton – Revista Internacional de Botânica Experimental* 56 : 39 - 41.
- PINTO, M. N. Cerrado : caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília : UnB / SEMATEC.1990.
- PROCTOR, M., YEO, P., & LACK, A.. 1996. The Natural History of Pollination. Harper Collins Publishers, London Glasgow Sydney Auckland, Toronto, Johannesburg. First Published.
- PROENÇA, C. E. B. & GIBBS, P. E., 1994. Reproductive Biology of Eight Sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytologist* 126 : 343 - 354.
- RAMIREZ, N., SOBREVILA, C., ENRECH, N. X. & ZAPATA, T. R., 1984. Floral Biology and Breeding System of *Bauhinia Benthamiana* Taub. (Leguminosae), a Bat - Pollinated Tree in Venezuela "Llanos". *American Journal of Botany* 71 : 273 - 280.

- RAMOS, A. R., 1999. Localização do Sítio da Ação da Incompatibilidade do Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Willdenow ex Sprengel Schumann). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.
- RATTER, J. A., 1986. A key to the wood genera of dicotyledons of the Brazilian cerrados. Notes RBG Edinburg 44 (1) : 45 – 69.
- RATTER, J. A. 1991. Guia para a Vegetação da Fazenda Água Limpa (Brasília, DF) com uma Chave para os Gêneros Lenhosos de Dicotiledôneas do Cerrado. Royal Botanic Garden. Edinburgh. Versão em Português.
- REAL, L. 1983. Pollination Biology. Academic Press, INC. Orlando, Florida 32:887.
- RIZZINI, C. T., 1963. A Flora do Cerrado. *In*: Simpósio sobre o Cerrado. p. 125 - 177. Editora da Universidade de São Paulo, Edusp. São Paulo.
- RIZZINI, C. T., 1979. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Editora da Universidade de São Paulo. Volume II. 373 pp.
- RODELLA, R. C. S. M. & RODELLA, R. A., 1992. Biologia floral de *Iponoea acuminata* Roem. Et Schult. (Convolvulaceae). Revista Brasileira de Botânica 15 (2) : 129 - 133.
- RODRIGUES, V. E. G. & CARVALHO, D. A., 2001. Plantas Medicinas no Domínio dos Cerrados pág. 11 - 24, 99 – 101. Editora UFLA, Campus Histórico - Lavras MG.

- ROSA, S. G. T. & FERREIRA, A. G., 2001. Germinação de Sementes de Plantas Medicinais Lenhosas. *Acta Botânica Brasilica* 15 (2) : 147 – 154.
- SANTOS, M. L., AFONSO, A. P. & OLIVEIRA, P. E., 1997. Biologia Floral de *Vochysia cinnamomea* Pohl (Vochysiaceae) em Cerrados do Triângulo Mineiro. *Revista Brasileira de Botânica* 20 (2) : 127 - 132.
- SANTOS, M. J. L. & MACHADO, I. C., 1998. Biologia Floral e Heterostilia em *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (Clusiaceae). *Acta Botânica Brasileira* 12 (3) : 451 - 464.
- SARAIVA, L. C., CESAR, O., & REINALDO, M., 1988. Biologia da Polinização e sistema de Reprodução de *Styrax camporum* Pohl e *S. ferrugineus* Nees et Mart. (Styracaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 11 : 71 - 80.
- SAZIMA, M., FABIÁN, M. E. & SAZIMA, I., 1982. Polinização de *Luehea speciosa* (Tiliaceae) por *Glossophaga soricina* (Chiroptera, Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Biologia* 42 (3) : 505 - 513.
- SEAVEY, S. R. & BAWA, K. S., 1986. Late - acting Self - incompatibility in Angiosperms. *The Botanical Review* 52 (2) : 195 - 219.
- SEMARH-DF, 2000. Mapa Ambiental do Distrito Federal. Brasília – DF.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G., 1988. Polinização de Plantas do Cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 48 (4) : 651 - 663.

- SILVA, I. R., NETO, A. E. F., CURI, N. & VALE, F. R., 1997. Crescimento Inicial de Quatorze Espécies Florestais Nativas em Resposta à Adubação Potássica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32 (2) : 205 - 212.
- SOUSA-REIS, A. C., 1971. Climatologia dos Cerrados. *In*: III Simpósio sobre o Cerrado. P. 15 - 25. Ed. Edgard Blücher, da Ed. Universidade de São Paulo.
- STEPHENSON, A. G., 1980. Fruit Set, Herbivory, Fruit Reduction, and the Fruiting Strategy of *Catalpa speciosa* (Bignoniaceae). *Ecology* 61 (1) : 57 - 64.
- STEPHENSON, A. G., 1981, 1983, 1986. *Lotus corniculatus* Regulates Offspring Quality Through Selective Fruit Abortion. *Evolution* 40 (3) : 453 - 458.
- STEPHENSON, A. G., WINSOR, J. A. & DAVIS, L. E., 1985. Effects of Pollen Load Size on Seed Number, Fruit Maturation, and Seed Sporophyte Quality in *Zucchini*. Pp. 429 - 433. *In* : D. L. Mulcahy and E. Ottaviano (eds.) *Biotechnology and Ecology of Pollen*. Springer - Verlag. New York.
- STILES, F. G., 1975. Ecology, Flowering Phenology, and Hummingbird Pollination of Some Costa Rican *Heliconia* Species. *Ecology* 56 : 285 - 301.
- SUTHERLAND, S., 1986. Patterns of Fruit - Set : What Controls Fruit - Flower Ratios in Plants? *Evolution* 40 (1) : 117 - 128.

- TEIXEIRA, L. A. G. & MACHADO, I. C., 2000. Sistema de Polinização e Reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). Revista Brasileira de Botânica 14 (3) : 347 - 357.
- THOMSON, J. D. & STRATTON, D. A., 1985. Floral Morphology and Cross - Pollination in *Erythronium grandiflorum* (Liliaceae). American Journal of Botany 72 (3) : 433 - 437.
- UNESCO, 2000. Vegetação no Distrito Federal – Tempo e Espaço. Brasília – DF. 74p.
- VIEIRA, M. F., MEIRA, R. M. S. A., QUEIROZ, L. P. & NETO, J. A. A. M., 1992. Polinização e Reprodução de *Jacaranda caroba* (Vell.) DC. (Bignoniaceae) em Área de Cerrado do Sudeste Brasileiro. Anais do 8º Congresso da SBSP 13 - 19.
- VIEIRA, M. F. & SHEPHERD, G. J., 1999. Sistema Reprodutivo de *Oxypetalum appendiculatum* Mart. E *Oxypetalum banksii* Roem. & Schult. Subsp. Banksii (Asclepiadaceae). Acta Botânica Brasileira 13 (3) : 237 - 241.
- VITALI, M. J. & MACHADO, V. L.L., 1995. Entomofauna Visitante das Flores de *Tabebuia chrysotricha* (Mart.) Standl (Bignoniaceae). Anais da Sociedade de Entomologia Brasileira 24 (1) : 77 - 88.
- WEBERLING, F., 1989. Morphology of flowers and inflorescences. Department of Biology, University of Ulm, Cambridge – University Press.

- WELLER, S. G. & ORNDUFF, R. , 1976. Cryptic Self – Incompatibility in *Amsinckia grandiflora*.
- WETZEL, M. M. V. da S., 1997. Época de Dispersão e Fisiologia de Sementes do Cerrado. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- WYATT, R., 1980. The Reproductive Biology of *Asclepias tuberosa* I. Flower Number, Arrangement and Fruit - Set. *New Phytologist* 85 : 119 - 131.