

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

MARISTELA IMATOMI

INTERFERÊNCIA DE FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA
PROPAGAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE *Casearia sylvestris* SWARTZ
(SALICACEAE)

SÃO CARLOS-SP

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

INTERFERÊNCIA DE FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA
PROPAGAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE *Casearia sylvestris* SWARTZ
(SALICACEAE)

MARISTELA IMATOMI

ORIENTADOR: SONIA C. J. G. DE ANDRADE PEREZ

COORIENTADOR: ALFREDO GUI FERREIRA

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

SÃO CARLOS-SP

2007

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

I31if

Imatomi, Maristela.

Interferência de fatores bióticos e abióticos na propagação e conservação de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae) / Maristela Imatomi. – São Carlos : UFSCar, 2007.
103 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 2007.

1. Ecologia vegetal. 2. Ecofisiologia vegetal. 3. Germinação. 4. Estaquia. 5. Distribuição espacial. 6. Estrutura populacional. I. Título.

CDD: 581.5 (20ª)

Maristela Imatomi

**INTERFERÊNCIA DE FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA PROPAGAÇÃO
E CONSERVAÇÃO DE *Casearia sylvestris* SWARTZ (SALICACEAE)**

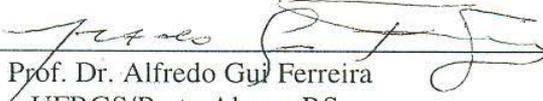
Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 28 de março de 2007

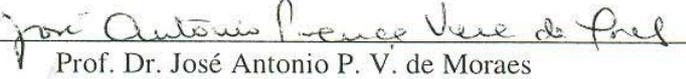
BANCA EXAMINADORA

Presidente 

Prof. Dra. Sonia Cristina J. G. de Andrade Perez
(Orientadora)

1º Examinador 

Prof. Dr. Alfredo Guí Ferreira
UFRGS/Porto Alegre-RS

2º Examinador 

Prof. Dr. José Antonio P. V. de Moraes
FAFICA/Catanduva-SP


Prof. Dr. José Roberto Verani
Coordenador
PPG-ERN/UFSCar

AGRADECIMENTOS

À Prof. Sonia C. J. G. de Andrade Perez, pela valiosa orientação e pelos ensinamentos transmitidos durante a realização deste trabalho;

Ao Prof. Alfredo Gui Ferreira pela indispensável co-orientação, amizade e principalmente pela paciência;

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos;

Aos Membros da Banca Examinadora da Qualificação, José Antônio Proença Vieira de Moraes, Mariângela Tambelini e Silmara C. Fanti, pelas excelentes sugestões;

Aos Membros da Banca Examinadora, José Antônio Proença Vieira de Moraes, Alfredo Gui Ferreira e Sonia C. J. G. de Andrade Perez;

Aos Professores Marcos Arduin e Maria Inês Salgueiro Lima, pela colaboração;

Aos meus pais, Helena e Keiychi, pelo carinho e apoio;

Aos amigos do laboratório, Ana Beatriz Gatti, Rosangela Peres Biruel, Letícia Bordini, Luiza Paiva Silva de Moraes e Fernando Periotto, pelo apoio constante e companheirismo;

Ao João Paulo de Souza pela amizade, bom humor e auxílio imprescindível em campo;

Ao Carlos Aparecido Casali, pelo auxílio ao longo de toda a realização deste trabalho e principalmente pela amizade;

Ao Marcos Barbosa Silva, pelos auxílios prestados durante a coleta de material botânico, por todo carinho, paciência, dedicação e companheirismo;

Ao pessoal do Departamento de Botânica, Ademir, Marco, Elizete, Janaína e Dona Ofélia;

Às amigas, Raquel Escanhoela, Carol Lopes e Carla Vichi companheiras e amigas de todos os momentos;

Aos amigos de São Carlos Rodrigo, Paula Novaes, Carol Oliveira, Twiggy, Katiuscia, Melissa, Noely, pela amizade e companheirismo e pelo constante apoio;

Ao CNPq, pelo apoio financeiro;

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

"O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis."

FERNANDO PESSOA

INTERFERÊNCIA DE FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA PROPAGAÇÃO E
CONSERVAÇÃO DE *Casearia Sylvestris* SWARTZ (SALICACEAE)

RESUMO GERAL – (Interferência de fatores bióticos e abióticos na propagação e conservação de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae)). *C. sylvestris* apresenta grande importância econômica e social devido a seu uso como fitoterápico. No primeiro capítulo o objetivo foi fornecer informações sobre o período das fenofases reprodutivas, morfologia e germinação de sementes de *C. sylvestris*, e verificar a existência de variabilidade do comportamento germinativo de acordo com a procedência do lote da semente, colhido em Itirapina-SP e Londrina-PR, com teor de água de 14,5% e 22,86%, respectivamente. As sementes foram germinadas na ausência de luz, em temperaturas constantes de 27, 30 e 33 °C e sob fotoperíodo de 12 h em temperatura alternada de 20-30 °C, ambas em câmaras BOD. O efeito de reguladores de crescimento foi verificado com soluções de giberelina (10 ou 20 mgL⁻¹) ou cinetina (5 ou 10 mgL⁻¹). O teste de tetrazólio indicou que 32% das sementes do lote SP e 66% do lote PR apresentavam-se viáveis. Os lotes apresentaram o padrão trifásico de embebição de água, diferindo no tempo de emissão da raiz primária. No teste de temperatura foi determinada a faixa ótima de germinação entre 27 e 30 °C para os lotes. O uso de reguladores de crescimento não foi eficaz em melhorar o desempenho das sementes. As plântulas emergidas do lote SP foram mais vigorosas (maior massa), porém menores em relação ao lote PR. Após o armazenamento o lote SP apresentou redução na viabilidade e no vigor e, o lote PR, redução apenas no vigor. No segundo capítulo, o objetivo do presente estudo foi analisar a estrutura populacional e o padrão espacial de *C. sylvestris* em uma área de cerrado *sensu stricto*, promover a reprodução desta espécie através de propagação vegetativa, determinar a origem das gemas em estacas radiculares por meio de estudos anatômicos e averiguar o potencial alelopático de compostos presentes nas raízes desta

espécie. A distribuição espacial foi aleatória e, após o incêndio ocorrido na área de estudo, a distribuição passou a ser agregada. A população de clones apresenta-se em crescimento enquanto a de matriz não. Com o uso de estaquia caulinar para propagação vegetativa foi observado pequeno percentual de enraizamento, apenas nas estacas tratadas com uma mistura de ANA e AIB em concentrações elevadas (25%). No entanto, quando foram utilizadas estacas radiculares, 70% destas apresentaram produção de brotos. Por meio das observações anatômicas foi comprovado que é uma raiz gemífera e que provavelmente as gemas são de origem endógena e reparativa. Ainda referente às raízes, o extrato de lixiviado obtido deste órgão reduziu a velocidade de germinação de alface e gergelim, mas não alterou a porcentagem de germinação.

Termos para indexação: Germinação, propagação vegetativa, conservação e estrutura populacional

INTERFERENCE OF FACTORS BIOTICS AND ABIOTICS IN THE PROPAGATION AND
CONSERVATION DE *Casearia Sylvestris* SWARTZ (SALICACEAE)

GENERAL ABSTRACT - (Interference of biotics and abiotics factors in the propagation and conservation of *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae)). *C. sylvestris* presents great economic and social importance, being used as phytotherapeutic. The objective of first chapter was to supply informations on the reproductive phenophase, morphology and seed germination of *C. sylvestris*, and verify the existence of variability of the germinative behavior according to seed origin. Seeds from two places: Itirapina-SP and Londrina-PR, with 14,5% and 22,86% of moisture content, respectively, had been germinated, in the absence of light at constant temperatures of 27, 30 and 33 °C and under fotoperíodo of 12 h and alternating temperature of 20-30 °C. The effect of growth regulators was verified with solutions of gibberellic acid (10 and 20 mgL⁻¹) or kinetin (5 and 10 mgL⁻¹). The tetrazólium test showed that 32% of the seeds from SP and 66% from PR were viable. Both lots presented the three-phase standard embibition curve, with differences at emission times of the primary root. In the temperature test the excellent band of germination between 27 and 30 °C was determined for both lots. The use of growth regulators was not efficient to improving the seed performance. Seedlings emerged from SP had been more vigorous (highest values of mass), however shorter than PR lot. After the storage, SP lot presented reduction in the viability and vigor, but PR lot only vigor was reduced. In the second chapter the this objective of the study was to analyze the population structure and the space distribution of *C. sylvestris* in an area of Cerrado *sensu stricto*, to promote the reproduction of this species through vegetative propagation, determine the origin of buds in root cuttings through anatomical studies and to inquire the allelopathic interference from in the roots extracts of this species. The space distribution was random e, after the fire occurrence in the area, changed to aggregate. The

popualation of clones is growth while plant-mother population was not. In the stem cuttings was observed small persentage when mixture of ANA and AIB in higher concentrations. Was used by the other side, root cuttings presented 70% of production shoots. Through the anatomical comments it was proven that it is a root buds and that probably the buds present endogenous and reparative origin. The extract from roots reduced the speed of germination of lettuce and sesame, but it did not modify the germination percentage.

Index terms: Germination, vegetative propagation, conservation and population structure

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	2
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO 1 -CARACTERIZAÇÃO, COMPORTAMENTO GERMINATIVO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE <i>CASEARIA SYLVESTRIS</i> SWARTZ (SALICACEAE)	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
3.1. <i>Floração e Frutificação</i>	19
3.2. <i>Extração das sementes</i>	21
3.3. <i>Biometria do fruto e da semente</i>	22
3.4. <i>Teste do Tetrazólio</i>	25
3.5. <i>Curva de embebição</i>	27
3.6. <i>Efeito da temperatura</i>	29
3.7. <i>Influência de reguladores de crescimento</i>	31
3.8. <i>Emergência de plântula</i>	33
3.9. <i>Teor de água e armazenamento</i>	37
4. CONCLUSÕES	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

CAPÍTULO 2- CASEARIA SYLVESTRIS SW.: ESTRUTURA POPULACIONAL, REPRODUÇÃO VEGETATIVA, MORFO-ANATOMIA E EFEITO ALELOPÁTICO DA RAIZ 46

RESUMO.....	47
ABSTRACT	48
1. INTRODUÇÃO.....	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	51
<i>Área de estudo</i>	<i>51</i>
<i>2.1 Estrutura populacional de Casearia sylvestris pertencente à área de reserva de Cerrado da UFSCar.....</i>	<i>52</i>
<i>2.2 Reprodução vegetativa.....</i>	<i>54</i>
<i>2.3. Morfo-anatomia das raízes gemíferas.....</i>	<i>56</i>
<i>2.4. Efeito alelopático das raízes de C. sylvestris em alface e gergelim.....</i>	<i>57</i>
<i>2.5. Análise estatística.....</i>	<i>58</i>
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	58
<i>3.1. Estrutura populacional de Casearia sylvestris do Cerrado da UFSCar</i>	<i>58</i>
<i>B. Distribuição espacial da população de clones</i>	<i>63</i>
<i>3.2. Propagação vegetativa de Casearia sylvestris.....</i>	<i>66</i>
<i>3.3. Morfo-anatomia da raiz gemífera</i>	<i>77</i>
<i>3.4. Efeito alelopático de raízes de C. sylvestris</i>	<i>83</i>
4. CONCLUSÕES	87
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

CONCLUSÕES GERAIS..... 1023

INTRODUÇÃO GERAL

A espécie *Casearia sylvestris* Swartz, popularmente conhecida como chá-de-bugre, cafezeiro-do-mato ou guaçatonga, pertence à família Salicaceae. É classificada como perenifólia ou semidecídua, heliófita ou esciófita e higrófito seletiva (Lorenzi 1992). Devido a sua alta capacidade adaptativa, esta espécie ocorre em praticamente todo o território brasileiro, apresentando grande variação morfológica das folhas, ramos, flores, frutos e sementes (Torres & Yamamoto 1986; Backes & Irgang 2002; Lorenzi 2002).

Muitos trabalhos têm documentado, em outras espécies, a existência da variação no tempo do processo de floração (Borchert 1980; 1983; Bullock & Bawa 1981; Piñero & Sarukhan 1982; Clark & Clark 1987); a produção de flores relacionada ao estabelecimento de sementes e frutos (Schemske 1977; Augspurger 1980; Allen 1986; Lubbers & Christensen 1986); e também, as respostas vegetativas e reprodutivas através de estudos relacionados à ecofisiologia da espécie (Murfet 1977; Stubblebine *et al.* 1978; Reich & Borchert 1982; 1984).

Com relação a ecofisiologia vegetal, muitos estudos se baseiam na premissa de que a plasticidade morfológica e fisiológica, dentro de uma comunidade ou de uma população, está relacionada à variação nas condições ambientais de desenvolvimento destas. Assim, para compreender melhor a variação fisiológica em resposta a diferentes condições ambientais, há a necessidade de integrar estudos sobre a estrutura e a função da planta como um todo (Bazzaz 1980).

C. sylvestris vem sendo bastante estudada quanto aos seus princípios farmacológicos, uma vez que as propriedades fitoterápicas de suas folhas e cascas foram identificadas como anti-diarréicos, anti-reumáticos, diuréticos, anti-inflamatórios, anti-piréticos (Simões *et al.* 1986; Alice *et al.* 1995; Lopes 1997), anti-oftídicos (Klein & Sleuman 1984; Borges *et al.* 2001) e utilizada na medicina veterinária para expulsão da placenta de animais após o parto (Simões *et*

al. 1986; Lopes 1997). Além do uso farmacológico, esta espécie apresenta grande importância para o repovoamento de áreas degradadas (Lorenzi 1992). Assim, a *C. sylvestris* é econômica e socialmente importante, sendo considerada prioritária na lista de espécies a serem investigadas, sendo primordiais estudos sobre esta espécie que possibilitará a execução de projetos de conservação e manejo sustentável (Vieira *et al.* 2002).

Dentre os estudos a serem realizados há o de germinação de sementes, que é um processo biológico que envolve a ocorrência de um conjunto de eventos fisiológicos no embrião, que se inicia na embebição e culmina com a protrusão da raiz primária dos envoltórios da semente (Castro & Hilhorst 2004). Para que este processo ocorra são necessárias condições adequadas, tanto ambientais (água, temperatura, luz e oxigênio), quanto intrínsecas (viabilidade, grau de maturidade, dormência e sanidade) à semente (Marcos Filho 2005).

As variáveis intrínsecas à semente estão diretamente relacionadas às condições ambientais experimentadas pela planta-mãe (Ferreira 2004). Assim, estudos sobre a variação na resposta fisiológica das sementes originadas de plantas de diferentes localidades são de fundamental importância para o melhor entendimento da dinâmica populacional e para a produção de mudas a partir de sementes.

A propagação das plantas pode ser efetuada de duas maneiras, sexuadamente através da germinação de sementes ou assexuadamente através de propagação vegetativa. A propagação vegetativa pode ser efetuada através de estacas caulinares ou radiculares, sendo que esta última apresenta grande vantagem, pois não necessita de nenhuma tecnologia ou regulador de crescimento para a formação de caules ou raízes adventícias (Stenvall *et al.* 2004).

Rizzini (1997) constatou a presença de raízes gemíferas no sistema subterrâneo de *C. sylvestris* e, esta característica que está intimamente vinculada a distúrbios, promove alterações estruturais na comunidade (Bellingham & Sparrow 2000); nos padrões reprodutivos das

populações clonais (Handel 1985; Bond & Midgley 2001); alterações na distribuição espacial de espécies (Bellingham & Sparrow 2000); na diversidade genética (Handel 1985) e na relação entre o número de caules originados pela rebrota de raízes e de indivíduos advindos da germinação de sementes (Young *et al.* 1987; Kennard *et al.* 2002; Marod *et al.* 2002). A fragmentação das raízes gemíferas possibilita a propagação vegetativa das plantas (Rizzini & Heringer 1961; 1966; Carvalho 1993) em espécies que não produzem sementes ou as produzem em pequenas quantidades, ou ainda, apresentam viabilidade reduzida, esta característica é primordial para a perpetuação da espécie (Graziano 1990; Carvalho 1993). Além da importância ecológica, a formação de gemas em sistemas subterrâneos também tem relevância quando se trata de propagar plantas de interesse econômico (Dietrich *et al.* 1988; Graziano 1990; Rocha & Menezes 1997).

Os sistemas subterrâneos possuem diferentes características morfo-anatômicas (Dietrich & Figueiredo-Ribeiro 1985; Sajo & Menezes 1986b), podendo apresentar natureza estrutural complexa. Visto que os sistemas subterrâneos podem ter origem radicular, caulinar ou mista, as observações baseadas somente na morfologia externa são insuficientes para identificar sua natureza estrutural e, conseqüentemente, análises anatômicas são fundamentais (Hayashi 2003).

A influência direta no padrão de distribuição espacial das populações em áreas alteradas por distúrbios é uma das possíveis conseqüências da rebrota de raízes, que seria refletida no aumento da abundância de indivíduos e na sua agregação (Lacey & Johnston 1990; Penha 2004).

Outro aspecto ecológico que tem recebido atenção de pesquisadores há bastante tempo é o fato das espécies vegetais liberarem metabólitos primários e secundários no ambiente, o que interfere no desenvolvimento da vegetação adjacente, fenômeno este denominado alelopatia (Rice 1984). Esse fenômeno é um processo ecológico importante em ecossistemas naturais e manejados, influenciando na sucessão vegetal primária e secundária, na estrutura, composição e

dinâmica de comunidades vegetais nativas ou cultivadas (Chou 1986; Rizvi *et al.* 1992; Reigosa *et al.* 1999; Scrivanti *et al.* 2003). A liberação dessas substâncias químicas para o meio ambiente, denominadas aleloquímicos, pode ocorrer através da volatilização pelas partes aéreas da planta; a lixiviação das superfícies do vegetal através da chuva, orvalho e neblina; exsudação radicular; decomposição de resíduos vegetais e a lixívia de serapilheira (Whittaker & Feeny 1971; Chou 1986; Anaya 1999; Maraschin-Silva & Áquila 2006).

Assim, este trabalho teve como objetivo fornecer informações sobre o período das fenofases reprodutivas, morfologia e germinação de sementes, e verificar a existência de variabilidade do comportamento germinativo de acordo com a procedência do lote da semente. Além disso, foram verificadas a estrutura populacional e a distribuição espacial dos brotamentos, a possibilidade de reprodução vegetativa da espécie, a morfo-anatomia da raiz e o efeito alelopático da raiz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alice, C.B.; Siqueira, N.C.S.; Mentz, L.A.; Silva, G.A.A.B. de & José, K.F.D. 1995. **Plantas medicinais de uso popular: Atlas Farmacognóstico**. ULBRA, Canoas. 207p.
- Allen, G.A. 1986. Flowering pattern and fruit production in the dioecious shrub *Oemleria cerasiformis* (Rosaceae). **Canadian Journal of Botany** **64**: 1216-1220.
- Anaya, A.L. 1999. Allelopathy as a Tool in the Management of Biotic Resources in Agroecosystems. **Critical Reviews in Plant Sciences** **18**(6): 697-739.
- Augspurger, C.K. 1980. Mass flowering of a tropical shrub (*Hybanthus prunifolius*): influence on pollinator attraction and movement. **Evolution** **34**: 475-488.
- Backes, P. & Irgang, B. 2002. Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico. Impressora Pallotti, Vila flores 316p.
- Bazzaz, F. A. & Pickett, S. T. A. 1980. Physiological Ecology of Tropical Sucession: a Comparative Review. **Annual Review of Ecology and Systematics** **11**: 287-310.
- Bellingham, P.J. & Sparrow, A. D. 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. **Oikos** **89** (2): 409-416.
- Bond, W.J. & Midgley, J.J. 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. **Trends in Ecology and Evolution** **16** (1): 45-50.
- Borchert, R. 1980. Phenology and Ecophysiology of Tropical Trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology** **61**(5): 1065-1074.
- Borchert, R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. **Biotropica**, **15**: 81-89.

- Borges, M.H; Soares, A.M.; Rodrigues, V.M.; Oliveira, F.; Fransheschi, A.M.; Rucavado, A.; Giglio, J.R.; Homsí-Brandeburgo, M.I. 2001. Neutralization of proteases from Bothrops snake venoms by the aqueous extract from *Casearia sylvestris* (Flacourtiaceae). **Toxicon** **39**: 1863-1869.
- Bullock, N. V.L. & Bawa, K.S. 1981. Sexual dimorphism and the annual flowering pattern in *Jacaratia dolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae) in a Costa Rica Rain Forest. **Ecology** **62**: 1494-1504.
- Carvalho, M.A.M.; Dietrich, S. M. C. 1993. Variation in Fructan Content in the Underground Organs of *Vernonia herbacea* (Vell.) Rusby at Different Phenological Phases. **New Phytologist** **123** (4): 735-740.
- Castro, R. D. & Hilhorst, H. W. M. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. Pp. 147-162. In: Ferreira, A. G. & Borghetti, F. 2004. **Germinação: do básico ao aplicado** Artmed, Porto Alegre.
- Chou, C. H. 1986. The Role of Allelopathy in Subtropical Agroecosystems in Taiwan. In: Putnam, A.; Tang, C. S. (Ed.) **The science of allelopathy**. Interscience, New York. 317p.
- Clark, D. A. & Clark, D. B. 1987. Temporal and environmental patterns of reproduction in *Zamia skinneri*, a tropical rain forest cycad. **Journal of Ecology** **75**: 135-149.
- Dietrich, S.M.C.; Figueiredo-Ribeiro, R.C.L.; Chu, E.P.; Buckeridge, M.S. 1988. O açúcar das plantas. **Ciência Hoje** **39** (7): 42-48.
- Dietrich, S.M.C.; Figueiredo-Ribeiro, R.C.L. 1985. Organos subterraneos y propagacion vegetativa en plantas de los cerrados brasileiros. **Medio Ambiente** **7** (2): 45-52.
- Ferreira, A.G. 2004. **Interferência: competição e alelopatia**. Pp. 251-262. In Ferreira A. G. e Borghetti F. Germinação: Do básico ao aplicado. Artmed, Porto Alegre.

- Graziano, T.T. 1990. **Variações dos compostos de reserva do sistema subterrâneo de *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott (taioba) durante a brotação e desenvolvimento da planta.** Tese – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 189p.
- Handel, S.N. 1985. The intrusion of clonal growth patterns on plant breeding systems. **The American Naturalist** **125**: 367-384.
- Hayashi, A. H. 2003. **Morfo-anatomia de sistemas subterrâneos de espécies herbáceo-subarbusculares e arbóreas, enfatizando a origem das gemas caulinares.** Tese – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 154p.
- Kennard, D.K.; Gould, K; Putz, F.E.; Fredericksen, T.S. & Morales, F. 2002. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management** **162**: 197-208.
- Klein, R.M. & Sleumer, M.O. 1984. Flacourtiáceas. Pp. 78-87. In: Reitz, P.R. **Flora Ilustrada Catarinense.** Herbário Barbosa Rodrigues, Santa Catarina. 96p.
- Lacey, C.J. & Johnston, R.D. 1990. Woody clumps and clumpwoods. **Australian Journal of Botany** **38**: 299-334.
- Lopes, A.M.V. 1997. **Plantas usadas na medicina popular do Rio Grande do Sul.** INCOGRAPH, Santa Maria. 49p.
- Lorenzi, H. 1992. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Ed. Plantarum. 368p.
- Lubbers, A. E. & Chritensen, N.L. 1986. Intra-seasonal variation in seed production among flowers and plants of *Thalictrum thalictroides* (Ranunculaceae). **American Journal of Botany** **73**: 190-203.

- Maraschin-Silva, F.; Áquila, M. E. A. 2006. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasilica** **20**(1): 61-69. 2006
- Marcos Filho, J. 2005. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas** FEALQ, Piracicaba 495p.
- Marod, D.; Kutintara, U.; Tanaka, H. & Nakashizuka, T. 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecology** **161**: 41-57.
- Murfet, I.C. 1977. Environmental interaction and the genetics of flowering. **Annual Review of Plant Physiology** **28**: 253-278.
- Penha, A. S. 2004. **Influência da propagação vegetativa a partir de raízes gemíferas nas características populacionais de espécies arbóreas em fragmentos de florestas estacionais semidecíduais**. Tese – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 143p.
- Piñero, D. & Sarukhan, J. 1982. Reproductive behavior and its individual variability in a tropical palm, *Astrocaryum mexicanum*. **Journal of Ecology** **70**: 461-472.
- Reich, P. B. & Borchert, R. 1982. Phenology and ecophysiology the tropical tree *Tabebuia neochrysatha* (Bignoniaceae). **Ecology** **62** (3): 294-299.
- Reich, P. B. & Borchert, R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** **72**: 61-74.
- Reigosa, M. J.; Sánchez-Moreiras, A.; González, L. 1999. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences** **18**: 577-608.
- Rice, E. L. 1984. **Allelopathy**. 2ª ed. Academic Press, New York. 422 p.

- Rizvi, S.J.H.; Haque, H.; Singh, V.K. & Rizvi, V. 1992. **A discipline called allelopathy**. Pp. 1-10. In: S.J.H. Rizvi & V. Rizvi (eds.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. Chapman & Hall, London.
- Rizzini, C.T.; Heringer, E.P. 1961. Underground organs of plants from some southern Brazilian savannas, with special reference to the *xylopodium*. **Phyton** **17**(1): 105- 124.
- Rizzini, C.T.; Heringer, E.P. 1966. Estudo sobre os sistemas subterrâneos difusos de plantas campestres. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** **38** (suplemento): 85-112.
- Rizzini, C. T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2ªed. Âmbito cultural, Rio de Janeiro 747p.
- Rocha, D.C.; Menezes, N.L. 1997. O sistema subterrâneo de *Dioscorea kunthiana* Uline ex R. Knuth (Dioscoreaceae). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **16**: 1-13
- Rosa, S.G.T. & Ferreira, A.G. 2001. Germinação de Sementes de Plantas Medicinais Lenhosas. **Acta Botanica Brasílica** **15**(2): 147-154.
- Sajo, M.G.; Menezes, N.L. 1986b. Origem e crescimento do rizóforo em espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae), da Serra do Cipó, MG. **Revista Brasileira de Biologia** **46**(1): 197-202.
- Schemske, D. W. 1977. Flowering phenology and seed set in *Claytonia virginica* (Portulacaceae). **Bulletin of the Torrey Botanical Club** **104**: 254-263.
- Scrivanti, L.R.; Zunnino, M.P. & Zygadlo, J.A. 2003. *Tagetes minuta* and *Schinus areira* essential oils as allelopathic agents. **Biochemical Systematics and Ecology** **31**: 563-572.
- Young, K.R.; Ewel, J.J. & Brown, B.J. 1987. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetation** **71**: 157-173.
- Simões, C.M.O.; Mentz, L.A.; Schenkel, E.P. & Irgang, B.E. 1986. **Plantas da Medicina popular do Rio Grande do Sul**. Editora UFRGS, Porto Alegre. 174p.

- Stenvall, N.; Haapala, T.; Pulkkinen, P. 2004. Effect of genotype, age and treatment of stock plants on propagation of hybrid aspen (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*) by root cuttings. **Scandinavian Journal Forest Research** **19**: 303-311.
- Stubblebine, W.; Langenheim, J. H. & Lincoln, D. 1978. Vegetative response to photoperiod in the tropical leguminous tree *Hymenaea courbaril* L. **Biotropica** **10**: 18-29.
- Torres, R.B. & Yamamoto K. 1986. Taxonomia de espécies de Casearia Jacq. (Flacourtiaceae) do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **9**: 239-258.
- Vieira, R.E., Silva, S.R., Alves, R.B.N., Silva, D.B., Wetzel, M.M.V.S., Dias, T.A.B., Udry, M.C. & Martins, R.C. 2002. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: resultados da primeira reunião técnica**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Ibama, CNPq, Brasília.
- Whittaker, R. H.; Feeny, P. P. 1971. Allelochemicals: Chemical Interactions between Species. **Science** **3973** (171): 757-769.

CAPÍTULO 1

Caracterização, Comportamento Germinativo e Armazenamento de Sementes de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae)

RESUMO - (Caracterização, Comportamento Germinativo e Armazenamento de Sementes de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae). O objetivo do presente estudo foi fornecer informações sobre o período das fenofases reprodutivas, morfologia e germinação de sementes de *C. sylvestris*, e verificar a existência de variabilidade do comportamento germinativo de acordo com a procedência do lote da semente. Sementes de duas procedências, Itirapina-SP (lote SP) e Londrina-PR (lote PR), com teor de água de 14,5% e 22,86%, respectivamente, foram germinadas, na ausência de luz, em temperaturas constantes de 27, 30 e 33 °C e sob fotoperíodo de 12 h em temperatura alternada de 20-30 °C, ambas em câmaras BOD. O efeito de reguladores de crescimento foi verificado com soluções de giberelina (10 ou 20 mgL⁻¹) ou cinetina (5 ou 10 mgL⁻¹), sob 27 °C. O teste de tetrazólio mostrou que 32% das sementes do lote SP e 66% do PR estavam viáveis. Os lotes apresentaram o padrão trifásico de embebição de água, diferindo nos tempos de emissão da raiz primária. No teste de temperatura foi determinada a faixa ótima de germinação entre 27 e 30 °C para ambos os lotes. O uso de reguladores de crescimento, em diferentes concentrações, não foi eficaz em melhorar o desempenho das sementes. As plântulas emergidas do lote SP foram mais vigorosas (maior massa), porém menores em relação ao lote PR. Após o armazenamento o lote SP apresentou redução na viabilidade e no vigor e, o lote PR, redução apenas no vigor.

Termos para indexação: guaçatonga, floração e frutificação, germinação, plasticidade fenotípica

ABSTRACT - (Characterization, Germinative Behavior and Storage of Seeds of *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae). The objective of the present study was to supply information on the reproductive phenofases, morphology and germination of *C.sylvestris* seeds, and in this way verify the existence of variability on the germinative behavior of the seed samples. Seeds from two provenances, Itirapina-SP and Londrina-PR, with moisture level of 14,5% and 22,86%, respectively, had been germinated, in the absence of light at constant temperatures of 27, 30 and 33 °C and under a photoperiod of 12 h in alternating temperature of 20-30 °C, both in BOD chambers. The effect of growth regulators was verified with solutions of gibberellins (10 or 20 mgL⁻¹) or kinetin (5 or 10 mgL⁻¹), under 27 °C conditions. The tetrazolium test showed that 32% of the seeds of lot SP and 66% of the PR were viable. Both the lots had showed the three-phase standard of water imbibition, differing on the time of the primary root emission. The germination is better between 27 and 30 °C for both lots. The use of growth regulators was not effective in improving the performance of the seeds. Seedling emerged from SP had been more vigorous (larger mass) but lower seedlings, in relation to lot PR. After the storage seeds of SP lot presented reduction in the viability and the vigor and lot PR only a reduction on vigor was registred.

Index terms: guaçatonga, flowering and fruitiness, germination, phenotypic plasticity

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Casearia sylvestris* Swartz, popularmente conhecida como chá-de-bugre, cafezeiro-do-mato, guaçatonga, pertence à família Salicaceae (anteriormente Flacourtiaceae) é classificada como perenifólia, heliófita ou esciófita e higrófita seletiva. Devido a sua alta capacidade adaptativa, esta espécie ocorre em praticamente todo o território brasileiro, apresentando grande variação morfológica das folhas, ramos, flores e frutos (Torres & Yamamoto 1986; Backes & Irgang 2002; Lorenzi 2002).

C. sylvestris tem sido bastante estudada quanto aos seus princípios farmacológicos, uma vez que as propriedades fitoterápicas de suas folhas e casca foram identificadas como antidiarréicos, anti-reumáticos, diuréticos, antiinflamatórios, antipiréticas (Simões *et al.* 1986; Alice *et al.* 1995; Lopes 1997), antiofídicos (Klein & Sleuman 1984; Borges *et al.* 2001), cicatrizante (Scavone *et al.* 1979) e, também é utilizada na medicina veterinária para expulsão da placenta de animais após o parto (Simões *et al.* 1986; Lopes 1997). Assim, esta espécie nativa é bastante promissora como opção agrícola (Montanari Júnior 2002) e foi listada como uma das espécies arbóreas prioritárias para conservação e manejo sustentável durante a primeira Reunião Técnica sobre Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e Aromáticas (Vieira *et al.* 2002). Além do uso farmacológico, esta espécie apresenta grande importância para o repovoamento de áreas degradadas (Lorenzi 2002). Como a maioria das espécies nativas com propriedades fitoterápicas, a *C. sylvestris* não é cultivada, sendo obtida por processo de extrativismo em áreas naturais promovendo a degradação da flora nativa e distúrbios em ecossistemas.

A germinação das sementes é um processo biológico que envolve a ocorrência de um conjunto de eventos fisiológicos no embrião, que se inicia na embebição e culmina com a protrusão da raiz primária dos envoltórios da semente (Castro & Hilhorst 2004). Para que este

processo ocorra são necessárias condições adequadas, tanto ambientais (água, temperatura, luz e oxigênio), quanto intrínsecas (viabilidade, grau de maturidade, dormência e sanidade) à semente (Marcos Filho 2005).

A disponibilidade de estudos sobre a caracterização da semente e sua germinação, facilitará o cultivo de *C. sylvestris* em grande escala, favorecendo a comercialização para laboratórios farmacêuticos direcionados à produção de medicamentos de origem vegetal, bem como facilitar o uso da espécie em plantios de áreas degradadas.

O objetivo do presente estudo foi fornecer informações sobre o período das fenofases reprodutivas e germinação de sementes de *C. sylvestris*, e verificar a existência de variabilidade do comportamento germinativo de acordo com a procedência do lote da semente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os processos de floração e frutificação foram acompanhados, de maio a outubro de 2005, em matrizes de *Casearia sylvestris* Swartz, localizadas na área de reserva de cerrado “*sensu stricto*” da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* São Carlos, na região central do Estado de São Paulo (21°58’22°00’ S, 47°51’47°52’ W). Após a coleta dos frutos provenientes desta área, verificou-se intensa predação das sementes de guaçatonga e assim houve a necessidade de recoleta de material para realização dos experimentos, a qual foi efetuada em outubro de 2005 no município de Itirapina (SP), próximo à área inicialmente escolhida. Ao longo deste trabalho esta amostra será denominada lote SP.

Os frutos coletados foram transportados em sacos plásticos até o Laboratório de Ecofisiologia de Sementes da UFSCar onde foram processados para extração das sementes. Devido à presença de arilo ao redor das sementes, foram testados três métodos de extração: a

maceração dos frutos em água corrente, com o auxílio de peneira; fermentação dos frutos por período de três dias e, maceração dos frutos em hipoclorito de sódio (3%). Em seguida, o material ficou exposto ao sol durante 4 h para a retirada da água excedente e depois, colocado em bancada de laboratório sobre papel de filtro, em temperatura ambiente, para secagem. Após 24 h, o material foi peneirado e as sementes foram selecionadas manualmente para determinação do teor de água das sementes, do número de sementes por quilo, do peso de 1000 sementes e da porcentagem de pureza do lote, procedimentos estes, padronizados segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil 1992).

Para comparar sementes de diferentes procedências, outro lote foi fornecido pelo Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas da Universidade Estadual de Londrina (LABRE/UEL), o qual foi coletado em uma área de Floresta Estacional Semidecidual no município de Londrina localizado no Estado do Paraná, em setembro de 2004. O lote foi beneficiado através de maceração em água corrente e permaneceram armazenadas durante um ano em câmara fria com temperatura de 15 °C. Ao longo deste trabalho esta amostra será denominada lote PR.

Foi realizada análise biométrica das sementes e dos frutos para o lote SP, no entanto, para o lote PR, a análise foi realizada apenas para as sementes, pois estas já haviam sido fornecidas beneficiadas. Com o auxílio de um paquímetro digital foram determinados a largura, o comprimento e o diâmetro e, com uma balança analítica, o peso dos frutos e das sementes. Em seqüência, foi obtido o número de sementes por fruto e realizada análise de correlação para estabelecer qual a medida melhor indica a quantidade de sementes no interior do fruto.

Nos testes que se seguem, as sementes foram previamente imersas em solução de hipoclorito de sódio (3%) durante 5 min e, em seguida lavadas com água destilada e, secas em papel de filtro. Para a obtenção da curva de embebição de *C. sylvestris* foram utilizadas quatro

repetições de dez sementes. Estas foram inicialmente pesadas e colocadas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, sob duas folhas de papel de filtro umedecidas com 4,5 mL de água destilada. As placas foram mantidas em estufa tipo B.O.D. sob temperatura constante de 27 °C. As sementes foram inicialmente pesadas a cada duas horas e, após o registro de uma tendência de estabilização do peso fresco, as medições foram realizadas a cada 24 h até a emissão da raiz primária, seguindo o critério botânico para a avaliação de germinação (Labouriau 1983).

O teste do tetrazólio foi realizado para obtenção de informações sobre a viabilidade das sementes, em menor período de tempo, quando comparado com o teste de germinação. Foram utilizadas cinco repetições de 10 sementes, para cada lote, as quais foram submersas em água destilada durante 6 h a 30 °C. Em seguida, foram retiradas da água e submersas em solução de tetrazólio (0,5%) sob 30 °C durante 24 h. Após esse período, as sementes foram cortadas longitudinalmente e analisadas em estereomicroscópio (Marcos Filho 2005).

Os testes descritos abaixo foram todos realizados utilizando-se quatro repetições de 25 sementes, distribuídas em placas de Petri, forradas com duas folhas de papel de filtro e umedecidas com 4,5 mL de água destilada.

Rosa & Ferreira (2001) observaram a melhor faixa de temperatura de germinação para a espécie *C. sylvestris* do Rio Grande do Sul (temperatura média anual 19,4 °C) que foi entre 20 e 25°C. Dessa maneira, na tentativa de simular as temperaturas ambientais da região de origem (temperatura média anual 23 °C) das matrizes das quais as sementes foram coletadas, foi verificada a resposta das sementes sob temperaturas constantes de 27, 30 e 33°C, na ausência de luz, e sob temperatura alternada de 20-30 °C com fotoperíodo de 12 h, em estufas tipo BOD.

Como não foi observada a presença de dormência física e, devido à baixa porcentagem de germinação registrada mesmo sob temperatura ótima, foram utilizados reguladores de crescimento na tentativa de aumentar a porcentagem e a velocidade de germinação destas

sementes. Assim, soluções de giberelina (10 ou 20 mgL⁻¹) ou cinetina (5 ou 10 mgL⁻¹) ou água (controle), foram utilizadas para embeber as sementes que foram mantidas em estufa tipo BOD sob temperatura constante de 27 °C.

A emergência de plântulas foi realizada em casa de vegetação, com temperatura variando entre 25 e 30 °C e 78,25% de luminosidade. As sementes foram semeadas a 2 cm de profundidade, em bandejas de isopor contendo uma mistura de substrato agrícola com vermiculita na proporção de 1:2. Foram consideradas emergidas, as plântulas que apresentavam os cotilédones acima do substrato e, completamente expandidos. Quatro meses após a emergência foram medidas com auxílio de paquímetro digital, os comprimentos da parte aérea, do sistema radicular e, o peso fresco verificado com auxílio de uma balança analítica.

As sementes de ambos os lotes foram armazenadas em sacos de papel que foram inseridos em embalagem de vidro e mantidas em geladeira (± 5 °C) durante um ano. As sementes do lote PR que estavam armazenadas há um ano quando foram adquiridas, foram imediatamente avaliadas e após dois anos (um ano de armazenamento após a obtenção) foram reavaliadas. Também foi realizado o armazenamento lote SP durante um ano (após a colheita). Após este período, foi realizada reavaliação fisiológica das sementes através da determinação do teor de água e de teste de germinação, padronizados segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil 1992).

Foram calculadas a porcentagem, a velocidade e a frequência acumulada de germinação conforme Labouriau & Agudo (1987) e Nakagawa (1994). Os dados de germinação foram transformados para $\arcsen \sqrt{G/100}$, como recomendado por Zar (1999).

O conjunto de dados foi submetido ao teste de normalidade de Lilliefors (Kolmogorov-Smirnoff) para verificar a existência de normalidade. Para analisar a influência da procedência da

semente (lote SP e PR), dos tratamentos (teste de temperatura, influência de reguladores de crescimento e emergência de plântulas) e a interação entre ambos, foi aplicada uma análise de variância (ANOVA fatorial A x B). Como todos os dados não seguem distribuição normal foi aplicada uma análise de variância não paramétrica Kruskal-Wallis (Zar 1999; Santana & Ranal 2004). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico BioEstat 3.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Floração e Frutificação

Em junho de 2006, a população de guaçatonga do cerrado do “*campus*” da UFSCar encontrava-se no início do período reprodutivo, apresentando botões florais com cada flor medindo aproximadamente 0,3 mm de diâmetro (Fig. 1A). Após um mês, as flores dobraram o seu diâmetro passando a apresentar 0,6 mm (Fig. 1B) e, cresceram gradualmente até o final do mês de agosto (Fig. 1C), no qual iniciou-se o período da antese, e as flores abertas alcançaram diâmetro de 3 mm (Fig. 1D).

Em outubro os frutos apresentavam comprimento de 5 mm e este valor manteve-se constante durante oito dias, quando os frutos passaram a exibir coloração marrom esverdeada para o epicarpo e alaranjada para o mesocarpo (Fig. 1E e 1F). Nesta ocasião, iniciou-se o período de deiscência dos mesmos, no qual a polpa e a semente se desprenderam da casca, que se abriu pela divisão em três valvas (Fig. 1F). Esse período é o ideal para a coleta dos frutos (Lorenzi 2002).

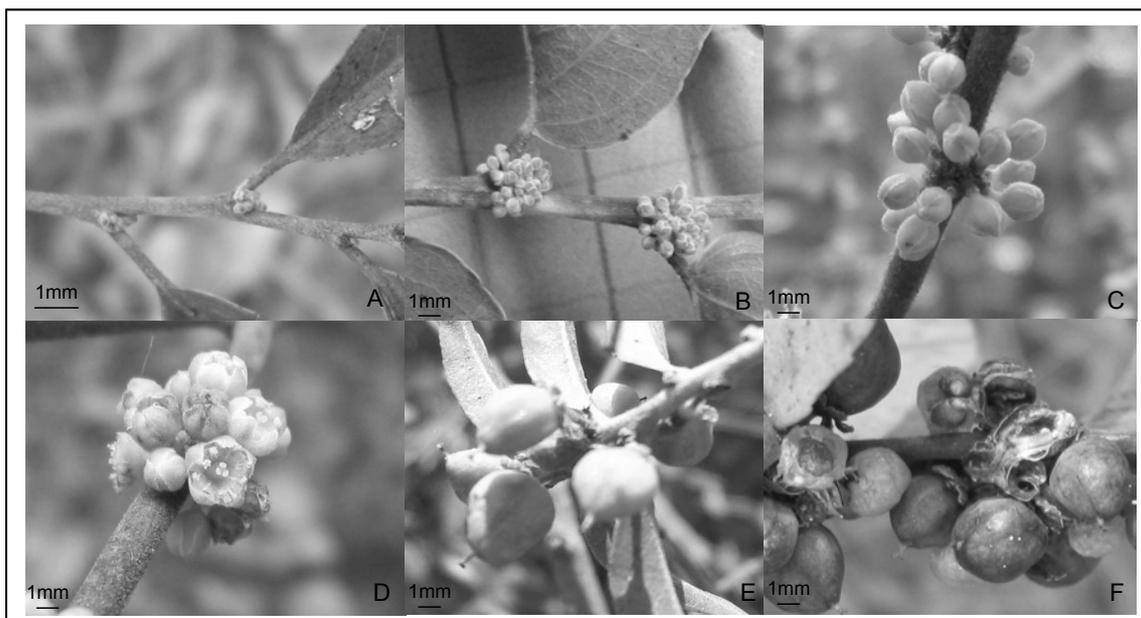


Figura 1. A) Botão floral em estágio inicial de desenvolvimento; B e C) Botões florais; D) antese; E) frutos verdes; F) frutos maduros e após a deiscência.

Os períodos de floração e frutificação sofrem influência de muitos fatores climáticos; assim, devido à ampla distribuição da *C. sylvestris*, muitos autores, em diferentes localidades, registraram a ocorrência das fenofases reprodutivas em diferentes meses. Por exemplo, Backes & Irgang (2002) descrevem o início da floração em julho e a frutificação em setembro, para plantas nativas do estado do Rio Grande do Sul, enquanto Silva Júnior (2005) descreve a floração em maio e a frutificação em junho para as plantas do Distrito Federal. Porém, Rizzini (1997) afirma que a floração teve início no mês de outubro no estado de Minas Gerais. Outros trabalhos também mostram a ocorrência do período reprodutivo em diferentes meses para esta espécie (Torres & Yamamoto 1986; Almeida *et al.* 1998; Marquete 2001).

Como se pode observar estas informações indicam variações no período de ocorrência das fenofases reprodutivas, sugerindo a presença de variabilidade genética e de plasticidade fenotípica que permitem às plantas a sobrevivência em ambientes adversos (Dirzo & Sarukhán 1984; Baskin & Baskin; 2001). A presença de plasticidade fenotípica, produção de grande número de sementes e a habilidade de colonizar habitats abertos, aliados também a outros fatores

sugeram que a espécie poderia ser denominada de estrategista-r (McArthur & Wilson 1967; Fenner 2000).

3.2. Extração das sementes

A maceração dos frutos em água corrente foi o método mais eficaz para a extração das sementes de *C. sylvestris*, pois foi um método rápido, fácil e que não causou danos ao tegumento e ao embrião, porém os demais métodos utilizados não foram eficazes. A padronização de métodos de beneficiamento de sementes é de fundamental importância na área tecnológica porque permite melhor uso do lote de sementes, uma vez que para espécies florestais, a quantidade de sementes coletadas é limitada pela produção irregular de fruto e pelas dificuldades para a coleta (Biruel, 2006).

O rendimento das sementes de *C. sylvestris* do lote SP foi obtido com base no peso do fruto fresco, do qual um quilograma rendeu 54 g de sementes. Dessa quantidade, 42 g incluíam sementes abortivas ou predadas, restando apenas 12 g de sementes intactas, o que corresponde a 1,2% de um quilograma de fruto. No entanto, esta quantidade resultou em 6122 unidades. As sementes de guaçatonga do lote SP apresentaram-se intensamente predadas e aproximadamente 78% destas continham parte ou todo o embrião danificado. Essa predação foi promovida por insetos fitófagos, sendo duas espécies pertencentes ao gênero *Bracon*, uma espécie ao gênero *Phanerotoma* e uma ao *Brassus*, todos incluídos na família Braconidae que pertence à ordem Hymenoptera (Nascimento* & Penteado-Dias, comunicação pessoal).

*e-mail: andre110479@yahoo.com.br

3.3. Biometria do fruto e da semente

Foi calculado que um quilograma de sementes de *C. sylvestris* do lote SP contém aproximadamente 510 mil sementes, enquanto as do lote PR continham 834 mil, a diferença entre os dois lotes corresponde a 39% (Tab. 1). Para essa mesma espécie, Lorenzi (2002) mencionou haver 84 mil sementes por quilograma, o que resulta em uma variação correspondente a 83 e a 90%, em relação ao lote SP e PR respectivamente. As diferenças encontradas entre os tamanhos das sementes dos dois lotes de *C. sylvestris* refletem as diferentes localidades de origem dessas sementes, uma vez que o tamanho das mesmas pode ser alterado de acordo com a disponibilidade de água, luz, nutrientes, condições intrínsecas à matriz e posição do fruto na planta (Fenner & Thompson 2005).

Os frutos de *C. sylvestris* apresentaram grande variação com relação ao número de sementes em seu interior, variando de uma a 12 sementes por fruto, sendo que a maioria dos frutos analisados continha de uma a três sementes (Tab. 1).

Tabela 1. Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação, referentes à análise biométrica da semente (lote SP e PR) e do fruto (lote SP). (PF= peso do fruto; CF= comprimento do fruto; LF= largura do fruto; AF= altura do fruto; NS= número de sementes por fruto; P= peso da semente; C= comprimento da semente; L= largura da semente; NS/Kg= número de sementes por quilograma e PMS= peso de mil sementes).

Parâmetros/ Lote	Lote SP	Lote PR
PF (g)	0,05 ± 0,03	-
CF (mm)	5,40 ± 0,87	-
LF (mm)	4,45 ± 0,87	-
AF (mm)	4,17 ± 0,92	-
NS	2,36 ± 1,68	-
P (g)	0,002 ± 0,0007	0,0012 ± 0,0003
C (mm)	2,45	1,68
L (mm)	1,67	1,13
NS/Kg	510.000	834.000
PMS (g)	1,96 ± 0,0007	1,23 ± 0,0003

O índice de correlação realizado evidenciou que a largura e o peso do fruto fresco foram os parâmetros que representaram melhor a quantidade de sementes contidas no fruto. Foi observado também que as sementes não apresentam variação de tamanho em função do número de sementes no fruto, uma vez que estes parâmetros não estavam correlacionados. Assim, frutos maiores e mais pesados apresentam maior número de sementes (Tab. 2).

Tabela 2. Índice de correlação obtido para os diferentes parâmetros biométricos avaliados. (PF= peso do fruto; CF= comprimento do fruto; LF= largura do fruto; AF= altura do fruto; NS= número de sementes por fruto; C= comprimento da semente; L= largura da semente e P= peso da semente).

Medidas	PF (g)	CF (mm)	LF (mm)	NS	C (mm)	L (mm)
CF (mm)	0,77					
LF (mm)	0,81	0,71				
NS	0,67	0,61	0,69			
C (mm)	-0,08	0,09	-0,10	-0,45		
L (mm)	-0,27	-0,14	-0,26	-0,44	0,25	
P (g)	-0,02	-0,03	-0,08	-0,04	0,00	0,31

O número e o tamanho das sementes podem variar individualmente dentro de uma população e, ainda, dentro de um mesmo indivíduo pode haver variações entre os frutos. Estes dados são importantes, uma vez que estão diretamente relacionados com a germinação e o estabelecimento da plântula em campo e conseqüentemente com a dinâmica da população (Mendez 1997; Rosa & Ferreira 2001).

3.4. Teste do Tetrazólio

A concentração de 0,5% do sal de tetrazólio e a manutenção das sementes de *C. sylvestris* submersas nessa solução durante 24 h sob 30 °C foi eficaz na detecção de células vivas no interior da semente. Através deste teste, verificou-se a existência de número inferior de sementes viáveis do lote SP em relação ao lote PR. Comparando este resultado com os obtidos no teste de germinação de sementes e emergência de plântulas, observa-se que as sementes do lote SP apresentam concordância nos valores obtidos no teste do tetrazólio, para os três testes comparados. Para o lote PR o resultado do teste do tetrazólio não condiz com os dos demais testes, os quais apresentaram porcentagem de germinação e emergência de plântulas muito inferior. Assim, provavelmente, as sementes do lote PR apresentam algum tipo de dormência, pois os embriões corados foram de 66%, enquanto a germinação foi só de 29% (Tab. 3).

Tabela 3. Valores médios de porcentagem de sementes viáveis obtidos a partir do teste do tetrazólio com concentração de 0,5%, mantidas durante 24h sob temperatura de 30 °C, teste de germinação e de emergência de plântulas.

	Lote SP	Lote PR
Sementes viáveis (%)	32	66
Germinabilidade máxima (%)	36	29
Emergência de plântula (%)	31	24

O teste de tetrazólio baseia-se na atividade das desidrogenases nos tecidos vivos (AOSA 1983; Menezes *et al.* 1994). Estas enzimas catalisam reações respiratórias nas mitocôndrias durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Durante a respiração ocorre a liberação de íons de hidrogênio, com os quais o sal de tetrazólio, incolor e solúvel, reage formando uma substância de cor vermelha e insolúvel denominada formazam (Delouche *et al.* 1976; Krzyzanowski *et al.* 1991a; França Neto *et al.* 1998).

A dormência é definida como o bloqueio da germinação de uma semente intacta e viável sob condições ambientais favoráveis. Este bloqueio ocorre de diferentes formas em resposta a diferentes ambientes e esta característica permite que as sementes permaneçam no habitat, germinando no momento oportuno para o estabelecimento da plântula (Hilhorst 1995; Baskin *et al.* 2004; Fenner & Thompson 2005; Finch-Savage & Leubner-Metzger 2006).

Estudos anatômicos de sementes de *C. sylvestris* mostraram que o endosperma dessa espécie é bem desenvolvido (Absy & Scavone 1973), o que sugere que essa semente apresenta dormência morfológica, devido à constrição mecânica exercida pelo endosperma sobre o embrião. Quando o endosperma apresenta várias camadas de células, a germinação ocorre em duas etapas, sendo a primeira a ruptura da casca e a segunda, o enfraquecimento das células do endosperma na região da micrópila, através de ação de enzimas (Finch-Savage & Leubner-Metzger 2006). Porém, apenas o lote PR de sementes de *C. sylvestris* apresentou evidência de dormência, indicando a diferença no comportamento germinativo em sementes de diferentes procedências.

3.5. Curva de embebição

As sementes de ambos os lotes apresentaram o padrão trifásico de embebição proposto por Bewley & Black (1994), com aumento gradativo dos valores percentuais de incremento de água (Fig. 2). Para as sementes de *C. sylvestris* do lote SP a estabilização da curva ocorreu por volta de 188 h e a protrusão da raiz primária em 550 h. As sementes do lote PR apresentaram menor porcentagem de absorção inicial de água, em relação ao lote SP. Porém, a estabilização da curva ocorreu por volta de quatro horas após o início do experimento e a protrusão da raiz primária se deu em 167 h (Fig. 2). A velocidade de absorção de água pela semente possibilita identificar a presença de dormência tegumentar a partir da construção de uma curva de embebição, utilizando-se os valores de peso fresco das sementes (Castro & Hilhorst 2004).

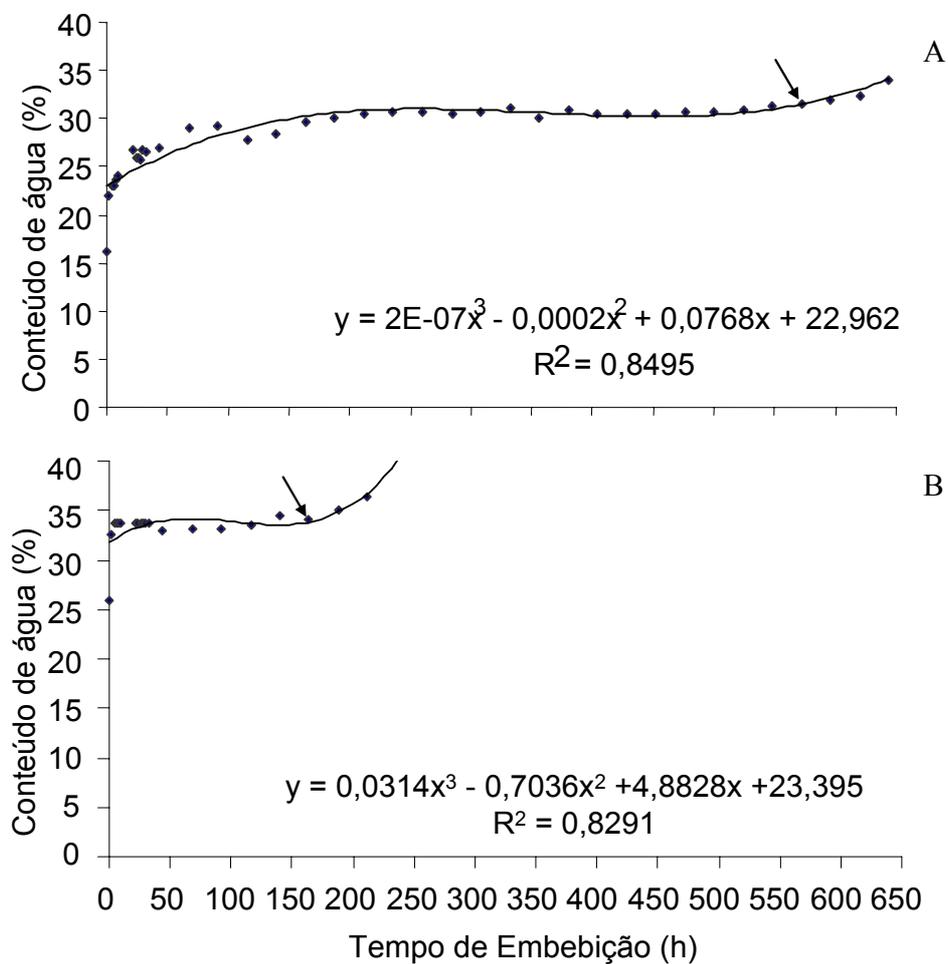


Figura 2. Curva de embebição de sementes de *C. sylvestris* mantidas sob temperatura constante de 27 °C em câmara tipo BOD: A para o lote SP e B para o lote PR. As setas indicam o início da germinação.

Sementes secas sem dormência física absorvem água e, sob condições ótimas, a embebição inicia-se com maior velocidade, seguida por uma fase de estabilização onde ocorrem os principais eventos metabólicos relacionados à germinação. Posteriormente, a semente volta a absorver água como consequência da emissão da raiz primária (Bewley & Black 1994; Bradford 1995). A velocidade de absorção de água pelas sementes varia de acordo com a espécie, a disponibilidade hídrica, a temperatura, a composição química dos tecidos de reserva e as condições fisiológicas das sementes (Bewley & Black 1994).

Outros trabalhos também evidenciaram diferenças no conteúdo de água e velocidade de embebição dentro de uma mesma espécie (Felippe 1990; Godoy & Felippe 1992; Garcia & Sharif 1995; Lemos Filho *et al.* 1997; Garcia & Diniz 2003).

3.6. Efeito da temperatura

Verificou-se a presença de interação significativa entre os fatores temperatura de incubação e os diferentes lotes de sementes para porcentagem de germinação, porém para a velocidade não foi verificada interação entre os fatores.

De acordo com os resultados observados para porcentagem de germinação, nota-se que as sementes do lote PR mantiveram constantes os valores de porcentagem de germinação em todas as temperaturas testadas, enquanto as sementes do lote SP apresentaram redução desses valores quando submetidas à temperatura alternada de 20-30 °C e, supressão da germinação a 33 °C. Nas demais temperaturas testadas a porcentagem de germinação do lote SP não diferiu dos valores encontrados no lote PR (Fig. 3A).

Quanto à velocidade de germinação, observou-se que em todas as temperaturas avaliadas, o lote PR apresentou valor superior ao do lote SP. Quando se comparou a ação de diferentes

temperaturas dentro dos lotes, não foi observada diferença significativa. A análise de variância detectou diferença entre a velocidade de germinação nas diferentes temperaturas para ambos os lotes, porém, não houve diferença significativa entre as temperaturas dentro dos lotes.

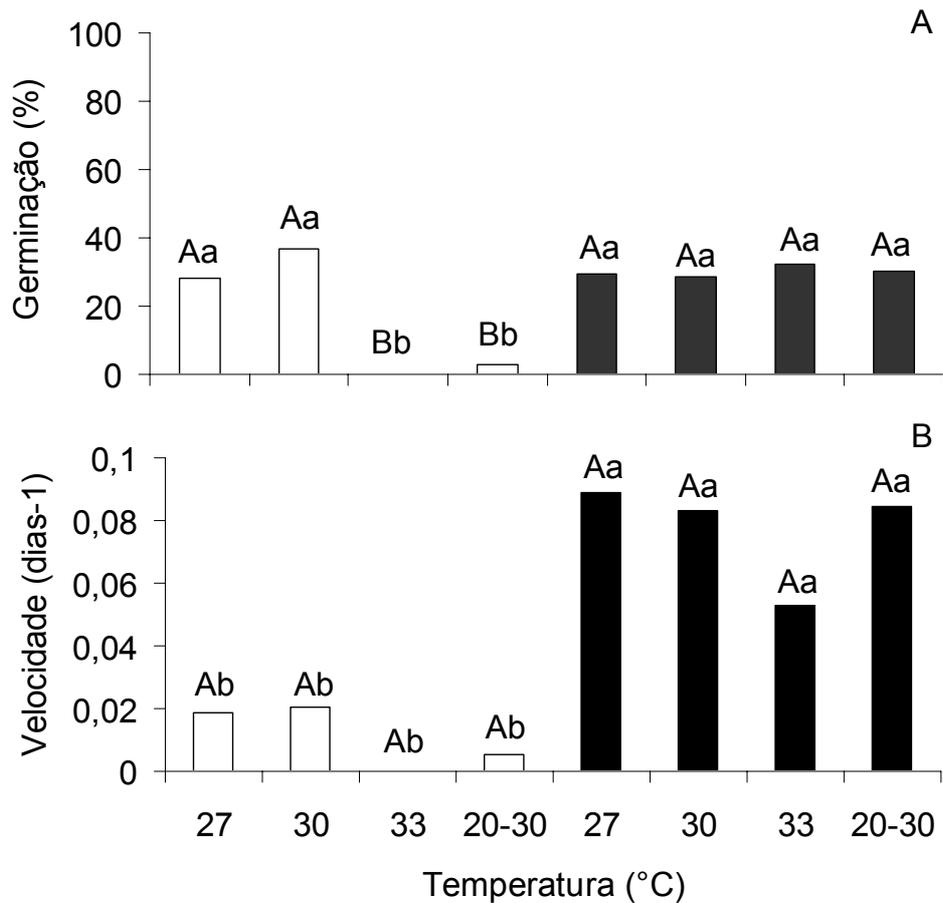


Figura 3. Valores médios de porcentagem (A) e velocidade de germinação (B) de sementes de *C. sylvestris* dos lotes SP (□) e PR (■), submetidas à diferentes temperaturas em estufa tipo BOD. Letras maiúsculas comparam as temperaturas e as minúsculas comparam os lotes ($P < 0,05$).

A temperatura influencia a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, modificando a velocidade das reações químicas que irão acionar o desdobramento, o transporte das reservas e a síntese de novas substâncias para a plântula (Baskin & Baskin 1988; Bewley & Black 1994). De maneira geral, temperaturas elevadas provocam diminuição do suprimento de aminoácidos livres, da síntese protéica e das reações anabólicas, podendo desnaturar proteínas e alterar a permeabilidade das membranas (Riley 1981; Taiz & Zeiger 2004). Ao contrário, temperaturas mais baixas, provocam atraso na germinação e no crescimento, devido à redução da atividade das enzimas envolvidas na respiração e no metabolismo (Simon *et al.* 1976; Okusanya 1980; Marcos Filho 2005). O tempo médio de germinação é importante para avaliar a rapidez para o estabelecimento de uma espécie em um determinado ambiente (Ferreira *et al.* 2001).

O comportamento de uma espécie quanto à capacidade germinativa varia de acordo com as condições ambientais que a população de origem está inserida. Sementes de *C. sylvestris* provenientes de populações do Rio Grande do Sul apresentam temperatura de germinação entre 20 e 25 °C e, tal resposta, pode ser um reflexo das condições ambientais experimentadas pela população que se situa no interior da mata, em local sombreado, sem variações drásticas nas temperaturas diárias e sazonais (Rosa & Ferreira 2001).

3.7. Influência de reguladores de crescimento

Em função da observação de baixa porcentagem de germinação e, do teste de tetrazólio ter indicado sementes viáveis, foram adicionados reguladores de crescimento ao meio germinativo como possíveis substâncias que auxiliassem na superação da dormência.

Verificou-se interação significativa entre os reguladores de crescimento e os lotes de diferentes procedências, tanto para porcentagem quanto para velocidade de germinação. Nas sementes do lote SP todos os reguladores de crescimento, nas concentrações testadas, reduziram

a porcentagem de germinação em relação ao grupo controle (Fig. 4A). Quanto à velocidade de germinação, nenhum tratamento diferiu do controle (Fig. 4B).

As sementes do lote PR não apresentaram alterações quanto à porcentagem de germinação em resposta à aplicação de reguladores de crescimento (Fig. 4A). Porém, a velocidade de germinação foi reduzida, em relação ao grupo controle, nas sementes embebidas em giberelina nas duas concentrações avaliadas (Fig. 4B).

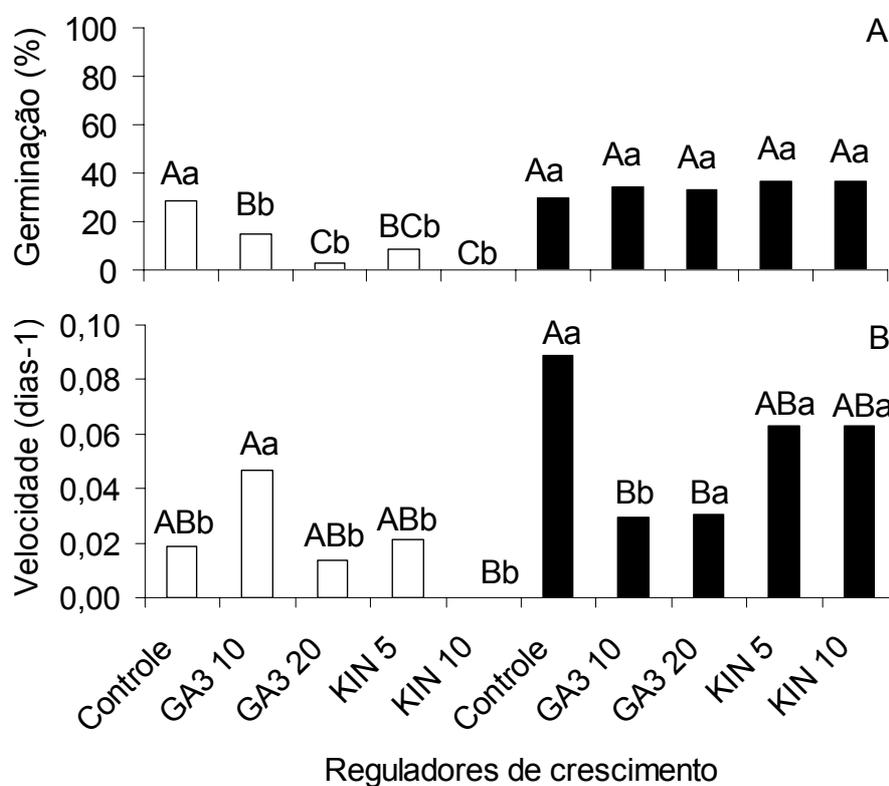


Figura 4. Valores médios de porcentagem (A) e velocidade de germinação (B) de sementes de *C. sylvestris* dos lotes SP (□) e PR (■) submetidas à diferentes reguladores de crescimento em diferentes concentrações, mantidas sob temperatura constante de 27 °C em estufa tipo BOD. Letras maiúsculas comparam os hormônios e as minúsculas comparam os lotes ($P > 0,05$).

A dormência das sementes pode ser ocasionada por uma alteração no balanço endógeno entre o ácido abscísico (ABA) e a giberelina (GA), pois o ABA inibe a síntese de proteínas, participando efetivamente no bloqueio do crescimento embrionário. Contudo, o bloqueio pode ser revertido pela giberelina, que estimula a síntese de enzimas que agem sobre as células do endosperma, aumentando o suprimento de água e promovendo hidrólise de reservas armazenadas e, dessa maneira giberelina e ABA são considerados antagônicos e, portanto, o balanço entre os reguladores de crescimento é mais importante que os valores absolutos de ABA e GA, bem como a sensibilidade dos tecidos a estes (Taiz & Zeiger 2004).

As citocininas induzem a germinação de algumas espécies, pois são capazes de promover o início de alguns processos críticos, como a expressão dos genes pela síntese de enzimas e da divisão celular (Hicks 1980; Franco & Ferreira 2002; Davies 2005).

Embora as citocininas e as giberelinas estimulem a quebra da dormência e a germinação de sementes de muitas espécies, o uso dessas substâncias, nessas concentrações, em sementes de *C. sylvestris* não foi eficaz em produzir aumentos na porcentagem e na velocidade de germinação (Fig. 4). Pode-se inferir que as concentrações utilizadas não foram adequadas às sementes desta espécie ou que a dormência não está regida somente por estas substâncias, lembrando ainda que a sensibilidade de um tecido vegetal a um hormônio apresenta variações.

3.8. Emergência de plântula

Os resultados encontrados para a emergência de plântulas provenientes de sementes de *C. sylvestris* mostraram que os lotes não apresentaram diferença significativa quanto à porcentagem e velocidade de emergência. Na figura 5 observa-se a frequência acumulada de emergência, na qual o início ocorreu em dias próximos (24 e 28). A inclinação da curva e a germinabilidade

foram similares para os dois lotes. O lote SP apresentou valores semelhantes de comprimento da parte aérea e da raiz e, quando comparados ao lote PR, ambos os valores foram reduzidos. O lote PR apresentou diferença significativa entre o comprimento da parte aérea e da raiz, sendo que a raiz apresentou valor superior em relação à parte aérea (Fig. 6A).

Com relação à massa fresca, o lote SP apresentou peso significativamente superior ao encontrado para o lote PR, embora este último tenha apresentado valores superiores de comprimento. Foi observado que as plântulas do lote PR eram muito delgadas, por isso apresentaram peso reduzido em relação ao lote SP (Fig. 6B).

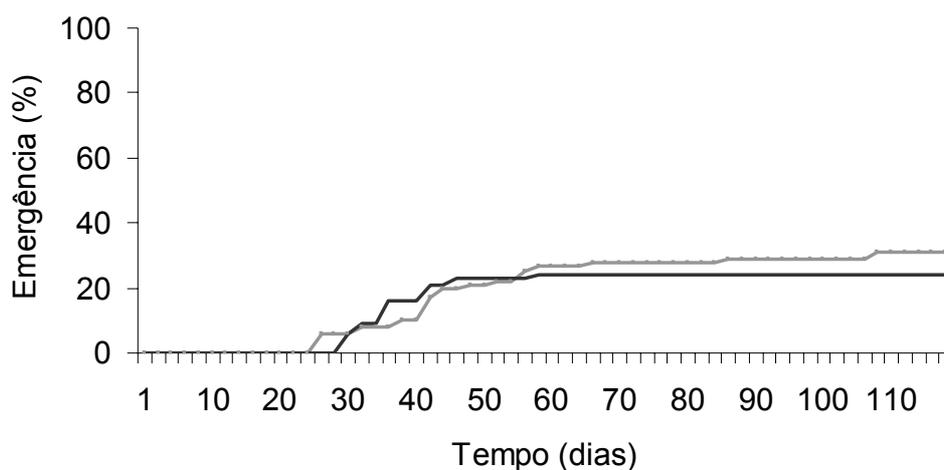


Figura 5. Frequência acumulada da emergência de plântulas de *C. sylvestris* dos lotes SP (-----) e PR (---), mantidas em casa de vegetação.

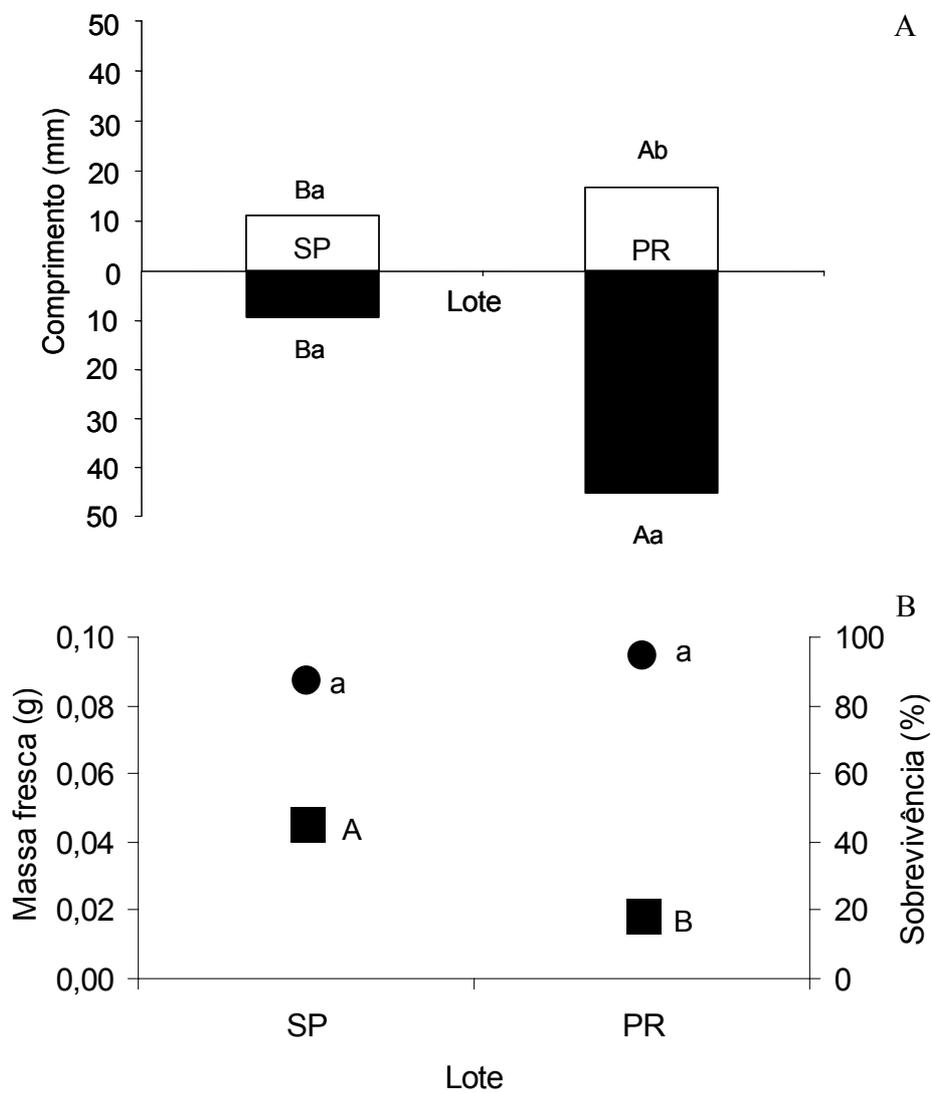


Figura 6. Valores médios do: A-comprimento da parte aérea (■) e da raiz (□); B-da massa fresca (■) e da sobrevivência de plântulas (●) de *C. sylvestris* dos lotes SP e PR, mantidas em casa de vegetação. Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre os lotes e as letras minúsculas entre a parte aérea e subterrânea das plantas dentro de um mesmo lote.

O desenvolvimento inicial das plântulas está intimamente relacionado com a quantidade de reservas disponíveis na semente, portanto, sementes maiores resultam em plântulas mais vigorosas. As plântulas provenientes de sementes menores necessitam de nutrientes advindos do meio, se alongando mais em busca de nutrientes (Baskin & Baskin 2001).

Outro parâmetro avaliado foi a sobrevivência das plântulas, a qual não apresentou diferença significativa entre os lotes (Fig. 6B). Resultados similares foram observados em estudos envolvendo *Lithospermum caroliniense* (Weller 1985).

O período de estabelecimento da plântula constitui a fase crítica do ciclo de vida das plantas, pois esta não possui a habilidade, que as sementes apresentam, para suportar as condições adversas e nem apresentam a robustez física adquirida com a idade. Este processo envolve ainda uma série complexa de transições estruturais e metabólicas que dependem de condições ambientais favoráveis. Assim, a mortalidade neste estágio de desenvolvimento é muito elevada (Kitajima & Fenner 2000; García-Núñez & Azócar 2004).

O polimorfismo das sementes interfere sobre o recrutamento de novos indivíduos dentro da população, uma vez que essa variação altera a porcentagem e a velocidade de germinação. Além disso, a plântula resultante pode variar, por influência genética, em tamanho, vigor, habilidade competitiva e no tamanho da planta adulta. Dessa maneira, estudos que avaliam o comportamento germinativo e o desenvolvimento de plântulas, a partir de sementes polimórficas, apresentam grande importância para o entendimento da dinâmica populacional (Baskin & Baskin 2001).

3.9. Teor de água e armazenamento

O teor de água das sementes de *C. sylvestris* do lote PR quando recebido para o experimento foi de 25,9% e, para o lote SP, não armazenado foi de 16,2%. Após, um ano de armazenamento as sementes de ambos os lotes reduziram o seu conteúdo de água em 65,02 e 76,35%, para SP e PR respectivamente (Tab. 4). Quando foram comparados os valores de teor de água com a porcentagem e velocidade de germinação, para o lote SP, constatou-se que houve redução de ambos os parâmetros, o que indica diminuição na viabilidade e no vigor das sementes deste lote. Porém, as sementes do lote PR, que apresentaram maior redução do teor de água durante o armazenamento, reduziram os valores de velocidade, indicando decréscimo do vigor e não da viabilidade. Durante o período de armazenamento, as sementes perderam em média 70% do conteúdo de água, no entanto, este valor corresponde a perda de apenas 0,001 mL de água por semente. Assim, o conteúdo de água perdido pode ter sido absorvido pela embalagem de papel, uma vez que o volume de água, presente, é pequeno.

Tabela 4. Valores médios de germinabilidade, IVG e teor de água de sementes *C. sylvestris* armazenadas, em geladeira, por um período de um ano para o lote PR e lote SP, comparados aos valores das sementes não armazenadas.

		SP	PR
Não armazenada	Germinabilidade (%)	28,3	29,6
	Velocidade de germinação (dias -1)	0,019	0,089
	Teor de água (%)	14,5 ± 3,5	22,86 ± 4,5
Armazenada	Germinabilidade (%)	7,00	32,5
	Velocidade de germinação (dias -1)	0,007	0,056
	Teor de água (%)	9,9 ± 0,36	7,0 ± 0,84
	Redução do teor de água (%)	65,02	76,35

De acordo com Lorenzi (2002) as sementes de *C. sylvestris* não suportam o armazenamento prolongado sendo sugerido que estas fossem plantadas logo após a retirada do fruto. Porém, neste estudo constatou-se que lotes de sementes desta espécie mantêm a viabilidade durante um período de até dois anos.

4. CONCLUSÕES

- As fenofases reprodutivas ocorrem em diferentes meses de acordo com o local onde vegetam as plantas;
- Foi comprovada a existência da variação quanto ao comportamento germinativo e a produção de plântulas de sementes provenientes de diferentes localidades.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Absy, M. L.; Scavone, O. 1973. Sobre a morfologia e a anatomia da *Casearia sylvestris* Swartz.

Boletim de Zoologia e Biologia Marinha 30: 641-676.

Alice, C.B.; Siqueira, N.C.S.; Mentz, L.A.; Silva, G.A.A.B. de & José, K.F.D. 1995. **Plantas medicinais de uso popular: Atlas farmacognóstico.** ULBRA, Canoas. 207p.

Almeida, S.P.; Proença, C. E. B.; Sano, S. M.; Ribeiro, J.F. 1998. **Cerrado: espécies vegetais úteis.** EMBRAPA-CPAC, Planaltina 464p.

Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook.** Springfield: AOSA, 1983. 88p.

Baskin, C. C. & Baskin, J. M. 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany 7(2):** 286-305.

Baskin, C. C. & Baskin, J. M. 2001. Causes of within-species variations in seed dormancy and germination characteristics. Pp.181-237. In: **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.** Academic Press, New York.

Baskin, C. C.; Milberg, P.; Andersson, L. & Baskin, J. M. 2004. Germination ecology of seed of the annual weeds *Capsella sursa-pastoris* and *Descurainia Sophia* originating from high northern latitudes. **Weed Research 44:** 60-68.

Backes, P. & Irgang, B. 2002. **Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico.** Impressora Pallotti, Vila flores 316p.

Bewley, J.D. 1978. Dormancy breaking by hormones and other chemicals action at the molecular level. 219-240 Pp. In: Rubenstein, J.; Phillips, R.L.; Green, C.E.; Gengenbach, B.G. **The plant seed development, preservation and germination.** Academic Press, New York.

- Bewley, J. D. & Black, M. 1994. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. Plenum Press, New York 445p.
- Biruel, R. P. 2006. Caracterização e Germinação de Sementes de *Aegiphyla Sellowiana* Cham. Tese de Doutorado – PPG-ERN, Universidade Federal de São Carlos.
- Borges MH., Soares AM., Rodrigues VM., Oliveira F., Fransheschi AM., Rucavado A., Giglio JR., Homsí-Brandeburgo MI. 2001. Neutralization of proteases from *Bothrops* snake venoms by the aqueous extract from *Casearia sylvestris* (Flacourtiaceae). **Toxicon** **39**: 1863-1869.
- Bradford, K. J. 1995. Water relations in seed germination. Pp. 351-396. In: J. Kigel & G. Galili. **Seed Development and Germination**. Academic Press, New York.
- Brasil. 1992. Ministério da agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. SND/DND/CLV, Brasília 365p.
- Castro, R. D. & Hilhorst, H. W. M. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. Pp. 147-162. In: Ferreira, A. G. & Borghetti, F. 2004. **Germinação: do básico ao aplicado** Artmed, Porto Alegre.
- Davies, P. J. 2005. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action** Kluwer, Academic Publishers. 750p.
- Delouche, J.C. Standardization of vigor tests. **Journal of Seed Technology**, v.1,p.75-86,1976.
- Dirzo, R. & Sarukhán, J. 1984. **Perspectives on plant population ecology** Massachusetts, Sinauer Associates, 478p.
- Felippe, G. M. 1990. Germinação de *Bidens gardneri* Baker, uma planta anual dos cerrados. **Hoehnea** **17**: 7-11.

- Fenner M. 2000. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. CAB international, Wallingford 260p.
- Fenner M. & Thompson, K. 2005. **The Ecology of Seeds**. Pp. 1-31. Cambridge University Press.
- Ferreira, A. G.; Cassol, B.; Rosa, S. G. T.; Silveira, T. S.; Stival, A. L. & Silva, A. A. 2001. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **15**(2): 231-242.
- Finch-Savage, W. E. & Leubner-Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist** **171**: 501-523.
- França Neto, J.B.; Krzyzanowski, F.C. & Costa, N.P. 1998. O teste de tetrazólio em sementes de soja. EMBRAPACNPSO, Londrina. 72p.
- Franco, E. T. H. & Ferreira, A. G. 2002. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Didimopanax morototoni* (Aubl.) Dcne. Et Planch. **Ciência Florestal** **12**(1): 1-10.
- Garcia, Q. S. & Diniz, I. S. S. 2003. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. **Acta Botanica Brasilica** **17**(4): 487-494.
- Garcia, Q. S. & Sharif, R. R. 1995. Germinação e dormência em aquênios de *Acanthospermum hispidum* DC, uma espécie invasora. **Revista Brasileira de Botânica** **18**(1): 17-25.
- García-Núñez, C. & Azócar, A. 2004. Regeneration ecology of savanna trees. **Ecotropicos** **17**(1-2): 1-24.
- Godoy, S. M. A. & Felipe, G. M. 1992. *Qualea cordata*: a semente e sua germinação. **Revista Brasileira de Botânica** **15**(1): 17-21.
- Hicks, G. S. 1980. Patterns of organ development in plant tissue culture and the problem of organ determination. **Botanical Review** **46**(1): 1-23.

- Hilhorst, H. W. M. 1995. A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. **Seed Science Research** 5:61–73.
- Kitajima, K. & Fenner, M. 2000. Ecology of seedling regeneration. Pp. 331-359. In: Fenner, M. **Seeds: The ecology of regeneration in plant communities**. 2 ed. CABI publishing, UK.
- Klein, R.M. & Sleumer, M.O. 1984. Flacourtiáceas. Pp. 78-87. In: Reitz, P.R. **Flora Ilustrada Catarinense**.
- Krzyzanowski, F. C. ; Franca Neto, ; B, J. ; Costa, N. P. 1991. Efeito da Classificacao de Semente de Soja por Tamanho Sobre Sua Qualidade e a Precisão de Semeadura. **Revista Brasileira de Sementes** 13(1): 59-68.
- Labouriau, L. G. & Agudo, M. 1987. On the physiology of seeds germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 59(1): 37-56.
- Labouriau, L.G. 1983. **A germinação das sementes**. Washington: OEA 174p.
- Lemos Filho, J. P. Guerra, S. T. M.; Lovato, M.B. & Scotti, M. R. M. M. L. 1997. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multifuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 32(4): 357-361.
- Lopes, A.M.V. 1997. **Plantas usadas na medicina popular do Rio Grande do Sul** Santa Maria, INCOGRAPH 49p.
- Lorenzi, H. 2002. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas do Brasil**. 4 Ed. Nova Odessa: Plantarum 368p.
- Marcos Filho, J. 2005. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas** FEALQ, Piracicaba 495p.
- Marquete, M. 2001. Reserva Ecológica do IBGE (Brasília-DF): Flacourtiaceae. **Rodriguésia** 80(52): 5-16.

- Mendez, M. 1997. Sources of variation in seed mass in *Arum italicum*. **International Journal of Plant Sciences** **158**: 298–305.
- McArthur, R.; Wilson, E. O. 1967. **The theory of Island biogeography**. Princeton University Press, New Jersey 203p.
- Montanari Júnior, I. 2002. Aspectos da produção comercial de plantas medicinais nativas. **Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas Biológicas e Agrícolas – UNICAMP**. (<http://www.cpqba.unicamp.br/plmed/artigos/producao.htm>).
- Nakagawa, J. 1994. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. Pp.59-65 In: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes** FUNEP, Jaboticabal.
- Okusanya, O. T. 1980. Germination and growth of *Celosia cristata* L., under various light and temperature regimes. **American Journal of Botany** **67**(6): 854-858.
- Riley, G. J. P. 1981. Effects of high temperature on protein synthesis during germination of Maize (*Zea mays* L.). **Planta** **151**: 75-80.
- Rizzini, C. T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2ªed. Âmbito cultural, Rio de Janeiro 747p.
- Rosa, S.G.T. & Ferreira, A.G. 2001. Germinação de Sementes de Plantas Mediciniais Lenhosas. **Acta Botânica Brasileira** **15**(2): 147-154.
- Santana, D. G. & Ranal, M. A. 2004. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Editora Universidade de Brasília, Brasília 247 p.
- Scavone, o.; Grecchi, R.; Panizza, S.; Silva, R.A.P. de S. 1979. Guaçatonga (*Caseraia sylvestris*): aspectos botânicos da planta, ensaio fitoquímico e propriedades cicatrizantes de folha. **Anais de Farmácia e Química** **19**: 73-82.
- Silva Júnior, M. C. da. 2005. **100 árvores do cerrado: guia de campo** Rede de sementes do cerrado, Brasília p. 278.

- Simões, C. M. O.; Mentz, L. A.; Schenkel, E. P.; Irgang, B. E. 1986. **Plantas da medicina popular no Rio Grande do Sul**. 5ªed. Universidade/UFRGS, Porto Alegre 174p.
- Simon, E. W.; Minchin, A.; Mcmenamin, M. M. & Smith, J. M. 1976. The low temperature limit for seed germination. **New Phytologist** 77: 301-311.
- Taiz, L; Zeiger, E. 2004. **Fisiologia Vegetal** 3ªed. Artmed, Porto Alegre 719p.
- Torres, R.B. & Yamamoto, K. 1986. Taxonomia das espécies de *Casearia* Jacq. (Flacourtiaceae) do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 9: 239-258.
- Vieira, R.E., Silva, S.R., Alves, R.B.N., Silva, D.B., Wetzel, M.M.V.S., Dias, T.A.B., Udry, M.C. & Martins, R.C. 2002. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: resultados da primeira reunião técnica**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Ibama, CNPq, Brasília.
- Weller, S. G. 1985. Establishment of *Lithospermum caroliniense* on sanddunes: The role of mass. **Ecology** 66: 1893-1901.
- Zar, J. H. 1999. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, New Jersey 663p.

***Casearia sylvestris* Sw.: ESTRUTURA POPULACIONAL, REPRODUÇÃO
VEGETATIVA, MORFO-ANATOMIA E EFEITO ALELOPÁTICO DA
RAIZ**

RESUMO – (*C. sylvestris* Sw.: Estrutura populacional, reprodução vegetativa, morfo-anatomia e efeito alelopático da raiz). *C. sylvestris* apresenta grande importância econômica e social devido a seu uso como fitoterápico. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar a estrutura populacional e o padrão de distribuição espacial de *C. sylvestris* em uma área de cerrado *sensu stricto*, promover a reprodução desta espécie através de propagação vegetativa, determinar a origem das gemas em estacas radiculares através de estudos anatômicos e averiguar o potencial alelopático de compostos presentes nas raízes desta espécie. A distribuição espacial foi aleatória e, após o incêndio na área passou a ser agregada. Foi observado que a população de clones apresenta-se em crescimento enquanto a de matriz não. No processo de propagação por estaquia caulinar foi observado pequeno enraizamento, apenas nas estacas tratadas com uma mistura de ANA e AIB em concentrações elevadas (25%). Por outro lado, a estaquia radicular apresentou 70% das estacas com produção de brotos. Através das observações anatômicas foi comprovado que é uma raiz gemífera e, que provavelmente as gemas apresentam origem endógena e reparativa. O extrato obtido por meio de maceração estática de raiz reduziu a velocidade de germinação de alface e gergelim, mas não alterou a porcentagem de germinação.

Termos para indexação: Estrutura populacional, brotamento, clone, propagação vegetativa, anatomia, alelopatia

ABSTRACT – (*Casearia sylvestris* Sw.: Population structure, vegetative reproduction, morphology and allelopathic effect of the root). *C. sylvestris* presents a great economic and social importance which had its use as phytotherapeutic. Thus, the objective of this study was to analyze the population structure and the spatial standard distribution of *C. sylvestris* in an area of savanna *sensu stricto*, promote the reproduction of this species through vegetative propagation, to determine the origin of buds in root cutting through anatomical studies and to inquire the allelopathic composite potential in the roots. The space distribution was random and, after fire occurrence in the area became aggregate. It was observed that the population clones growing while the plant-mother population is not. In the stem cutting was observed small rooting (25%) only in the cutting dealt with a mixture of ANA and AIB in higher concentrations. By the other side, the root cutting presented 70% of production shoots. Through the anatomical comments it was proven that it is a root bud and probably the buds present endogenous and reparative role. The aqueous extract from root reduced the germination rate of lettuce and sesame, but did not modify the final germination percentage.

Index terms: population structure, resprouting, clone, vegetative propagation, anatomy, allelopathy

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Casearia sylvestris* Swartz, popularmente conhecida como chá-de-bugre, cafezeiro-do-mato ou guaçatonga, pertence à família Salicaceae e é classificada como perenifólia ou semidecídua, heliófita ou esciófita e higrófita seletiva (Lorenzi 1992). Devido a sua alta capacidade adaptativa, esta espécie ocorre em praticamente todo o território brasileiro, apresentando grande variação morfológica das folhas, ramos, flores, frutos e sementes (Torres & Yamamoto 1986; Backes & Irgang 2002; Lorenzi 2002).

A espécie *C. sylvestris* vem sendo bastante estudada quanto aos seus princípios farmacológicos, uma vez que as propriedades fitoterápicas de suas folhas e cascas foram identificadas como antidiarréicos, anti-reumáticos, diuréticos, antiinflamatórios, antipiréticos (Simões *et al.* 1986; Lopes 1997; Alice *et al.* 1995), antifídicos (Klein & Sleuman 1984; Borges *et al.* 2001) e é utilizada na medicina veterinária para expulsão da placenta de animais após o parto (Simões *et al.*, 1986; Lopes 1997). Além do uso farmacológico, esta espécie apresenta grande importância para o repovoamento de áreas degradadas (Lorenzi 1992).

Devido ao uso popular, a *C. sylvestris* é econômica e socialmente importante, sendo considerada prioritária na lista de espécies a serem investigadas e assim, são primordiais estudos sobre esta espécie possibilitando futuros planos de conservação e manejo sustentável (Vieira *et al.* 2002).

Rizzini (1997) constatou a presença de raízes gemíferas no sistema subterrâneo de *C. sylvestris*, característica esta, que está intimamente vinculada a distúrbios e promove alterações estruturais na comunidade (Bellingham & Sparrow 2000), nos padrões reprodutivos das populações clonais (Handel 1985; Bond & Midgley 2001), alterações na distribuição espacial de espécies (Bellingham & Sparrow 2000), na diversidade genética (Handel 1985) e na relação entre

o número de caules originados pela rebrota de raízes e de indivíduos advindos da germinação de sementes (Young *et al.* 1987; Kennard *et al.* 2002; Marod *et al.* 2002).

A fragmentação das raízes gemíferas possibilita a propagação vegetativa das plantas (Rizzini & Heringer 1961; 1966; Carvalho 1993), em espécies que não produzem sementes ou as produzem em pequenas quantidades. Esta característica é primordial para a perpetuação da espécie (Graziano 1990; Carvalho 1993). Além da importância ecológica, a formação de gemas em sistemas subterrâneos também tem relevância quando se trata de propagar plantas com interesse econômico (Dietrich *et al.* 1988; Graziano 1990; Rocha & Menezes 1997).

Em espécies como a *C. sylvestris*, que apresentam sementes com baixa viabilidade (Lorenzi 1992) e intensa predação por larvas de insetos, pode-se optar pela propagação assexuada, que envolve a reprodução através de partes vegetativas das plantas, isso é possível devido à presença de órgãos com capacidade de regeneração (Hartmann 2002).

Os sistemas subterrâneos possuem diferentes características morfo-anatômicas (Dietrich & Figueiredo-Ribeiro 1985; Sajo & Menezes 1986), podendo apresentar natureza estrutural complexa. Visto que os sistemas subterrâneos podem ter origem radicular, caulinar ou mista, as observações baseadas somente na morfologia externa são insuficientes para identificar sua natureza estrutural e, conseqüentemente, análises anatômicas são fundamentais (Hayashi 2003).

A influência direta no padrão de distribuição espacial das populações em áreas alteradas por distúrbios é uma das possíveis conseqüências da rebrota de raízes, que seria refletida no aumento da abundância de indivíduos e na sua agregação (Lacey & Johnston 1990; Penha 2004).

Um outro fator que afeta a distribuição das populações é a liberação de metabólitos primários e secundários no ambiente que podem interferir no desenvolvimento da vegetação adjacente, fenômeno denominado alelopatia (Rice 1984). Esse fenômeno é um processo ecológico importante em ecossistemas naturais e manejados, influenciando na sucessão vegetal

primária e secundária, na estrutura, composição e dinâmica de comunidades vegetais nativas ou cultivadas (Chou 1986; Rizvi *et al.* 1992; Reigosa *et al.* 1999; Scrivanti *et al.* 2003). A liberação dessas substâncias no ambiente, denominadas por aleloquímicos, podem ocorrer através da volatilização pelas partes aéreas da planta; pela lixiviação das superfícies do vegetal através da chuva, orvalho e neblina, pela exsudação pelas raízes, decomposição de resíduos vegetais e a lixívia de serapilheira (Whittaker & Feeny 1971; Chou 1986; Anaya 1999; Maraschin-Silva & Áquila 2006).

O objetivo do presente estudo foi analisar a estrutura etária e o padrão espacial de *C. sylvestris* em uma área de cerrado *sensu stricto*, promover a reprodução desta espécie através de propagação vegetativa, determinar a origem das gemas em estacas radiculares e averiguar o potencial alelopático de possíveis compostos lixiviados das raízes pela água das chuvas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A coleta do material biológico utilizado na realização deste trabalho e o levantamento da população de *C. sylvestris* foram realizados na área de reserva de cerrado “*sensu stricto*” da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* São Carlos (21°58’22”00’ S e 47°51’47”52’ W). Todos os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Ecofisiologia da Germinação de Sementes e no Jardim Experimental, ambos pertencentes ao Departamento de Botânica da UFSCar.

2.1 Estrutura populacional de *Casearia sylvestris* pertencente à área de reserva de Cerrado da UFSCar

Para verificar a estrutura etária e o padrão de distribuição espacial da população de *Casearia sylvestris*, foi realizada amostragem de indivíduos através do método de transecto (Penha 2004). Cada matriz foi considerada um ponto e a partir de cada ponto, todos os indivíduos (rebrotos e matrizes) foram analisados, em um raio de 2m. A amostragem foi realizada de maio a outubro de 2006.

Com o auxílio de uma enxada de mão as raízes das plantas foram expostas e assim, foi possível identificar as matrizes, em função da presença de raiz primária e, os rebrotos com origem a partir das raízes secundárias, as quais se apresentavam dispostas paralelamente ao solo (Fig. 1).

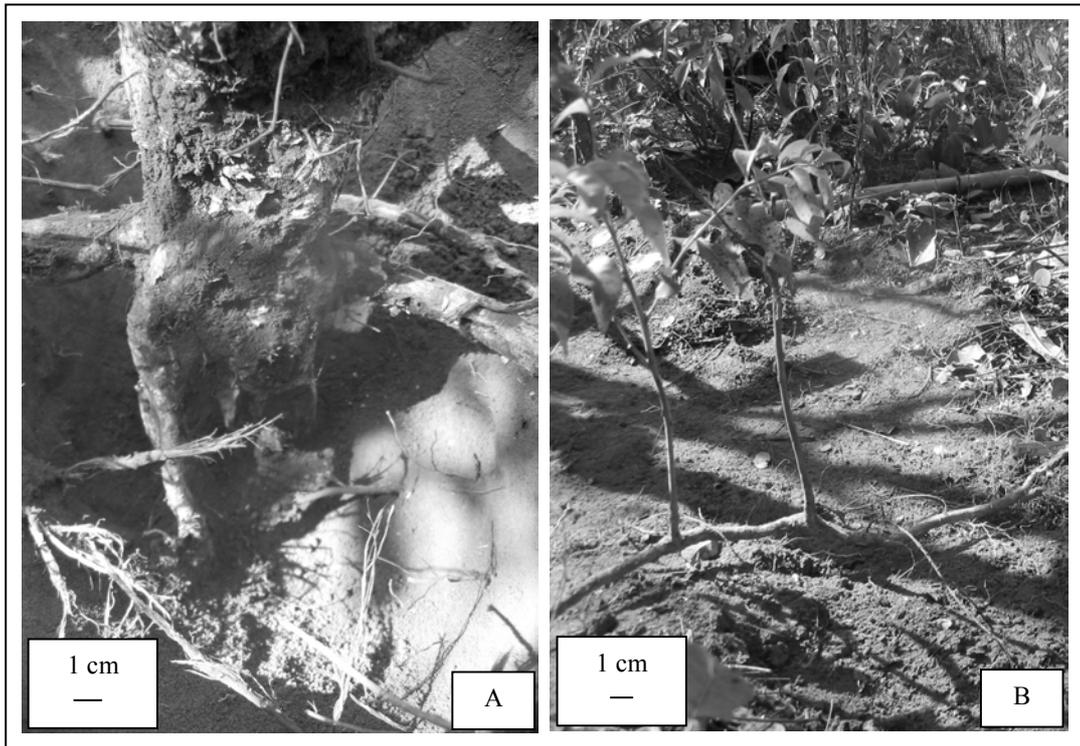


Figura 1. (A) Matriz com raiz primária (seta) e (B) clones originados de raiz gemífera (seta).

Utilizando-se um paquímetro digital e fita métrica foi medida a altura acima do solo, o diâmetro das raízes, da base do caule (DBC) e a distância entre a matriz e o clone.

Para analisar a distribuição etária da população de *C. sylvestris* foram confeccionados gráficos de distribuição de altura, diâmetros das raízes e da base do caule. Esses parâmetros foram divididos em classes de tamanho pela fórmula A/k , onde A é a amplitude entre o maior e o menor valor e k , o número de intervalo de classes, definido pelo algoritmo de Sturges $(1+3,3 \log_{n10})$, onde n é o número total de indivíduos amostrados) (Gerardi & Silva 1981; Souza & Coimbra 2005).

Na análise da distribuição espacial foram utilizados dois índices, o de dispersão (ID), dado pela fórmula: $ID = S^2/M$ (onde, S^2 = variância do número de indivíduos e M = média do número de indivíduos) e o de Morisita (IM), dado pela fórmula $IM = q \sum n(n-1)/N(N-1)$ (onde, q

= número total de parcelas amostradas, n = número de indivíduos na i -ésima parcela e N = número total de indivíduos amostrados). Segundo Brower e Zar (1984) o ID pode ser influenciado pelo tamanho da população e das parcelas, porém, o IM não apresenta esta característica, não sendo afetado pela remoção aleatória dos membros da população. O padrão espacial é considerado aleatório quando $ID = 1$, regular se $ID < 1$ e agrupado se $ID > 1$. Como os dados não seguem uma distribuição normal, o teste de χ^2 foi utilizado para comprovar estatisticamente que o valor encontrado diferia de um (Brower & Zar 1984, Souza & Coimbra 2005).

2.2 Reprodução vegetativa

A. Estaquia caular

A coleta das estacas caulinares foi realizada ao acaso em matrizes da espécie *Casearia sylvestris*, em agosto de 2005 (estação seca) e fevereiro de 2006 (estação chuvosa). Com auxílio de tesouras de poda, as estacas foram retiradas da região basal da planta mãe, acondicionadas em embalagens de polietileno contendo água e levadas ao laboratório, onde foram mantidas em câmara tipo BOD a 18°C, com fotoperíodo de 12 h, até a montagem dos experimentos.

Foram preparadas estacas com 14 cm de comprimento, diâmetro entre 2,3 a 3,5 cm e com a presença de duas folhas no ápice (Hartman 2002). As estacas foram divididas em dois grupos: com ou sem corte lateral (ferimento) de 2 cm, que permaneceram com a base mergulhada em H₂O, AIB 100 mg/L, AIB 100 mg/L com boro, AIB 200 mg/L e AIB 200 mg/L com boro durante 24h e, em misturas de ANA 500 mg/L + AIB 1000 mg/L e ANA 250 mg/L + AIB 500 mg/L durante 5 segundos (Hartmann 2002). Cada estaca tratada foi inserida em um tubete

contendo substrato esterilizado (fibra de coco e vermiculita na proporção de 1:2), sendo que o lote foi dividido em dois grupos: substrato com ou sem a adição de micorriza, esta foi coletada em solo coberto com *Pinus* e adicionado ao substrato na proporção de 10:1. Foram utilizadas 4 repetições com 4 estacas cada. Os tubetes contendo as estacas permaneceram em bancada na casa de vegetação com 62,3% de luminosidade em relação ao ambiente, temperatura ambiente de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa (UR) em torno de 90%. Para a manutenção da UR foram instalados 15 “foguers” (nebulizadores) programados para serem ativados a cada 2h ao longo do dia durante três minutos.

Decorridos 60 dias foi avaliada a porcentagem de estacas enraizadas para cada um dos tratamentos, sendo consideradas enraizadas as estacas que apresentavam raízes com, no mínimo, 1 cm de comprimento. A presença de calos não incluiu as estacas na categoria de “enraizadas”.

B. Estaquia radicular

As estacas radiculares foram coletadas em janeiro (estação chuvosa) e maio de 2006 (estação seca), em áreas onde a densidade populacional apresentava-se elevada. Com o auxílio de uma enxada de mão, segmentos de raízes laterais superficiais foram removidos do solo e imediatamente levados ao laboratório em embalagem de polietileno. Foram preparadas estacas com 8 cm de comprimento e plantadas em profundidade aproximada de 1 cm em bandejas de plástico medindo 32 X 21cm contendo solo de cerrado com fibra de coco na proporção de 4:1. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação com temperatura variando entre 25 e 30 °C, 78,25% de luz em relação ao ambiente e regadas a cada três dias.

Após a emergência, as estacas brotadas foram transplantadas em caixas do tipo “tetrapack” contendo 1,5 Kg de solo de cerrado e fibra de coco (4:1). Foi acompanhado o crescimento dos clones durante oito meses após o transplante, utilizando-se os parâmetros altura,

número de folhas e diâmetro da base do caule, avaliados com auxílio de paquímetro digital e régua.

Para observar as variações entre as estações de coleta foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (Zar 1999). Todos os testes foram realizados utilizando-se o programa estatístico BioEstat 3.0 (Sociedade civil Mamirauá, CNPq).

2.3. Morfo-anatomia das raízes gemíferas

As amostras de estaca de raiz gemífera de *C. sylvestris* foram fixadas em CRAF, posteriormente desidratadas através da série etanólica (Johansen 1940) e incluídas em parafina. Os blocos obtidos foram seccionados transversalmente em micrótomo rotativo a 10-12 µm de espessura. Os cortes obtidos foram afixados em lâminas de vidro com o uso do adesivo de Bissing (Bissing 1974).

Para a realização da coloração permanente, o material foi desparafinado em xileno e hidratado em série etanólica e, em seguida, foi colocado seqüencialmente em ácido tânico (1%), cloreto férrico (3%), safranina (1%) e azul de astra (2%). As lâminas semipermanentes foram montadas com xarope de apáthy (sacarose e goma arábica). Foi realizado teste histoquímico utilizando-se material macerado e fixado ou em cortes transversais corados com lugol, para a detecção de amido (Kraus & Arduin 1997).

As fotomicrografias do material foram realizadas com câmera fotográfica Olympus PM-C35DX acoplada ao fotomicroscópio Olympus BX-41, com as escalas micrométricas fotografadas e ampliadas nas mesmas condições ópticas utilizadas.

2.4. Efeito alelopático das raízes de *C. sylvestris* em alface e gergelim

O material vegetal utilizado para a obtenção dos extratos foram segmentos de raízes laterais de *C. sylvestris* coletadas na reserva de cerrado da UFSCar, em julho de 2006. Como espécie - alvo foram utilizadas sementes de alface (*Lactuca sativa* cv. Branca Boston) e de gergelim (*Sesamum indicum* L.).

O material vegetal foi seco em estufa a 50 °C durante 48 h e os extratos foram preparados empregando-se o método de maceração estática. Utilizou-se 1g de raiz para 8mL de água destilada (concentração adotada como 100%) e a extração foi realizada no escuro em temperatura de 20 e 30±5 °C durante 12, 24 e 48 h, em estufa tipo BOD. Posteriormente os extratos foram filtrados em funil forrado com gaze.

O bioensaio foi realizado utilizando-se o extrato nas concentrações de 100, 50% ou água (controle). Quatro repetições de 30 sementes das duas espécies foram distribuídas em placas de Petri de 9 cm contendo duas folhas de papel de filtro umedecidas com 4,5 mL. Estas permaneceram em estufa tipo BOD durante dez dias, na ausência de luz, sob temperatura constante de 20 e 30 °C, para alface e gergelim, respectivamente. As sementes receberam luz por ocasião das contagens, que foram realizadas em intervalos de 12 h durante os sete primeiros dias, após este período os intervalos passaram a ser de 24 h.

2.5. Análise estatística

Foram calculadas a porcentagem (brotamento e germinação), a velocidade (brotamento e germinação), a frequência acumulada, a entropia informacional e a taxa de crescimento mensal dos brotos (Labouriau & Agudo 1987; Nakagawa 1994). Todos os dados de porcentagem de germinação ou brotamento foram transformados para $\arcsen\sqrt{G/100}$, como recomendado por Zar (1999).

O conjunto de dados dos testes de estaquia radicular, caulinar e de alelopatia, foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors (Kolmogorov-Smirnoff) para verificar a existência de normalidade. Como todos os dados não seguem distribuição normal foi aplicada uma análise de variância não paramétrica Kruskal-Wallis (Zar 1999). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico BioEstat 3.0 (Sociedade civil Mamirauá, CNPq).

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1. Estrutura populacional de *Casearia sylvestris* do Cerrado da UFSCar

A. Distribuição etária da população de *C. sylvestris*

A população de matrizes apresentou maior concentração de indivíduos na terceira classe de altura indicando possivelmente que esta população não está em crescimento (Fig. 2A). Porém, ao contrastar este resultado com o encontrado para o diâmetro da base do caule (DBC) (Fig. 2B), verificou-se que a maioria dos indivíduos da população concentrou-se na primeira classe de diâmetro. De acordo com estas observações, foi constatado que as plantas investem mais em

crescimento primário (altura) do que em secundário e a concentração de indivíduos na terceira classe de altura pode indicar interrupção no recrutamento e na reprodução da espécie, devido à presença de algum fator limitante (Marques & Jolly 2000).

De forma geral, o diâmetro do tronco mantém certa proporcionalidade com a idade da árvore (Antonini & Nunes-Freitas 2004) e, dessa forma, é possível afirmar que populações de indivíduos concentrados em classes de DBC mais elevados, estão em estágio de sucessão mais avançado, do que as com menor valor de DBC. Assim, estes indivíduos com maiores diâmetros de caule seriam reprodutivamente maduros e potencialmente capazes de manter o estoque de sementes na área em questão. Por outro lado, os indivíduos jovens garantiriam a manutenção da população, mesmo havendo alta taxa de mortalidade até o seu estabelecimento (Dislich & Mantovani 1998).

A maioria das populações de plantas apresenta uma distribuição com predominância de indivíduos nas classes com valores menores de altura e de diâmetro do caule e, poucos indivíduos nas outras classes (Solbrig 1981). Por exemplo, *Calophyllum brasiliense*, crescendo em uma floresta higrófila no sudeste do Brasil apresenta o tipo de distribuição etária em “J invertido”, que é um reflexo da ocorrência de maiores taxas de recrutamento e mortalidade nas classes com os menores valores, com progressiva redução nas classes englobando os maiores valores (Marques & Jolly 2000).

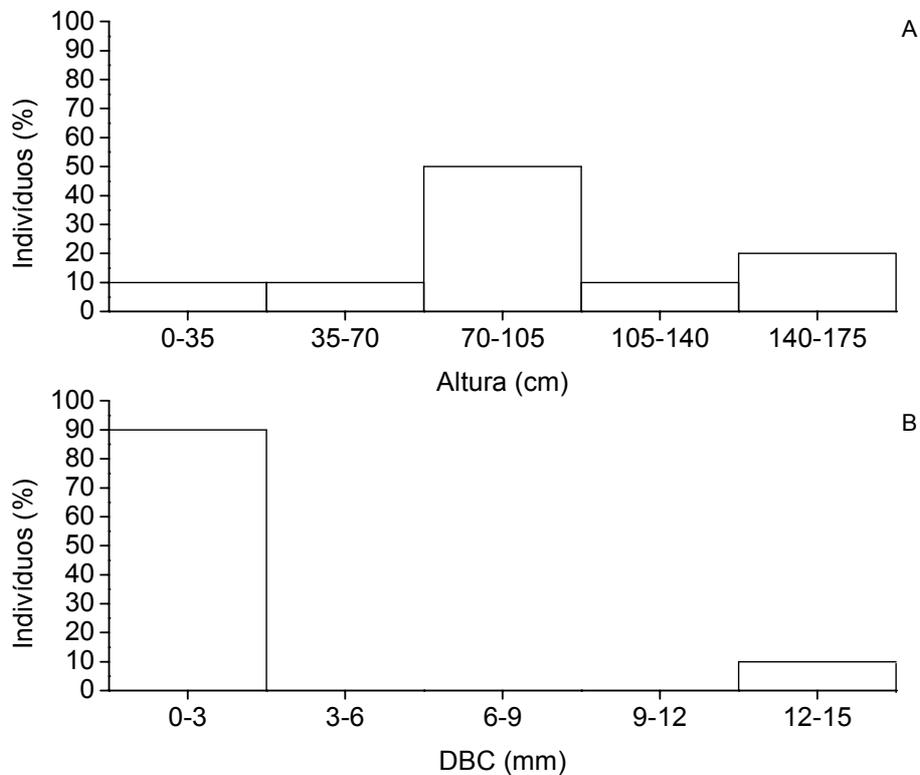


Figura 2. Distribuição em classes de (A) altura e de (B) DBC (diâmetro da base do caule) de indivíduos da população de matriz de *C. sylvestris*, em área de cerrado *sensu stricto* da UFSCar. A amostragem foi realizada de maio a outubro de 2006.

A população de rebroto apresentou maior número de indivíduos concentrados nas classes com valores inferiores de altura (Fig. 3A) e de DBC (Fig. 3B), com poucos indivíduos nas classes com valores superiores, indicando que esta população está em crescimento (Antonini & Nunes-Freitas 2004). Dessa maneira, pôde-se constatar que existe uma tendência na estratégia de ocupação da população de *C. sylvestris* estudada, visto que a população de rebroto apresentou

uma tendência nítida de crescimento (Fig. 3), o que não foi evidente para a população de *C. sylvestris* proveniente de sementes. A distribuição espacial dos indivíduos e as distâncias de recrutamento não são constantes em função do tempo e é o acúmulo destas modificações que determinarão o padrão espacial dos adultos (Augsburger 1983; Clark & Clark 1984; Sterner et al. 1986).

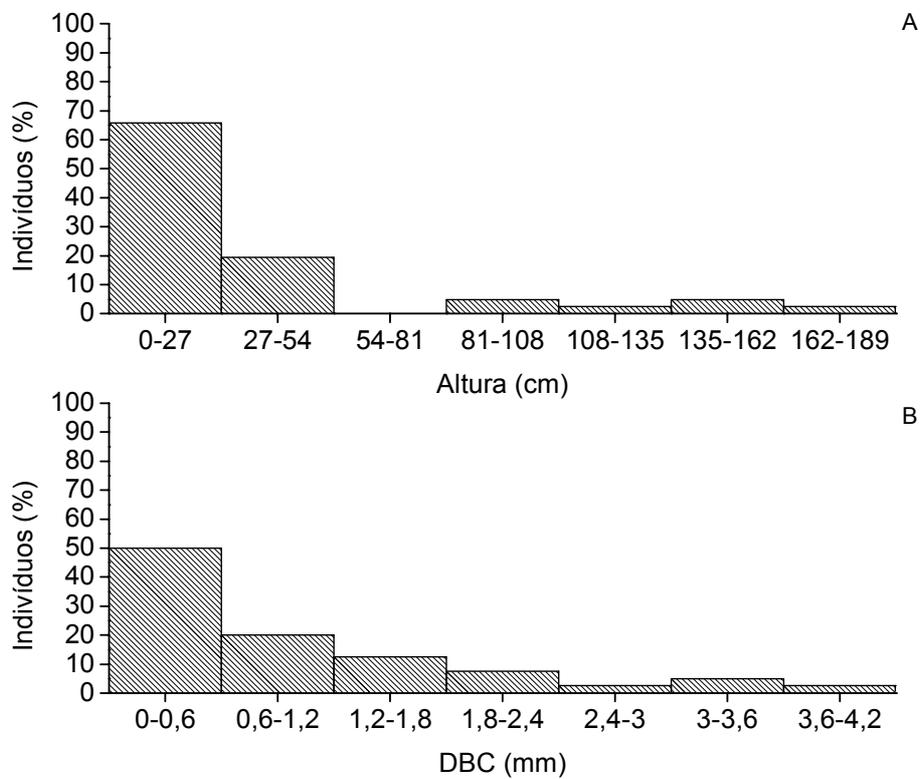


Figura 3. Distribuição em classes de (A) altura e de (B) DBC (diâmetro da base do caule) de indivíduos da população de rebroto de *C. sylvestris*, em área de cerrado *sensu stricto* da UFSCar. A amostragem foi realizada de maio a outubro de 2006.

A maioria das populações de espécies tropicais tem a mortalidade concentrada nas classes com menores valores de diâmetro e altura (Solbrig 1981) devido a presença de patógenos ou herbívoros e a competição entre plântulas ou entre plântulas e indivíduos adultos (Augsburger 1983; Swaine *et al.* 1987; Howe 1990). *C. sylvestris* apresenta grande vantagem na competição interespecífica, pois ao emitir brotos que são supridos pela raiz da planta que os originou, estas drenam recursos da planta de origem crescendo rapidamente. Foram observados brotamentos de *C. sylvestris* se desenvolvendo junto à plantas invasoras comprovando a vantagem competitiva da estratégia de reprodução desta espécie (Fig. 4).

As espécies invasoras podem representar sérias ameaças à flora do Cerrado competindo e eliminando as espécies nativas. Além disso, a notável presença de pequenas manchas de *Brachiaria decumbens*, planta exótica e fortemente invasora com monodominância nos locais de sua ocorrência, provavelmente estaria desfavorecendo a diversidade da flora nativa tendo em vista que o número de espécies por área geralmente é elevado no Cerrado e casos de monodominância são raros (Filgueiras 2002). Várias espécies de plantas daninhas são relatadas como agressivas por apresentar liberação de substâncias que possuem efeito alelopático (Gliessman 1983; Ito *et al.* 1987; Stevens & Tang 1987; Alsaadawi *et al.* 1990; Anaya *et al.* 1990; Chou 1999; Souza 2003).

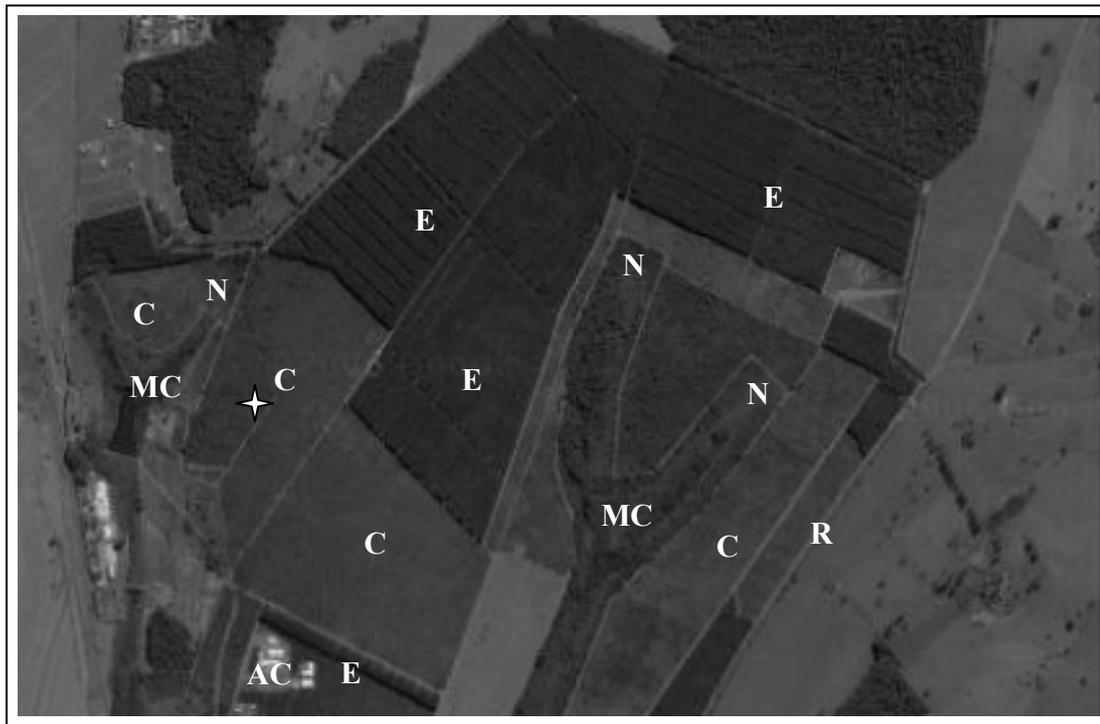


Figura 4. Brotamento de *C. sylvestris* desenvolvendo-se junto à um indivíduo de braquiária.

B. Distribuição espacial da população de rebroto

Na população estudada foram encontradas dez plantas-mãe e, apenas cinco dessas apresentavam produção de rebroto. Nas demais não foram encontradas raízes secundárias desenvolvidas. Em média, cada matriz apresentou 10 rebrotos. Na totalidade da população de *C. sylvestris* amostrada, 85% dos indivíduos eram originados via propagação vegetativa. A distância média entre os rebrotos e as matrizes foi de 77,4 cm, variando de 1 a 177 cm.

A área de cerrado onde foram conduzidas as coletas é delimitada por uma rodovia, pela área construída do *campus* e por áreas de cultivo de eucalipto (Fig. 5). Assim, apresenta distúrbios antrópicos constantes, porém de baixa intensidade. Durante a coleta dos dados foi verificada a ocorrência de incêndio na área de estudo. Como não havia número suficiente de indivíduos amostrados, foi dada continuidade à coleta.



Google

Figura 5. Reserva de Cerrado da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). C= Cerrado; MC= mata ciliar; E= área de plantação de eucalipto; AC= área construída da UFSCar; R= rodovia, N= nascente de água; ✦ área de coleta.

O padrão de distribuição espacial para a população de rebroto de *C. sylvestris* estudada antes do incidente de fogo foi aleatório, tanto para o Índice de Morisita ($IM = 0,31$) quanto para o Índice de Dispersão ($ID = 0,86$), não diferindo significativamente de um (χ^2 , $P < 0,05$). A falta de exigências nutricionais e hídricas para o desenvolvimento dos rebrotos e a possível estabilidade ambiental podem ser os fatores condicionantes da distribuição aleatória encontrada. Os dados registrados após o incidente de fogo, apresentaram diferenças no padrão de distribuição espacial dos rebrotos, o qual foi agregado, tanto para o Índice de Morisita ($IM = 5,39$) quanto para o Índice de Dispersão ($ID = 1,94$), diferindo significativamente de um (χ^2 , $P < 0,05$).

O balanço entre a produção de rebrotos e a germinação de sementes varia de acordo com a intensidade e frequência das perturbações e, com a composição da comunidade vegetal (Boucher *et al.* 1994; Bellingham *et al.* 1996; Hodgkinson 1998). Em ambientes savânicos, onde as perturbações são frequentes, as espécies se regeneram preferencialmente através da produção de rebrotos (Hoffmann 1998, 1999; Hodgkinson 1998; Grant & Loneragan 1999). Recentemente, a produção de rebrotos foi estudada como resposta à fragmentação florestal (Kauffman 1991; Kammesheidt 1999; Dickinson *et al.* 2000; Ghazoul & McLeish 2001; Kennard *et al.* 2002).

Perturbações ambientais interferem sobre a estratégia reprodutiva uma vez que reduzem a reprodução através de sementes e estimulam a formação e o desenvolvimento de gemas radiculares (Kauffman 1991). Os rebrotos apresentam um crescimento rápido, pois são nutridos, pelo menos em parte, através do sistema radicular bem estabelecido da matriz, que fica protegido sobre o solo. No entanto, as plântulas provenientes de sementes necessitam de um período maior para se estabelecer e ficam expostas a condições adversas (Rizzini & Heringer 1966; Kauffman 1991). Assim, o fogo, como uma perturbação ambiental, contribui positivamente para o crescimento de rebrotos, compensando os efeitos negativos ocasionados pela mortalidade de plântulas (Hoffmann 1998; 1999). Dessa maneira, o rebroto de raiz é um importante mecanismo de regeneração natural logo após a perturbação, pois proporciona o recobrimento rápido de áreas afetadas por distúrbios (Kammesheidt 1998; 1999; Kennard *et al.* 2002), garantindo a persistência de espécies na comunidade. Como consequência, pode garantir que outras espécies mais sensíveis à perturbação ou, mais exigentes, em relação a recursos ambientais, sejam recrutadas posteriormente (Penha 2004).

A ocorrência de distúrbios ambientais frequentes pode alterar a abundância e o padrão espacial de espécies arbóreas que apresentam rebrota a partir de raízes gemíferas (Achutti 1978; Penha 1998; Lookingbill & Zavala 2000; John *et al.* 2002; Bunyavejchewin *et al.* 2003; Schwarz

et al. 2003). A presença de raízes gemíferas, logo após a ocorrência de fogo, foi verificada por Rodrigues *et al.* (1990), Kauffman (1991), Matthes (1992), Castellani & Stubblebine (1993) e Hoffmann & Solbrig (2003). O brotamento de raiz, pode levar a um padrão agregado (Harper 1977; Moreira 1987; Oliveira *et al.* 1989; Meirelles & Luiz 1995; Dale 2000), pois, de acordo com Hutchings (1998), a distância média entre uma planta matriz e um novo broto leva em consideração o custo de produção e a permanência em locais favoráveis para o crescimento do broto, corroborando com as observações registradas para *C. sylvestris*, a qual apresentou padrão de distribuição espacial agrupado após a ocorrência de um intenso distúrbio.

O padrão de distribuição espacial pode ser alterado por fatores bióticos (propagação vegetativa, dispersão de sementes, interações intra e interespecíficas e diferentes estádios de desenvolvimento) e abióticos (luz, temperatura, solo, umidade e nutrientes) (Melo *et al.* 2004). Assim, um padrão de distribuição espacial pode ser resultante de um ou da interação de diversos fatores (Grau & Veblen 2000).

3.2. Propagação vegetativa de *Casearia sylvestris*

A. Estaquia Caulinar

Analisando-se os resultados obtidos constatou-se que poucos foram os tratamentos que promoveram o enraizamento das estacas caulinares. As estacas coletadas durante a estação seca apresentaram enraizamento somente quando tratadas com AIB 1000 + ANA 500, com corte lateral e inoculação de micorriza no substrato (Fig. 6A). As estacas coletadas na estação chuvosa apresentaram enraizamento quando tratadas com AIB 500 + ANA 250, com corte lateral ou das tratadas com AIB 1000 + ANA 500 que receberam ou não corte lateral, e inoculação de

micorriza no substrato (Fig. 6B). Não houve diferença significativa entre os tratamentos que promoveram o enraizamento.

Neste estudo constatou-se que as estacas de *C. sylvestris* que apresentaram formação do sistema radicular foram aquelas plantadas em substrato inoculado com fungos micorrízicos. Assim, a interação fungo-planta-reguladores de crescimento estimulou o enraizamento das estacas radiculares. Embora os resultados mostrem uma interação positiva entre os fatores analisados, o método utilizado para a estaquia caulinar desta espécie não foi eficaz na produção de mudas uma vez que foram poucos os tratamentos que promoveram o enraizamento. Além disso, as raízes das estacas se desenvolveram pouco e não houve desenvolvimento das gemas caulinares na parte aérea, assim não apresentaram produção de folíolos.

Nas espécies em que as estacas enraízam facilmente, estas podem ser colhidas em qualquer época do ano, enquanto nas demais, o período de maior enraizamento coincide com a estação de crescimento. Cada espécie apresenta um período do ano adequado à retirada de estacas, a qual está diretamente relacionada com a condição fisiológica da matriz (Hartman *et al.* 2002). Para a espécie *Feijoa sellowiana* Berg. as estacas coletadas durante o outono apresentaram resultados melhores às estacas coletadas durante o verão (Duarte *et al.* 1992). Para a espécie *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd a coleta do material no outono favoreceu o enraizamento, enquanto o peso e o comprimento de raízes obtidas foram maiores em estacas coletadas na primavera (Ono *et al.* 1994). Neste trabalho, as estacas que apresentaram maior número de tratamentos com resposta positiva, foram aquelas colhidas durante o verão, que é o período no qual a *C. sylvestris* não está investindo em produção de estruturas sexuais.

Blythe (2004) estudando a influência de auxinas sobre estacas caulinares de *Aglaonema modestum*, *Gardênia augusta*, *Ficus bejamina* e *Hedera helix*, constatou que todas as espécies estudadas apresentaram acréscimo na quantidade e no comprimento das raízes formadas, quando

tratadas com imersão rápida em mistura de ANA e AIB, corroborando com os resultados encontrados para *C. sylvestris*.

A utilização de bactérias no processo de propagação vegetativa pode aumentar o enraizamento de estacas (Rinallo *et al.* 1999; Saborio *et al.* 1999; Máfia *Et al.* 2005). Porém, constatou-se que fungos micorrízicos estimulam, aumentam e aceleram o desenvolvimento tanto de raízes quanto de caules adventícios e, aumentam a porcentagem de sobrevivência dos clones produzidos através desta técnica. Possivelmente, este evento ocorre devido à produção, pelos fungos, de substâncias que estimulam o enraizamento, como reguladores de crescimento (Hartmann *et al.* 2002).

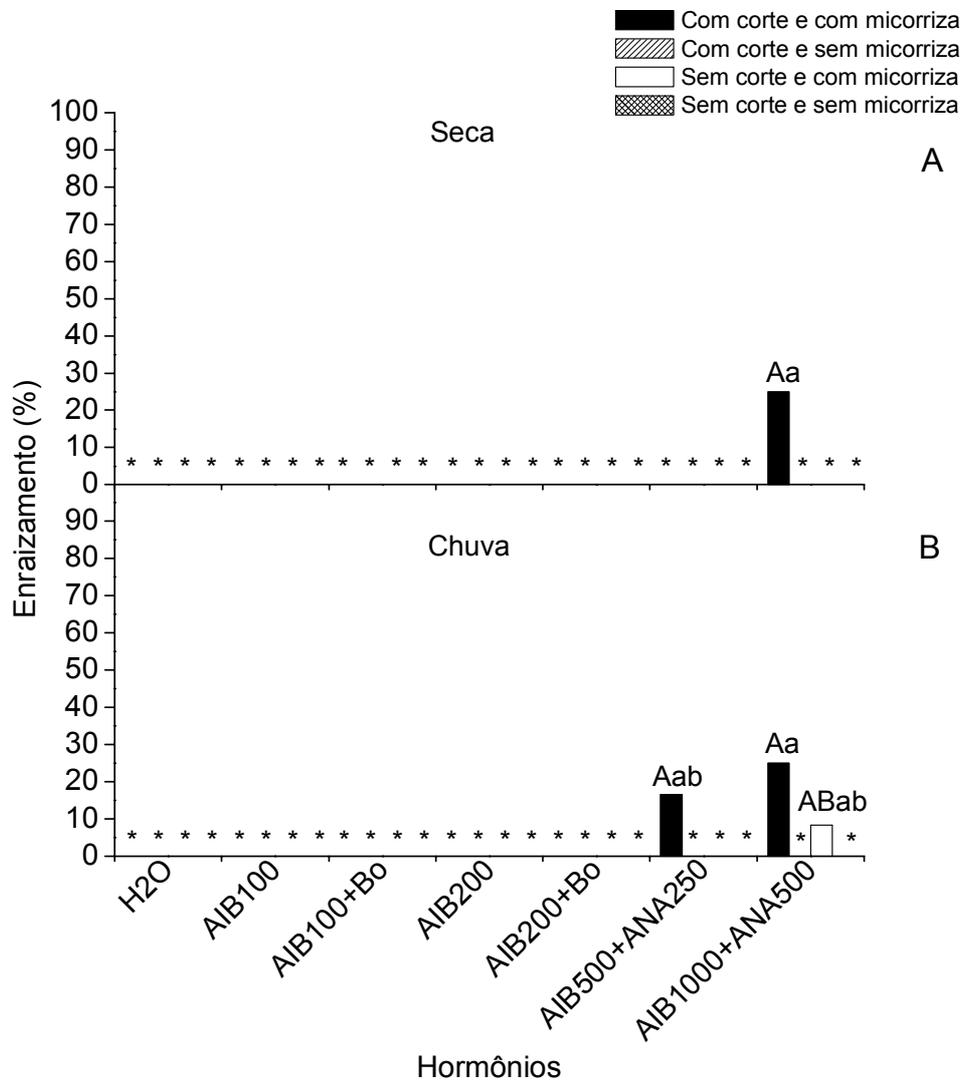


Figura 6. Porcentagem de enraizamento de estacas caulinares de *C. sylvestris*, tratadas ou não com reguladores de crescimento, coletadas em duas estações (A) seca e (B) chuvosa. As estacas apresentavam comprimento de 14 cm, com ferimento lateral ou não e plantadas em substrato com ou sem a adição de micorrizas. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa dentro do hormônio e as minúsculas entre os hormônios ($p < 0,05$). *Porcentagem de enraizamento nula.

B. Estaquia radicular

Observando-se os resultados obtidos para a porcentagem de brotamento das estacas radiculares de *C. sylvestris*, constatou-se que não houve diferença significativa entre as estações do ano, no qual foi realizada a coleta das estacas. Quanto à velocidade de brotamento, os resultados evidenciam que as estacas coletadas na estação chuvosa apresentaram brotamento muito mais rápido que àquelas coletadas na estação seca ($P < 0,05$, Kruskal-Wallis) (Fig. 7).

Os sistemas subterrâneos que apresentam potencial para formar gemas podem constituir importantes estruturas de propagação vegetativa (Rizzini & Heringer 1961; 1966; Figueiredo-Ribeiro *et al.* 1986; Lacey & Johnston 1990) e, o crescimento clonal depende da capacidade dos caules em formar raízes e/ou das raízes em formar caules (Groff & Kaplan 1988).

No presente estudo foi constatado que embora as coletas de estacas radiculares possam ser efetuadas em qualquer estação do ano, a mais apropriada, devido à maior velocidade de brotamento, é a estação chuvosa, na qual a *C. sylvestris* não está investindo em reprodução sexuada. Assim, a alocação de biomassa é voltada para o crescimento das partes vegetativas, podendo proporcionar maior acúmulo de reservas nos tecidos radiculares.

O carbono fixado no processo de fotossíntese pode ser alocado tanto para os tecidos vegetativos (parte aérea e raiz) quanto para os reprodutivos (semente), existindo uma competição entre estes tecidos. Os açúcares transportados para os tecidos vegetativos podem ser alocados para os processos de crescimento ou reserva. O processo de distribuição dos fotossintatos, que recebe influência do ambiente e dos hormônios, determina os padrões de crescimento, que deve ser equilibrado entre parte aérea e raiz, para que a planta consiga se desenvolver com sucesso (Taiz & Zeiger 2004).

Existe uma elevada correlação entre a taxa de crescimento anual da folha, do caule e da raiz, variando de acordo com a espécie (Niklas & Enquist 2002). O modelo teórico de equilíbrio

funcional prediz que a alocação de recursos entre partes da planta aumenta o desempenho de acordo com a disponibilidade de recursos (Agren & Franklin 2003). *Leandra lacunosa*, uma espécie arbustiva semidecídua de Cerrado, floresce na estação seca e produz gemas, brotos e folhas ao longo de todo o ano, indicando alta quantidade de fotossintatos em ambas as estações, devido à manutenção da área fotossintetizante (Damascos *et al.* 2005). A quantidade de reservas de carboidratos na raiz é um fator limitante para que a planta consiga rebrotar rapidamente, pois a formação de uma nova parte aérea completa é um processo complexo e demanda grandes quantidades de carbono (Canadell & Lopes-Soria 1998).

Poucos são os trabalhos que avaliam a capacidade reprodutiva de raízes gemíferas (Rizzini 1997; Hayashi, 1998; Stenvall 2006), embora já tenha sido constatada a presença desta estrutura em várias espécies. A maior parte dos trabalhos sobre brotamento de raízes gemíferas investiga a capacidade de rebrota em campo, as variações da estrutura etária (Achutti 1978; Penha 1998; Lookingbill & Zavala 2000; John *et al.* 2002; Bunyavejchewin *et al.* 2003; Schwarz *et al.* 2003; Penha 2004) ou estudos anatômicos (Menezes *et al.* 1969; Figueiredo 1972; Paviani 1972; 1977; 1978; 1987; Paviani & Haridasan 1988; Appezzato-da-Glória & Estelita 1995; 2000; Appezzato-da-Glória 2003; Hayashi 2003; 2001; Vihalva 2004).

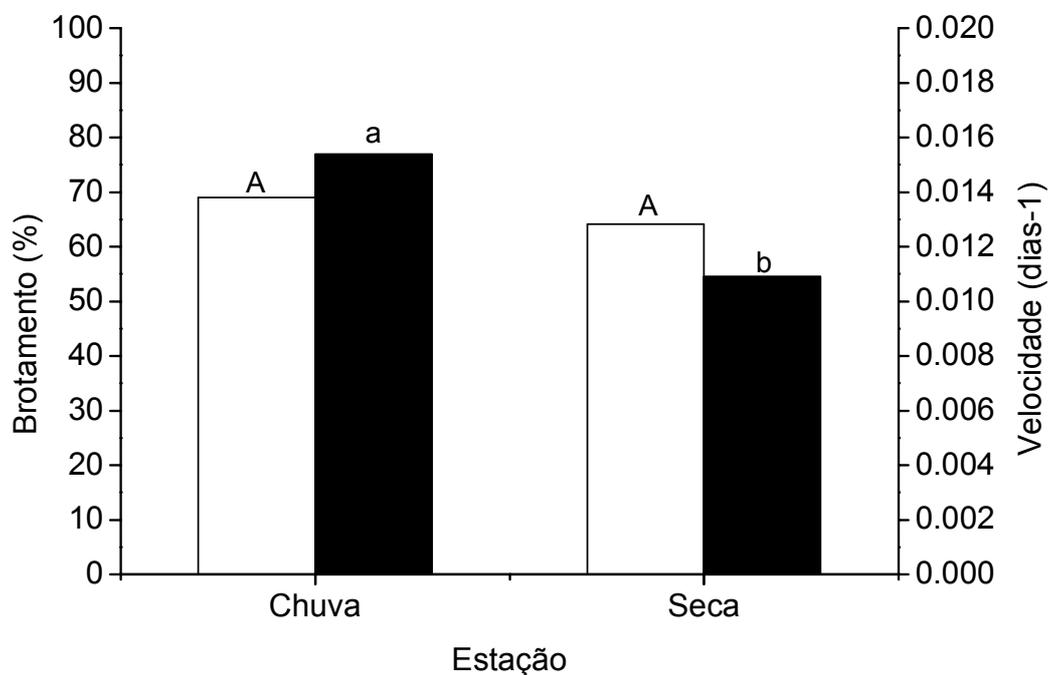


Figura 7. Valores médios de porcentagem (□) e velocidade (■) de brotamento de estacas radiculares de *C. sylvestris* coletadas nas estações seca e chuvosa. As letras maiúsculas comparam a porcentagem de brotamento e, as minúsculas a velocidade.

C. Crescimento dos clones originados de estacas radiculares

De acordo com os resultados do “*box-chart*”, foi constatado que o diâmetro da base do caule (DBC) (Fig.8B), o número de folhas emitidas (Fig.8C) e a altura (Fig.8D) dos clones obtidos a partir de estacas radiculares coletadas na estação seca apresentaram valores superiores às estacas coletadas na estação chuvosa. O único parâmetro que não apresentou este padrão foi o comprimento da raiz, no qual o resultado foi inverso (Fig.8A).

O diâmetro médio das estacas radiculares coletadas na estação seca foi de 20,4 mm, o que indica superioridade em relação às coletadas na estação chuvosa, as quais apresentaram diâmetro

médio de 4,7 mm (Fig. 9). As estacas com diâmetro superior apresentam maior capacidade de armazenar reservas, o que explica a produção de clones maiores a partir de estacas mais grossas (Fig. 8 B, C, D). Provavelmente o que mais influenciou sobre o tamanho dos brotos foi o diâmetro da estaca e não a estação de coleta das mesmas.

Segundo Hartmann (2002) os principais fatores que afetam o vigor das estacas radiculares são o comprimento e o diâmetro da estaca. Os brotamentos de raiz podem apresentar maiores taxas de crescimento, pois podem usar o sistema e os fotossintatos pré-existentes na raiz produzidos pelo tronco principal original, assim quanto maior a estaca (diâmetro e comprimento), maior a quantidade de reservas disponíveis (Kauffman 1991; 2003).

Stenvall (2006) observou em estacas radiculares, que o diâmetro não afetou a produção de clones, porém as estacas com diâmetro maior apresentaram menor enraizamento. Estes resultados corroboram com os encontrados neste estudo para *C. sylvestris*, no qual não houve variação na porcentagem de produção de brotos, em relação ao diâmetro da estaca (Fig. 6). Porém, estacas com diâmetro superior apresentam raízes adventícias menores que as estacas mais finas (Fig. 8A), provavelmente as estacas mais grossas não necessitam de imediato desenvolvimento de raízes adventícias por apresentarem maior quantidade de reservas.

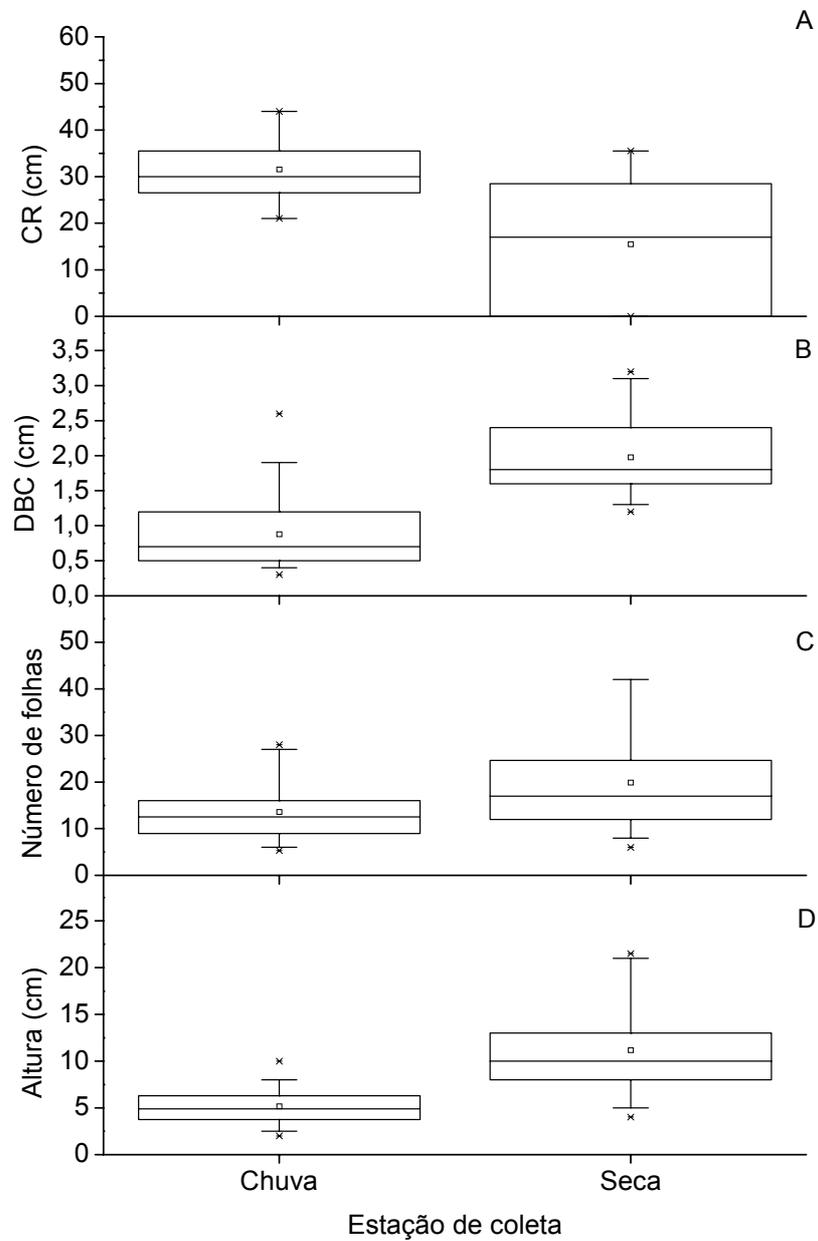


Figura 8: “Box-chart” incluindo valores médios, valores extremos inferior e superior e, desvio padrão dos dados de comprimento de raiz (CR), diâmetro da base do caule (DBC), número de folhas e altura no crescimento de clones de estacas radiculares de *C. sylvestris* coletadas nas estações seca e chuvosa.

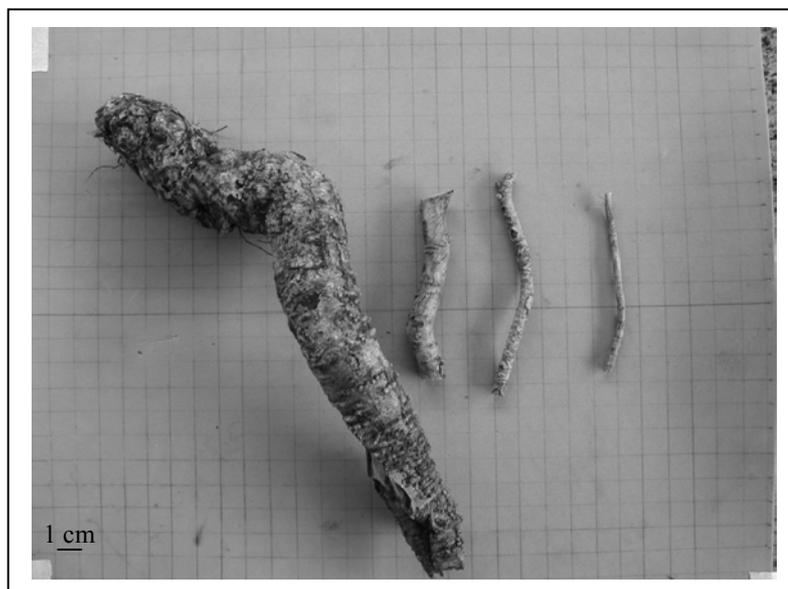


Figura 9. Variações no diâmetro das raízes de *C. sylvestris* coletadas na área de Cerrado na UFSCar para produção de estacas radiculares.

O enraizamento das estacas radiculares é essencial para a sobrevivência posterior dos clones e, assim, foi realizado um acompanhamento do desenvolvimento das raízes de uma estaca radicular durante 300 dias, para a confirmação do sucesso da produção do clone. Os demais foram medidos apenas ao final do experimento devido aos danos causados à raiz quando removida do substrato (Fig. 10).

Com 30 dias o clone apresentava seis cm de altura e ainda não havia vestígios de raiz (Fig. 10A), no 45° dia houve a formação de um novo broto caulinar (Fig. 10B) e no 57° dia originou-se o calo para a formação da raiz. Com 75 dias o clone apresentava duas raízes com dois centímetros de comprimento (Fig. 10C). Ao completar 300 dias constatou-se que as raízes atingiram comprimento de 22 cm. Assim, foi confirmada a capacidade de sobrevivência de mudas de *C. sylvestris* provenientes de estacas radiculares (Fig. 10D).

No total houve o enraizamento de 83% das estacas os valores médios do diâmetro das estacas que não enraizaram foram de 21 mm, variando de 12 a 32 mm. Portanto, estacas com diâmetro entre 5 e 11mm foram as que apresentaram maior capacidade de enraizamento e, conseqüentemente maior chances de sobrevivência.

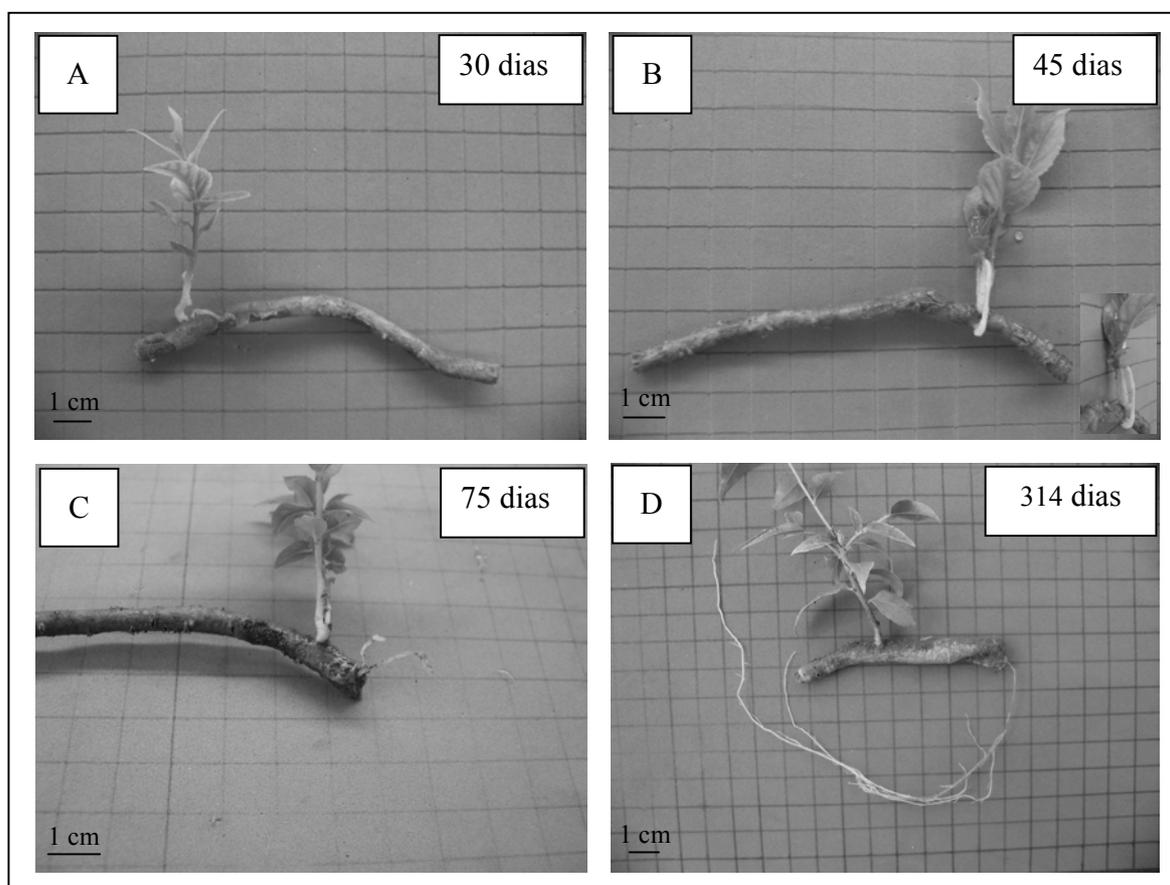


Figura 10. Desenvolvimento das estacas radiculares de *C. sylvestris*, analisadas periodicamente ao longo de 314 dias.

3.3. Morfo-anatomia da raiz gemífera

A raiz da *C. sylvestris* apresenta estrutura secundária, exibindo a periderme como tecido de revestimento. Abaixo da periderme e em contato direto com o floema secundário, encontra-se o parênquima cortical contendo ductos provavelmente esquizógenos (Fig. 11 A e B).

O sistema vascular é constituído pelo floema secundário, câmbio vascular e xilema secundário e primário. Em corte transversal o floema apresenta fibras em faixas intercaladas com os elementos de tubo crivado, células companheiras e células do parênquima axial. As células parenquimáticas dos raios floemático e xilemático e do córtex acumulam amido. O xilema secundário em corte transversal apresenta elementos de vaso solitários ou múltiplos. Na região central do órgão, observa-se o xilema primário, que apresenta maturação centripeta, confirmando a natureza radicular (Fig. 11 A e B).

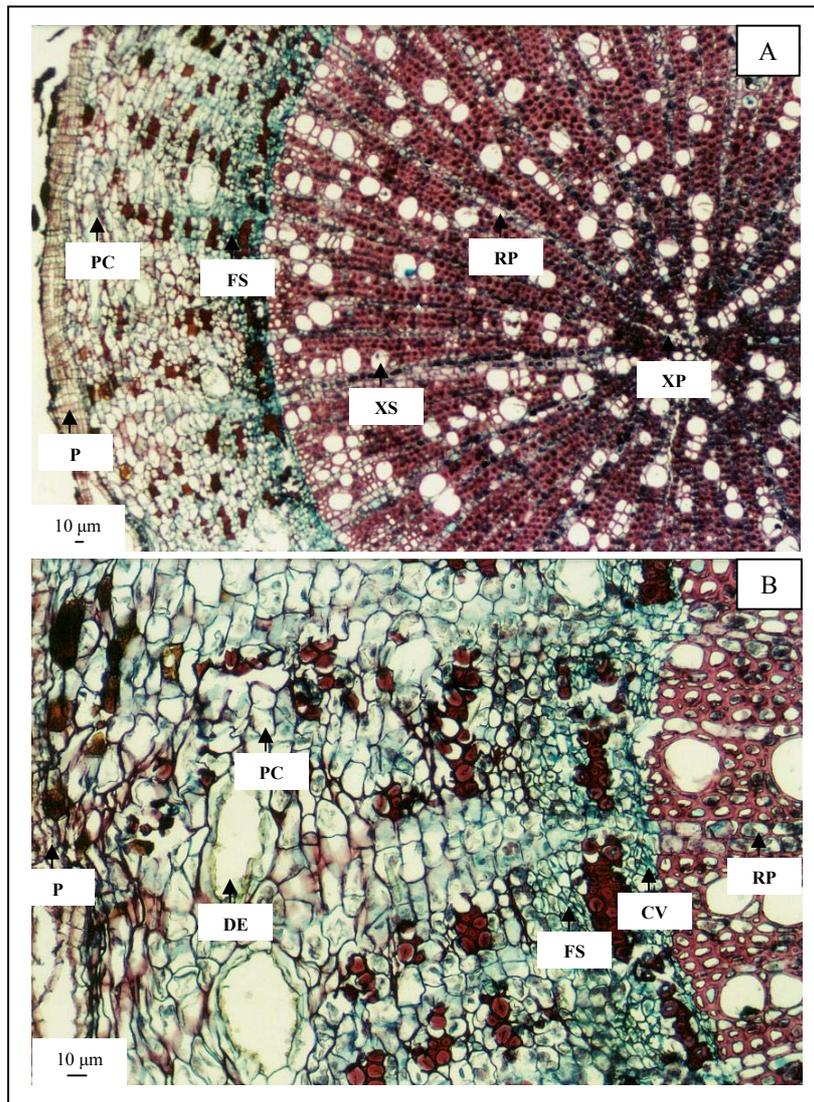


Figura 11. Microscopia de corte transversal de raízes gemíferas de *C. sylvestri*. P = periderme, PC = parênquima cortical, FS = floema secundário, CV = cambio vascular, XS = xilema secundário, XP = xilema primário, DE = ducto esquizógeno, RP= raio parenquimático.

As estacas radiculares de *C. sylvestris* apresentam setores intactos (Fig. 12 B) e outros danificados (Fig. 12 A), esses últimos decorrentes da manipulação durante a preparação das mesmas. As gemas formam - se em ambos os setores, nos quais há a formação de um calo visível (Fig.12 A e B) e estas se desenvolvem ao longo das estacas assincronicamente (Fig. 12 C, D).

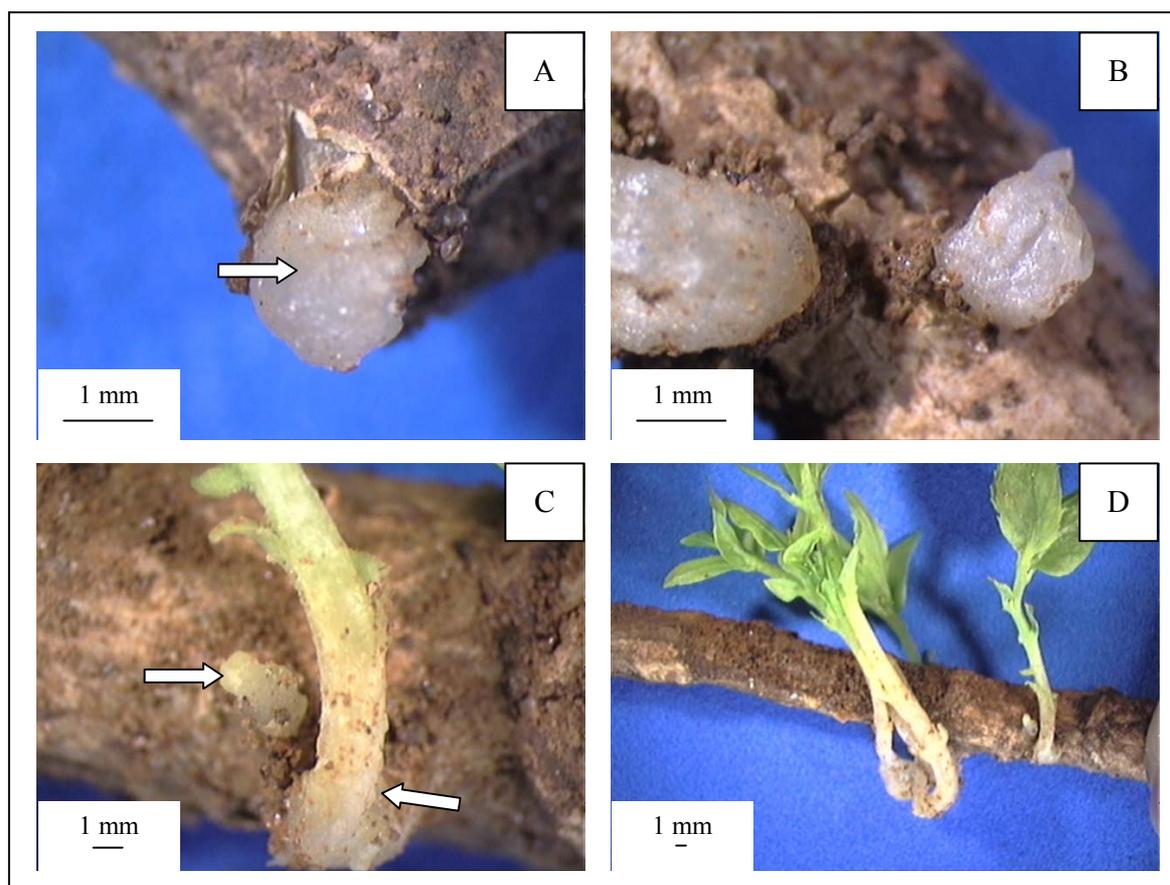


Figura 12. Estacas radiculares de *C. sylvestris* evidenciando a formação de calos (seta). A-calo na extremidade danificada da raiz; B- calos em regiões sem ferimento; C- desenvolvimento assincrônico dos calos; D- brotos formados.

A formação das gemas resulta em modificações na estrutura anatômica das raízes. O câmbio vascular dá origem ao parênquima radial do qual se origina o calo, este se estende em direção à periderme e, a região mais interna do raio parenquimático se torna mais dilatado e com células maiores que os demais raios (Fig. 13 A e B). Na região periférica do calo instala-se o felogênio de cicatrização, que se torna contínuo com a periderme original (Fig. 14 A e B). As gemas estabelecem conexão vascular com a raiz de origem através da diferenciação acrópeta que resulta na formação de um procâmbio responsável pela formação dos elementos vasculares (Fig. 14 C e D).

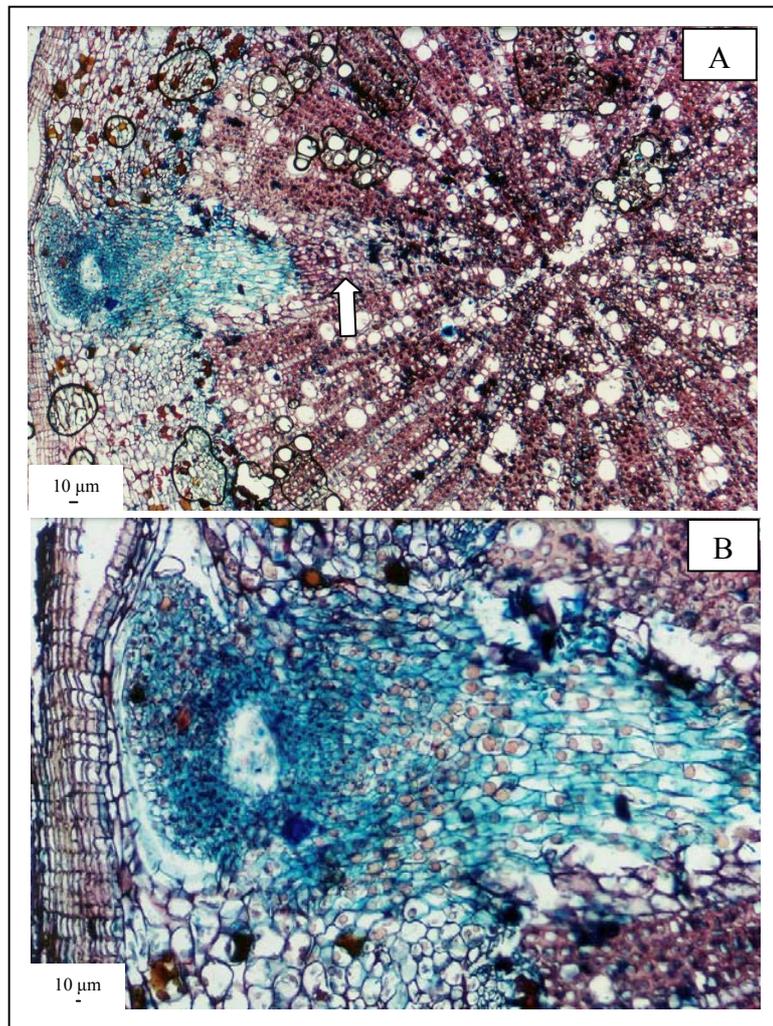


Figura 13. Cortes histológicos transversais de estacas radiculares de *C. sylvestris*: A- gema formada com a região interna do raio parenquimático dilatado(seta); B- gema em detalhe.

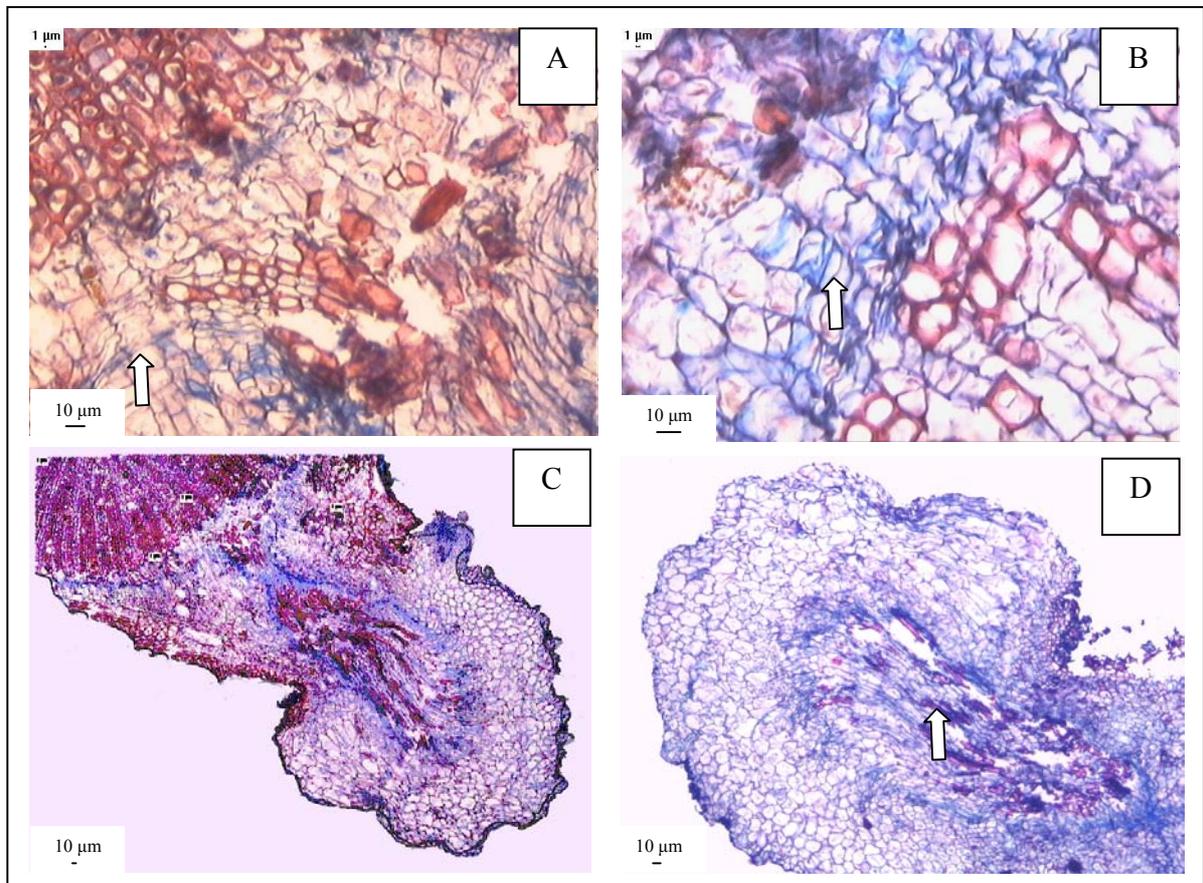


Figura 14. Cortes histológicos transversais de estacas radiculares de *C. sylvestris*. A- base da gema com felogênio de cicatrização (seta); B- detalhe do felogênio de cicatrização (seta); C- gema após o rompimento da periderme; D- gema com formação dos elementos condutores (seta).

3.4. Efeito alelopático de raízes de *C. sylvestris*

Quando as sementes de alface e gergelim foram embebidas em extrato aquoso de raízes de *C. sylvestris*, os valores de porcentagem de germinação não diferiram quando se comparou os diferentes tempos de maceração, as diferentes concentrações e as temperaturas de extração, em comparação ao controle. Quanto a velocidade de germinação, houve uma redução dos valores em algumas condições, nas espécies-alvo estudadas.

Na velocidade de germinação de alface houve redução significativa para as sementes germinadas em extratos com 100% de concentração, preparados em temperatura ambiente (25-35°C) durante 24 e 48h e em temperatura de 20°C durante 48h (Tab. 1). O extrato obtido após 12h não produziu alterações na velocidade de germinação, sob nenhuma condição. As sementes de gergelim também apresentaram redução na velocidade quando germinadas em extratos 100% concentrados, porém, em extratos preparados sob temperatura ambiente, durante 12 e 48h e, em 20°C durante 24h (Tab. 2).

O maior valor obtido para entropia informacional do processo germinativo das sementes de alface foi com o uso do extrato com 100% de concentração, preparado em temperatura ambiente durante 48h (Tab. 1), enquanto para as sementes de gergelim este fato ocorreu com o uso de extrato com 50% de concentração, preparado sob temperatura de 20°C durante 48h (Tab. 2). Porém, ambas as espécies-alvo não apresentaram diferenças significativas em relação ao controle. Aumentos neste índice indicam perda de sincronia nas reações metabólicas da germinação (Labouriau & Agudo 1987), demonstrando heterogeneidade na fisiologia dos aquênios tratados.

Com base nos resultados obtidos constatou-se que apenas os dados de velocidade de germinação foram afetados. Os extratos com a concentração de 50% não apresentaram efeito inibitório sobre as sementes-alvo e, a temperatura ambiente promoveu maior extração de aleloquímicos das raízes. Assim, a ampla distribuição das raízes de *C. sylvestris* em áreas do Cerrado, pode promover alterações na diversidade e distribuição das espécies presentes na comunidade.

Estudos sobre efeitos alelopáticos, geralmente indicam a presença de efeitos inibitórios dos extratos vegetais sobre a velocidade e a entropia de germinação, porém a germinabilidade nem sempre é afetada (Ferreira & Aquila 2000). Estas alterações no padrão de germinação são causadas principalmente por modificações na permeabilidade de membranas, na transcrição do DNA e tradução do RNA, no funcionamento de mensageiros secundários e na respiração, devido ao seqüestro de oxigênio, na conformação de enzimas e receptores, ou ainda pela combinação destes fatores (Rizvi *et al.* 1992; Ferreira & Aquila 2000).

Os efeitos alelopáticos resultam da ação de várias substâncias que atuam em conjunto e, geralmente, são misturas aquosas que contem substâncias como terpenóides, fenóis, alcalóides, aminoácidos, dentre outras, e que apresentam efeitos complexos (Einhellig 1999). Em uma triagem fitoquímica dos compostos presentes nas folhas e caule de *C. sylvestris* foi detectada a presença de saponinas e triterpenóides nas folhas e, flavonóides nos ramos (Sakita & Ruas 2004). Embora não tenha sido encontrada nenhuma triagem fitoquímica referente à raiz desta espécie, muitas espécies vegetais são citadas na literatura por possuírem agentes alelopáticos em raízes ou sistemas subterrâneos, dentre elas, *Senecio jacobaea* (Ahmed & Wardle 1994), *Vernonia polyanthes* (Souza Filho *et al.* 1996), *Gleichenia pectinata* (Peres *et al.* 1998), *Himatanthus phagedaenicus* (Paranhos *et al.* 1999), *Ocotea odorífera* (Gatti 2003), *Desmodium uncinatum* (Muniru *et al.* 2003), *Oryza sativa* (Kato-Noguchi 2004), *Aristolochia esperanzae* (Gatti *et al.*

2004), *Andira humilis* (Periotto *et al.* 2004), *Astragalus mongholicus* (Mao *et al.* 2006), *Citrullus lanatus* (Hao *et al.* 2007) e *Centaurea maculosa* (Callaway & Vivanco 2007).

Tabela 1. Efeito de extratos de lixiviados do sistema radicular de *C. sylvestris* na germinação de aquênios de alface. (TM = tempo de maceração, G = germinabilidade ao final de 10 dias, V= velocidade, E= entropia informacional).

TM (h)	Bioensaio	G (%)	V (dias ⁻¹)	E (bits)
12h	Ta 100%	79 ± 7,8 a	0,6 ± 0,05 ab	0,87 ± 0,6 bc
	Ta 50%	80 ± 6,9 a	0,6 ± 0,03 ab	0,96 ± 0,3 bc
	20°C 100%	79 ± 7,8 a	0,6 ± 0,03 a	0,74 ± 0,4 c
	20°C 50%	81 ± 10,7 a	0,7 ± 0,06 a	1,4 ± 0,2 abc
24h	Ta 100%	80 ± 6,97 a	0,4 ± 0,03 b	2,1 ± 0,14 ab
	Ta 50%	78 ± 8,2 a	0,5 ± 0,05 ab	1,5 ± 0,4 abc
	20°C 100%	79 ± 7,8 a	0,5 ± 0,05 ab	1,4 ± 0,4 abc
	20°C 50%	83 ± 8,3 a	0,5 ± 0,03 ab	1,1 ± 0,1 b
48h	Ta 100%	79 ± 8,3 a	0,4 ± 0,01 b	2,5 ± 0,15 a
	Ta 50%	78 ± 8,2 a	0,6 ± 0,02 ab	1,07 ± 0,2 abc
	20°C 100%	83 ± 8,3 a	0,4 ± 0,05 b	2,0 ± 0,26 abc
	20°C 50%	81 ± 9,4 a	0,5 ± 0,04 ab	1,3 ± 0,3 abc
	Controle	87 ± 5,3 a	0,7 ± 0,13 a	1,3 ± 0,5 abc

Ta 100%: extrato obtido a partir da lixiviação da raiz em temperatura ambiente (25-35°C); Ta 50%: 50% de Ta 100% + 50% de água destilada; 20°C 100%: extrato obtido a partir da lixiviação da raiz a 20°C; 20°C 50%: 50% de 20°C 100% + 50% de água destilada.

Tabela 2. Efeito de extratos de lixiviados do sistema radicular de *C. sylvestris* na germinação de sementes de gergelim. (TM = tempo de maceração, G = germinabilidade ao final de 10 dias, V= velocidade, E= entropia informacional).

TM (h)	Bioensaio	G (%)	V (dias ⁻¹)	E (bits)
12h	Ta 100%	84 ± 6,6 a	0,6 ± 0,08 b	0,8 ± 0,1 abc
	Ta 50%	83 ± 8,3 a	0,6 ± 0,05 ab	0,5 ± 0,3 abc
	20°C 100%	90 ± 0 a	0,7 ± 0,01 ab	0,2 ± 0,25 bc
	20°C 50%	90 ± 0 a	0,7 ± 0,02 ab	0,5 ± 0,4 abc
24h	Ta 100%	84 ± 6,7 a	0,7 ± 0,004 ab	0,2 ± 0,1 bc
	Ta 50%	87 ± 5,8 a	0,7 ± 0,009 ab	0,16 ± 0,2 c
	20°C 100%	84 ± 6,7 a	0,6 ± 0,02 b	0,57 ± 0,15 abc
	20°C 50%	87 ± 5,8 a	0,6 ± 0,02 ab	0,37 ± 0,3 abc
48h	Ta 100%	87 ± 5,8 a	0,6 ± 0,04 b	1,0 ± 0,16 abc
	Ta 50%	87 ± 5,8 a	0,6 ± 0,03 ab	1,0 ± 0,2 abc
	20°C 100%	84 ± 6,7 a	0,6 ± 0,06 ab	1,2 ± 0,3 ab
	20°C 50%	82 ± 9,8 a	0,8 ± 0,03 a	1,3 ± 0,13 a
	Controle	78 ± 3,9 a	0,8 ± 0,15 a	0,83 ± 0,6 abc

Ta 100%: extrato obtido a partir da lixiviação da raiz em temperatura ambiente (25-35°C); Ta 50%: 50% de Ta 100% + 50% de água destilada; 20°C 100%: extrato obtido a partir da lixiviação da raiz a 20°C; 20°C 50%: 50% de 20°C 100% + 50% de água destilada.

4. CONCLUSÕES

- A estrutura etária das matrizes de *C. sylvestris* do Cerrado da UFSCar não estavam em processo de regeneração, no entanto, a população de clones estava.
- O padrão espacial da população de clones variou em resposta a distúrbios ambientais, apresentando-se aleatório antes do incêndio e agregado após o incidente.
- A reprodução vegetativa com o uso estacas radiculares foi mais satisfatório do que com o uso das estacas caulinares.
- As gemas, presentes nas estacas radiculares, apresentam origem endógena a partir de células do parênquima radial e são reparativas.
- O extrato de raiz de *C. sylvestris* reduziu a velocidade de germinação de sementes de alface e gergelim.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achutti, M.H.C. **Aspectos morfológicos e anatômicos dos sistemas aéreo e subterrâneo e o óleo essencial das folhas de *Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker (Compositae)**. São Paulo, 1978. 212p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Agren, G. I. & Franklin, O. 2003. Root : Shoot Ratios, Optimization and Nitrogen Productivity. **Annals of Botany** **92**: 795-800.
- Ahmed, M. & Wardle, D. A. 1994. Allelopathic potential of vegetative and flowering ragwort (*Senecio jacobaea* L.) plants against associated pasture species. **Plant and Soil** **164**: 61-68.
- Alice, C.B.; Siqueira, N.C.S.; Mentz, L.A.; Silva, G.A.A.B. de & José, K.F.D. 1995. **Plantas medicinais de uso popular: Atlas Farmacognóstico**. ULBRA, Canoas. 207p.
- Alsaadawi, I. S.; Sakeri, F. A. K.; Al-Dulaimy, S. M. 1990. Allelopathic inhibition of *Cynodon dactylon* (L.) Pers and others plant species by *Euphorbia prostrata* (L.). **Journal of Chemical Ecology** **16**: 2747-2754.
- Anaya, A.L. 1999. Allelopathy as a Tool in the Management of Biotic Resources in Agroecosystems. **Critical Reviews in Plant Sciences** **18**(6): 697-739.
- Anaya, A. L.; Calera, M. R.; Mata, R.; Pereda-Miranda, R. 1990. Allelopathic potential of compounds isolated from *Ipomoea tricolor* Cav. (Convolvulaceae). **Journal of Chemical Ecology** **16**(7): 2145-2152.
- Antonini, R. D. & Nunes-Freitas, A. F. 2004. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Miconia prasina* D.C. (Melastomataceae) em duas áreas de Floresta Atlântica na Ilha Grande, RJ, Sudeste do Brasil. **Acta Botânica Brasilica** **18**(3): 671-676.

- Appezato-da-Glória, B. & Estelita, M. E. M. 1995. **Caracteres anatômicos da propagação vegetativa de *Mandevilla illustris* (Vell.) Woodson e de *M. velutina* (Mart. ex Stadelm.) Woodson - Apocynaceae.** In: Anais do IX Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Ilha Solteira. p. 5-13.
- Appezato-da-Glória, B. & Estelita, M. E. M. 2000. The developmental anatomy of the subterranean system in *Mandevilla illustris* (Vell.) Woodson and *M. velutina* (Mart. ex Stadelm.) Woodson (Apocynaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 23(1): 27-35.
- Appezato-da-Glória, B. 2003. **Morfologia de sistemas subterrâneos: histórico e evolução do conhecimento no Brasil.** In: Appezato-da-Glória & B.; Carmello-Guerreiro, S. M. (editoras). Anatomia Vegetal. Editora UFV, Viçosa.
- Augspurger, C.K. 1983. Seed dispersal of tropical tree *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. **Journal of Ecology** 71:759-771.
- Backes, P. & Irgang, B. 2002. **Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico.** Imprensa Pallotti, Vila flores 316p.
- Bellingham, P.J. & Sparrow, A. D. 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. **Oikos** 89(2): 409-416.
- Bellingham, P.J.; Kohyama, T.; Aiba, S.L. 1996. The effects of a typhoon on japanese warm temperate rain-forests. **Ecological Research** 11: 229–247.
- Bissing, D. R. 1974. Haupt's gelatin adhesive mixed with formalin for affixing paraffin sections to slides. **Stain Technology** 49(2): 116-117.
- Blythe, E. K.; Sibley J. L.; Ruter J. M.; Tilt K. M. 2004. Cutting propagation of foliage crops using a foliar application of auxin. **Scientia Horticulturae** 103: 31–37.
- Bond, W.J. & Midgley, J.J. 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. **Trends in Ecology and Evolution** 16(1): 45-50.

- Borges, M.H.; Soares, A.M.; Rodrigues, V.M.; Oliveira, F.; Fransheschi, A.M.; Rucavado, A.; Giglio, J.R.; Homsí-Brandeburgo, M.I. 2001. Neutralization of proteases from Bothrops snake venoms by the aqueous extract from *Casearia sylvestris* (Flacourtiaceae). **Toxicon** **39**: 1863-1869.
- Boucher, D.H.; Vandermeer, J.H.; Mallona, M.A. 1994. Resistance and resilience in a directly regenerating rainforest: Nicaragua trees of Vochysiaceae after Hurricane Joan. **Forest Ecology and Management** **68**: 127 – 136.
- Brower, J. E. & Zar, J. H. 1984. **Field & laboratory methods for general ecology** W.C. Brown Publishers, Boston.
- Bunyavejchewin, S.; LaFrankie, J.V.; Baker, P.J.; Kanzaki, M.; Ashton, P.S.; Yakamura, T. 2003. Spatial distribution patterns of the dominant canopy dipterocarp species in a seasonal dry evergreen forest in weastern Thailand. **Forest Ecology and Managment** **175**(1-3): 87-101.
- Callaway, R. M. & Vivanco, J. M. 2007. Invasion of plants into native communities using the underground information superhighway. **Allelopathy Journal** **19**(1): 143-152.
- Canadell , J. & Lopez-Soria, L. 1998. Lignotuber Reserves Support Regrowth Following Clipping of Two Mediterranean Shrubs. **Functional Ecology** **12**(1): 31-38.
- Carvalho, M.A.M.& Dietrich, S. M. C. 1993. Variation in Fructan Content in the Underground Organs of *Vernonia herbacea* (Vell.) Rusby at Different Phenological Phases. **New Phytologist** **123**(4): 735-740.
- Castellani, T.T. & Stubblebine, W. H. 1993. Sucessão secundária inicial em uma mata tropical mesófila, após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica** **16**: 181-203.
- Chou, C. H. 1986. The Role of Allelopathy in Subtropical Agroecosystems in Taiwan. In: Putnam, A. & Tang, C. S. (Ed.) **The science of allelopathy**. Interscience , New York. 317p.

- Chou, C. H. 1999. Role of allelopathy in plant biodiversity and sustentable agriculture. **Critical Reviews in Plant Science** **18**(5): 609-636.
- Clark, D.A. & Clark, D.B. 1984. Spacing dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Connell model. **American Naturalist** **124**: 769-788.
- Dale, M.R.T. 2000. **Spatial pattern analysis in plant ecology**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Damascos, M. A.; Prado, C. H. B. A.; Ronquim, C. C. 2005. Bud Composition, Branching Patterns and Leaf Phenology in Cerrado Woody Species. **Annals of Botany** **96**(6): 1075-1084
- Dickinson, M.B.; Whigham, D.F & Hermann, S.M. 2000. Tree regeneration in felling and natural treefall disturbances in a semideciduous tropical forest in Mexico. **Forest Ecology and Management** **134**(1-3): 137-151.
- Dietrich, S.M.C. & Figueiredo-Ribeiro, R.C.L. 1985. Organos subterraneos y propagacion vegetativa en plantas de los cerrados brasileiros. **Medio Ambiente** **7**(2): 45-52.
- Dietrich, S.M.C.; Figueiredo-Ribeiro, R.C.L.; Chu, E.P.; Buckeridge, M.S. 1988. O açúcar das plantas. **Ciência Hoje** **39**(7): 42-48.
- Dislich, R. & Mantovani, W. 1998. Flora de epífitas vasculares da Reserva da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira" (São Paulo, Brasil). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **17**: 61-83.
- Duarte, O. R.; Fachinello, J. C.; Santos Filho, B.G. 1992. Multiplicação da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.) através de estacas semilenhosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **27**(3) 513-516.

- Einhellig, F.A. 1999. An integrated view of allelochemicals amid multiple stresses. Pp. 479-494. In: Inderjit; K.M.M. Dakshini & C.L. Foy (eds.). **Principles and Practices in Plant Ecology**. Boca Raton, CRC Press.
- Ferreira, A. G. & Áquila, M. E. A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 12**: 175-204.
- Figueiredo, R.C.L. 1972. Sobre a anatomia dos órgãos vegetativos de *Ocimum nudicaule* Benth. (Labiatae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências 44**(3/4): 549-570.
- Figueiredo-Ribeiro, R.C.L.; Dietrich, S.M.C.; Chu, E.P.; Carvalho, .A.M.; Vieira, C.C.J.; Graziano, T.T. 1986. Reserve carbohydrates in underground organs of native Brazilian plants. **Revista Brasileira de Botânica 9**(2): 159-166.
- Filgueiras, T.S. 2002. Herbaceous plant communities. In **The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna** (P.S. Oliveira & J.R. Marquis, eds.).
- Gatti, A.B. 2003. **Atividade Alelopática de Extratos Aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Ktze e *Ocotea odorífera* (Vell) Rower na Germinação e crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L.** Tese – PPG-ERN, Universidade Federal de São Carlos.
- Gatti, A. B.; Perez, S. C. J. G. A.; Lima, M. I. S. 2004. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasilica 18**(3): 459-472.
- Ghazoul, J. & McLeish, M. 2001. Reproductive ecology of tropical forest trees in logged and fragmented habitats in Thailand and Costa Rica. **Plant Ecology 153**(1-2): 335-345
- Gerardi, M. M. & Silva, B. C. N. 1981. **Quantificação em geografia**. Editora Ditel, São Paulo.
- Gliessman, S. R. 1983. Allelopathic interactions in crop-weed mixtures: applications for weed management. **Journal Chemical Ecology 9**: 991-999.

- Grant, C.D. & Loneragan, W.A. 1999. The effects of burning on the understory composition of 11–13 year-old rehabilitated bauxite mines in Western Australia – vegetation characteristics. **Plant Ecology** **145**(2): 291–305.
- Grau, R.H. & Veblen, T.T. 2000. Rainfall variability, fire and vegetation dynamics in neotropical montane ecosystems in north-western Argentina. **Journal of Biogeography** **27**(5): 1107-1121.
- Graziano, T.T. 1990. **Variações dos compostos de reserva do sistema subterrâneo de *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott (taioba) durante a brotação e desenvolvimento da planta**. Tese – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 189p.
- Groff, P.A. & Kaplan, D.R. 1988. The relation of root systems to shoot systems in vascular plants. **Botanical Review** **54**(4): 387-422.
- Handel, S.N. 1985. The intrusion of clonal growth patterns on plant breeding systems. **The American Naturalist** **125**: 367-384.
- Hao, Z. P.; Wang, Q.; Christie, P.; Li, X.L. 2007. Allelopathic potential of watermelon tissues and root exudates. **Scientia Horticulturae**.
- Harper, J. L. 1977. **Population Biology of Plants**. Academic Press, New York.
- Hartmann, H. T.; Kester, D. E.; Davis Júnior, F. T.; Geneve, R. L. 2002. **Plant Propagation: Principles and Practices** 7^aed. Englewood Clippis, New York 880p.
- Hayashi, A.H. 1998. **Estudos anatômicos de raízes gemíferas de espécies arbóreas e arbustivas de um fragmento florestal em Campinas (SP), Brasil**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. 63p.
- Hayashi, A.H., Penha, A.S.; Rodrigues, R.R.; Appezzato-da-Glória, B. 2001. Anatomical studies of shoot bud-forming roots of Brazilian tree species. **Australian Journal of Botany** **49**: 745-751.

- Hayashi, A. H. 2003. **Morfo-anatomia de sistemas subterrâneos de espécies herbáceo-subarbustivas e arbóreas, enfatizando a origem das gemas caulinares.** Tese – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 154p.
- Hodgkinson, K.C. 1998. Sprouting success of shrubs after fire: height-dependent relationships for different strategies. **Oecologia** 115: 64–72.
- Hoffmann W.A. & Solbrig O.T. 2003. The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. **Forest Ecology and Management** 180(1): 273-286.
- Hoffmann, W.A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology** 35(3): 422–433.
- Hoffmann, W.A. 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. **Ecology** 80(4): 1354-1369.
- Howe, H.F. 1990. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. **Journal of Tropical Ecology** 6:259-280.
- Hutchings, M.J. 1998. The structure of plant populations. In: **Plant ecology** (M.J. Crawley, ed.). Blackwell Science, Oxford, p.325-358.
- Ito, M.; Kobayashi, H; Ueki, K. 1987. Allelopathic potencial of *Digitaria adscendens*: Inhibitory effects of previously grown soil on growth and emergence. **Asian-Pacific, Weed Science Society Conference Taipei** 11: 607-612.
- Johansen, D. A. 1940. **Plant microtechnique.** McGraw-Hill Book, New York. 523p.
- John, R.; Dattaraja, H.S.; Suresh, H.S.; Sukumar, R. 2002. Density-dependence in common tree species in a tropical dry forest in Mudumalai, southern India. **Journal of Vegetation Science** 13(1): 45-56.

- Kammesheidt, L. 1998. The role of tree sprouts in the restoration of stand structure and species diversity in tropical moist forest after slash-and-burn agriculture in eastern Paraguay. **Plant Ecology** **139**: 155-165.
- Kammesheidt, L. 1999. Forest recovery by root suckers and above-ground sprouts after slash and burn agriculture, fire and logging in Paraguay and Venezuela. **Journal of Tropical Ecology** **15**: 143-157.
- Kato-Noguchi, H. 2004. Allelopathic substance in rice root exudates: Rediscovery of momilactoneB as an allelochemical. **Journal of Plant Physiology** **161**: 271–276.
- Kauffman, J.B. 1991. Survival by sprouting following fire in tropical forests of the eastern Amazon. **Biotropica** **23**(3): 219-224.
- Kauffman, J.B.; Steele, M. D.; Cummings, D. L.; Jaramillo, V. J. 2003. Biomass dynamics associated with deforestation fire, and, conversion to cattle pasture in a Mexican tropical dry forest. **Forest Ecology and Management** **176**: 1-12.
- Kennard, D.K.; Gould, K; Putz, F.E.; Fredericksen, T.S.; Morales, F. 2002. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management** **162**: 197-208.
- Klein, R.M. & Sleumer, M.O. 1984. Flacourtiáceas. Pp. 78-87. In: Reitz, P.R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues, Santa Catarinal. 96p.
- Kraus, J. E. & Arduin, M. 1997. **Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal**. Editora Universidade Rural, Rio de Janeiro. 198p.
- Labouriau, L. G. & Agudo, M. 1987. On the physiology of seeds germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** **59**(1): 37-56.

- Lacey, C.J. & Johnston, R.D. 1990. Woody clumps and clumpwoods. **Australian Journal of Botany** **38**: 299-334.
- Lookingbill, T. R. & Zavala, M. A.. 2000. Spatial pattern of *Quercus ilex* and *Quercus pubescens* recruitment in *Pinus halepensis* dominated woodlands. **Journal Veg. Science** **11**: 607–612.
- Lopes, A.M.V. 1997. **Plantas usadas na medicina popular do Rio Grande do Sul**. INCOGRAPH, Santa Maria. 49p.
- Lorenzi, H. 1992. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum. 368p.
- Máfia, R.G.; Alfenas, A.C.; Ferreira, E.M.; Zarpelon, T.G. e Siqueira, L. 2005. Crescimento de mudas e produtividade de minijardins clonais de eucalipto tratados com rizobactérias selecionadas. **Revista Árvore** **29**(6) 843-851.
- Mao, J.; Yangb, L.; Shic, Y.; Hua, J.; Piao, Z.; Meia, L.; Yina, S. 2006. Crude extract of *Astragalus mongholicus* root inhibits crop seed germination and soil nitrifying activity. **Soil Biology & Biochemistry** **38**: 201–208
- Maraschin-Silva, F. & Áquila, M. E. A. 2006. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasilica** **20**(1): 61-69. 2006
- Marod, D.; Kutintara, U.; Tanaka, H. & Nakashizuka, T. 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecology** **161**: 41-57.
- Marques, M. C. M. & Joly, C. A. 2000. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**(1): 107-112.

- Matthes, L.A.F. 1992. **Dinâmica da sucessão secundária em mata, após a ocorrência de fogo Santa Genebra – Campinas, São Paulo.** Tese (Doutorado). Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas.
- Meirelles, M. L. & Barreto Luiz, A. J. 1995. Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica** 18(2):185-189.
- Melo, F. P. L.; Aguiar-Neto, A. V.; Simabukuro, E. A.; Tabarelli, M. 2004. **Recrutamento e estabelecimento de plântulas.** Pp. 237-250. In Ferreira, AG & Borghetti F. Germinação: Do básico ao aplicado. Artmed, Porto Alegre.
- Menezes, N. L. de; Handro, W.; Mello Campos, J.F.B. de. 1969. Estudos anatômicos em *Pfaffia jubata* Mart. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras U.S.P.** 331 Botânica 24: 197-237.
- Moreira, A.G. 1987. **Aspectos demográficos de *Emmotum nitens* (Benth.)Miers (Icacinaceae) em um cerradão distrófico no Distrito Federal.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Tsanuo, M. K.; Hassanali, A.; Hooper, A. M.; Khan, Z.; Kaberia, F.; Pickett, J. A.; Wadhams, L. J. 2003. Isoflavanones from the allelopathic aqueous root exudate of *Desmodium uncinatum*. **Phytochemistry** 64: 265–273.
- Nakagawa, J. 1994. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. Pp.59-65 In: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes.** FUNEP, Jaboticabal.
- Niklas, K. J. & Enquist, B. J. 2002. On the Vegetative Biomass Partitioning of Seed Plant Leaves, Stems, and Roots. **The American Naturalist** 159(5): 482-497.
- Oliveira, P.E.A.M., Ribeiro, J.F.; Gonzales, M.I. 1989. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kielmeyera coriacea* Mart. de cerrados de Brasília. **Revista Brasileira de Botânica** 12: 39-47.

- Ono, E. O.; Barros, S. A.; Rodrigues, J. D.; Pinho, S. Z. 1994. Enraizamento de estacas de *Platanus acerifolia* tratadas com auxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **29**(9): 1373-1380.
- Paranhos, M. V.; Nagem, T. J.; Borges, E. E. L.; Oliveira, T. T.; Queiroz, M. E. L. R. 1999. Estudos alelopáticos dos constituintes químicos isolados das raízes de *Himatanthus phagedaenicus* (Mart.) Woodson. **Revista da Pesquisa & Pós-Graduação** **1**(2): 5-9.
- Paviani, T.I. 1972. Estudo morfológico e anatômico de *Brasilia sickii* G. M. Barroso: I. **Revista Brasileira Biologia** **32**(4): 451-472.
- Paviani, T.I. 1977. Estudo morfológico e anatômico de *Brasilia sickii* G.M. Barroso. II: Anatomia da raiz, do xilopódio e do caule. **Revista Brasileira Biologia** **37**(2): 307-324.
- Paviani, T.I. 1978. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência e Cultura** **30**(9): 1076-1086.
- Paviani, T.I. 1987. Anatomia do desenvolvimento do xilopódio de *Brasilia sickii* G.M. Barroso. Estágio inicial. **Ciência e Cultura** **39**(4): 399-405.
- Paviani, T.I.; Haridasan, M. 1988. Tuberosidade em *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae). **Ciência e Cultura** **40**(10): 998-1003.
- Penha, A.S. **Propagação vegetativa de espécies arbóreas a partir de raízes gemíferas: representatividade na estrutura fitossociológica e descrição dos padrões de rebrota de uma comunidade florestal, Campinas, São Paulo. Campinas.** 1998. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 114p.
- Penha, A. S. 2004. **Influência da propagação vegetativa a partir de raízes gemíferas nas características populacionais de espécies arbóreas em fragmentos de florestas estacionais semidecíduais.** Tese – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 143p.

- Peres, M. T. L. P.; Pizzolatti, M. G.; Queiroz, M. H.; Yunes, R. A. 1998. Potencial de atividade alelopática *Gleichenia pectinata* Willd (PR). **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **33**(2): 131-137.
- Periotto, F.; Perez, S. C. J. G. de A.; Lima, M. I. S. 2004. Allelopathic effect of *Andira humilis* Mart. ex Benth in the germination and growth of *Lactuca sativa* L. and *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasilica** **18**(3): 425-430.
- Reigosa, M. J.; Sánchez-Moreiras, A.; González, L. 1999. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences** **18**: 577-608.
- Rice, E. L. 1984. **Allelopathy**. 2^a ed. Academic Press, New York. 422 p.
- Rinallo, C.; Mittempergher, L.; Frugis, G.; Mariotti, D. 1999. Clonal propagation in the genus *Ulmus*: Improvement of rooting ability by *Agrobacterium rhizogenes* T-DNA genes. **Journal Horticulture Science Biotechnology** **74**: 502-506.
- Rizvi, S.J.H.; Haque, H.; Singh, V.K.; Rizvi, V. 1992. A discipline called allelopathy. Pp. 1-10. In: S.J.H. Rizvi & V. Rizvi (eds.). **Allelopathy: basic and applied aspects**. London, Chapman & Hall.
- Rizzini, C.T. & Heringer, E.P. 1961. Underground organs of plants from some southern Brazilian savannas, with special reference to the *xylopodium*. **Phyton** **17**(1): 105- 124.
- Rizzini, C.T. & Heringer, E.P. 1966. Estudo sobre os sistemas subterrâneos difusos de plantas campestres. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** **38**(suplemento): 85-112.
- Rizzini, C. T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2^aed. Âmbito cultural, Rio de Janeiro 747p.
- Rocha, D.C. & Menezes, N.L. 1997. O sistema subterrâneo de *Dioscorea kunthiana* Uline ex R. Knuth (Dioscoreaceae). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **16**: 1-13.

- Rodrigues, R.R.; Matthes, L.A.F.; Torres, R.B. 1990. Espécies arbóreas – distribuição agregada ou reprodução vegetativa? In: Congreso Latino Americano de Botânica, Havana, 1990. **Resumos Havana 5**: 122.
- Saborio, F.; Moloney, M.; Tung, P.; Thorpe, T. A. 1999. Root induction of *Pinus ayachauite* by co-culture with *Agrobacterium tumefaciens* strains. **Tree Physiology** **19**: 383-389.
- Sajo, M.G. & Menezes, N.L. 1986. Origem e crescimento do rizóforo em espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae), da Serra do Cipó, MG. **Revista Brasileira de Biologia** **46**(1): 197-202.
- Sakita, M.N. & Ruas, A.B.V. 2004. Triagem fitoquímica em essências florestais das unidades de conservação do Instituto Florestal. **Arquivos do Instituto Biológico** **71** (supl.) p.1-749.
- Schwarz, P.A.; Fahey, T.J.; McCulloch, C.E. 2003. Factors controlling spatial variation of tree species abundance in a forested landscape. **Ecology** **84**(7): 1862-1878.
- Scrivanti, L.R.; Zunnino, M.P.; Zygodlo, J.A. 2003. *Tagetes minuta* and *Schinus areira* essential oils as allelopathic agents. **Biochemical Systematics and Ecology** **31**: 563-572.
- Simões, C.M.O.; Mentz, L.A.; Schenkel, E.P.; Irgang, B.E. 1986. **Plantas da Medicina popular do Rio Grande do Sul**. Editora UFRGS, Porto Alegre. 174p.
- Solbrig, O.T. 1981. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. **Evolution** **35**:1080-1093.
- Souza, J. P. & Coimbra, F. G. 2005. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Qualea parviflora* Mart. em um Cerrado *Sensu stricto*. **Bioscience Journal** **21**(2): 65-70.
- Souza, L.S., Velini, E.D.; Maiomoni-Rodella, R.C.S. 2003. Allelopathic effect of weeds and concentrations of *Brachiaria decumbens* on the initial development of eucalyptus (*Eucalyptus grandis*). **Planta daninha** **21**(3):343-354.

- Souza Filho, A. P. S.; Rodrigues, L. R. A.; Rodrigues, T. J. D. 1996. Efeito de extratos aquosos de assa peixe sobre a germinação de três espécies de braquiária. **Planta Daninha** **14**(2): 93-101.
- Stenvall, N.; Haapala, T.; Pulkkinen, P. 2006. The role of cutting's diameter and location on the regeneration ability of hybrid aspen. **Forest Ecology and Management** **237**: 150-155.
- Sterner, R.W., Ribic, C.A. & Schatz, G.E. 1986. Testing for life historical changes in spatial patterns of four tropical tree species. **Journal of Ecology** **74**: 621-633.
- Stevens, G. A. & Tang, C. S. 1987. Inhibition of crop seedling growth by hydrophobic root exudates of the weed *Bidens pilosa*. **Journal Tropical Ecology** **3**: 91-94.
- Swaine, M.D., Lieberman, D.; Putz, F.E. 1987. The dynamics of tree population in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology** **3**: 359-366.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2004. **Fisiologia vegetal** 3^aed. Artmed, Porto Alegre 719p.
- Torres, R.B. & Yamamoto, K. 1986. Taxonomia das espécies de *Casearia* Jacq. (Flacourtiaceae) do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**. **9**: 239-258.
- Vieira, R.E., Silva, S.R., Alves, R.B.N., Silva, D.B., Wetzell, M.M.V.S., Dias, T.A.B., Udry, M.C.; Martins, R.C. 2002. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: resultados da primeira reunião técnica**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Ibama, CNPq, Brasília.
- Vihalva, D. A. A. 2004. **Morfo-anatomia de sistemas subterrâneos de três espécies de Asteraceae do Cerrado do Estado de São Paulo**. Tese (doutorado) – Instituto de Biologia, Universidade de Campinas. 62p.
- Whittaker, R. H. & Feeny, P. P. 1971. Allelochemicals: Chemical Interactions between Species. **Science** **3973**(171): 757-769.

Young, K.R.; Ewel, J.J.; Brown, B.J. 1987. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio** 71: 157-173.

Zar, J. H. 1999. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, New Jersey.

CONCLUSÕES GERAIS

- As fenofases reprodutivas ocorrem em diferentes meses de acordo com o local onde vegetam as plantas
- Foi comprovada a existência da variação quanto ao comportamento germinativo e a produção de plântulas de sementes provenientes de diferentes localidades.
- A estrutura etária das matrizes de *C. sylvestris* do Cerrado da UFSCar não estavam em processo de regeneração, no entanto, a população de clones estava.
- O padrão espacial da população de clones variou em resposta a distúrbios ambientais, apresentando-se aleatório antes do incêndio e agregado após o incidente.
- A reprodução vegetativa com o uso estacas radiculares foi mais satisfatório do que com o uso das estacas caulinares.
- As gemas, presentes nas estacas radiculares, apresentam origem endógena a partir de células do parênquima radial e são reparativas.
- O extrato de raiz de *C. sylvestris* reduziu a velocidade de germinação de sementes de alface e gergelim.