

## Potencial alelopático de espécies arbóreas nativas do Cerrado

Giovanna Bezerra da Silva<sup>1</sup>, Liliana Martim<sup>1</sup>, Claudio Lima da Silva<sup>1</sup>, Maria Claudia Marx Young<sup>1</sup> e Angela Maria Ladeira<sup>1,2</sup>

Recebido: 05.07.2005; aceito: 16.05.2006

**ABSTRACT** - (Allelopathic potential of Cerrado native arboreous species). Allelopathy has not been studied in the Cerrado. The aim of this work was to investigate the allelopathic potential of leaves from 15 arboreous species present in Cerrado, described as of high importance value in the Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu. The effect of powder and ethanolic extracts obtained from leaves was tested on lettuce seed germination on Petri dish with filter paper, and sterile and non-sterile soil. From the 15 species analyzed, only four had shown inhibitory effect: *Ouratea spectabilis*, *Pouteria ramiflora*, *Qualea grandiflora* and *Stryphnodendron adstringens*. Extracts obtained from these species were submitted to liquid-liquid partition on solvents with different polarities (hexane, chloroform, ethyl acetate, and n-butanol) to characterize the active compounds. The four species analysed showed active compounds on chloroform and ethyl acetate extracts, indicating the inhibitory effect is related to a mixture of compounds. The allelopathic effects were observed with concentrations higher than 5 mg mL<sup>-1</sup>, except for *Stryphnodendron* which showed inhibitory action at 2 mg mL<sup>-1</sup>. *Stryphnodendron* was then selected for detailed phytochemical and biological studies. Chloroform and ethyl acetate fractions were submitted to column chromatography with the appropriated eluents. These analyses produced four active fractions on ethyl acetate and three on chloroform, all presenting positive reactions for terpenoids.

**Key words:** allelopathy, germination, *Stryphnodendron adstringens*

**RESUMO** - (Potencial alelopático de espécies arbóreas nativas do Cerrado). Um dos aspectos menos estudados no Cerrado é o da alelopatia. O objetivo do presente trabalho foi analisar o potencial alelopático de folhas de 15 espécies arbóreas do Cerrado, descritas como de alto índice de valor de importância, devido à sua frequência, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu. O efeito do pó e de extratos etanólicos de folhas sobre a germinação de alface foi determinado em bioensaios realizados em diferentes substratos, placas de Petri com papel de filtro, terra estéril e não estéril. Das 15 espécies investigadas apenas quatro mostraram efeito inibidor de germinação: *Ouratea spectabilis*, *Pouteria ramiflora*, *Qualea grandiflora* e *Stryphnodendron adstringens*. Em função desse resultado os extratos das quatro espécies foram submetidos a partição líquido-líquido em solventes com diferentes polaridades: hexano, clorofórmio, acetato de etila e butanol, para determinação do tipo de polaridade do composto inibidor em cada espécie. Todas as quatro espécies mostraram compostos ativos nas frações clorofórmio e acetato de etila, mostrando que o efeito alelopático observado é consequência de uma mistura de compostos. O efeito é observado para concentrações maiores que 5 mg mL<sup>-1</sup>, exceto para *Stryphnodendron* que age também em concentrações de 2 mg mL<sup>-1</sup>. Esta espécie foi então selecionada para continuidade do estudo químico e biológico. As frações em clorofórmio e acetato de etila foram submetidas a fracionamento em coluna de sílica com os eluentes adequados. Foram obtidas quatro frações inibidoras no extrato acetato de etila e três na fração clorofórmica, todas elas apresentaram reação positiva para terpenóides.

**Palavras-chave:** alelopatia, germinação, *Stryphnodendron adstringens*

### Introdução

O Cerrado é um dos ecossistemas do Brasil que ocorre hoje em áreas relativamente restritas, devido à utilização feita pelo homem. Recentemente esforços vem sendo realizados para a manutenção e conservação dessas áreas, tendo em vista a importância da biodiversidade vegetal e da fauna nelas presentes.

Estudos fitossociológicos (Mantovani 1983, Ribeiro *et al.* 1985, Mantovani & Martins 1988, Oliveira & Gibbs 1994, Santos *et al.* 1997) e ecológicos (Coutinho *et al.* 1982, Johnson *et al.* 1983) foram realizados em várias regiões de Cerrado. Entretanto a conservação e o uso sustentável de áreas do Cerrado depende ainda de conhecimentos básicos sobre o desenvolvimento e adaptação das espécies ocorrentes nesse ecossistema.

1. Instituto de Botânica, Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Caixa Postal 4005, 01061-970 São Paulo, SP, Brasil

2. Autor para correspondência: amladeira@yahoo.com.br

Diversos estudos sobre germinação e crescimento de várias espécies características do Cerrado foram realizados (Melhem 1975, Arasaki & Felipe 1991, Godoy & Felipe 1992, Paulilo *et al.* 1993, Franco *et al.* 1996, Sassaki *et al.* 1996, Barbosa *et al.* 1999, Sassaki *et al.* 1999). Um dos aspectos menos estudado é o das relações alelopáticas (Ferreira & Aquila 2000).

A alelopatia pode ser entendida como qualquer efeito causado, direta ou indiretamente por um organismo sobre outro, através da liberação de substâncias químicas no ecossistema, mas o termo tem sido mais relacionado a efeitos prejudiciais (Ferreira 2005).

Quanto à natureza química, as substâncias alelopáticas são, em geral, compostos do metabolismo secundário, tais como terpenóides, compostos fenólicos e alcalóides. Esses compostos podem ser produzidos em qualquer órgão vegetal, porém em concentrações muito baixas e com características intrínsecas à planta, como por exemplo espécie, idade, etc. (Rivzi & Rivzi 1992).

Inibidores de germinação foram detectados em folhas e extratos de algumas espécies do Cerrado, tais como *Calea cuneifolia*, *Dipteryx alata*, *Alibertia humilis* (Coutinho & Hashimoto 1971, Melhem 1975, Struffaldi-De Vuono 1977).

A Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, São Paulo, é composta por vegetação de Cerrado e Mata Ciliar. Nela vêm sendo realizados diversos estudos sobre o desenvolvimento e utilização de várias espécies nativas (Isejima *et al.* 1991, Figueiredo-Ribeiro 1993, Ruggiero & Zaidan 1997).

No levantamento fitossociológico feito por Batista (1982) foram encontradas 15 espécies arbóreas que apresentaram maior frequência na área, tendo sido denominadas como de maior índice de valor de importância (IVI). Para o emprego dessas espécies na recuperação de áreas degradadas é interessante saber se elas influenciam o desenvolvimento de outras. Assim sendo, o objetivo do presente trabalho foi analisar o potencial alelopático dessas espécies arbóreas.

### Material e métodos

Material vegetal – Foram coletadas folhas das 15 espécies arbóreas de maior índice de valor de importância (IVI) no Cerrado da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, segundo Batista (1982). Foram feitas coletas de folhas nos meses de agosto e dezembro de 1999. O material da

primeira coleta (150 g de cada espécie) foi utilizado em bioensaios de detecção de atividade dos extratos. Nesta coleta não foram encontradas, em bom estado, folhas de *Acosmium subelegans*, *Byrsonia verbacifolia*, *Styrax ferrugineus* e *Vochysia tucanorum*. Na nova coleta, em dezembro, foram coletados 1 kg de folhas de cada espécie, a fim de poder realizar os bioensaios utilizando terra como substrato e os estudos de fracionamentos dos extratos. Nessa coleta não foram encontradas folhas das espécies *Rapanea guianensis* e *Didymopanax vilosum*.

Foram estudadas as seguintes espécies: *Acosmium subelegans* (Mohlenbr) Yakolev., “perobinha”, *W. Mantovani* 738 (SP), *Anadenanthera falcata* Speg., “angico”, *W. Mantovani* 999 (SP), *Aspidosperma tomentosum* Mart., “perobado-campo”, *S. Barnuevo s.n.* (SP346314), *Byrsonima coccolobifolia* (Spr.) Kunth “muricimirim”, *S. Barnuevo s.n.* (SP346312), *Byrsonima verbacifolia* Rich ex A. Juss. “murici”, *S. Barnuevo s.n.* (SP346311), *Didymopanax vilosum* E. March “mandioquinha”, *S. Barnuevo s.n.* (SP346307), *Kielmeyera variabilis* Mart., “pau-santo”, *S. Barnuevo s.n.* (SP346310), *Machaerium villosum* Vog., “jacarandá-paulista”, *W. Mantovani* 1313 (SP), *Ouratea spectabilis* (Mart.) Engl., “muricibravo”, *W. Mantovani* 1069 (SP), *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk., “brasa-viva”, *W. Mantovani* 1042 (SP), *Qualea grandiflora* Mart., “pau-terra”, *S. Barnuevo s.n.* (SP346315), *Rapanea guianensis* Aubl., “pororoca”, *S. Barnuevo s.n.* (SP346313), *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, “barbatimão” *W. Mantovani* 1025 (SP), *Styrax ferrugineus*, “benjoeiro”, *S. Barnuevo s.n.* (SP346309), *Vochysia tucanorum* Mart., “pau-de-tucano” *S. Barnuevo s.n.* (SP346308).

Obtenção do pó de folhas – As folhas foram secas à sombra e à temperatura ambiente em Mogi-Guaçu e enviadas à São Paulo em sacos de papel pardo. Em seguida foi feita a seleção das folhas que não mostravam sinais de senescência. Esse material foi lavado e seco em estufa, a 60 °C, por 24 horas e triturado em liquidificador industrial (Sire) até a obtenção de um pó. O pó obtido de cada espécie foi pesado e armazenado em sacos de papel pardo, à temperatura ambiente.

Preparo do extrato etanólico – 100 g de pó de folhas das diferentes espécies foram submetidos à extração exaustiva com etanol. Os extratos obtidos foram concentrados em evaporador rotatório até um volume

aproximado de 30 mL, em seguida foram colocados em frascos e deixados em banho-maria a 60 °C até a secagem completa. Os frascos foram então pesados para determinação da massa obtida dos extratos de cada espécie.

Bioensaios de germinação – O pó das folhas de cada uma das diferentes espécies coletadas foi misturado com terra estéril nas proporções 1:1 e 1:5. Utilizou-se também o substrato nas proporções 1:5 lavado com 1 e 2 L de água destilada. Nos ensaios realizados com terra não estéril utilizou-se a proporção 1:1. Os bioensaios de germinação de sementes de alface foram realizados em placas de Petri, de 5 cm de diâmetro, contendo 2 g dos diferentes substratos a serem analisados, 50 sementes de alface (*Lactuca sativa* var. grand rapids) e 3 mL de água destilada, com cinco repetições. Foram utilizados germinadores FANEM a 25 °C e luz constante (437  $\mu\text{W cm}^{-2}$ ). Foi feito o controle com placas contendo apenas terra e 3 mL de água destilada. A observação da germinação foi feita após 24 e 48 h da semeadura com o intuito de verificar se os compostos dos vegetais inibiam ou retardavam a germinação das sementes (Leather & Einhellig 1986).

Bioensaios de germinação dos extratos etanólicos – Os bioensaios de germinação de sementes de alface foram realizados em placas de Petri de 5 cm de diâmetro, contendo duas folhas de papel de filtro, às quais foram adicionados 2 mL dos extratos (10 mg mL<sup>-1</sup>) de cada espécie analisada, com cinco repetições. Em seguida, as placas foram deixadas abertas, por pelo menos 10 dias, dentro de capelas do laboratório com exaustor ligado diariamente, para secagem do solvente. Após esse período, 50 sementes de alface e 2 mL de água destilada foram colocados nas placas. Foram utilizados germinadores FANEM nas condições descritas anteriormente. A contagem da germinação também foi realizada após 24 e 48 h. Foram feitos controles com água destilada e etanol (Leather & Einhellig 1986).

Fracionamento dos extratos das quatro espécies que mostraram atividade inibidora – Extratos etanólicos foram obtidos de 200 g de pó de folha das espécies: *Stryphnodendron adstringens*, *Qualea grandiflora*, *Ouratea spectabilis* e *Pouteria ramiflora*. Em seguida esses extratos foram submetidos a fracionamentos por partição líquido-líquido com solventes de diferentes polaridades (hexano, clorofórmio, acetato de etila e n-butanol). As frações obtidas foram secas, o rendimento de cada uma devidamente anotado e diferentes concentrações (10, 5, 2, 1 e 0,5 mg mL<sup>-1</sup>)

de cada fração foram submetidas a bioensaios de germinação de alface, conforme a metodologia descrita acima.

Análise da atividade do extrato de *Stryphnodendron adstringens* – Os bioensaios foram realizados com lotes de cinco placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel de filtro, às quais foram adicionados 5 mL do extrato bruto de *Stryphnodendron adstringens* na concentração de 10 mg mL<sup>-1</sup>. Em seguida, as placas permaneceram abertas por pelo menos 10 dias para secagem do solvente. Após esse período, 30 sementes de cada espécie e 7 mL de água destilada foram colocados nas placas. Foram utilizados germinadores FANEM a 25 °C e luz constante. Os ensaios foram realizados com milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e picão (*Bidens pilosus*). A contagem de germinação foi feita depois de três dias para feijão e milho e depois de seis dias para o picão (Correa *et al.* 2000).

Análise estatística – Utilizou-se o teste t de Student ao nível de 5% de significância, de acordo com Snedecor & Cochran (1967).

Cromatografia em coluna das frações obtidas dos extratos de folhas de *Stryphnodendron adstringens* – A fração acetato de etila (632 mg) foi submetida à análise por cromatografia em coluna de sílica gel, 70-230 mesh 60Å (Sigma Aldrich). Para eluição foi utilizado clorofórmio:metanol em polaridade crescente (1:0, 9:1 e 8:2). Frações de 30 mL foram coletadas e reunidas após cromatografia em camada delgada, de acordo com a semelhança e a pureza dos componentes revelados.

Na análise por cromatografia em camada delgada utilizou-se placas de vidro de 20 × 20 cm, contendo sílica gel G60 (Merck). As placas foram desenvolvidas em clorofórmio:metanol (94:6), observadas sob luz ultra-violeta (UV) e reveladas com vapores de iodo.

As frações reunidas foram secas em banho-maria, pesadas e analisadas em bioensaios de germinação com sementes de alface, conforme metodologia descrita acima para a análise dos extratos.

A fração clorofórmica (338 mg) também foi submetida a fracionamento cromatográfico em coluna de sílica gel. Os eluentes utilizados foram clorofórmio:metanol (94:6, 8:2, 7:3, 6:4, 1:1, 4:6, 0:1) e ácido acético:metanol (1:1). Frações de 10 mL foram coletadas e reunidas após cromatografia em camada delgada, de acordo com a semelhança e a pureza dos componentes revelados.

Na análise por cromatografia em camada delgada utilizou-se placas de vidro de 20 × 20 cm contendo sílica gel G60 (Merck). As placas foram desenvolvidas em clorofórmio:metanol (94:6), observadas na luz UV e reveladas com vapores de iodo.

As frações reunidas foram secas em banho-maria, pesadas e analisadas em bioensaios de germinação com sementes de alface. A caracterização química das frações ativas foi realizada com o emprego de reagentes específicos para terpenóides (solução etanólica de vanilina 6%, dissolvida em 2 mL de ácido sulfúrico, e posterior aquecimento a 100-105 °C), flavonóides (solução etanólica de cloreto de alumínio 1% e observação em luz UV), alcalóides (reagente de Dragendorf) e compostos fenólicos (reagente de Godin) (Lederer 1960, Harborne 1984).

### Resultados e Discussão

Segundo White *et al.* (1989) pode ser difícil caracterizar a alelopatia e seu verdadeiro impacto, a menos que fatores da planta, do solo e de microorganismos sejam levados em consideração. Por essa razão, vários autores concordam que não se pode fazer extrapolação dos resultados encontrados em laboratório para o campo (Correa *et al.* 2000).

Diversos exemplos do papel da alelopatia são citados em ecossistemas manipulados e naturais (Rivzi & Rivzi 1992, Harborne 1993, Chou 1999). A alelopatia na agricultura é um dos aspectos mais estudados, entretanto na sucessão de vegetações encontramos apenas casos comprovados no deserto da Califórnia, em campos abandonados na África ou nos Estados Unidos.

Em áreas do Cerrado nenhum fenômeno que indique a ocorrência de alelopatia tem sido observado, o que não significa que defesas químicas não sejam produzidas pelas espécies do cerrado.

No presente trabalho verificou-se inicialmente que o pó e os extratos das folhas das 15 espécies analisadas inibiam a germinação de alface (tabela 1). Nos substratos contendo terra estéril e pó das folhas na proporção 1:1 todas as espécies inibiram a germinação de alface 24 horas após o início do bioensaio. A porcentagem de germinação após 48 h já indicou uma perda do efeito inibidor de 30, 25, 25 e 15% nas espécies de *Kielmeyera variabilis*, *Byrsonima verbacifolia*, *Vochysia tucanorum* e *Machaerium villosum*, respectivamente. A mistura de pó de folhas com terra na proporção 1:5 não alterou esse resultado.

Extratos etanólicos das folhas de 11 espécies que mostraram atividade inibidora em terra

Tabela 1. Porcentagem de inibição obtida nos bioensaios com pós de folhas misturados com terra estéril e com extratos etanólicos (10 mg mL<sup>-1</sup>) na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos a 5%, pelo teste de Tukey. # - ensaios não realizados.

Espécie	% inibição terra 1:1		% inibição terra 1:5		% inibição terra lavada com 1 L água		% inibição terra lavada com 2 L água		Extrato	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
<i>Acosmium subelegans</i>	100 a	100 a	99,6 b	90,8 b	41,2 d	21,2 d	#	#	#	#
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	100 a	100 a	100 a	100 a	48,0 d	15,2 d	#	#	88,0 d	#
<i>Anadenanthera falcata</i>	100 a	100 a	100 a	100 a	21,6 e	12,0 d	#	#	92,0 f	#
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	100 a	100 a	100 a	100 a	10,0 ef	0	#	#	94,0 c	#
<i>Byrsonima verbacifolia</i>	98,0 a	75,0 b	82,0 b	18,0 d	78,0 b	61,0 c	#	#	#	#
<i>Didymopanax vilosum</i>	#	#	#	#	#	#	#	#	99,8 a	67,2 b
<i>Kielmeyera variabilis</i>	97,2 b	70,4 d	61,6 d	59,8 e	54,4 d	47,6 b	#	#	6,4 f	2,4 c
<i>Machaerium villosum</i>	100 a	85,6 c	98,0 b	71,2 c	87,6 c	40,0 bc	#	#	80,0 e	#
<i>Ouratea spectabilis</i>	100 a	98,0 b	100 c	89,6 d	99,0 ab	66,8 bc	96,8 ab	65,2 ab	100 a	97,2 b
<i>Pouteria ramiflora</i>	100 a	99,2 b	99,6 b	94,4 b	95,2 bc	62,8 b	74,0 a	60,4 ab	99,6 bc	88,0 b
<i>Qualea grandiflora</i>	100 a	100 a	100 a	100 a	90,4 bc	56,0 b	61,2 b	52,8 b	87,0 d	#
<i>Rapanea guianensis</i>	100 a	100 a	100 a	100 a	#	#	#	#	99,0 b	#
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	100 a	100 a	100 a	100 a	98,0 a	88,4 a	81,6 ab	69,6 a	84,0 e	#
<i>Styrax ferrugineus</i>	100 a	99,2 b	100 a	98,4 b	98,8 b	74,0 c	#	#	#	#
<i>Vochysia tucanorum</i>	100 a	74,8 c	92,4 b	32,8 d	94,8 b	88,4 b	53,6 d	37,2 e	#	#
Controle da terra/água	3,2 c	3,1 e	3,1 e	3,2 f	3,2 f	3,2 de	3,0 c	3,2 c	#	#
Controle água	#	#	#	#	#	#	#	#	3,0 f	3,0 c
Controle etanol	#	#	#	#	#	#	#	#	2,0 f	2,0 c



Tabela 3. Porcentagem de inibição da germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*) nos bioensaios realizados com as frações ativas obtidas da partição líquido-líquido do extrato bruto de *Qualea grandiflora* em diferentes concentrações. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos a 5%, pelo teste de Tukey. # - ensaios não realizados.

Frações	10 mg mL <sup>-1</sup>		5 mg mL <sup>-1</sup>		2 mg mL <sup>-1</sup>	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
Hexano	8 a	4 a	#	#	#	#
Clorofórmio	100 a	94 a	100 a	80 a	32 b	15 b
Ac. Etila	98 a	34 b	6 c	0 c	#	#
n-Butanol	16 a	14 a	#	#	#	#

duas espécies cultivadas e uma nativa, e a novos fracionamentos, visando o isolamento do(s) composto(s) inibidore(s).

*Stryphnodendron adstringens* não mostrou atividade sobre a germinação de milho (*Zea mays*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*), mas inibiu a germinação de picão (*Bidens pilosus*) em 1/3 com relação aos controles (tabela 6).

A extração a partir de 200 g de pó das folhas produziu 29,44 g de extrato etanólico, que após partição rendeu 3,29 g de extrato hexânico, 0,34 g do clorofórmico, 0,63 g do acetato de etila e 1,05 g do butanólico.

O fracionamento do extrato em acetato de etila forneceu 110 frações, que foram reunidas em 16 grupos. Apenas as frações 10 (18,2 mg), 11 (22,5 mg), 12 (7,3 mg) e 13 (10,7 mg), eluídas em clorofórmio, mostraram 96, 100, 100 e 100% de inibição da germinação de sementes de alface, respectivamente. O extrato em clorofórmio forneceu 311 frações que foram reunidas em 33 grupos. Apenas as frações 6 (21,2 mg), 7 (3,4 mg) e 12 (6,1 mg), obtidas em clorofórmio:metanol (94:6) e 30 (8,7 mg), obtida em clorofórmio:metanol (8:2) mostraram 50, 45, 72,6 e 40% de inibição, respectivamente. As frações ativas apresentaram reação positiva para terpenóides e negativa para alcalóides, flavonóides e compostos fenólicos.

Com base nos dados obtidos podemos concluir que *Stryphnodendron adstringens* é uma espécie que tem potencial alelopático, um vez que mostrou atividade inibidora da germinação de uma espécie cultivada (alface) e de uma espécie nativa (picão). Os compostos inibidores são terpenóides. A quantidade dos materiais obtidos não permitiu a identificação desses compostos, que poderão ser objeto de futura investigação.

O número de trabalhos sobre alelopatia no Brasil tem aumentado bastante (Gatti *et al.* 2004, Alves *et al.* 2004), mas estudos com espécies características do

Tabela 4. Porcentagem de inibição da germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*) nos bioensaios realizados com as frações ativas obtidas da partição líquido-líquido do extrato bruto de *Ouratea spectabilis* em diferentes concentrações. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos a 5%, pelo teste de Tukey. # - ensaios não realizados.

Frações	10 mg mL <sup>-1</sup>		5 mg mL <sup>-1</sup>		2 mg mL <sup>-1</sup>		1 mg mL <sup>-1</sup>		0,5 mg mL <sup>-1</sup>	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
Hexano	22 a	0 b	#	#	#	#	#	#	#	#
Clorofórmio	100 a	100 a	100 a	100 a	60 b	48 bc	35 cd	27 de	17 ef	2 f
Ac. Etila	100 a	100 a	100 a	100 a	64 b	55 b	41 cd	33 d	11 e	5 e
n-Butanol	44 a	14 b	16 b	16 b	54 a	3 c	#	#	#	#

Tabela 5. Porcentagem de inibição da germinação de sementes de alface nos bioensaios realizados com as frações ativas obtidas da partição líquido-líquido do extrato bruto de *Pouteria ramiflora* em diferentes concentrações. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos a 5%, pelo teste de Tukey. # - ensaios não realizados.

Frações	10 mg mL <sup>-1</sup>		5 mg mL <sup>-1</sup>		2 mg mL <sup>-1</sup>		1 mg mL <sup>-1</sup>		0,5 mg mL <sup>-1</sup>	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
Hexano	94 a	0 b	#	#	#	#	#	#	#	#
Clorofórmio	98 a	94 a	90 a	90 a	26 b	14 c	11 c	5 d	11 c	3 d
Ac. Etila	100 a	100 a	100 a	96 a	27 b	24 b	9 c	2 c	#	#
n-Butanol	92 a	60 b	90 a	60 b	32 c	9 d	3 de	1 e	#	#

Tabela 6. Porcentagem de germinação de feijão, milho e picão em bioensaios realizados com extrato de folhas de *Stryphnodendron adstringens*. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos a 5%, pelo teste de Tukey. # - ensaios não realizados.

Espécies	Extrato brPuto	Controle etanol	Controle água	Tempo de germinação
Picão	23,33b	68,66 a	66,66 a	7 dias
Milho	100 a	100 a	100 a	4 dias
Feijão	99,33 a	96,0 a	100 a	4 dias

Cerrado são raros e o número de espécies analisadas é pequeno (Oliveira *et al.* 2004a, b). Por fim, devemos lembrar que a detecção da influência de uma espécie na sucessão vegetal demanda um trabalho contínuo de vários anos, como os realizados em Oklahoma e na África (Rivzi & Rivzi 1992).

### Agradecimentos

Ao CNPq pelas bolsas de Iniciação/PIBIC e pelo auxílio concedido e ao Sr. Samuel Barnuevo (funcionário de apoio técnico do Instituto de Botânica) responsável pela coleta dos materiais na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu.

### Literatura citada

- Alves, M.C.S., Medeiros Filho, S., Innecco, R. & Torres, S.B. 2004. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39: 1083-1086.
- Arasaki, F.R. & Felipe, G.M. 1991. Crescimento inicial e conteúdo de açúcares solúveis em *Kielmeyera coriacea*. *Hoehnea* 18: 171-177.
- Barbosa, A.R., Yamamoto, K. & Valio, I.F.M. 1999. Effect of light and temperature on germination and early growth of *Vochysia tucanorum* Mart., Vochysiaceae, in cerrado and forest soil under different radiation levels. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 275-280.
- Batista, E.A. 1982. Levantamentos fitossociológicos aplicados à vegetação do cerrado, utilizando-se de fotografias aéreas verticais. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luis Queiroz", Piracicaba.
- Brito, N.R.S. 1986. Perfil químico de famílias de Angiospermas. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Correa, J.F., Souza, I.F., Ladeira, A.M., Young, M.C.M. & Aragushi, M. 2000. Allelopathic potential of *Eupatorium maximiliani* Schrad leaves. *Allelopathy Journal* 7: 225- 234.
- Coutinho, L.M. & Hashimoto, F. 1971. Sobre o efeito inibitório da germinação de sementes produzido por folhas de *Calea cuneifolia* D.C. *Ciência e Cultura* 23: 759-764.
- Coutinho, L.M., Struffaldi-De-Vuono, Y.S. & Lousa, J.S. 1982. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. IV- A época da queimada e a produtividade primária líquida epigéia do estrato herbáceo arbustivo. *Revista Brasileira de Botânica* 5: 37-41.
- Chou, C.H. 1999. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. *Critical Reviews in Plant Science* 18: 609-639.
- Einhellig, F.A. & Leather, G.R. 1988. Potentials for exploiting allelopathy to enhance crop production. *Journal of Chemical Ecology* 14: 1829-1844.
- Ferreira, A .G. & Aquila, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12: 175-204.
- Ferreira, A.G. 2005. Alelopatia: sinergismo e inibição. In: R.J.M.C. Nogueira, E.L. Araújo, L.G. Willadino, U.M.T. Cavalcante (eds.). *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas*, Imprensa Universitária, UFPE, Recife, pp. 433-440.
- Figueiredo-Ribeiro, R.C. 1993. Distribuição, aspectos estruturais e funcionais dos frutanos com ênfase em plantas herbáceas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 5: 121-220.
- Franco, A.C., Souza, M.P. & Nardoto, G.B. 1996. Estabelecimento e crescimento de *Dalbergia miscolobium* Benth em áreas de campo sujo e cerrado no DF. In: H.S. Miranda, C.H. Saito & B.F.S. Dias (orgs.). *Anais do Simpósio Impacto das Queimadas sobre os Ecossistemas e Mudanças Globais*, 3º Congresso de Ecologia do Brasil, Brasília, pp. 84-92.
- Gatti, A.B., Perez, S.C.J.G.A. & Lima, M.I.S. 2004. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzeae* O . Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus*. *Acta Botanica Brasílica* 18: 459-472.
- Godoy, S.M.A. & Felipe, G.M. 1992. Crescimento inicial de *Qualea cordata*, uma árvore dos cerrados. *Revista Brasileira de Botânica* 15: 23-30.
- Harborne, J.B. 1984. *Phytochemical Methods: a guide to modern techniques of plant analysis*. 2 ed. Chapman & Hall, London.
- Harborne, J.B. 1993. *Introduction to ecological biochemistry*. 4 ed. Academic Press, London.
- Isejima, E.M., Figueiredo-Ribeiro, R.C.L. & Zaidan, L.B.P. 1991. Fructan composition in adventitious tuberous roots of *Viguiera discolor* Baker (Asteraceae) as influenced by day length. *New Phytologist* 119: 149-154.
- Johnson, C., Franco, A.C. & Caldas, L.S. 1983. Fotossíntese e resistência foliar em espécies nativas do cerrado: metodologia e estudos preliminares. *Revista Brasileira de Botânica* 6: 91- 97.

- Leather, G.R. & Einhellig, F.A.** 1986. Bioassays in the study of allelopathy. In: A.R. Putnam & C.S. Tang (eds.). The Science of Allelopathy. John Wiley & Sons, New York.
- Lederer, E.** 1960. Chromatographie en chimie organique et biologique. Masson et Cie Editeurs, Paris.
- Lehman, M.E., Blum, U. & Gerig, T.M.** 1994. Simultaneous effects of ferulic and p-coumaric acids on cucumber leaf expansion in split-root experiments. *Journal of Chemical Ecology* 20: 1773-1782.
- Lodhi, M.A.K., Bilal, R. & Malek, K.A.** 1987. Allelopathy in agroecosystems: wheat phytotoxicity and its possible roles in crop rotation. *Journal of Chemical Ecology* 13: 1881-1891.
- Mantovani, W.** 1983. Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do cerrado da Reserva biológica de Mogi-Guaçu do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Mantovani, W. & Martins, F.R.** 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11: 101-112.
- Melhem, T.S.** 1975. Desenvolvimento da plântula de *Dipteryx alata* Vog. (Leguminosae-Lotoideae) *Hoehnea* 5: 91-121.
- Muller, C.M.** 1969. Allelopathy as a factor in ecological process. *Vegetatio* 18: 348-357.
- Oliveira, P.E. & Gibbs, P.E.** 1994. Pollination and breeding systems of some *Vochysia* species (Polygalales – Vochysiaceae) in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10: 509-522.
- Oliveira, S.C.C., Ferreira, A.G. & Borghetti, F.** 2004a. Effect of *Solanum lycocarpum* fruits extract on sesame seed germination and seedling growth. *Allelopathy Journal* 13: 201-210.
- Oliveira, S.C.C., Ferreira, A.G. & Borghetti, F.** 2004b. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St. Hill (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. *Acta Botanica Brasílica* 18: 401-406.
- Paulilo, M.T., Felipe, G.M. & Dale, J.E.** 1993. Crescimento inicial de *Qualea grandiflora*. *Revista Brasileira de Botânica* 16: 37-46.
- Ribeiro, J.F., Silva, J.C.S. & Batmanian, G.J.** 1985. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 8: 131-142.
- Rivzi, S.J.H. & Rivzi, V.** 1992. Allelopathy: Basic and applied aspects. Chapman & Hall. London.
- Ruggiero, P.G.C. & Zaidan, L.B.P.** 1997. Estudos de desenvolvimento de *Viguiera robusta* Gardn., uma Asteraceae do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 1-9.
- Santos, M.L., Afonso, A.P. & Oliveira, P.E.** 1997. Biologia floral de *Vochysia cinnamomea* Pohl (Vochysiaceae) em cerrados do Triângulo Mineiro, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 127-132.
- Sasaki, R.M., Zaidan, L.B.P., Felipe, G.M. & Cesarino, F.** 1996. Efeito de fotoperíodo, tipo de solo e época do ano no crescimento inicial da espécie arbórea do cerrado, *Dalbergia miscolobium*. *Revista Brasileira de Botânica* 19: 193-201.
- Sasaki, R.M., Rondon, J.N., Zaidan, L.B.P. & Felipe, G.M.** 1999. Number of buried seeds and seedlings emergence in cerradão, cerrado and gallery forest soils at Pedregulho, Itirapina (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 147-152.
- Snedecor, C.W. & Cochran, W.G.** 1967. *Statistical Methods*. Iowa State University Press, Ames.
- Struffaldi-De-Vuono, Y.** 1977. Inibidor de germinação em folhas de *Alibertia humilis* K. Sch. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- White, R.H., Worsham, A.D. & Blum, U.** 1989. Allelopathic potencial of legume debris and aqueous extracts. *Weed Science* 37: 674-679.