

POTENCIAL ALELOPÁTICO E LEVANTAMENTO DO BANCO NATURAL DE SEMENTES SOB A COPA DE *Copaifera langsdorffii* Desf

ALLELOPATHIC POTENTIAL AND SURVEY OF NATURAL SEED BANK UNDER THE CANOPY OF *Copaifera langsdorffii* Desf

Regildo Márcio Gonçalves da SILVA¹; Valter Henrique Marinho dos SANTOS²;
Fabiano Marcelino BORGES³; Fabiano de Fátima Queiroz de MELO³;
Luciana Pereira SILVA¹

1. Professor, Doutor, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Assis, SP, Brasil. regildo@assis.unesp.br; 2. Mestre em Botânica, UNESP, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, SP, Brasil; 3. Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, MG, Brasil.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito alelopático de amostras de solo coletadas sob a copa de três espécimes de *Copaifera langsdorffii* na germinação de *Lactuca sativa* e realizar o levantamento do banco natural de sementes de acordo com a sazonalidade. Para testar o efeito alelopático realizou-se experimentos de pré e pós-emergência com sementes de *L. sativa* e para quantificar o estoque de sementes, amostras de solo foram coletadas de três espécimes em três distâncias do caule (1, 2 e 3m) e em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-15cm), na região de cerrado nas estações seca e úmida. As amostras testadas nos ensaios de pré-emergência não interferiram significativamente nos índices de germinabilidade, tempo médio e velocidade de germinação; porém, demonstrou diferença no sincronismo de germinação, independentemente da estação de coleta. No ensaio de pós-emergência foi observada diferença estatística nos parâmetros avaliados (comprimento da raiz primária e hipocótilo) em ambas estações. Para quantificação do banco natural de sementes foram feitas análises macroscópicas de cada amostra de solo com auxílio de microscópio estereoscópico. A análise do banco natural de sementes demonstrou maior número das mesmas na profundidade de 0-5cm e na distância de 2m para ambas estações. Os resultados obtidos sugerem a presença de substâncias aleloquímicas nas amostras de solo coletadas sob a copa de *Copaifera langsdorffii*.

PALAVRAS-CHAVE: Copaíba. Banco de sementes. Pré-emergente. Pós-emergente. Alfaca.

INTRODUÇÃO

O gênero *Copaifera* Lineu está presente principalmente nos biomas Amazônico e do Cerrado, sendo composto por 28 espécies, das quais 16 são endêmicas do Brasil (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002; PAIVA 2009). As espécies de *Copaifera* em geral se apresentam como árvores com altura de 15 a 40 metros, casca aromática, folhagem densa, flores pequenas e frutos secos. As sementes são de cor preta, ovóides, com um arilo amarelo rico em lipídios (XENA; BERRY, 1998; LORENZI, 2002; FREITAS; OLIVEIRA 2002). Do caule é extraído óleo-resina, geralmente utilizado com finalidade medicinal (PINTO et al., 2000; MACIEL et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2006).

Copaifera langsdorffii Desf (Fabaceae, Caesalpinioideae) é considerada uma espécie que exerce efeito alelopático, interferindo diretamente na germinabilidade de sementes (SANTANA et al., 2006). Além disso, a diversidade de espécies vegetais sob suas copas é baixa, da mesma forma que sua frequência de regeneração natural (CETNARSKI FILHO; NOGUEIRA, 2005). Na medicina popular esta espécie é empregada como antihemorrágico, antiinflamatório e antitumoral

(ALENCAR, 1982; BARATA e MENDONÇA, 1997; LEITE et al., 2001; VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002; PAIVA, 2009). Seu óleo é composto por aproximadamente 60% de diterpenos, diluídos em óleo essencial que tem como principais constituintes os sesquiterpenos e foram identificados até o momento 27 tipos de diterpenos e 72 de sesquiterpenos (OLIVEIRA et al., 2006; VEIGA JUNIOR et al., 2007; LIMA NETO, 2008).

A alelopatia caracteriza-se pela capacidade das plantas liberarem no ambiente por meio da volatilização, lixiviação, exsudação das raízes e decomposição de resíduos vegetais substâncias denominadas aleloquímicos que podem influenciar no crescimento e no desenvolvimento de outras espécies (WHITTAKER; FEENY, 1971; RICE, 1984; CHOU e KUO, 1986; ANAYA, 1999; PIRES et al., 2001). Entretanto, esse processo de liberação não é uniforme e pode variar conforme o ambiente e a sazonalidade (REIGOSA et al., 1999; MARTINS et al., 2006).

A ação dos aleloquímicos pode ser direta ou indireta. Seus efeitos diretos levam à alterações celulares e metabólicas, incluindo modificações no funcionamento de membranas, na absorção de nutrientes e de água, na atividade fotossintética e

respiratória, na síntese de proteínas e atividade enzimática, e no material genético induzindo alterações no RNA e DNA (SOUZA FILHO et al., 2003; INDERJIT; CALLAWAY, 2003). Os efeitos indiretos correspondem às alterações nas propriedades e características nutricionais do solo e também nas populações e/ou atividade de organismos que habitam o solo (RIZVI; RIZVI, 1992; FERREIRA; AQUILA, 2000). Por estas razões, a alelopatia é considerada um importante fenômeno ecológico em ecossistemas naturais e de cultivo, influenciando estrutura, composição e dinâmica de comunidades, assim como, na sucessão primária e secundária (GNIAZDOWSKA ; BOGATEK, 2005), podendo influenciar de forma direta e/ou indiretamente na manutenção dos bancos de sementes naturais e de áreas cultivadas (SCRIVANTI et al., 2003; MARTINS et al., 2006).

Os bancos de sementes naturais são agregações de sementes não germinadas, mas potencialmente capazes de substituir plantas perenes e anuais (CHRISTOFFOLETI; CAETANO, 1998; CAETANO et al., 2001; ANDRES et al., 2001; WANG et al., 2005). Além disso, representam o montante de sementes não-dormentes e outras estruturas de propagação presentes no solo ou nos restos vegetais (MONQUERO CHRISTOFFOLETI, 2003; LACERDA, 2003). A potencialidade dos bancos de sementes em regenerar e contribuir para a renovação das áreas de vegetação está correlacionado, dentre outros fatores, com a viabilidade das sementes presentes nos mesmos (MUASYA et al. 2002).

Diante das características alelopáticas e a presença de compostos ativos de origem secundária na *C. langsdorffii* Desf, os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito alelopático apresentado por amostras de solo coletadas sob a copa de três indivíduos desta espécie na germinação de *Lactuca sativa* e verificar a possível interferência alelopática no banco natural de sementes de acordo com a sazonalidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal e Fitoterápicos do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências e Letras de Assis (FCLA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP). As amostras de solo foram coletadas sob a copa de três espécimes de *C. langsdorffii* na região de cerrado do município de Patos de Minas – MG (18°31'20''S, 46°32'06'' W e altitude=829 metros) escolhidos aleatoriamente e com uma distância de 30 metros,

aproximadamente, entre cada espécime. As coletas foram realizadas em quatro linhas marcadas (norte, sul, leste e oeste), considerando três distâncias a partir do caule da planta (1, 2 e 3 metros) e três profundidades (0-5, 5-10 e 10-15 centímetros) eliminando a serrapilheira. Para cada amostra foram coletados aproximadamente 1500 gramas de solo, considerando distância e profundidade. As coletas foram realizadas em duas estações distintas do ano (no período de seca, no mês de agosto de 2006, e no período úmido, no mês de fevereiro de 2007).

O potencial alelopático foi avaliado em dois experimentos o de pré-emergência e pós-emergência. Para o primeiro experimento foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com vinte sete grupos experimentais e seis repetições por grupo para cada período de coleta. Foi utilizado como bioindicador de germinabilidade a espécie *L. sativa* L. cv Grand Rapids TBR. Cada parcela foi representada por potes de poliestireno transparente com 80 gramas de cada amostra de solo. Nos potes foram dispostas 50 sementes de alface, considerando seis repetições para cada indivíduo amostrado considerando a distância (1, 2 e 3m) e profundidade de coleta do solo (0-5, 5-10 e 10-15 cm). Foi estabelecido um grupo controle para a comparação dos resultados, contendo um mistura de solo e areia na proporção 1:1, o qual foi autoclavado por 1 hora a 120°C.

O experimento foi conduzido em sala de germinação, a uma temperatura média de 22±2°C. Os potes foram mantidos à irradiância média de 2063,17±127,37µWcm⁻², fornecida por duas lâmpadas fluorescentes OSRAM de 20W. As medidas de irradiância foram feitas na altura dos potes, com uma célula solar, acoplada a um multímetro digital TOPIS, modelo MIC-2200A.

O monitoramento da germinabilidade e seguimento evolutivo do experimento de pré-emergência iniciaram-se imediatamente após a disposição das sementes sob o solo de cada amostra, sendo realizadas observações sucessivas a cada seis horas. O critério de observação e de avaliação da germinação foi a ruptura da testa e emissão da raiz primária. A cada observação foi realizada a quantificação do número acumulativo de sementes germinadas. O período de observação foi de 96 horas, logo após foram calculados a porcentagem média de germinação, o tempo médio, a velocidade média e o sincronismo de germinação para cada grupo experimental e controle de acordo como descrito por Santana e Ranal (2004) e Ranal et al. (2009):

Porcentagem média de germinação: $G\% = (N/A) \cdot 100$ onde $G\%$ =germinação; N = número

total de sementes germinadas; A= número total de sementes colocadas para germinar.

$$\text{Tempo médio: } \bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad \text{onde } \bar{t} = \text{m\u00e9dia}$$

ponderada; t_i = tempo de emergência, em dias, contado a partir da instalação do experimento; n_i = número de plântulas emergidas (emergência dos cotilédones no tempo t_i) e k = último tempo de germinação das sementes.

$$\text{Velocidade m\u00e9dia: } \bar{v} = \frac{CV}{100} = \frac{1}{\bar{t}} \quad \text{onde } \bar{v} =$$

velocidade m\u00e9dia de germinação, \bar{t} = tempo m\u00e9dio de germinação e CV= coeficiente de velocidade de germinação.

Sincronismo de germinação:

$$\bar{E} = -\sum_{i=1}^k f_i \log_2 f_i \quad \text{onde } \bar{E} = \text{coeficiente de}$$

sincronização de germinação, f_i = frequência relativa de germinação, \log_2 = logaritmo de base 2 e k = último dia de observação.

A avaliação da pós-emergência foi realizada com a medição do comprimento das raízes primárias e dos hipocótilos com auxílio de um paquímetro digital (DIGIMESS®) após 48 horas da germinação.

Para avaliar o banco natural de semente, as amostras de solo coletadas sob a copa dos três indivíduos, de acordo com a distância, profundidade e época de coleta, foram analisadas macroscopicamente e realizada a quantificação de sementes de qualquer espécie vegetal, com auxílio de microscópio estereoscópico (lupa, aumento até 100x), sendo esta análise realizada em 500g de solo para cada amostra. O número total de sementes foi comparado entre as diferentes amostras coletadas.

A análise estatística foi realizada com o teste de normalidade de Shapiro-Wilks e

homogeneidade de Levene. Os dados mostraram normalidade e as variâncias foram homogêneas, portanto, os dados foram analisados por meio de testes paramétricos ANOVA e Tukey; $\alpha=0,5$. Estes testes foram realizados com auxílio do software SISVAR (Registro de Software de 28/04/2006 sob o número: 828459851, Ferreira, 2008), análise realizada de acordo com o proposto por Santana e Ranal (2004).

RESULTADOS

Ao final de 96h, as sementes de alface cultivadas nas amostras de solo coletadas sob a copa de três espécimes de *C. langsdorffii*, considerando a distância e profundidade, na estação úmida não mostraram diferença significativa entre si, quando comparadas ao controle em relação à porcentagem média de germinação ($F=0,4046$; $p=0,7539$), tempo médio ($F=1,3795$; $p=0,2660$) e velocidade média de germinação ($F=1,1069$; $p=0,3612$). Porém o sincronismo da germinação ($F=22,0577$; $p=0,0001$) diferiu significativamente quando os grupos experimentais foram comparados com o controle (Tabela 1).

As sementes submetidas às amostras de solo coletadas na estação seca (Tabela 2) comportaram-se de modo semelhante ao resultado anterior, pois não houve diferença significativa entre os indivíduos amostrados e quando comparados com o controle, quanto à porcentagem média de germinação ($F=1,6684$; $p=0,1923$), tempo médio ($F=0,5799$; $p=0,6363$) e velocidade média ($F=0,6275$; $p=0,6061$) de germinação ($F=0,6275$; $p=0,6061$). Porém o sincronismo de germinação apresentou diferença significativa ($F=49,491$; $p=0,001$) quando os grupos experimentais foram comparados com controle.

Tabela 1. Avaliação da porcentagem média de germinação (G%), do tempo médio (\bar{t}), velocidade média (\bar{v}) e sincronismo de germinação (\bar{E}) de sementes de *L. sativa* (alface). Cultivadas em amostras de solo coletadas sob a copa de três espécimes de *C. langsdorffii* (Cl1, Cl2 e Cl3) na época úmida de acordo com a distância (1; 2 e 3m) e profundidade (0-5, 5-10 e 10-15cm) após 96 horas.

Indiv\u00edduo	Dist\u00e2ncia (m)	Profundidade (cm)	G%±DP (%)	\bar{t} ±DP (horas)	\bar{v} ±DP (sementes/hs)	\bar{E} ±DP
Cl1	1,0	0 – 5	83,17±7,91a	32,63±2,20a	0,029±0,002a	0,59±0,15a
		5 – 10	82,41±9,27a	33,51±3,14a	0,029±0,004a	0,61±0,03a
		10 – 15	84,05±4,35a	33,19±1,35a	0,029±0,002a	0,59±0,03a
	2,0	0 – 5	79,72±7,62a	32,81±3,97a	0,029±0,006a	0,60±0,01a
		5 – 10	83,27±9,90a	34,33±2,19a	0,029±0,001a	0,61±0,01a
		10 – 15	79,31±4,53a	34,44±3,97a	0,030±0,004a	0,62±0,07a
	3,0	0 – 5	78,85±9,78a	34,20±3,62a	0,030±0,001a	0,61±0,05a
		5 – 10	78,36±5,01a	32,89±2,78a	0,030±0,001a	0,60±0,12a

		10 – 15	77,90±2,36a	34,18±1,18a	0,030±0,001a	0,62±0,06a
CI2	1,0	0 – 5	82,23±8,91a	33,29±2,60a	0,028±0,002a	0,59±0,15a
		5 – 10	89,22±9,20a	32,33±1,22a	0,028±0,001a	0,61±0,13a
		10 – 15	79,65±4,73a	33,19±1,25a	0,030±0,002a	0,61±0,10a
	2,0	0 – 5	82,17±9,62a	34,11±3,95a	0,029±0,002a	0,59±0,01a
		5 – 10	78,97±7,90a	34,17±2,10a	0,029±0,001a	0,60±0,11a
		10 – 15	80,01±6,85a	34,98±1,83a	0,030±0,004a	0,60±0,07a
	3,0	0 – 5	81,15±8,98a	34,09±1,60a	0,028±0,001a	0,61±0,15a
		5 – 10	79,16±7,21a	33,13±1,30a	0,030±0,003a	0,61±0,01a
		10 – 15	70,90±4,56a	34,78±3,17a	0,029±0,001a	0,59±0,15a
CI3	1,0	0 – 5	83,13±1,91a	34,49±2,20a	0,029±0,001a	0,59±0,15a
		5 – 10	80,81±3,20a	32,91±1,22a	0,030±0,001a	0,60±0,13a
		10 – 15	84,43±4,73a	32,49±1,57a	0,030±0,002a	0,61±0,02a
	2,0	0 – 5	82,37±4,62a	33,31±2,91a	0,029±0,004a	0,58±0,07a
		5 – 10	79,57±3,43a	32,35±2,10a	0,029±0,001a	0,58±0,11a
		10 – 15	80,22±4,83a	34,46±1,83a	0,028±0,003a	0,60±0,16a
	3,0	0 – 5	83,55±5,78a	32,94±1,40a	0,030±0,001a	0,61±0,05a
		5 – 10	80,16±3,01a	34,03±1,21a	0,029±0,001a	0,59±0,19a
		10 – 15	80,95±3,36a	32,18±1,07a	0,029±0,002a	0,60±0,09a
Controle			80,49±1,48a	33,87±2,24a	0,029±0,003a	0,89±0,17b

Médias com letras iguais, na coluna, não diferem entre si com $\alpha=0,5$ de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Avaliação da porcentagem média de germinação ($G\%$), do tempo médio (\bar{t}), velocidade média (\bar{v}) e sincronismo de germinação (\bar{E}) de sementes de *L. sativa* (alface). Cultivadas em amostras de solo coletadas sob a copa de três espécimes de *C. langsdorffii* (CI1, CI2 e CI3) na época seca de acordo com a distância (1; 2 e 3m) e profundidade (0-5, 5-10 e 10-15cm) após 96 horas.

Indivíduo	Distância (m)	Profundidade (cm)	$G\% \pm DP$ (%)	$\bar{t} \pm DP$ (horas)	$\bar{v} \pm DP$ (sementes/hs)	$\bar{E} \pm DP$
CI1	1,0	0 – 5	87,22±2,26a	41,11±1,36a	0,025±0,002a	0,80±0,25a
		5 – 10	86,14±1,50a	38,99±1,01a	0,025±0,001a	0,79±0,16a
		10 – 15	85,22±1,21a	40,10±0,95a	0,025±0,001a	0,77±0,14a
	2,0	0 – 5	86,71±8,47a	41,30±0,93a	0,025±0,002a	0,68±0,10a
		5 – 10	84,08±1,22a	39,79±0,89a	0,025±0,001a	0,67±0,19a
		10 – 15	84,45±1,04a	40,18±1,09a	0,026±0,002a	0,71±0,10a
	3,0	0 – 5	85,27±1,42a	39,57±1,10a	0,025±0,001a	0,77±0,17a
		5 – 10	86,24±1,28a	39,14±1,80a	0,025±0,001a	0,76±0,40a
		10 – 15	87,63±0,94a	40,61±1,61a	0,025±0,002a	0,78±0,54a
CI2	1,0	0 – 5	85,08±2,00a	39,65±1,36a	0,025±0,002a	0,81±0,35a
		5 – 10	83,84±1,05a	40,15±1,96a	0,026±0,001a	0,79±0,36a
		10 – 15	85,63±1,21a	39,25±1,35a	0,025±0,001a	0,78±0,34a
	2,0	0 – 5	85,71±1,17a	41,03±0,93a	0,025±0,002a	0,80±0,40a
		5 – 10	86,18±1,22a	39,22±1,08a	0,024±0,002a	0,78±0,19a
		10 – 15	85,99±1,04a	39,82±1,09a	0,025±0,001a	0,78±0,30a
	3,0	0 – 5	86,07±2,42a	39,77±1,10a	0,025±0,001a	0,77±0,17a
		5 – 10	83,94±2,18a	39,64±2,80a	0,025±0,001a	0,79±0,09a
		10 – 15	86,33±1,54a	39,40±1,61a	0,025±0,002a	0,78±0,59a
CI3	1,0	0 – 5	83,98±1,26a	40,45±1,36a	0,025±0,002a	0,80±0,85a
		5 – 10	85,37±2,01a	41,15±0,96a	0,024±0,002a	0,81±0,36a
		10 – 15	85,15±1,31a	39,75±1,05a	0,025±0,001a	0,79±0,14a
	2,0	0 – 5	85,11±1,47a	40,11±0,93a	0,025±0,002a	0,78±0,10a
		5 – 10	85,08±1,22a	39,77±1,08a	0,025±0,001a	0,79±0,09a
		10 – 15	86,20±0,04a	39,80±1,09a	0,025±0,001a	0,78±0,30a
	3,0	0 – 5	83,97±2,12a	39,77±1,10a	0,025±0,001a	0,77±0,17a

	5 – 10	86,04±1,58a	39,61±1,80a	0,025±0,001a	0,76±0,40a
	10 – 15	85,93±0,94a	39,60±0,61a	0,025±0,002a	0,78±0,84a
Controle		85,99±1,18a	39,87±1,24a	0,025±0,003a	0,89±0,17b

Médias com letras iguais, na coluna, não diferem entre si com $\alpha=0,5$ de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O comprimento das raízes primárias ($F=365,37$; $p=0,2140$) e dos hypocótilos ($F=355,82$; $p=0,3165$) das plântulas cultivadas em amostras de solo coletadas na estação úmida, independentemente da distância, profundidade e indivíduo avaliado não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela

3). Porém foi possível constatar diferença significativa entre os parâmetros mensurados dos grupos experimentais em comparação ao controle, demonstrando uma diminuição dos comprimentos avaliados nas plântulas cultivadas nas diferentes amostras de solo coletadas.

Tabela 3. Comprimento médio do hypocótilo e da raiz primária de plântulas de *L. sativa* (alface), cultivadas em amostras de solo coletadas sob a copa de três espécimes de *C. langsdorffii* (C11, C12 e C13) na época úmida de acordo com a distância (1; 2 e 3m) e profundidade (0-5, 5-10 e 10-15cm), mantidas em condições de laboratório, 48 horas após a germinação sementes.

Indivíduo	Distância (m)	Profundidade (cm)	Hipocótilo (mm)	Raiz primária (mm)
C11	1,0	0 – 5	6,32±0,021a	13,62±0,021a
		5 – 10	5,73±0,013a	12,59±0,022a
		10 – 15	5,45±0,012a	13,22±0,023a
	2,0	0 – 5	6,45±0,034a	12,96±0,034a
		5 – 10	6,98±0,021a	11,01±0,023a
		10 – 15	6,22±0,014a	12,77±0,012a
	3,0	0 – 5	6,69±0,034a	13,17±0,042a
		5 – 10	5,99±0,017a	13,44±0,013a
		10 – 15	6,42±0,027a	12,98±0,011a
C12	1,0	0 – 5	5,92±0,009a	13,91±0,014a
		5 – 10	6,17±0,016a	14,02±0,033a
		10 – 15	6,19±0,011a	13,72±0,014a
	2,0	0 – 5	6,55±0,037a	12,56±0,014a
		5 – 10	5,99±0,023a	14,01±0,016a
		10 – 15	6,37±0,031a	13,79±0,013a
	3,0	0 – 5	6,39±0,017a	13,73±0,043a
		5 – 10	6,53±0,012a	14,04±0,015a
		10 – 15	5,91±0,013a	14,08±0,012a
C13	1,0	0 – 5	5,92±0,021a	14,21±0,020a
		5 – 10	5,97±0,013a	14,12±0,014a
		10 – 15	6,09±0,009a	13,92±0,019a
	2,0	0 – 5	6,33±0,024a	14,03±0,022a
		5 – 10	6,18±0,019a	13,91±0,025a
		10 – 15	6,24±0,013a	13,89±0,023a
	3,0	0 – 5	5,99±0,008a	13,17±0,013a
		5 – 10	6,19±0,051a	14,04±0,013a
		10 – 15	6,17±0,033a	13,78±0,011a
Controle		9,66±0,045b	19,47±0,028b	

100 raízes analisadas. Médias \pm Desvio padrão; Médias com letras iguais, na coluna, não diferem entre si com $\alpha=0,5$ de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Resultados semelhantes foram obtidos para as medidas das plântulas cultivadas em amostras de solo coletadas na estação seca (Tabela 4), pois foi possível constatar que os grupos experimentais não apresentaram diferença significativa tanto no comprimento do hypocótilo ($F= 411,89$; $p=0,1763$)

como na raiz primária ($F=210,70$; $p= 0,1990$), independentemente do indivíduo, profundidade e distância de coleta, porém os mesmos grupos diferiram significativamente quando comparados ao controle.

Tabela 4. Comprimento médio do hipocótilo e da raiz primária de plântulas de *L. sativa* (alface), cultivadas em amostras de solo coletadas sob a copa de três espécimes de *C. langsdorffii* (C11, C12 e C13) na época seca de acordo com a distância (1; 2 e 3m) e profundidade (0-5, 5-10 e 10-15cm), mantidas em condições de laboratório, 48 horas após a germinação sementes.

Indivíduo	Distância (m)	Profundidade (cm)	Hipocótilo (mm)	Raiz primária (mm)
C11	1,0	0 – 5	5,42±0,018a	11,71±0,012a
		5 – 10	4,77±0,023a	10,02±0,009a
		10 – 15	5,17±0,003a	09,22±0,011a
	2,0	0 – 5	5,45±0,009a	11,06±0,017a
		5 – 10	4,98±0,011a	09,01±0,023a
		10 – 15	5,04±0,009a	10,89±0,011a
	3,0	0 – 5	5,79±0,013a	11,17±0,012a
		5 – 10	5,49±0,032a	10,04±0,027a
		10 – 15	5,02±0,017a	11,08±0,032a
C12	1,0	0 – 5	5,34±0,038a	10,43±0,031a
		5 – 10	5,75±0,033a	11,12±0,019a
		10 – 15	4,97±0,018a	10,22±0,013a
	2,0	0 – 5	5,35±0,012a	11,26±0,037a
		5 – 10	5,48±0,017a	10,51±0,025a
		10 – 15	4,94±0,024a	09,89±0,019a
	3,0	0 – 5	4,99±0,025a	10,47±0,032a
		5 – 10	4,79±0,022a	11,24±0,047a
		10 – 15	5,17±0,024a	09,98±0,012a
C13	1,0	0 – 5	4,92±0,014a	09,21±0,034a
		5 – 10	5,17±0,025a	11,32±0,039a
		10 – 15	4,87±0,033a	10,32±0,041a
	2,0	0 – 5	5,23±0,013a	10,44±0,037a
		5 – 10	5,18±0,025a	11,23±0,053a
		10 – 15	5,05±0,029a	10,97±0,021a
	3,0	0 – 5	4,79±0,023a	09,57±0,024a
		5 – 10	4,89±0,017a	10,45±0,035a
		10 – 15	5,22±0,023a	10,08±0,012a
Controle			8,37±0,055b	16,71±0,007b

100 raízes analisadas. Médias ± Desvio padrão; Médias com letras iguais, na coluna, não diferem entre si com $\alpha=0,5$ de probabilidade, pelo teste de Tukey

O número médio de sementes encontrado nos três espécimes estudados em relação a distância, profundidade e estação estão apresentadas na Figura 1. A análise do banco natural de sementes demonstrou que quanto menor a profundidade de coleta das amostras de solo maior foi o número de sementes observadas, sendo assim a profundidade de 0-5cm apresentou maior número de sementes, independente da época (seca ou úmida).

O solo coletado na estação úmida apresentou maior número de sementes na distância

de dois metros para as profundidades de 0-5 e 5-10cm, enquanto que para a profundidade de 10-15cm o número de sementes foi o mesmo para as distâncias D1 e D2. O número total de sementes observadas na estação úmida foi menor do que o encontrado na estação seca, onde o número de sementes na distância de dois metros foi maior na profundidade de 0-5cm, enquanto que nas demais profundidades (5-10 e 10-15) o maior número de sementes foi na distância de três metros (Figura 1).

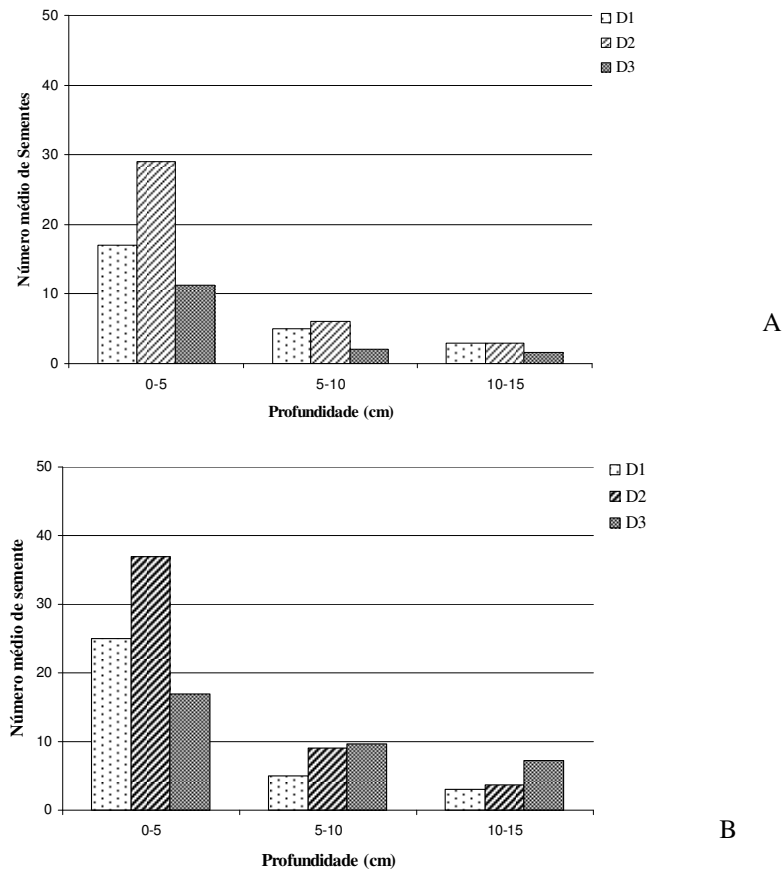


Figura 1. Número médio de sementes encontrados nos três espécimes estudados em relação à distância (D1=1m; D2=2m e 3D=3m), profundidade e estação de coleta (A=úmida e B=seca).

DISCUSSÃO

De acordo com Bewley e Black (1978); Labouriau (1983) e Inderjit et al. (2003) os ensaios que avaliam as alterações nos índices de germinação indicando possíveis interferências de compostos ativos nas reações metabólicas que culminam na germinação, sendo estes capazes de avaliar, assim, os efeitos alelopáticos na pré-emergência. Nos bioensaios realizados com as amostras de solo, coletadas sob a copa de *C. langsdorffii* na estação úmida, a germinação máxima dos aquênios foi de aproximadamente 83% tanto para os grupos experimentais como controle, porém o índice de sincronismo de germinação apresentou diferenças entre as amostras de solos experimentais e controle tanto para distância como profundidade de coleta, possivelmente esta interferência relaciona-se com a entropia informacional, causados por aquênios com germinação mais lenta sabendo que as sementes empregadas nos ensaios foram provenientes de um mesmo lote (LABOURIAU, 1983; LABOURIAU; AGUDO, 1987; MARASCHIN-SILVA; ÁQUILA, 2006).

De acordo com os resultados obtidos com as amostras de solo coletadas na estação seca foi possível observar que estes dados estão relacionados com a sensibilidade da espécie alvo à presença de aleloquímicos, pois estudos realizados por Chon et al. (2005) demonstraram que sementes de alface são sensíveis e susceptíveis as pequenas quantidade de aleloquímicos, evidenciando esta característica pela alteração de quaisquer um dos índices de germinação na experimentação pré-emergente. Contudo, este ensaio não demonstrou interferência alelopática das amostras de solo, de acordo com os índices avaliados. A alteração somente do sincronismo não é válida por si só, para afirmar uma possível interferência alelopática, de acordo com a metodologia adotada.

A alteração do sincronismo de germinação esta relacionada com a dinâmica do processo de germinação, principalmente, considerando o intervalo entre as observações decorridas durante o período de experimentação. O sincronismo juntamente com os demais índices de germinação, torna possível prever o grau de sucesso de uma espécie baseado na capacidade e dinamismo da germinação de sementes liberadas no ambiente

(RANAL e SANTANA, 2006). Esta alteração pode estar diretamente correlacionada com os diferentes compostos aleloquímicos liberados pela *C. langsdorffii*.

As amostras de solo analisadas neste estudo, de forma geral, diminuíram o crescimento das plântulas de alface, tanto para o crescimento radicular como o do hipocótilo. Tais resultados foram observados para a estação úmida e para a seca, estas análises são semelhantes à de outros trabalhos que mostraram uma redução no tamanho do eixo hipocótilo-raiz da planta alvo (AQUILA et al., 1999; SOARES e VIEIRA, 2000; CANDIDO et al., 2010)

A redução do tamanho da raiz primária e do hipocótilo foi observada em ambas as estações de coleta de amostras de solo. Para a estação úmida, esta pode estar relacionada principalmente com a maior taxa de lixiviação dos aleloquímicos existentes no solo, bem como a maior atividade de microorganismos existente devido ao aumento da temperatura e umidade do solo nesta estação (RICE, 1984; RIZVI; RIZVI, 1992; AQUILA; AZAMBUJA, 1996).

Os efeitos observados caracterizam atividade alelopática, pois os dados obtidos refletem em um típico comportamento de compostos ativos sobre o desenvolvimento de plântulas, podendo alguns aleloquímicos, quando presente, escapar deste padrão e outros podem apresentar efeitos sinérgicos aumentando muito os danos quando presentes ao mesmo tempo nos tratamentos (REIGOSA et al., 1999; FERREIRA; AQUILA, 2000).

Após o crescimento das partes aéreas, as mesmas não ficaram em contato direto com o solo, no entanto as raízes continuaram absorvendo solutos presentes no solo, o que afetou o tamanho das raízes, eventos similares encontrados em estudos realizados por Oliveira et al. (2004) e Burgos et al. (2004). Pires et al. (2001) atribuem ainda o menor efeito dos possíveis aleloquímicos na parte aérea ao fato do crescimento inicial desta ser auxiliado por reservas contidas nas sementes.

O crescimento radicular foi um dos parâmetros mais afetados nos experimentos, a sensibilidade radicular aos aleloquímicos é bem documentada em literatura sendo uma das características que melhor indica a ação alelopática (KOITABASHI et al., 1997; FERREIRA; AQUILA, 2000; BURGOS et al., 2004; FERREIRA, 2004; MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006). O crescimento radicular foi comprometido nas plântulas de alface submetidas às amostras de solo em comparação ao controle, e esses resultados

corroboram com estudos realizados com substâncias e extratos vegetais obtidos de outras espécies do Cerrado, incluindo *Solanum lycocarpum*, *Andira humilis* e *Eugenia dysenterica* (OLIVEIRA, 2004; GATTI et al., 2004; PERIOTTO et al., 2004; AIRES et al., 2005; BORGHETTI et al., 2005).

Já para o resultado obtido com levantamento do banco natural de sementes encontrado nas amostras de solo coletadas de acordo com a distância e profundidade para ambas as estações, Maia et al. (2004) demonstra que são diversos os fatores ambientais que podem estar associados à formação e permanência de bancos naturais de sementes, entre eles destaca-se a profundidade e as condições de umidade do solo. Estudos realizados por Fisher et al. (2009) mostraram que a presença de aleloquímicos de acordo com sua concentração e disponibilidade no solo tem papel importante no estabelecimento dos bancos naturais de sementes. Sendo que os mesmos podem variar de acordo com a lixiviação, e esta evidência seria uma das justificativas da maior presença de sementes na estação seca (BASKIN; BASKIN, 1998). Outro fator que pode estar relacionado com o número de sementes na estação seca é que, a maior parte das espécies de cerrado libera suas sementes nesta estação (Gottsberger ; Gottsberger, 2006).

Os resultados obtidos com o presente estudo caracterizam uma possível ação alelopática resultante da exudação, degradação e lixiviação de substâncias liberadas pelas raízes, caules, cascas e folhas da *C. langsdorffii*, sendo que particularmente neste estudo observamos interferência no desenvolvimento das plântulas de alface, e menor número de sementes na profundidade de 10-15cm. Estes dados acrescentam informações sobre alelopatia desta espécie a estudos realizados por Santana et al. (2006) onde foi demonstrado que o extrato de *C. langsdorffii* preparado a partir das folhas obtidas da serrapilheira, folhas e casca coletadas do espécime apresentaram alcalóides capazes de interferir na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de alface.

Os resultados obtidos sugerem que *C. langsdorffii* possui componentes alelopáticos capazes de permanecer no solo, ao redor de sua copa, e de interferir no desenvolvimento de plântulas de alface, sugerindo uma possível interferência destes componentes no banco natural de sementes.

AGRADECIMENTOS

Ao agrônomo Henrique Flávio Boaventura Carrijo pelo apoio nas coletas e no

acompanhamento dos bioensaios; ao Laboratório de Fitoterápicos do Departamento de Ciências

Biológicas da UNESP-Assis/SP, pela infra-estrutura e equipamentos cedidos.

ABSTRACT: the aim of this study was to evaluate the allelopathic effect of soil samples collected under the canopies of three specimens of *Copaifera langsdorffii* the germination of *Lactuca sativa* and survey the natural seed bank according to seasonality. To test the allelopathic effect was carried experiments of pre and post-emergence with seeds of *L. sativa* and to quantify the stock of seeds, soil samples were collected from three specimens at three distances from the stem (1, 2 and 3 m) and at three depths (0-5, 5-10 and 10-15cm) in the region of savanna in the dry and wet seasons. The samples tested in bioassay of pre-emergence no significant influence on germinability, mean germination time and mean germination speed, but showed a difference in the synchronism of germination, these data were independent of sampling station. In test for post-emergence was observed statistical difference in the parameters evaluate (length of primary roots and hypocotyls) in both seasons. To quantify the natural seed bank were macroscopic analysis of each soil sample with the help of stereoscopic microscope. The analysis of the natural seed bank showed a larger number of seeds in the 0-5cm and in distance of 2m for both seasons. The results suggest the presence of allelochemical substances in soil samples collected under the canopy of *Copaifera langsdorffii*.

KEYWORDS: Copaiba. Seed bank. Pre-emergence. Post-emergence. Lettuce.

REFERÊNCIAS

- AIRES, S. S.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI F. Efeito Alelopático de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* St. Hill. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 339-344, Apr./June, 2005.
- ALENCAR, J. da C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne-Leguminosae, na Amazônica Central. 2- Produção de óleo-resina. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 12, n. 1, p. 79-82, Jan./Fev., 1982.
- ANAYA, A. L. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. **Critical Reviews in Plant Science**, Philadelphia, v. 18, n. 6, p. 697-739, nov. / dez., 1999.
- ANDRES, A.; ÁVILA, L. A.; MARCHEZAN, E.; MENEZES, V. G. Rotação de culturas e pousio na redução do banco de sementes de arroz vermelho em solo de várzea. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 85-88, 2001.
- AQÜILA, M. E. A.; AZAMBUJA, F. J. Allelopathy in a Natural Brazilian Woodland, Evaluation of the *Cryosophilum gonocarpum* (Aguai). In: WORLD CONGRESS ON ALLELOPATHY, a science for the future, Cadiz. **Book of Abstracts**, p. 57. 1996.
- AQÜILA, M. E. A.; SILVA, L. P.; LAUFER, M. P. Screening bioassay to detect allelopathy in a natural Brazilian woodland: evaluation of *Eugenia uniflora* (Myrtaceae). In: WORLD CONGRESS ON ALLELOPATHY, critical analysis & future prospects. Thunder Bay. **Book of Abstracts**. Thunder Bay: Int. Allelopathy Society p. 52. 1999.
- BARATA, L. E. S.; MENDONÇA, C. **Copaiba: propriedades farmacológicas, etnofarmacologia e usos**. Rio de Janeiro: GEP/ Instituto Pró- Natura. 1997.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press. 1998. 666p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. New York: Springer-Verlag, 1978. v. 1, 305p.

- BORGHETTI, F.; SILVA, L. C. R.; PINHEIRO, J. D.; VARELLA, B. B.; FERREIRA, A. G. Aqueous leaf extract properties of Cerrado species in Central Brazil. In: Harper J.D.I., An M., Wu H., Kent J.H., editores; Wagga Wagga, N.S.W. Australia. **International Allelopathy Society**, 2005, p.388-390
- BURGOS, N. R.; TALBERT, R. E.; KIM, K. S.; KUK, Y. I. Growth inhibition and root ultrastructure of cucumber seedlings exposed to allelochemicals from rye (*Secale cereale*). **Journal of Chemical Ecology**, USA, v. 30, n. 3, p. 671-689, Mar., 2004.
- CAETANO, R. S. X.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; FILHO, R. V. "Banco" de sementes de plantas daninhas em pomar de laranja 'pera'. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 509-517, jul./set., 2001.
- CANDIDO, A. C. S.; SCHMIDT, V.; LAURA, V. A.; FACCENDA, O.; HESS, S. C.; SIMIONATTO, E.; PERES, M. T. L. P. Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): bioensaios em laboratório. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 24, n. 1, p. 235-242, 2010.
- CETNARSKI FILHO, R.; NOGUEIRA, A. C. Influência da temperatura na germinação de diásporos de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (canela-sassafrás). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 191-198, apb./jun., 2005.
- CHON, S. U.; JANG, H. G.; KIM, D. K.; KIM, Y. M.; BOO, H. O.; KIM, Y. J. Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa*) plants. **Scientia Horticulturae**, v. 106, n. 3, p. 309-317, Oct., 2005.
- CHOU, C. H.; KUO, Y. L. Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan. III. Allelopathic exclusion of understory by *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 12, n. 1, p. 1431-1448, Jan., 1986.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; CAETANO, R. S. X. Soil Seed Banks. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. especial, p. 74-78, 1998.
- FERREIRA, A. G. Interferência, competição e alelopatia. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, pp. 251-262.
- FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v.12, n. especial, p.175-204, ago. 2000.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- FISHER, J. L.; LONERAGAN, W. A.; DIXON, K.; VENEKLAAS, E. J. Soil seed bank compositional change constrains biodiversity in an invaded species-rich woodland. **Biological Conservation**, USA, v. 142, n. 2, p. 256-269, Feb., 2009.
- FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 311-321, set., 2002.
- GATTI, A. B.; Perez, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática dos extratos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e crescimento de *Lactuca sativa* L. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v.18, n.3, p.459-472, July/Sept., 2004.
- GNAZDOWSKA, A.; BOGATEK, R. Allelopathic inter actions between plants. Multi site ac tion of allelochemicals A. **Acta Physiologiae Plantarum**, New York, v. 27, n. 3, p. 395-407, set., 2005.

- GOTTSBERGER, G., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. **Life in the Cerrado: A South American Tropical Seasonal Vegetation**, v. 2, Pollination and Seed Dispersal. Ulm: Reta Verlag, Germany, pp. 384, 2006.
- INDERJIT, D. S.; CALLAWAY, R. M. Experimental designs for the study of allelopathy. **Plant and Soil**, Africa do Sul, v. 256, n. 1, p. 1-11, Jan./ap., 2003.
- KOITABASHI, R.; SUSUKU, T.; KAWAZU, T.; SAKAI, A.; KUROIWA, H.; KUROIWA, T. 1,8-cineole inhibits root growth and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris*. **Journal of Plant Research**, Japan, v. 110, n. 1, p. 1-6, March, 1997.
- LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of germination in *Salvia hispanica* L. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 1, p. 37-56. Jan., 1987.
- LABOURIAU, L. F. G. **A germinação das sementes**. Washington: Departamento de Assuntos Científicos e Tecnológicos da Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. Série Biologia, n. 24, 1983, p. 174.
- LACERDA, A. L. S. **Fluxos de emergência e banco de sementes de plantas daninhas em sistemas de semeadura direta e convencional e curvas dose-resposta ao glyphosate**. 2003. 141f. Tese (Doutorado e Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- LEITE, A.; ALECHANDRE, A.; RIGAMONTE-AZEVEDO, C.; CAMPOS, C. A.; OLIVEIRA, A. **Recomendações para o manejo sustentável do óleo de copaíba**. 2001. 38f. (Cartilha) .Universidade Federal do Acre e Secretaria Executiva de Floresta e Extrativismo (SEFE), Rio Branco, 2001.
- LIMA NETO, J. S. Constituintes químicos dos frutos de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 1078-1080, Ag./set., 2008.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4ed., Nova Odessa: Plantarum, 2002. pp.190
- MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA JUNIOR, V. F.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 429-38, maio./jun., 2002.
- MAIA, F. C.; MEDEIROS, R. B.; PILLAR, V. D; FOCHT, T. Soil seed bank variation patterns according to environmental factors in a natural grassland. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 2, p. 126-137, dez., 2004.
- MARASCHIN-SILVA, F.; ÁQUILA, M. E. A. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 547-555, jul./ago., 2006.
- MARTINS, D.; MARTINS, C. C.; COSTA, N. V. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens, **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 61-70, Jan., 2006.
- MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Dinâmica do banco de sementes em área com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 63-69, 2003.
- MUASYA, R. M.; LOMMEN, W. J. M.; STRUIK, P. C. Differences in development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L) crops and pod fractions within a crop II Seed viability and vigor. **Fied Crops Research**, Orlando, v. 75, n. 1, p. 79-89, Mar., 2002.

- OLIVEIRA, S. C. C.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 401-406, Jul./Set., 2004.
- OLIVEIRA, E. C. P.; LAMEIRA, O. A.; ZOGHBI, M. G. B. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp.) no município de Moju, PA. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 14-23, Jan./Jun., 2006.
- PAIVA, E. A. S. Occurrence, structure and functional aspects of the colleters of *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae, Caesalpinioideae). **Plant biology and pathology**, Rutgers, The State University of New Jersey, v. 332, p. 1078-1084, Set, 2009.
- PERIOTTO, F.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex. Benth na germinação e crescimento de *Lactuca sativa* e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 425- 430, July/Sept. 2004.
- PINTO, A. C.; BRAGA, W. F.; REZENDE, C. M. Separation of acid diterpenes of *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke by flash chromatography using potassium hydroxide impregnated sílica gel. **Journal Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 11, n. 4, July/Aug. 2000.
- PIRES, N. M.; SOUZA, I. R. P.; PRATES, H. T.; FARIA, T. C. L.; PEREIRA FILHO, I. A.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 55-65, Jan., 2001.
- RANAL, M. A., SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1-11, Jan.-Mar. 2006
- RANAL, M. A.; SANTANA, D. G.; FERREIRA, W. R.; MENDES-RODRIGUES, C. Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.32, n.4, p.849-855. out./dez., 2009.
- REIGOSA, M. J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.; GONZÁLEZ, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Philadelphia, v. 18, n. 5, p. 577-608, sept. / oct. 1999.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. San Diego: Academic Press, 2. ed. 1984. 422p.
- RIZVI, S. G. H.; RIZVI, V. (Eds.) **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman and Hall, 1992, pp.480.
- SANTANA, D. G.; RANAL M. A. **Análise da germinação: Um enfoque estatístico**. Brasília-DF, Editora UNB, 1 ed, 2004, p. 247.
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A.; MUSTAFA, C. V.; SILVA, R. M. G. Germination measurements to evaluate allelopathic interactions. **Allelopathy Journal**, v. 17, n. 1, p. 43-52, jan./april., 2006.
- SCRIVANTI, L. R.; ZUNNINO, M. P.; ZYGADLO, J. A. *Tagetes minuta* and *Schinus areira* essential oils as allelopathic agents. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 31, p. 563-572, Dez, 2003.
- SOARES, J. C. F.; VIEIRA, T. R. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (“grand rapids”) por extrato de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1: p. 54-61, 2000.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. C. Efeitos alelopáticos do Calopogônio em função de sua idade e da densidade de sementes da planta receptora. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 211-218, 2003.

VEIGA JUNIOR, V. F.; ANDRADE JUNIOR, M. A.; FERRAZ, I. D. K.; CHRISTO, H. B.; PINTO, A. C. Constituintes das sementes de *Copaifera officinalis* L. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 123-126, Jan./Mar., 2007.

VEIGA JÚNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 273-86, Abr./Maio, 2002.

WANG, S. M.; ZHANG, X.; LI, Y.; ZHANG, L.; XIONG, Y. C.; WANG, G. Spatial distribution patterns of the soil seed bank of *Stipagrostis pennata* (trin.) de Winter in the Gurbantonggut Desert of north-west China. **Journal of Arid Environments**, USA, v. 63, n. 1, p. 203-222, oct., 2005.

WHITTAKER, R. H.; FEENY, P. P. Allelochemics: chemical interaction between species. **Science**, Washington, v. 171, n. 3973, p. 757-770, Feb., 1971.

XENA, N.; BERRY, P. E. *Copaifera* L. In: STEYERMARK, J. A.; BERRY, P. E.; HOLST, B. K. **Flora of the Venezuelan Guayana**. Missouri Botanical Garden Press, Saint Louis, v. 4: p. 45-47, 1998.