

POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE EUCALIPTO NA GERMINAÇÃO E NO CRESCIMENTO INICIAL DA CEBOLA E DO TOMATEIRO

André Pereira Freire Ferraz¹, Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto², Luiz Ferreira Coelho Júnior³, Thiago Bezerra Calado³, Ariana Veras de Araújo³

1. Agrônomo, doutorando em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco/Recife (andrepferraz@gmail.com).
2. Professora Doutora Adjunta da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST).
3. Mestrandos do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFRPE/UAST.

Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), Caixa Postal 063, CEP 56900-000, Serra Talhada, PE, Brasil.

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

Objetivou-se com o este trabalho avaliar o potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de eucalipto sobre as culturas do tomate cv. Super Marmande e da cebola cv. Crioula, analisando-se características de germinação e crescimento inicial das hortaliças. Foram conduzidos dois experimentos simultaneamente, na UFRPE/UAST, um com cada hortaliça, com o mesmo delineamento e tratamentos. As sementes das hortaliças foram imersas durante três minutos em diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas verdes de eucalipto: 0% (água destilada), 20%, 40%, 60%, 80% e 100%. Foram avaliadas as seguintes características nas hortaliças: porcentagem de emergência (%E), primeira contagem de emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, velocidade e coeficiente de velocidade de emergência, além do número de folhas (para o tomate), altura da planta, comprimento de raízes e massas secas da parte aérea e de raízes. A cultura da cebola teve sua %E reduzida ($P \leq 0,01$) com o aumento das concentrações, em que o maior valor (22,60%) foi observado quando utilizada apenas água destilada. O acúmulo de biomassa da parte aérea e das raízes também reduziram ($P \leq 0,05$) com o aumento das concentrações do extrato aquoso. Nas demais variáveis não se constataram diferenças significativas. Quanto a cultura do tomate, esta não foi afetada ($P \leq 0,05$) por nenhuma das concentrações do extrato aquoso utilizado. Os resultados obtidos indicaram que a cultura da cebola cv. Crioula é mais sensível aos compostos químicos liberados pelas folhas do eucalipto que a cultura do tomate cv. Super Marmande.

PALAVRAS-CHAVE: alelopatia, *Allium cepa*, *Corymbia citriodora*, hortaliças.

ALLELOPATHIC POTENTIAL OF AQUEOUS EXTRACT OF EUCALYPTUS LEAVES ON GERMINATION AND EARLY GROWTH OF ONION AND TOMATO

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the allelopathic potential of aqueous extract of eucalyptus leaves on tomato crop cv. 'Super Marmande' and onion cv. 'Crioula', analyzing characteristics of germination and initial growth of vegetables. Two experiments were conducted simultaneously in UFRPE/UAST, with each vegetable, with the same design and treatments. The seeds of vegetables were immersed for three minutes in different concentrations of aqueous extract of green eucalyptus leaves: 0% (distilled water), 20%, 40%, 60%, 80% and 100%. The following characteristics were evaluated in vegetables: emergence percentage (% E), emergency first count, speed of emergence, mean emergence time, speed and coefficient of emergence rate and the number of leaves (for tomato), plant height, root length and dry weight of shoots and roots. The onion crop had its %E reduced ($P \leq 0.01$) with the concentrations, at which the highest value (22.60%) was observed when using only distilled water. Biomass accumulation of shoots and roots also reduced ($P \leq 0.05$) with increasing concentrations of the aqueous extract. The remaining variables were not found significant differences. As for the tomatoes, this was not affected ($P \leq 0.05$) by any of the concentrations of the aqueous extract used. The results indicated that the culture of onion cv. 'Crioula' is more sensitive to chemicals released by the eucalyptus leaves than culture of tomato cv. 'Super Marmande'.

KEYWORDS: allelopathy, *Allium cepa*, *Corymbia citriodora*, vegetables.

INTRODUÇÃO

Originário da Austrália, o gênero *Eucalyptus*, Myrtaceae, encontrou no Brasil condições ideais para um notável crescimento (TONELLO & TEIXEIRA FILHO, 2011). O eucalipto, espécie *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson (antigo *Eucalyptus citriodora* Hook.) (GONZALES et al., 2011), é uma árvore perenifólia, muito aromática e amplamente cultivada para reflorestamentos e extração de óleo essencial das folhas para a indústria de perfumaria e desinfetantes. É particularmente apreciada pelo aroma agradável que libera (LORENZI et al., 2003). Suas flores geram um excelente mel (BRACELPA, 2012) e o caule é utilizado para a extração da celulose (ESTANISLAU et al., 2001).

O gênero *Eucalyptus* tem várias espécies consideradas alelopáticas (FERREIRA & AQUILA, 2000), que podem interferir na germinação, crescimento e desenvolvimento de hortaliças, pois frequentemente se observa o cultivo de hortaliças próximo a plantações e/ou a áreas reflorestadas com eucalipto (GOETZE & THOME, 2004). A alelopatia é a supressão, por uma espécie vegetal, do crescimento e/ou do estabelecimento de outras plantas no mesmo ambiente através de agentes químicos liberados da planta ou de partes desta, sendo estes agentes chamados de aleloquímicos (INDERJIT et al., 2011). Trata-se de um dos mecanismos de defesa contra patógenos, pragas, herbívoros e outras plantas, e mesmo após a morte destas, as substâncias alelopáticas se mantêm nos tecidos, de onde são liberadas e arrastadas para o solo e ao atingirem a concentração necessária podem influenciar o desenvolvimento de microrganismos e plantas (ALMEIDA, 1991).

YAMAGUSHI et al. (2011) realizaram uma análise fitoquímica de folhas de *E. globulus* Labill e verificaram que o principal componente foi óleo essencial eucaliptol,

acompanhado de vários monoterpenos, sesquiterpenos, taninos, dentre outros metabólitos secundários, com propriedades medicinais, possuindo esta espécie um possível potencial alelopático.

Os reflorestamentos tradicionais de eucalipto são representados por densos maciços florestais plantados normalmente com uma única espécie. Entretanto, nas propriedades rurais, além dessa possibilidade de plantio, as árvores também podem ser plantadas de forma integrada com as atividades agrícola e pecuária ou, ainda, como prestadoras de serviços, como quebra-ventos e cercas vivas (RIBASKI, 2003). Desse modo, por ser uma planta utilizada em consórcios e que é citada como produtora de aleloquímicos, o eucalipto pode interferir no crescimento inicial e/ou na germinação de outras plantas cultivadas, como as hortaliças. Segundo FERREIRA & AQUILA (2000), todas as plantas produzem metabólitos secundários, que variam em qualidade e quantidade e de espécie para espécie, e a resistência ou tolerância a esses metabólitos que funcionam como aleloquímicos é mais ou menos específica, existindo espécies mais sensíveis do que outras.

Além da consorciação de culturas, outra importância dos estudos em alelopatia são os casos em que se trata da rotação de culturas, tendo em vista que os resíduos da espécie anterior são potenciais liberadores de substâncias químicas. Nesse sentido, JACOBI & FERREIRA (1991) afirmaram que os mecanismos a que são submetidos os cultivos podem não ser somente proveniente da competição, mas causados por outras plantas cultivadas ou silvestres anteriormente presentes.

O tomate e a cebola estão entre as principais hortaliças produzidas no Brasil e desempenham um importante papel na economia. O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pode ser produzido para mesa (consumo *in natura*) ou para indústria. Sua versatilidade contribui para sua importância, pois o fruto pode ser consumido cru ou processado na forma de suco, molho, pasta ou desidratado, sendo boa fonte de ácido fólico, vitamina C e potássio. Dos fitonutrientes, os mais abundantes são os carotenóides, destacando-se o licopeno (antioxidante) (FONTES & SILVA, 2005). A cebola (*Allium cepa* L.) é uma hortaliça utilizada como condimento na maioria dos países da América Latina. O uso da cebola é registrado na história, como alimento e medicinal, desde as primeiras dinastias do antigo Egito, cerca de 3200 a 2780 anos AC, só que, em função dos baixos teores de proteína, ácidos graxos e carboidratos, a cebola não pode ser considerada fonte nutricional, tendo seu valor como condimentar e medicinal. É divulgado que o consumo de cebola tem ação depurativa do sangue e serve quando se tem problema no aparelho respiratório e digestivo (SILVA et al., 2005).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de eucalipto sobre as culturas do tomate e da cebola, analisando-se características de germinação e crescimento inicial das hortaliças.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos simultaneamente, um com a cultura do tomate e outro com a cebola, ambos submetidos aos mesmos tratamentos (extratos) e delineamento experimental. Os experimentos foram conduzidos na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sertão do Estado, entre março e abril de 2012. Durante o período experimental foram registradas temperaturas máxima e mínima de 33,4 e 20,7 °C, respectivamente, e umidades relativas do ar que variaram de 79,21 (máxima) a 25,74% (mínima).

Para a produção dos extratos, foram coletadas folhas verdes da espécie *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, no campus da Universidade.

As folhas foram separadas dos ramos manualmente, removendo-se a folha inteira, inclusive com o pecíolo. Em seguida, o material coletado, juntamente com água destilada na proporção de 100 g L⁻¹, foi triturado em um liquidificador, resultando no extrato bruto (concentração de 100%), que foi coado em uma peneira plástica. A partir do extrato bruto foram realizadas quatro diluições utilizando-se água destilada, para a obtenção das concentrações 20, 40, 60 e 80% de extrato aquoso, além de 0% (somente água destilada, como testemunha) e do próprio extrato bruto (100%), totalizando seis tratamentos.

As diferentes concentrações foram colocadas em béqueres de vidro e as sementes da cebola e do tomate foram, separadamente, imersas por um período de três minutos. Após esse período, as sementes foram separadas dos extratos com auxílio de uma peneira e colocadas sobre papel toalha, por aproximadamente 15 minutos, a sombra, para eliminação do excesso de umidade.

A semeadura foi feita em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, colocando-se uma semente por célula. Foi utilizado um substrato alternativo, composto por esterco caprino curtido + solo, na proporção 2:1, ambos autoclavados separadamente durante uma hora a 120 °C. O solo foi coletado no *campus* universitário a uma profundidade de até 20 cm. Após a semeadura, as bandejas foram alocadas em viveiro coberto com sombrite a 50% e ficaram dispostas sobre uma bancada de madeira a 1,00 m do solo. A irrigação foi realizada manualmente com regador, uma vez ao dia.

Em cada experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de 20 sementes. Para a cebola foi utilizada a cv. Crioula, e do tomate foi avaliada a cv. Super Marmande. Na avaliação das características de germinação foram consideradas todas as células de cada repetição, enquanto que para as características de crescimento inicial, foram coletadas e avaliadas 12 mudas, descartando a bordadura.

A influência do extrato aquoso de folhas de eucalipto sobre a germinação das sementes de cebola e de tomate foi analisada através das seguintes características: Porcentagem de Emergência (%E): foram contabilizadas as plântulas emersas no 14º dia após a semeadura (DAS) (BRASIL, 2009). Foi considerada plântula emersa aquela que apresentou as folhas cotiledonares expandidas; Primeira contagem de emergência, conduzida conjuntamente com o teste de emergência, registrando-se a porcentagem de plântulas emersas no quinto (para o tomate) e sexto dia (para a cebola) após a semeadura, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009); Índice de velocidade de emergência, conduzido conjuntamente com o teste de emergência, registrando-se diariamente o número de plântulas emersas até a última contagem (14º dia), sendo este índice calculado conforme MAGUIRE (1962); Tempo médio de emergência, conforme LABOURIAU & VALADARES (1976); Velocidade de emergência, segundo EDMOND & DRAPALA (1958); e Coeficiente de velocidade de emergência, de acordo com ROOS & MOORE (1975).

Quanto ao crescimento inicial, foram avaliadas nas duas culturas, aos 35 dias após a semeadura (DAS), as seguintes variáveis: Altura da planta, considerando a distância a partir da superfície do substrato até o ápice da folha mais alta, em cm; Comprimento de raízes, em cm; e Massas secas da parte aérea e de raízes, ambas em g planta⁻¹. Para isso, as mudas foram lavadas com água para remoção do substrato. Em seguida, raízes e parte aérea foram separadas e colocadas em embalagens de papel devidamente identificadas e levadas à estufa a 65 °C por 72 horas. Foi avaliado também o número de folhas (somente para a cultura do tomate).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) por meio do *software* estatístico SISVAR 5.3 *Build 77* (FERREIRA, 2011). Quando identificadas diferenças significativas foram realizadas análises de regressão, a 1 e a 5% de probabilidade, por meio do *software* SigmaPlot versão 12 para Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito ($P \leq 0,05$) do extrato aquoso das folhas do eucalipto sobre a porcentagem de germinação, a velocidade de germinação e as massas secas da parte aérea e das raízes na cultura da cebola cv. Crioula. Já a cultura do tomate cv. Super Marmande não foi influenciada ($P \leq 0,05$) pela imersão de suas sementes no nos extratos (Tabela 1).

TABELA 1. Resultados da análise de variância para as características porcentagem de emergência (PE), primeira contagem de emergência (PC), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), velocidade de emergência (VE) e coeficiente de velocidade de emergência (CVE), avaliadas na cultura da cebola e do tomate, e altura de planta (AP), comprimento da raiz (CR) massa seca da parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR) (cebola e tomate) e número de folhas (tomate), em função da imersão das sementes das hortaliças em diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de eucalipto

Cultura	Características de emergência					
	PE	PC	IVE	TME	VE	CVE
Valores de F	18,515**	1,00 ^{ns}	1,270 ^{ns}	2,016 ^{ns}	3,498*	1,887 ^{ns}
Média	13,13	0,00	0,41	4,14	8,17	7,14
Cebola	Características de desenvolvimento inicial					
	AP	CR	MSPA	MSR	-	-
Valores de F	1,321 ^{ns}	0,807 ^{ns}	1,437*	3,395**	-	-
Média	7,30	3,82	0,0069	0,007	-	-
Tomate	Características de emergência					
	PE	PC	IVE	TME	VE	CVE
Valores de F	0,179 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,151 ^{ns}	0,108 ^{ns}	0,888 ^{ns}	1,037 ^{ns}
Média	38,17	0,00	0,66	2,38	11,32	8,56
Tomate	Características de desenvolvimento inicial					
	AP	CR	MSPA	MSR	NF	-
Valores de F	0,523 ^{ns}	0,572 ^{ns}	0,323 ^{ns}	0,436 ^{ns}	0,316 ^{ns}	-
Média	5,96	5,48	0,05	0,012	2,55	-

Efeito significativo 1% (**), a 5% (*) e não significativo (ns).

Ressalta-se que a análise de variância pelo teste F mostrou que houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos extratos sobre a velocidade de emergência da cebola (Tabela 1), porém, o teste de separação de médias de Tukey não evidenciou diferença estatística ($P \leq 0,05$) (Tabela 2). PIMENTEL-GOMES (2009) explica que pode acontecer de o teste F ser significativo e o teste de Tukey, por ser mais rigoroso que outros testes de média, como o de Duncan, não o ser. Nesse caso, poder-se-ia recorrer a outros testes de média, porém, o teste de Tukey foi mantido por ser o que apresenta maior poder para de controle do erro tipo I, que afirma haver diferença entre os tratamentos, quando, na realidade, as diferenças são causadas pelo acaso (SOUSA et al., 2012).

Em relação à porcentagem de emergência da cebola cv. Crioula, os dados apresentaram comportamento linear decrescente com o aumento da concentração do extrato aquoso (Figura 1).

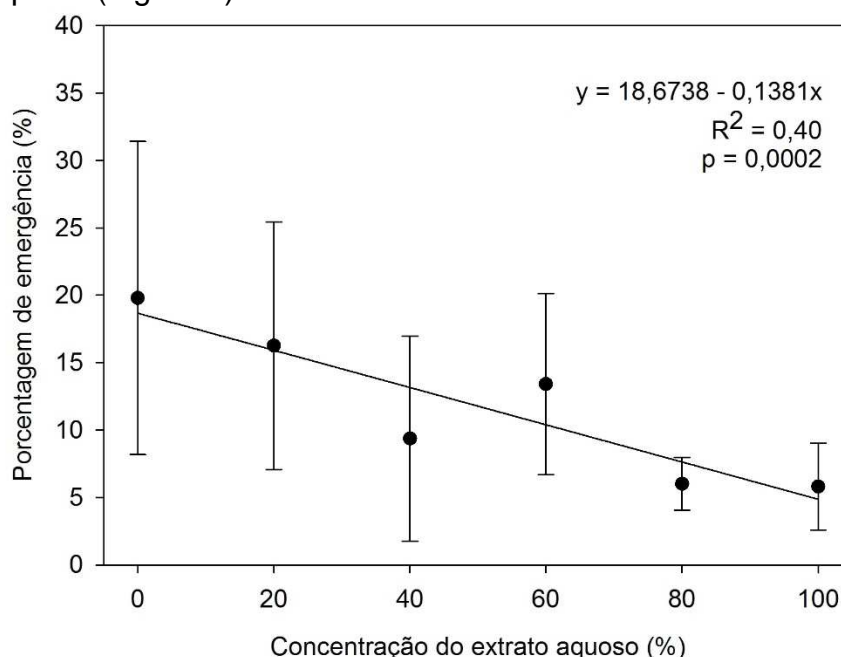


FIGURA 1. Porcentagem de emergência de sementes de cebola cv. Crioula submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de eucalipto. As barras verticais correspondem ao intervalo de confiança para a média ($\alpha = 0,05$).

Observou-se maior porcentagem (22,60%) de plântulas de cebola emersas quando foi utilizada somente água destilada para imersão das sementes, e houve redução da emergência das plântulas com o aumento da concentração do extrato aquoso das folhas do eucalipto (Figura 1). Tal resultado pode estar associado ao efeito de aleloquímicos liberados pelas folhas do eucalipto que afetaram negativamente a germinação das sementes da cebola. Em contrapartida, a porcentagem de emergência da cultura do tomate cv. Super Marmande não foi afetada pelos extratos vegetais (Tabela 3). Esse resultado difere do encontrado por SIVAGURUNATHAN et al. (1997), os quais estudaram os compostos químicos de três espécies de eucalipto (*E. citriodora*, *E. globulus* e *E. tereticornis*) e seu efeito sobre a cultura do tomate e verificaram a presença de compostos fenólicos nos extratos de diferentes partes do eucalipto que resultaram em efeitos alelopáticos danosos na germinação e no vigor da hortaliça. Estes autores concluíram ainda que a serrapilheira oriunda do eucalipto liberou o maior número de compostos fenólicos inibidores.

Em outro trabalho, JACOBI & FERREIRA (2001) estudaram o efeito do extrato aquoso de folhas frescas e secas de maricá (*Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze) na germinação do tomate cv. Super Marmande e verificaram uma redução de 80% na germinação e ausência desta (0%) quando foram utilizados os extratos das folhas frescas e secas, respectivamente.

Quanto à primeira contagem de emergência, nas duas hortaliças utilizadas não foram observadas plântulas emersas (Tabelas 2 e 3). DOUGHERTY (1990) cita que um dos fatores que pode dificultar a emergência é a profundidade de

semeadura. Em termos práticos, HARTMANN & KESTER (1983) sugeriram que sementes pequenas podem ser espalhadas superficialmente no substrato. Porém, no presente trabalho, as sementes, apesar de pequenas, foram semeadas a cerca de 0,5 cm de profundidade, visando aumentar o contato substrato-semente e evitar os efeitos do déficit hídrico, mesmo com as irrigações sendo diárias, por se tratar de uma região relativamente quente, a qual apresentou temperaturas máximas e mínimas de 33,4 e 20,7 °C, respectivamente, e umidades relativas do ar que variaram de 79,21 (máxima) a 25,74% (mínima) no período experimental. Para NONOGAKI et al. (2010), no início do processo germinativo a embebição das sementes resulta na hidratação das células da parede celular. Dessa forma, a água é essencial à germinação e sua participação é decisiva nas reações enzimáticas, na solubilização e transporte de metabólitos na semente. Portanto, possivelmente a profundidade de semeadura dificultou a emergência das plântulas ao 5º (para o tomate) e 6º dia (para a cebola) após a semeadura.

Quanto às demais variáveis de emergência avaliadas nas culturas da cebola (Tabela 2) e do tomate (Tabela 3), não se verificou diferença entre os tratamentos.

TABELA 2. Primeira contagem (PC), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio para emergência (TME), velocidade de emergência (VE) e coeficiente de velocidade de emergência (CVE) de sementes de cebola cv. Crioula submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de eucalipto

Concentrações	PC	IVE	TME	VE	CVE
	%	-	Dias	-	-
0%	0,0 a	0,52 a	5,40 a	9,60 a	7,45 a
20%	0,0 a	0,42 a	3,32 a	9,80 a	8,27 a
40%	0,0 a	0,41 a	3,00 a	9,80 a	8,27 a
60%	0,0 a	0,37 a	3,50 a	8,60 a	7,45 a
80%	0,0 a	0,35 a	5,00 a	5,60 a	5,82 a
100%	0,0 a	0,38 a	4,60 a	5,60 a	5,60 a
CV (%)	0,0	29,32	37,75	29,83	26,72

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

TABELA 3. Porcentagem de emergência (PE), primeira contagem (PC), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), velocidade de emergência (VE) e coeficiente de velocidade de emergência (CVE) de sementes de tomate cv. Super Marmande submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de eucalipto (*Corymbia citriodora*)

Concentrações	PE	PC	IVE	TME	VE	CVE
	%	%	-	Dias	-	-
0%	39 a	0,00 a	0,67 a	2,58 a	11,75 a	8,51 a
20%	34 a	0,00 a	0,59 a	2,31 a	11,43 a	8,76 a
40%	38 a	0,00 a	0,65 a	2,35 a	11,71 a	8,55 a
60%	40 a	0,00 a	0,67 a	2,41 a	12,01 a	8,34 a
80%	39 a	0,00 a	0,68 a	2,30 a	11,56 a	8,65 a
100%	39 a	0,00 a	0,67 a	2,34 a	9,47 a	8,58 a
CV (%)	29,58	0,00	28,83	30,16	19,41	3,63

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Pelo índice de velocidade de emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962) e coeficiente de velocidade de emergência (CVE) (ROOS & MOORE, 1975), quanto maior o valor obtido, maior velocidade de emergência e, conseqüentemente, maior vigor do lote de sementes, pois, no caso do IVE, estima-se o número médio de plântulas normais por dia. Já em relação à velocidade de emergência (EDMOND & DRAPALA, 1958), quanto menor for o valor obtido, tem-se lotes de sementes com maior vigor, pois a mesma estima a velocidade através dos dias médios gastos para a germinação.

Foram obtidos índices médios de velocidade de germinação de 0,41 e 0,66, para a cebola (Tabela 2) e o tomate (Tabela 3), respectivamente. Para o tempo médio de emergência, em média as plântulas da cultura da cebola emergiram em 4,14 dias. Já as plântulas do tomate necessitaram de menos tempo para emergir, 2,38 dias. Quanto à velocidade de emergência, foram verificados valores médios de 8,17 para a cebola e 11,32 para o tomate. Em relação ao coeficiente de velocidade de emergência, o qual tem um significado inverso ao da velocidade de emergência, obtiveram-se dados médios de 7,14 e 8,56, para a cebola e o tomate, respectivamente.

A cultura do tomate foi a menos afetada pelas concentrações dos extratos aquosos das folhas de eucalipto avaliadas, tendo em vista que nenhuma das características de emergência estudadas foram influenciadas ($P \leq 0,05$) (Tabela 3). Esse resultado contrasta com WANDSCHEER & PASTORINI (2008), segundo os quais o tomateiro é uma das espécies consideradas indicadoras de atividade alelopática.

FERREIRA et al. (2007) avaliaram o efeito de extratos etanólicos de *Eucalyptus citriodora* Hook. sobre a germinação de alface (*Lactuca sativa*) e verificaram que a aplicação do extrato na concentração de 2,00% promoveu redução significativa da velocidade de germinação quando comparada com os demais tratamentos (0; 0,25; 0,50 e 1,0%). Deve-se salientar que os referidos autores submeteram as folhas do eucalipto a secagem em estufa e posteriormente as trituraram e as expuseram a três extrações sucessivas com etanol, o que pode ter aumentado a liberação de possíveis compostos químicos que afetaram negativamente a velocidade de germinação da alface. Isso leva a concluir que a ação alelopática também está relacionada a fatores como: modo de preparo/obtenção do extrato, forma de aplicação, tempo de exposição das sementes ao extrato e a concentração do extrato, além de os resultados variarem de espécie para espécie, pois algumas apresentam maior sensibilidade aos compostos alelopáticos. No presente trabalho, por exemplo, o tempo de imersão das sementes nos extratos foi de três minutos, o que pode não ter sido suficiente para que os efeitos alelopáticos fossem notados estatisticamente.

Em outro trabalho, SOUZA & CARDOSO (2013) avaliaram o potencial alelopático do extrato (0 - água destilada; 25; 50; 75 e 100%) de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Stella e feijão Carioca (*Phaseolus vulgaris* L.). O teste de germinação foi realizado em placas de Petri, com papel filtro. Cada placa recebeu 10 sementes e 5 ml de extrato. Os autores verificaram que o extrato obtido das folhas de *E. grandis* nas concentrações de 50%, 75% e 100% inibiram a germinação das sementes de alface, sugerindo seu efeito alelopático sobre esta espécie, ao passo que as sementes de feijão não sofreram interferência em sua germinação. Esse resultado comprova que o efeito alelopático está na dependência da espécie alvo, existindo algumas mais sensíveis do que outras.

Diversos autores concordam que os efeitos alelopáticos podem ser observados tanto sobre a germinação quanto sobre o crescimento da plântula (JACOBI & FERREIRA, 1991; FERREIRA & AQUILA, 2000; FERREIRA & BORGUETTI, 2004). Nesse sentido, em termos do crescimento inicial das hortaliças, houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) para a massa seca da parte aérea (Figura 2a) e de raízes (Figura 2b) na cultura da cebola.

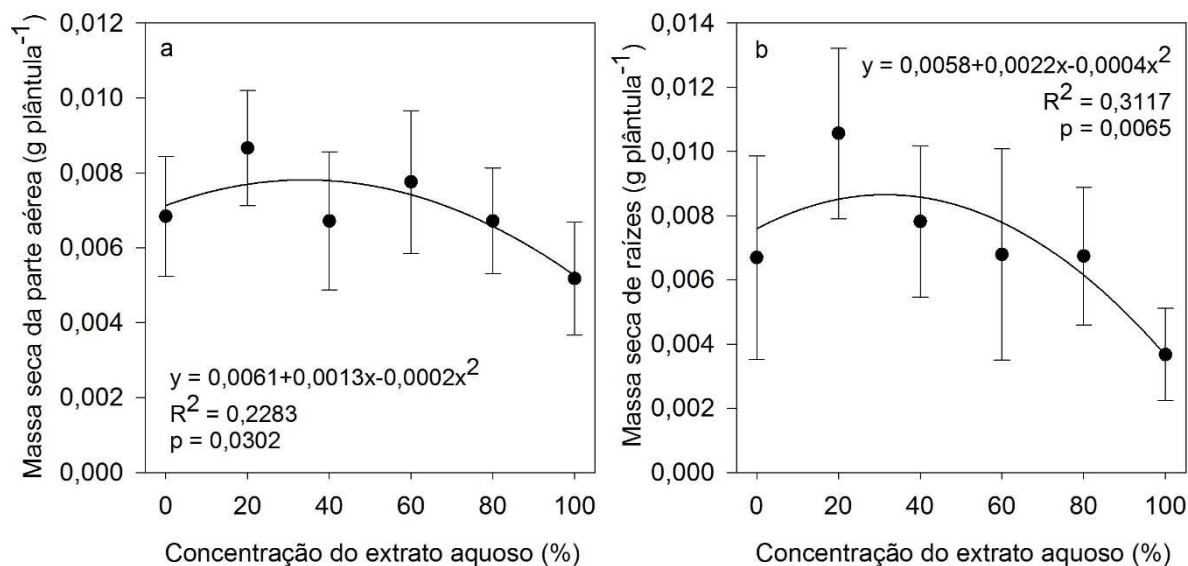


FIGURA 2. Massa seca da parte aérea (a) e de raízes (b) de plantas de cebola cv. Crioula submetida a diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de eucalipto. As barras verticais correspondem ao intervalo de confiança para a média ($\alpha = 0,05$).

Os dados se ajustaram a um modelo quadrático onde foi observado que a concentração de 20% favoreceu o ganho de massa seca, tanto pela parte aérea (0,0085 g planta⁻¹) quanto pelas raízes (0,0106 g planta⁻¹), em relação à testemunha (0%) (0,0068 g planta⁻¹ para a parte aérea e 0,0067 g planta⁻¹ para o sistema radicular). Entretanto, com a elevação da concentração do extrato aquoso, verificou-se redução da massa seca da parte aérea. Essa redução foi ainda mais acentuada na massa seca de raízes (Figura 2). Esses resultados corroboram com JACOBI & FERREIRA (1991), os quais afirmaram que os efeitos alelopáticos podem ser observados tanto sobre a germinação quanto sobre o crescimento da plântula. Nesse sentido, de acordo com PIRES & OLIVEIRA (2011), nas comunidades vegetais, as plantas podem interagir de maneira positiva, negativa ou neutra, sendo que para estes autores, é mais comum que plantas vizinhas interajam de maneira negativa, de modo que a emergência e/ou o crescimento inicial de uma ou de ambas sejam inibidos.

Para as demais características de crescimento inicial, altura de planta e comprimento de raízes, da cebola cv. Crioula não se observou interferência significativa do extrato aquoso das folhas de eucalipto (Tabela 4). Também não foram constatadas diferenças ($P \leq 0,05$) quanto ao efeito dos extratos no desenvolvimento inicial da cultura do tomate cv. Super Marmande (Tabela 5).

TABELA 4. Altura de planta (AP) e comprimento de raízes (CR) de mudas de cebola cv. Crioula após imersão das sementes em diferentes concentrações do extrato aquoso de eucalipto (*Corymbia citriodora*)

Concentrações	AP	CR
	cm	cm
0%	7,66 a	3,61 a
20%	8,10 a	4,04 a
40%	7,23 a	3,61 a
60%	7,64 a	3,72 a
80%	6,69 a	4,10 a
100%	6,49 a	3,84 a
CV (%)	16,57	13,82

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

TABELA 5. Número de folhas (NF), altura de planta (AP), comprimento de raízes (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR) de mudas de tomate cv. Super Marmande após imersão das sementes em diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de eucalipto (*Corymbia citriodora*)

Concentrações	NF	AP	CR	MSPA	MSR
	-	cm	cm	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹
0%	2,33 a	5,55 a	5,69 a	0,044 a	0,012 a
20%	2,68 a	6,14 a	5,56 a	0,049 a	0,013 a
40%	2,70 a	5,86 a	5,30 a	0,049 a	0,010 a
60%	2,64 a	6,32 a	5,25 a	0,053 a	0,013 a
80%	2,44 a	6,03 a	5,29 a	0,049 a	0,011 a
100%	2,50 a	5,86 a	5,79 a	0,047 a	0,012 a
CV (%)	23,14	13,91	12,51	24,89	31,40

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A altura média das plantas e o comprimento radicular da cebola foram de 7,30 e 3,82 cm (Tabela 4). REGHIN et al. (2006) avaliaram, aos 54 dias após a semeadura, a altura de mudas e o comprimento de raízes da cebola cv. Crioula sob a influência de diferentes tipos de bandejas (128, 200 e 288 células) e obtiveram uma média de 19,45 cm de altura das mudas, considerando os três tipos de bandejas avaliados, e 4,89 cm para o comprimento de raízes, valores estes superiores aos encontrados no presente trabalho. Deve-se considerar que no presente trabalho as variáveis foram avaliadas aos 35 dias após a semeadura.

Quanto ao tomate, a altura média da plantas e o comprimento radicular do foram de 5,96 e 5,48 cm, respectivamente. O número médio de folhas do tomate foi de 2,55 folhas planta⁻¹, enquanto que as massas secas da parte aérea e de raízes foram de 0,05 e 0,012 g planta⁻¹, respectivamente (Tabela 5).

YAMAGUSHI et al. (2011) estudaram o potencial alelopático de diferentes concentrações (0 – água destilada, 10, 30, 50, 70, 90 e 100%) do extrato aquoso de folhas maduras de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) sobre o crescimento inicial de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller). Foram utilizadas placas de Petri forradas com dois discos de papel-filtro, umedecidas com 7 mL de água destilada ou do extrato aquoso. Foram distribuídas dez sementes de tomate por

placa-de-petri e o experimento foi mantido por um período de 10 dias. Os autores verificaram que houve redução e/ou inibição do comprimento da parte aérea (de 3,6 a 0 cm, na testemunha e na maior concentração, respectivamente) e das raízes (de 4,2 a 0 cm, na testemunha e na maior concentração, respectivamente) à medida que as concentrações aumentaram.

Uma possível explicação para a não ocorrência de efeito alelopático sobre o crescimento inicial do tomate e da altura de planta e comprimento de raízes da cebola diz respeito ao modo como os tratamentos foram aplicados. No presente trabalho, as sementes ficaram três minutos imersas nos extratos, foram semeadas e irrigadas diariamente, enquanto que no trabalho de YAMAGUSHI et al. (2011), as sementes ficaram expostas aos extratos por um período maior (10 dias). Isso possivelmente favoreceu o aparecimento de resultados significativos para apenas algumas variáveis da cebola cv. Crioula, enquanto que para o tomate nenhuma das características de crescimento inicial avaliadas foi alterada. O tomate cv. Super Marmande mostrou-se, portanto, mais resistente aos possíveis efeitos alelopáticos dos extratos das folhas do eucalipto.

CONCLUSÕES

O extrato aquoso do eucalipto (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) não afeta a germinação e o vigor das sementes nem o crescimento inicial das mudas de tomate cv. Super Marmande;

Das concentrações de extrato aquoso de folhas de eucalipto (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) utilizadas, aquelas a partir de 20% afetam negativamente a porcentagem de emergência e o acúmulo de massa seca da parte aérea e de raízes na cultura da cebola (*Allium cepa* L.) cv. Crioula.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de Bolsa de Estudos ao primeiro autor, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Estudos ao terceiro, quarto e quinto autores.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.2, p.221-236, 1991.

BRACELPA (Associação Brasileira de Celulose e Papel). Florestas Plantadas de Eucalipto e Pinus: a solução verde. Disponível em <<http://www.bracelpa.org.br/bra/saibamais/florestas/index.html/>>, acesso em 22 maio 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

DOUGHERTY, P. M. A field investigation of the factors which control germination and establishment of loblolly pine seeds. Georgia Forestry Commission, 1990. 5p. (**Georgia Forestry Commission**, n.7).

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.71, p.428-434, 1958.

ESTANISLAU, A. A.; BARROS, F. A. S.; PEÑA, A. P.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.; PAULA, J. R. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de cinco espécies de *eucalyptus* cultivadas em Goiás. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.11, n.2, p.95-100, 2001.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12 (edição especial), p.175-204, 2000.

FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004. 323p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, M. C.; SOUZA, J. R. P.; FARIA, T. J. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1054-1060, 2007.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Cultura do tomate. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, MG. 2005. p.457-475.

GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito alelopático de extratos de *Nicotiana tabacum* e *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de três espécies de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.1, p.43-50, 2004.

GONZALES, J. L. S.; VALERI, S. V.; PAULA, R. C. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson. **Scientia Forestalis**, v.39, n.90, p.171-181, 2011.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Plant propagation: principles and practices**. New York: Englewood Clippis, Prentice-Hall, 1983. 727p.

INDERJIT; WARDLE, D. A.; KARBAN, R.; CALLAWAY, R. M. The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. **Trends in Ecology and Evolution**, v.26, n.12, p.655-662, 2011.

JACOBI, U. S.; FERREIRA, A. G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC.) OK. sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.7, p.935-943, 1991.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Anais...** São Paulo: Academia Brasileira de Ciências. 1976. p.174-186.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2003. 368p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination – Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination – still a mystery. **Plant Science**, v.179, n.1, p.574-581, 2010.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed., FEALQ, São Paulo, 2009. 451p.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax. 2011. p.95-124.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; JACOBY, C. F. S.; OLINIK, J. R. Influência do tipo de bandeja na produção de mudas e no rendimento e qualidade de bulbos de cebola de diferentes cultivares em cultivo sob palhada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.1, p.58-66, 2006.

RIBASKI, J. **Cultivo do eucalipto: sistemas agroflorestais**. Embrapa Florestas, 2003. Versão eletrônica. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/09_sistemas_agroflorestais.htm>, acesso em 21 maio 2012.

ROOS, E. E.; MOORE, F. D. Effect of seed coating performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. **Journal American Society Horticultural Science**, v.100, p.573-576, 1975.

SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L. Cultura da cebola. In: FONTES PCR (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, MG. 2005. p.355-369.

SIVAGURUNATHAN, M.; DEVI, G. S.; RAMASAMY, K. Allelopathic compounds in *Eucalyptus* spp. **Allelopathy Journal**, v.4, n.2, p.313-320, 1997.

SOUZA, V. M.; CARDOSO, S. B. Efeito alelopático do extrato de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (alface) E *Phaseolus vulgaris* L.(feijão). **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, v.03, n.02, 2013.

SOUSA, C. A.; LIRA JÚNIOR, M. A.; FERREIRA, R. L. C. Avaliação de testes estatísticos de comparações múltiplas de médias. **Revista Ceres**, v.59, n.3, p.350-354, 2012.

TONELLO, K. C.; TEIXEIRA FILHO, J. Efeito das variáveis ambientais no comportamento ecofisiológico de dois clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*: condições de campo. **Scientia Forestalis**, v.39, n.92, p.419-431, 2011.

WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.949-953, 2008.

YAMAGUSHI, M. Q.; GUSMAN, M.S.; VESTENA, S. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1361-1374, 2011.