

EFEITO ALELOPÁTICO DA PALHA DE CAFÉ (*Coffea canephora* L. e
Coffea arabica L.) SOBRE PLANTAS CULTIVADAS E
ESPONTÂNEAS

ELISA MARIA CAMPOS MINASSA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JULHO - 2014

EFEITO ALELOPÁTICO DA PALHA DE CAFÉ (*Coffea canephora* L. e
Coffea arabica L.) SOBRE PLANTAS CULTIVADAS E
ESPONTÂNEAS

ELISA MARIA CAMPOS MINASSA

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutora em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Silvério de Paiva Freitas

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
JULHO - 2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 088/2014

Minassa, Elisa Maria Campos

Efeito alelopático da palha de café (*Coffea canephora* L. E *Coffea arabica* L.) sobre plantas cultivadas e espontâneas / Elisa Maria Campos Minassa. – 2014.

93 f.

Orientador: Silvério de Paiva Freitas.

Tese (Doutorado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

Bibliografia: f. 84 – 93.

1. Alelopatia 2. Extrato aquoso 3. Cobertura morta 4. Semente 5. *Coffea canephora* 6. *Coffea arabica* I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 632.96

EFEITO ALELOPÁTICO DA PALHA DE CAFÉ (*Coffea canephora* L. e
Coffea arabica L.) SOBRE PLANTAS CULTIVADAS E
ESPONTÂNEAS

ELISA MARIA CAMPOS MINASSA

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutora em Produção Vegetal.

Aprovada em 03 de julho 2014.

Comissão Examinadora:

Prof. Claudio Luiz Melo de Souza (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof^a. Raquel Fialho Rubim (D.Sc., Produção Vegetal) – SEEDUC

Dr. Ismael Lourenço Jesus Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Silvério de Paiva Freitas (D.Sc., Fitotecnia) – UENF
(Orientador)

DEDICO ESTE TRABALHO

À memória de meus pais, Elias Minassa e Maria da Penha Campos Minassa, que sempre me encorajavam, confiavam e acreditavam no meu potencial.

À minha filha Laila Minassa Bechara, minha fonte eterna de inspiração, amor e força.

Ao meu esposo Silvio Romero Vaz Bechara, amigo inseparável de todos os momentos, por sua compreensão e apoio.

Ao meu sobrinho e afilhado Filippe Abdalla Minassa, pelo carinho e alegria que me proporciona.

AGRADECIMENTOS

Qualquer trabalho científico é o resultado do esforço de muitas pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização do mesmo. Em especial, gostaria de agradecer:

A Deus, por me propiciar saúde, conhecimento, equilíbrio e sabedoria para desenvolver este trabalho.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, por ter oportunizado o meu afastamento das atividades de docente para cursar o Doutorado na Universidade Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” - UENF.

Ao professor Dr. Silvério de Paiva Freitas, pela sua valiosa orientação, segurança, sabedoria, cultura e experiência, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

A todos os professores das disciplinas cursadas, pela dedicação no ensino, revelando suas práticas e suas crenças. Cada um deles despertou-me para o mundo do saber e deixando-me uma lição.

À Dr^a Raquel Fialho Rubim, minha gratidão pelo carinho e colaboração no desenvolvimento dos experimentos deste trabalho.

Ao professor Dr Claudio Luiz Melo de Souza, pela excelente orientação e desenvolvimento da análise estatística empregada neste trabalho.

Ao Prof. Olney Vieira da Motta, à Dr^a Solange Silva Samarão e à aluna Marina Cristina Blume do Laboratório de Sanidade Animal (CCTA), por terem

viabilizado e colaborado na realização da liofilização dos extratos empregados nos experimentos deste trabalho.

À Profª Virginia Silva Carvalho e ao Sr Accacio da Silva do Laboratório de Fitotecnia (LFIT), pela colaboração que foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Plantas Daninhas e Medicinais, pela colaboração, carinho e harmoniosa convivência durante o período do doutorado, em especial a Dra. Gloria Cristina da Silva Lemos, Dr. Herval Martinho Ferreira Paes e Rosana Lelis.

Aos servidores da UENF, pela contribuição em muitas etapas para que este trabalho fosse concretizado.

À equipe da Biblioteca do IFES-Campus Vitória, pelo atendimento recebido em todos os momentos que solicitei colaboração.

A todos quantos me apoiaram em diferentes situações para realizar esta obra.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Alelopatia	4
2.2. Aleloquímicos	5
2.3. Bioensaio de alelopatia.....	7
2.4. Espécies vegetais	7
2.4.1. <i>Coffea canephora</i> L. (Café conilon).....	7
2.4.2. <i>Coffea arabica</i> L. (Café arábica).....	8
2.4.3. <i>Lactuca sativa</i> L. (Alface)	10
2.4.4. <i>Cucumis sativus</i> L. (Pepino).....	11
2.4.5. <i>Solanum lycopersicum</i> L. (Tomate)	11
2.4.6. <i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad) R. M. King & H. Robson (Mata-pasto)	12
2.4.7. <i>Amaranthus hybridus</i> var. <i>paniculatus</i> (L.) Thell (Caruru-roxo)	12
2.4.8. <i>Bidens pilosa</i> L. (Picão-preto)	12
3. TRABALHOS.....	14
3.1. EFEITO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS AQUOSOS DAS PALHAS DE <i>Coffea canephora</i> L. E <i>Coffea arabica</i> L. SOBRE GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE ESPÉCIES CULTIVADAS E ESPONTÂNEAS ..	14

RESUMO.....	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1. Local do experimento.....	18
2.2. Material vegetal.....	18
2.3. Obtenção dos extratos	19
2.4. Avaliação do efeito alelopático.....	20
2.4.1. Teste de germinação total (%)	20
2.4.2. Cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG)	21
2.4.3. Comprimento da radícula (CR)	21
2.5. Análises estatísticas.....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4. CONCLUSÕES	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
3.2. ATIVIDADE ALELOPÁTICA DOS EXTRATOS AQUOSOS DA PALHA DE CAFÉ (<i>C. canephora</i> e <i>C. arabica</i>) SOBRE ESPÉCIES CULTIVADAS E ESPONTÂNEAS SEMEADAS EM AREIA	39
RESUMO.....	39
ABSTRACT	40
1. INTRODUÇÃO	41
2. MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1. Local do experimento.....	42
2.2. Material vegetal.....	43
2.3. Obtenção dos extratos	43
2.4. Avaliação do efeito alelopático.....	45
2.4.1. Teste de emergência total (%)	45
2.4.2. Cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE)	45
2.4.3. Massa fresca e seca das plântulas (g).....	46
2.5. Análise estatística	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4. CONCLUSÕES	63
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

3.3. INFLUÊNCIA ALELOPÁTICA DAS COBERTURAS MORTAS DA PALHA DE CAFÉ (<i>Coffea canephora</i> L. e <i>Coffea arabica</i> L.) SOBRE ESPÉCIES CULTIVADAS E ESPONTÂNEAS	67
RESUMO.....	67
ABSTRACT	68
1. INTRODUÇÃO	69
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	70
2.1. Local do experimento.....	70
2.2. Material vegetal.....	70
2.3. Avaliação do efeito alelopático.....	71
2.3.1. Teste de emergência total (%)	72
2.3.2. Cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE).....	72
2.3.3. Massa fresca e seca das plântulas (g).....	72
2.4. Análise estatística	73
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
4. CONCLUSÕES	78
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

RESUMO

MINASSA, Elisa Maria Campos; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; julho de 2014; Efeito alelopático da palha de café (*Coffea canephora* L. e *Coffea arabica* L.) sobre plantas cultivadas e espontâneas. Orientador: Silvério de Paiva Freitas.

Objetivou-se neste trabalho avaliar atividade alelopática da palha de café Conilon (*Coffea canephora* L.) e Arábica (*Coffea arabica* L.), por meio de extratos aquosos e de cobertura morta sobre sementes de espécies cultivadas: alface (*Lactuca sativa* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e das plantas espontâneas: mata-pasto (*Chromolaena maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson) caruru-roxo (*Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell.) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.). Foram avaliadas as seguintes características: germinação total (%), emergência total (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE), comprimento da radícula (CR), massa fresca (MF) e seca (MS). Três experimentos foram realizados. No experimento I avaliou-se o potencial alelopático por meio dos extratos aquosos liofilizados obtidos por imersão da palha seca das duas espécies de café sobre sementes das espécies cultivadas e espontâneas. Empregou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial 6x2x4. A parcela foi constituída por caixa gerbox® contendo 30 sementes distribuídas aleatoriamente na câmara de germinação totalizando 192 unidades experimentais. Observou-se que o extrato

da palha de Conilon na concentração de 100% reduziu a germinação da espécie espontânea mata-pasto, como também o IVG das cultivares alface e pepino. O experimento II foi conduzido em casa de vegetação e objetivou avaliar a bioatividade dos extratos aquosos de palha de café Conilon e Arábica sobre sementes de espécies cultivadas e espontâneas citadas anteriormente, onde a metodologia empregada para obtenção dos extratos não liofilizados foi a mesma do experimento I. Foram avaliadas as características: emergência total, IVE, MF e MS. Considerando-se a uniformidade do ambiente experimental e que se utilizou a casualização semanal, empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial 6x2x4. As parcelas foram constituídas por bandejas de germinação em areia, contendo 20 sementes de cada espécie totalizando 192 unidades experimentais distribuídas aleatoriamente sobre a bancada. Concluiu-se que os extratos brutos obtidos da casca de café Conilon e Arábica, dependendo da concentração, propiciam tanto o estímulo quanto a inibição no desenvolvimento das espécies testadas. O experimento III objetivou avaliar o efeito alelopático de duas coberturas mortas proporcionadas pela palha de café Conilon e Arábica em casa de vegetação. As variáveis observadas e as sementes das espécies cultivadas e espontâneas empregadas neste experimento foram as mesmas do experimento II. As unidades experimentais foram constituídas por bandejas com areia, totalizando 108 parcelas. Concluiu-se que, a palha de Conilon foi inibidora da emergência da alface, do pepino e do mata-pasto. Também reduziu o IVE do picão-preto, do mata-pasto e da alface. Os dados obtidos nos experimentos I, II e III foram submetidos aos testes de normalidade da variância de Lilliefors e de homogeneidade de Cochran e Bartlett. Realizou-se a análise de variância e as comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro tipo I. Sugere-se como apropriado o emprego da palha do café Conilon, como cobertura morta ou biodefensivo, para o manejo das espécies espontâneas mata-pasto e picão-preto.

Palavras-chave: alelopatia, extrato aquoso, cobertura morta, sementes, *Coffea canephora* L., *Coffea arabica* L.

ABSTRACT

MINASSA, Elisa Maria Campos; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. July, 2014. Allelopathic effect of straw of coffee (*Coffea canephora* L. and *Coffea Arabica* L.) on crops and spontaneous.

Advisor: Silvério de PaivaFreitas.

The objective of this paper is to evaluate the allelopathic activity of straw of coffee Conilon (*Coffea canephora* L.) and Arabica (*Coffea arabica* L.), by means of aqueous extracts and dead covers, on the seeds of cultivated species: lettuce (*Lactuca sativa* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.), tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and spontaneous plants: mata-pasto (*Chromolaena maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson) caruru-roxo (*Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell.) and picão-preto (*Bidens pilosa* L.). The following characteristics were assessed: total germination (%), total emergence (%), germination speed index (GSI) and emergence speed index (ESI), radicle length, and weight of fresh mass (FMW) and dry mass (DMW). Three experiments were carried out. In experiment I the allelopathic potential was assessed through aqueous lyophilized extracts obtained by immersion of the two coffee species on seeds of crops and spontaneous species. Completely randomized design was used with four replications in factorial scheme 6x2x4. The plots were constituted by gerbox® containing 30 seeds randomly distributed in the germination chamber, totaling 192 experimental units. It was observed that extract of Conilon straws at

the concentration of 100% inhibited germination of spontaneous species mata-pasto and also inhibited the GSI of lettuce and cucumber crops. The experiment II was conducted in a greenhouse and aimed to evaluate the bioactivity of aqueous of Conilon and Arabica coffee extracts on the seeds of crops and spontaneous species mentioned above, in which the methodology employed for the production of non-lyophilized extracts was the same for experiment I. The following characteristics were assessed: ESI, FM and DM. Considering the uniformity of the experimental environment and also considering the utilization of a weekly casualization, a completely randomized design with four replications in factorial scheme 6x2x4 was used. The plots were constituted by germination trays with sand containing 20 seeds of each species totaling 192 experimental units randomly distributed on the countertop. It is concluded that crude extracts obtained from coffee straws Conilon and Arabica, depending on the concentration, may provide both development stimulus and inhibition of the tested species. The experiment III aimed to evaluate the allelopathic effect of two dead covers offered by coffee straw Conilon and Arabica in the greenhouse. The observed variables and the seeds of crops and spontaneous species employed in this experiment were the same as for experiment II. The experimental units were composed of trays with sand, totaling 108 parcels. It was concluded that Conilon straw caused inhibition in emergence of lettuce, cucumber and mata-pasto. It also inhibited ESI of picão-preto, mata-pasto and lettuce. The data obtained in the experiments I, II and III were subjected to Lilliefors' tests for normality of variance and Crochran's and Bartlett's test for homogeneity of variance. Variance analysis and comparisons between averages were performed by Tukey test at 5% probability of type I error. It is suggested as appropriate the use of Conilon coffee straw as dead covers or biodefense, for the management of the spontaneous species mata-pasto and picão-preto.

Keywords: Allelopathy, aqueous extract, mulch, seeds, *Coffea canephora* L. *Coffea arabica* L.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional é cada vez maior a demanda por alimentos, fibras, energia, matéria-prima para roupas, construções, medicamentos, ferramentas e estética. A agricultura industrializada, demandadora de tecnologia e insumos externos à propriedade agrícola, trouxe alguns impactos ao ambiente com seu perfil tecnológico e sua estratégia de apropriação dos recursos naturais (Guzman e Sevilla, 2000), gerando diversos problemas sócio-ambientais, sendo os mais conhecidos aqueles facilmente visíveis e que se manifestam imediatamente (Casarino e Nunes, 2008).

As práticas agrícolas acarretam inúmeras modificações na composição e diversidade dos organismos do solo, em diferentes graus de intensidade em função de mudanças de habitat, fornecimento de alimento, criação de microclimas e competição intra e interespecífica (Assad, 1997). Enquanto a biota edáfica promove a ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, melhoria de atributos físicos como agregação, porosidade, infiltração de água e no funcionamento biológico do solo (Sanginga et al., 1992), por outro lado, o uso do solo pelo homem, para práticas agrícolas e de forma contínua na mesma área, pode alterar o equilíbrio e a diversidade da biota edáfica.

O uso intensivo desses insumos aumenta a possibilidade de contaminação do solo e da água, bem como, seus efeitos sobre os seres humanos e animais (Inoue et al., 2003; Inoue et al., 2010). Os herbicidas são os agrotóxicos detectados com maior frequência fora das áreas de aplicação, seja

por deriva, percolação ou lixiviação, aumentando o risco de contaminação ambiental (Oliveira Jr. et al., 2001). Todavia, devido ao baixo custo e à eficácia dos métodos químicos, estes vêm sendo empregados de forma intensa e abusiva, gerando grande preocupação devido à contaminação ambiental e do homem (Santos, et al., 2006a).

De acordo com Oliveira Jr. et al. (2001), um aspecto importante na conservação dos recursos naturais, está relacionado com a proteção da superfície do solo e água. Portanto, a degradação do meio ambiente está na dependência do tipo de manejo adotado para o solo, para a água e para os produtos fitossanitários, principalmente herbicidas utilizados na exploração agrícola.

Diante do uso intensivo e indiscriminado de herbicidas, a alelopatia pode ser uma alternativa viável no manejo das plantas daninhas, pela importância ecológica e possibilidade de fornecer fontes alternativas de novas estruturas químicas para produção de bio defensivos agrícolas (Filgueira, 2000; Alves et al., 2003; Nascimento, 2003;). O comportamento das plantas e suas interações com outras espécies de plantas ou com outros organismos dentro do ecossistema e as práticas que possam diversificar o manejo de culturas na agricultura moderna, estão sendo avaliados através da alelopatia (Ferreira e Aquila, 2000).

A cobertura, também, pode prejudicar plântulas em desenvolvimento, por alelopatia ou devido à barreira física, causando o estiolamento destas e tornando-as suscetíveis aos danos mecânicos. Pode proporcionar, ainda, ações químicas decorrentes de mudanças na relação C/N ou por alelopatia, além de criar um abrigo seguro para alguns predadores de sementes e plântulas, como roedores, insetos e outros pequenos animais (Pitelli e Durigan, 2001; Correia e Rezende, 2002; Maciel et al,2003).

No processo de beneficiamento dos grãos de café são produzidos grandes volumes de resíduos vegetais, principalmente a casca e o pergaminho, que devido o efeito alelopático supressor em outras plantas têm sido racionalmente usados em manejo integrado de plantas daninhas.

De acordo com Clécia (2004), os resíduos de casca de café representam 50% da massa do fruto colhido e podem ser usados em compostagem. Esta se destaca por uso direto, como uma boa cobertura morta, geralmente de maior disponibilidade e com características favoráveis ao cafezal, tais como, boa proteção do solo, alta relação carbono/nitrogênio e capacidade de devolver à

lavouira nutrientes extraídos pela produção, principalmente o potássio e nitrogênio (Costa et al. 2007). O acúmulo desses resíduos forma uma cobertura morta no solo com potencial alelopático (Santos, 2006b), que pode interferir positivamente ou negativamente no ecossistema.

Desta forma, no presente trabalho, teve-se por objetivo avaliar o efeito da atividade alelopática da palha de duas espécies de café (*Coffea canefora* L. e *Coffea arabica* L) por meio de extratos aquosos e de cobertura morta sobre germinação, emergência e crescimento de plântulas de espécies espontâneas e cultivadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Alelopatia

Os vegetais liberam uma grande variedade de metabólitos primários e secundários no ambiente a partir de folhas, raízes e serrapilheira em decomposição. Os estudos realizados sobre os efeitos dos compostos secundários em plantas próximas constituem o campo da alelopatia (Taiz e Zeiger, 2006), termo definido por Molisch (1937), com origem do grego *allelon* que significa de um para outro e *pathós* igual a sofrer.

Os vegetais produzem uma grande variedade de compostos orgânicos que parecem não ter função direta no seu crescimento e desenvolvimento, conhecidos como metabólitos secundários que em geral não apresentam ação direta em processos como: fotossíntese, respiração, transporte de solutos, translocação, dentre outros. Contudo, muitos produtos do metabolismo secundário têm sido associados às funções ecológicas importantes nos vegetais relacionadas à defesa contra vários herbívoros e microorganismos patogênicos, bem como atrativos para animais polinizadores e dispersores de sementes e aleloquímicos (Taiz e Zeiger, 2006).

O conceito de alelopatia avançou com Rice (1984) definido como “qualquer efeito direto ou indireto danoso ou benéfico que uma planta (incluindo microorganismos) exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente”, e mais recentemente, Rizvi et al. (1992a) conceituaram alelopatia como “a influência de um indivíduo sobre o outro, seja prejudicando ou

favorecendo o segundo, e sugere que o efeito é realizado por biomoléculas (denominadas aleloquímicos) produzidas por uma planta e lançadas no ambiente, seja na fase aquosa do solo ou substrato, seja por substâncias gasosas volatilizadas no ar que cercam as plantas terrestres”.

Portanto, alelopatia é um fenômeno que ocorre largamente em comunidades de plantas, por meio dos quais determinadas plantas interferem no desenvolvimento de outras. Este comportamento pode se tornar importante fator de manejo de culturas, pelo uso de plantas que exercem controle sobre determinadas espécies indesejadas, obtendo assim sistemas de culturas mais produtivos (Goldfarb et al., 2009). No entanto, o uso de restos de plantas como cobertura morta deve ser cuidadoso (Szczepanski,1977), porque os possíveis aleloquímicos liberados pelos resíduos das plantas que compõem a cobertura morta podem interferir não somente nas plantas espontâneas, mas também nas cultivadas.

De acordo com Rizvi et al (1992a), a atividade alelopática de muitas plantas tem sido apregoada como um substitutivo natural para o controle de invasoras. Logo, a alelopatia sendo uma interação química entre plantas ou destas com microorganismos, é uma área da ecologia e/ou da ecofisiologia, das mais complexas, que de acordo com Einhellig (1999), envolve interação entre estresses abióticos e bióticos que através de múltiplos compostos podem ter relações sinérgicas que potencializam suas ações.

Neste enfoque, o interesse pela substância responsável pela atividade alelopática, tem estimulado diversos grupos de pesquisa a realizarem estudos objetivando avaliar a atividade alelopática de diversas espécies.

2.2. Aleloquímicos

De acordo com Alves et al (2003), a Sociedade Internacional de Alelopatia tem definido a atividade alelopática como um processo envolvendo metabólitos especiais (aleloquímicos) produzidos por plantas e microorganismos que influenciam o crescimento e desenvolvimento de outras plantas. Estes metabólitos são considerados compostos químicos resultantes do metabolismo secundário dos vegetais, podendo ser divididos em três grupos principais: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados (Taiz e Zeiger, 2006). Os aleloquímicos possuem atividade alelopática, que podem estar presentes em

todos os tecidos dos vegetais, incluindo folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes. Todos os órgãos da planta têm potencial para armazenar aleloquímicos, mas a quantidade e o caminho pelos quais são liberados diferem de espécie para espécie (Gatti et al., 2004).

O modo de ação dos aleloquímicos pode ser grosseiramente dividido em ação direta e indireta. Nesta última pode-se incluir alterações nas propriedades do solo, de suas condições nutricionais e das alterações de populações e/ou atividade dos microorganismos. O modo de ação direto ocorre quando o aleloquímico liga-se às membranas da planta receptora ou penetra nas células, interferindo diretamente no seu metabolismo (Ferreira e Áquila, 2000).

De acordo com Rizvi e Rizvi (1992b), os aleloquímicos podem afetar: estruturas citológicas e ultraestruturais; fitormônios, tanto alterando suas concentrações quanto o balanço entre os diferentes fitormônios; membranas e sua permeabilidade; absorção de minerais; movimento dos estômatos; síntese de pigmentos e fotossíntese; respiração; síntese de proteínas; atividade enzimática; relações hídricas e condução; material genético, induzindo alterações no DNA e RNA.

Diante da variedade da atuação dos metabólitos secundários, principalmente na ação alelopática, segundo Bagchi et al (1997), pode-se considerar os aleloquímicos como um recurso para o desenvolvimento de defensivos naturais de ação herbicida ou de um estimulante para o crescimento de algumas plantas. A maioria dos trabalhos relata que os efeitos dos compostos alelopáticos se relacionam aos processos fisiológicos da planta receptora e, de maneira geral, agem como inibidores da germinação e do crescimento (Juan Jiménez-Osornio et al. 1996; Viles e Reese, 1996; Rawat et al., 1998; Vaccarini et al., 1999). Segundo Waller (1999), a atividade dos aleloquímicos tem sido usada como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas (defensivos agrícolas).

Para Ferreira e Áquila (2000), o tempo de residência e a transformação podem aumentar, diminuir ou fazer cessar o seu efeito alelopático, pela ação de microorganismos no solo, inclusive o próprio andamento diário do metabolismo primário, com formação de cadeias carbônicas que variam nas diferentes horas do dia, tem repercussões no metabolismo secundário. A resistência ou tolerância aos metabólitos secundários que funcionam como aleloquímicos é mais ou menos

específica, existindo espécies mais sensíveis que outras como, por exemplo, *Solanum lycopersicum* (tomate) e *Lactuca sativa* (alface). Porém, alguns trabalhos demonstraram que estes compostos podem atuar como promotores de crescimento (Yamada et al., 1995; Yokotani-Tomita et al., 1998). Aparentemente, a maior parte, senão todos os compostos orgânicos que são inibitórios em alguma concentração são estimulantes quando presentes em menores concentrações (Rice 1984).

2.3. Bioensaio de alelopatia

Há inúmeros fatores que influenciam no fenômeno de alelopatia e existem vários ensaios que tentam comprovar tal fenômeno. Para constatar a ação alelopática, os bioensaios têm grande importância, pois por meio deles consegue-se controlar alguns parâmetros (temperatura, disponibilidade de água, etc.) para investigar os mecanismos que estão interagindo (Rice, 1984; Ferreira e Aquila, 2000).

Nos estudos de alelopatia, o potencial osmótico é um aspecto pouco considerado e que pode mascarar o fenômeno alelopático. O potencial osmótico dos extratos pode exercer efeito negativo adicionado aos efeitos da atividade alelopática, atrasando, reduzindo ou mesmo impedindo a germinação das sementes como também podem ser verificados sobre o estabelecimento das plântulas (Astarita et al., 1996; Ferreira e Aquila, 2000).

Para testes alelopáticos, recomenda-se o critério morfológico de germinação, ou seja, emergência da radícula, como primeira abordagem, devendo ser seguido por testes de germinação em solo ou areia (Ferreira e Áquila, 2000). Justamente por ser mais fácil a tomada de dados, existe uma extensa literatura apontando efeitos alelopáticos sobre a germinação (Rice, 1984; Putnam e Tang, 1986; Goetze e Thomé, 2004; Souza et al., 2005; Iganci et al., 2006; Souza Filho, 2006a).

2.4. Espécies vegetais

2.4.1. *Coffea canephora* L. (Café conilon)

A espécie *Coffea canephora* L, conhecida como café-robusta ou conilon, segundo Carvalho et al.(1991), é diplóide, com $2n=22$ cromossomos e se multiplica por fecundação cruzada, principalmente pela ação do vento e insetos.

Esta espécie, originária de uma região quente, úmida e de baixa altitude, pode ser encontrada em regiões com até 1.300 m de altitude. Geograficamente, possui amplo local de origem, abrangendo a faixa ocidental, centro-tropical e subtropical do continente africano, especificamente da Guiné à República Democrática do Congo, na costa oeste do continente. Foi introduzida no Brasil por volta do ano de 1920, no Estado do Espírito Santo, com as primeiras sementes sendo plantadas no município de Cachoeiro do Itapemirim (Aguiar et al., 2005).

A espécie *C. Canephora* é um arbusto, geralmente multicaule, com folhas marcadamente elípticas, onduladas mais ou menos atenuadas nas extremidades. As flores agrupam-se em fascículos de seis, desenvolvendo-se em geral duas ou quatro. O limbo da corola apresenta-se com cinco a sete lobos. O fruto mede cerca de 13,82 a 20,44 mm, tendo uma média de 16,58 mm de comprimento e é vermelho (Aguiar et al., 2005).

A produção estimada de café Conilon no Brasil é de 12 milhões de sacas, o que representa 25,1% do total da produção brasileira, sendo o Estado do Espírito Santo o maior produtor desta espécie, seguido de Rondônia, Bahia e Minas Gerais (CONAB, 2014).

Para Waller et al. (1986) o cafeeiro é uma planta típica de um grande arsenal químico, no qual a xantina cafeína é a principal substância. Muitas xantinas são poderosas inibidoras do crescimento e podem acumular-se no solo junto aos cafeeiros, sendo inclusive fitotóxicas às radículas de plantas jovens da própria espécie. Esta substância, como outras xantinas associadas, são poderosos aleloquímicos naturais, que controlam o desenvolvimento de invasoras dos cafezais (Anaya et al., 1982). O que é confirmado por Ferreira e Áquila (2000) quando citam na literatura que foram descritas diversas culturas perenes com interferência de aleloquímicos, aceitando-se no café, um alcalóide, a xantina cafeína, tida como a principal substância relacionada na interferência do desenvolvimento de outras plantas.

2.4.2. *Coffea arabica* L. (Café arábica)

No Brasil, as plantas desta espécie chegaram em 1727, mas foi no séc. XIX que a cafeicultura tornou-se um dos setores mais importantes da economia brasileira, permanecendo até hoje como um dos principais produtos de exportações dentro do agronegócio (Alcantra, 2012). Entre as espécies de café, a

de maior expressão econômica é a *Coffea arabica* L., por produzir o café mais apreciado em todos os países consumidores. Esta espécie, conhecida mundialmente como café arábica é uma rubiácea que apresenta numerosas variedades e cultivares, oriunda da Etiópia, onde é cultivada em locais predominantemente sombreados, nas regiões montanhosas ocidentais, entre 1.000 e 2.500m de altitude (Miranda et al., 1999). É uma planta perene, de ciclo bianual, de clima tropical de altitude, adaptada a temperaturas amenas e clima úmido, como na região de seu centro de origem (Alcantra, 2012). Temperaturas médias mais altas causam problemas como o abortamento de flores. Em geral a temperatura ótima para o desenvolvimento desta espécie de cafeeiro seria 23°C diurna e 17°C noturna (Alcantra, 2012).

Dentre as espécies do gênero *Coffea* já descritas, *C. arabica* é a única tetraplóide, sendo as demais diplóides. Isso significa que, *C. arabica* possui quatro conjuntos do número básico de cromossomos do gênero ($n=11$), totalizando 44 cromossomos. Quanto ao modo de reprodução, *C. arabica* é autógama, o que significa que a sua reprodução ocorre, principalmente por meio de autofecundação, chegando a ter 90% das suas flores fertilizadas pela junção de pólen e óvulo oriundos da mesma planta (Sakiyama et al., 1999).

Segundo a descrição de Coste (1955), as plantas de café arábica são arbustos monocaules, com até 4,0 m de altura. As folhas são ovaladas ou sub lanceoladas, os bordos são ondulados e geralmente medem cerca de 10 cm a 15 cm de comprimento por 4 cm a 6 cm de largura. A coloração predominante é verde-escuro, sendo que a epiderme superior apresenta aspecto brilhante. As flores são hermafroditas e agrupadas em conjuntos de 8 a 15, formando inflorescências denominadas glomérulos. A base de cada flor é composta por um pedicelo de 1 mm a 3 mm de comprimento e um cálice curto. As pétalas, geralmente em número de cinco, são soldadas formando a corola que mede cerca de 8 mm a 10 mm longitudinais. A partir de cada pétala surge um filete curto, em cuja extremidade fixam-se anteras lineares de 6 mm a 8 mm. O pistilo é constituído de um tubo longo (12 mm a 15 mm) que se projeta, a partir do ovário até acima da corola, culminando com um estigma bifido. O fruto é uma drupa ovoide bilocular, que quando madura pode apresentar coloração vermelha ou amarela. As sementes, geralmente em número de duas, são envolvidas pelo endocarpo, que é chamado de pergaminho e recobertas por um perisperma

delgado, conhecido como película prateada. O grão é comercialmente conhecido como fava e compõe-se principalmente do endosperma, que apresenta coloração verde azulado. O endosperma é rico em polissacarídeos (50% a 55% da matéria seca do grão), lipídeos (12% - 18%) e proteínas (11% - 13%). Estas características estão estreitamente relacionadas com o desenvolvimento de sabores e aromas e podem variar em função da localização da lavoura, do controle fitossanitário, do processamento agrícola e da ocorrência de defeitos (Cortez, 2001).

A produção do café Arábica na safra de 2013/14 no Brasil foi de 3.486 milhões de sacas, oriunda de um parque cafeeiro em produção de 163.042 hectares. A pesquisa indica uma produtividade média de 18,00 sacas por hectare (CONAB, 2014).

2.4.3. *Lactuca sativa* L. (Alface)

Segundo Filgueira (2007), a espécie *Lactuca sativa* L pertencente à família Astaraceae originou-se de espécies silvestres encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental. A planta é herbácea, delicada e possui pequeno caule ao qual prendem as folhas que são amplas e podem ser lisas ou crespas, com coloração de vários tons de verde ou roxa, conforme a cultivar. Seu sistema radicular é muito ramificado e superficial, atingindo apenas 25 cm de profundidade do solo quando a cultura é transplantada, enquanto na semeadura direta, a raiz pivotante pode até atingir 60 cm de profundidade. Essa hortaliça tem preferência por solo areno-argiloso com baixa acidez (pH 6,0 a 6,8.) e com bastante matéria orgânica. As mudas devem ser transplantadas para canteiros bem adubados com 2 a 3 folhas e com 8 a 10 cm de comprimento.

A germinação leva de 4 a 7 dias (Brasil, 2009). Esta espécie é considerada bioindicadora de atividade alelopática devido apresentar germinação rápida e uniforme, e ao grau de sensibilidade que permite expressar os resultados sob baixas concentrações de substâncias alelopáticas (Alves et al., 2004), o que justifica a escolha desta espécie a ser submetida à avaliação alelopática.

2.4.4. *Cucumis sativus* L. (Pepino)

Segundo Filgueira (2007) o pepino pertence à família Cucurbitaceae, originária de regiões quentes do norte da Índia ou da África. Planta herbácea, anual, com hastes longas cujo crescimento indeterminado desenvolve-se no sentido vertical ou prostrado, dependendo da presença ou ausência de suporte. As ramas apresentam gavinhas, que se fixam a qualquer tipo de suporte. O sistema radicular é superficial e as folhas são recortadas e ásperas. As flores apresentam-se masculinas ou femininas na mesma planta. O hábito de florescimento nas atuais cultivares comerciais de pepino pode ser de três tipos: monóico, ginóico e partenocárpico. A polinização é necessária para o desenvolvimento dos frutos e normalmente é efetuada por abelhas, exceto no caso particular dos híbridos ginóico-partenocárpico. O seu fruto é uma baga suculenta, cheia e de formato cilíndrico. Dependendo da cultivar a coloração varia de verde-claro a verde-escuro e o fruto é de baixa caloria, contém vitamina C, potássio e vitamina A, que está contida na casca.

O pepino é cultivado em locais ensolarados, de clima ameno a quente, pois a planta não tolera geada nem temperaturas menores do que 15 °C. O solo ideal para o seu cultivo é o areno-argiloso, fértil, rico em matéria orgânica e sem acidez acentuada, o pH deve ser entre 5,8 ou 6,8 (Filgueira ,2007).

2.4.5. *Solanum lycopersicum* L. (Tomate)

Segundo Filgueira (2007) a espécie *Solanum lycopersicum* L., originário da região dos Andes, foi inicialmente cultivada no México. Essa espécie é uma solanácea herbácea, cujo caule é flexível, ramificado, rasteiro ou trepador. As folhas pecioladas são compostas por número ímpar de folíolos. O hábito de crescimento pode ser indeterminado como ocorre na maioria das cultivares para mesa ou determinado nas cultivares com finalidade agroindustrial. As flores agrupam-se em cachos e são hermafroditas ocorrendo normalmente autopolinização. Entretanto, insetos polinizadores podem ocasionar o cruzamento. O seu fruto é carnoso do tipo baga, suculento, com aspecto, tamanho e peso variados, conforme a cultivar. A coloração do fruto maduro geralmente é de um vermelho vivo, resultante da combinação da cor da polpa com película amarela. As sementes são pilosas, pequenas e quando no fruto são envoltas por mucilagem.

O sistema de radículas é de acordo com o tipo de cultura, ou seja, na semeadura direta há maior desenvolvimento no sentido vertical, podendo a raiz principal ultrapassar 2 m de profundidade. Contrariamente, em cultura transplantada, as raízes tornam-se mais ramificadas, ocorrendo maior desenvolvimento lateral e a profundidade atingida é menor (Filgueira, 2007).

2.4.6. *Chromoleama maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson (Mata-pasto)

Segundo Lorenzi (2008), *Chromoleama maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson, pertence à família Asteraceae, perene, arbustiva, ereta, ramificada, com ramos pubescentes e estriados, de 60 – 180 cm de altura, nativa do Continente Americano e propaga-se por meio de sementes. É considerada planta espontânea bastante frequente, infesta principalmente áreas destinadas a pastagens, beira de estradas e terrenos baldios. Facilmente reconhecida pela inserção quase em ângulo reto de seus ramos secundários com a haste principal. Apresenta florescimento intenso de fevereiro a abril. É mais frequente em solos argilosos onde se desenvolve com grande vigor. É importante em pastagens, por restringir a capacidade de lotação, trazendo sérios prejuízos econômicos a pecuária.

2.4.7. *Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell (Caruru-roxo)

Nesse trabalho utilizou-se a variedade roxa, que segundo Lorenzi (2008), pertence à subespécie *Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell., nativa da América Tropical, considerada “planta espontânea” frequente no sul do país, infestando principalmente solos cultivados de lavouras anuais, pomares, cafezais e terrenos baldios. É uma planta anual, herbácea, ramificada, ereta, pigmentada, de 40-100 cm de altura e propaga-se por sementes. Possui grande capacidade reprodutiva, chegando uma única planta a produzir 117 mil sementes. Esta espécie tem sido utilizada como alimento na forma de saladas e refogados e, ocasionalmente na terapêutica popular.

2.4.8. *Bidens pilosa* L. (Picão-preto)

Angiospermae, da família Asteraceae, anual, ereta, herbácea, de 30 -120 cm de altura, nativa da América Tropical e propaga-se por sementes. É uma das

mais sérias infestantes encontradas em lavouras anuais e perenes do Centro-Sul do Brasil. Espécie muito prolífica, de ciclo curto, capaz de produzir até três gerações por ano. Geralmente forma densas infestações, que afetam significativamente a produção e muito usada na medicina caseira (Lorenzi,2008).

3. TRABALHOS

3.1. EFEITO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS AQUOSOS DAS PALHAS DE *Coffea canephora* L. E *Coffea arabica* L. SOBRE GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE ESPÉCIES CULTIVADAS E ESPONTÂNEAS

RESUMO

Avaliou-se o potencial alelopático, por meio dos extratos aquosos liofilizados da palha seca de café das espécies *Coffea canephora* L. e *Coffea arabica* L. O extrato foi obtido por imersão em água destilada da palha seca das duas espécies de café por 24 horas, seguindo-se a filtração e re-extração por mais 12 horas. Os dois filtrados, depois de reunidos, foram liofilizados e armazenados em câmara fria à temperatura de -80°C até a sua utilização. Os extratos liofilizados das palhas de café Conilon e Arábica antes de serem empregados no experimento foram resuspendidos em água destilada. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial 6x2x4 (seis espécies vegetais, utilizando-se os extratos aquosos das palhas de café nas concentrações: 0, 25, 50 e 100 %, v/v). Cada parcela foi constituída por caixa gerbox® contendo 30 sementes, totalizando 192 unidades experimentais que foram distribuídas aleatoriamente na câmara de germinação. Avaliou-se a

percentagem de germinação (PG), o índice de velocidade de germinação (IVG), e o comprimento de radícula (CR) das seguintes espécies: alface, pepino, tomate, mata-pasto, caruru-roxo e picão-preto. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade da variância de Lilliefors e de homogeneidade de Cochran e Bartlett, que sugeriram a transformação dos dados em arco-seno da raiz ($x/100$) para a análise do PG e IVG, e raiz ($x+1$) para CR. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro tipo I. As concentrações foram estudadas por análise de regressão. Os dados foram apresentados sem transformação. Concluiu-se que o extrato da palha de Conilon reduziu a germinação da espécie espontânea mata-pasto (100% v/v), o IVG das cultivares alface (100% v/v) e pepino (25, 50 e 100% v/v) e o CR das espécies pepino (25 e 100% v/v) e tomate (100% v/v). O extrato da palha de café Arábica reduziu a germinação para espécie espontânea mata-pasto (25 e 50% v/v), sugerindo que a concentração 100% (v/v) poderia conter outras substâncias que estimulasse a germinação desta espécie. Esse extrato estimulou o CR do pepino (25 e 100% v/v) e do tomate (100% v/v).

ABSTRACT

The allelopathic potential of aqueous lyophilized extract of dry straws of coffee species *Coffea canephora* L. and *Coffea arabica* L was analyzed. The extract was obtained by immersion of dry straw of the two species of coffee in distilled water for 24 hours, followed by filtration and re-extraction for 12 hours. The two filtrates, after being gathered, were lyophilized and stored in a cold chamber at a temperature of -80°C until their use. The lyophilized extract of Conilon and Arabica coffee straw was re-suspended in distilled water. Completely randomized design was used with four replications in factorial scheme 6x2x4 (six plant species, using aqueous extracts of coffee straws at concentrations: 0, 25, 50 and 100%, v/v). Each plot is constituted by gerbox® containing 30 seeds, totaling 192 experimental units that were randomly distributed in germination chamber. Germination rate (GR) and germination speed index (GSI), and radicle length (RL) of the following species - lettuce, cucumber, tomato, mata-pasto, caruru-roxo and picão-preto –

were assessed. The data obtained were subjected to Lilliefors' tests for normality of variance and Cochran's and Bartlett's test for homogeneity of variance, which suggested the transformation of data into arcsine root ($\sqrt{x/100}$) for the analysis of GR and GSI, and root ($\sqrt{x-1}$) for RL. Comparisons between averages were performed by Tukey test at 5% probability of type I error. The data were presented without further processing. It was concluded that the extract of Conilon straw reduced germination of the species mata-pasto in concentration of 100%, as well as the GSI of lettuce (100%) and cucumber (25, 50 e 100%) and the RL of cucumber cultivars at concentration 25 and 100% and tomato at concentration 100%, suggesting that the concentration 100% (v/v) could contain other substances that stimulate the germination of this species. This extract stimulated the CR of cucumber (25 and 100% v/v) and tomatoes (100% v/v).

1. INTRODUÇÃO

O comportamento das plantas e suas interações com outras espécies de plantas ou organismos no ecossistema, bem como, as novas práticas de manejo agrícola, vem sendo avaliados e explicados por meio da alelopatia (Ferreira e Aquila, 2000). Esse termo definido por Molisch (1937), tem origem do grego *allelon* que significa de "um para outro" e *pathós* igual a "sofrer". Posteriormente, foi redefinido, referindo-se como sendo qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico, que uma planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados para o ambiente (Rice, 1984; Weir et al., 2004).

As interações alelopáticas derivam de metabólitos secundários denominados aleloquímicos. Estes, por sua vez, são originados das rotas do acetato e/ou chiquimato e sua liberação para o meio é efetuada por volatilização, exsudação radicular, lixiviação ou decomposição de resíduos, que são fatores determinantes da sua ação (Reigosa et al., 2005).

Os aleloquímicos são produzidos em diferentes órgãos do vegetal e a concentração e qualidade dos compostos é variável em função do local de síntese que, por sua vez, são determinados pelo estágio de desenvolvimento, pela sazonalidade, pela condição edafoclimática, de acordo com a espécie e dentro da

própria espécie (Delachiave et al., 1999; Ferreira e Áquila, 2000; Gobo-Netto e Lopes, 2007).

A ação do aleloquímico é pouco específica e determinada substância pode desempenhar várias funções de acordo com a concentração, translocação, detoxicação e composição química (Almeida, 1988). Substâncias alelopáticas podem ocasionar alteração no padrão de germinação refletindo na modificação da permeabilidade de membranas, interferindo na dormência de sementes, transcrição e tradução do RNA, na respiração por sequestro de oxigênio e na conformação de enzimas e receptores, ou ainda, pela ação combinada destes fatores. Também podem ser observadas alterações em nível celular, na fotossíntese e na síntese proteica, no metabolismo de lipídios e na atividade enzimática (Ferreira e Áquila, 2000).

Segundo Rodrigues et al. (1999), o efeito alelopático é resultado da interação complexa entre fatores genéticos e ambientais de modo que interações alelopáticas inibem e reduzem a percentagem e a velocidade de germinação e causam diminuição do crescimento inicial, sendo estas, respostas secundárias de efeitos primários que ocorrem no processo metabólico das plantas (Pedrol et al., 2006; Blanco, 2007). O efeito dos aleloquímicos, conforme Rezende et al. (2003), está relacionado a processos fisiológicos na planta e que seus mecanismos de ação não estão completamente esclarecidos.

Em testes alelopáticos é comum o emprego de extrato aquoso tendo como objetivo procurar simular o que acontece na natureza. Pois, muitas substâncias químicas ou aleloquímicos, que se encontram em plantas vivas ou resíduos, geralmente são lixiviadas em quantidades significativas pela chuva e pelo orvalho para o solo (Medeiros, 1989). Para testes alelopáticos recomenda-se o critério morfológico de germinação, ou seja, emergência da radícula, como primeira abordagem, devendo ser seguido por testes de germinação em solo ou areia (Ferreira e Aquila, 2000). Justamente por ser mais fácil a tomada de dados, existe uma extensa literatura apontando efeitos alelopáticos sobre a germinação (Rice, 1984; Putnam e Tang, 1986).

Para avaliação da tolerância ou resistência aos extratos vegetais utilizam-se plantas indicadoras que são de rápida e uniforme germinação, com determinado grau de sensibilidade, o que permite a expressão dos resultados, mesmo sob baixas concentrações das substâncias alelopáticas. Usualmente são

empregadas como indicadoras de atividade fitotóxica as espécies *Lactuca sativa* L., *Cucumis sativus* L e *Lycopersicon esculentum* (= *Solanum lycopersicum* L.), (Ferreira e Áquila, 2000).

Nos últimos anos, têm aumentado as pesquisas relacionadas à habilidade competitiva de cultivares com relação às plantas daninhas, principalmente na adoção de genótipos competitivos que contribuem na redução de custos, pois diminuem a utilização de herbicidas e conseqüentemente evitam os impactos ambientais que esses defensivos agrícolas podem causar ao ecossistema.

Portanto, sendo a alelopatia um mecanismo por meio do qual determinadas plantas interferem no desenvolvimento de outras e que ocorre largamente em comunidades de plantas, verifica-se que este comportamento pode se tornar importante fator de manejo de culturas, pelo uso de plantas que exercem controle sobre determinadas espécies indesejadas, obtendo assim sistemas de culturas mais produtivos (Goldfarb et al., 2009).

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da atividade alelopática *in vitro* das palhas de café Conilon (*Coffea canephora* L.) e café Arábica (*Coffea arabica* L.) por meio de extratos aquosos sobre germinação e qualidade fisiológica de espécies cultivadas (alface, pepino e tomate) e espécies espontâneas (mata-pasto, caruru-roxo e picão-preto).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no Setor de Plantas Daninhas e Mediciniais (SPDM) pertencente ao Laboratório de Fitotecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro, localizada no município de Campos de Goytacazes – RJ.

2.2. Material vegetal

A palha de café da espécie *C. canephora* (var. G35), foi obtida do processo de produção e beneficiamento para secagem do grão realizado em

propriedade agrícola localizada no município de Muqui/ES (Coordenadas Geográficas em UTM K Lat. 02558444 e Long. 7676794), idem para a palha de café da espécie *C.arabica* (cultivar Catuaí) despulpado, obtida na propriedade agrícola no município de Venda Nova do Imigrante/ES (Coordenadas Geográficas em Lat. 2781614001 e Long. 77465841588).

As sementes das espécies cultivadas *Lactuca sativa* (alface), *Cucumis sativus* L (pepino) e *Solanum lycopersicum* L. (tomate), foram adquiridas na Topseed® Fetrin Sementes, empresa especializada em controle de sementes preparadas, situada no município Ferroupilha/RS.

As sementes das espécies espontâneas, *Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell. (caruru-roxo) e *Bidens pilosa* L. (picão-preto) foram adquiridas na Cosmos Agrícola Produção e Serviços Rurais Ltda (Agrocosmos®), empresa especializada em controle de sementes preparadas, situada no município Engenheiro Coelho/SP.

A espécie *Chromolaena maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson (mata-pasto) foi coletada de vegetação espontânea em área peridomiciliar no município de Campos dos Goytacazes/RJ.

2.3. Obtenção dos extratos

O material vegetal de café (palha do café Conilon e Arábica) foi, primeiramente pesado, seguindo-se a obtenção do extrato aquoso através da imersão da palha na proporção de 200 mL (24,06 g) de palha de café para 800 mL de água destilada, sendo este deixado em repouso na ausência de luz à temperatura ambiente por 24h.

Após este período realizou-se a filtração a vácuo utilizando o papel filtro quantitativo (15 cm), diagramatura/meche 0,007, JP42 – J.Prolab®, de procedência alemã. O extrato obtido foi acondicionado em frasco de vidro de cor âmbar e deixado na refrigeração (6°C). Ao resíduo final do filtrado foi adicionado 400 mL de água destilada e deixada em repouso por 12h na ausência de luz à temperatura ambiente.

A seguir foi realizada a segunda etapa da filtração e o extrato obtido foi adicionado ao extrato da primeira filtração, homogeneizado, dividido em alíquotas e liofilizado conforme metodologia proposta por Gatti et al. (2004). O extrato

obtido da liofilização foi considerado o extrato bruto (100% de concentração) e mantido à temperatura de -80°C até a sua utilização.

Posteriormente, a partir da solução estoque obtida, foram efetuadas diluições com água destilada para 25% e 50% (v/v). Os valores das concentrações (25%, 50% e 100% v/v) dos extratos foram comparados com a água destilada considerada testemunha (0%).

Os extratos foram caracterizados quimicamente quanto ao pH, com auxílio do pHmetro mPA 210 Marca FORLAB®, e a condutividade elétrica à temperatura de 25°C com o condutímetro SX713 Cond/TDS/Res Meter - SANXIN (Tabelas 1).

Tabela 1. Potencial hidrogênico (pH) e condutividade elétrica (Ce, $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$) dos extratos aquosos das palhas de café Conilon e Arábica antes e após a liofilização

Atributos Químicos	C. Conilon		C. Arábica	
	Antes	Após	Antes	Após
pH	7,00	7,62	7,12	7,31
Ce	1030	4570	1790	2800

*Médias de triplicatas.

2.4. Avaliação do efeito alelopático

A avaliação da atividade alelopática dos extratos das palhas de café sobre as espécies estudadas foi obtida por determinação da germinação total (%), do Índice de velocidade de germinação (IVG) e do comprimento da radícula (CR).

2.4.1. Teste de germinação total (%)

As caixas gerbox® (11 x 11 cm) foram previamente lavadas com água corrente e detergente neutro, e posteriormente imersas em água destilada, secas e forradas com papel mata-borrão umedecido com 5 mL dos extratos (Conilon e Arábica) nas concentrações de 25, 50 e 100% (v/v) e água destilada (0%). Foi utilizado quatro repetições de 30 sementes por tratamento para todas as espécies. As sementes foram mantidas umedecidas com aproximadamente 1 mL de água destilada diariamente pelo período da tarde.

As caixas gerbox® foram mantidas em câmara de germinação a temperatura e fotoperíodo de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009) para cada espécie (Tabela 2).

Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram protrusão da radícula (Alves et al., 2004). Os resultados foram expressos em percentagem de sementes germinadas (Brasil, 2009).

Tabela 2. Fotoperíodo (h) e temperatura (°C) utilizados nos testes de germinação

Espécie	Escuro		Claro		Contagem Final
	H	°C	H	°C	D
Alface	16	20	8	20	7
Pepino	16	20	8	30	8
Tomate	16	20	8	30	14
Caruru-roxo	16	20	8	30	14
Picão-preto	16	20	8	30	14
Mata-pasto	16	20	8	30	25

Fonte: (Brasil, 2009)

2.4.2. Cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG)

Foram efetuadas avaliações diárias com contagem de plântulas germinadas sempre no mesmo horário. Para o cálculo, foi utilizada a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$$

onde:

IVG: índice de velocidade de germinação;

G_1 , G_2 , G_n : número de plântulas germinadas na primeira, na segunda e na enésima avaliação;

N_1 , N_2 , N_n : número de dias transcorridos da semente até a primeira, a segunda e a enésima avaliação.

2.4.3. Comprimento da radícula (CR)

A radícula foi medida em milímetro (mm) no último dia da avaliação de acordo com a espécie. O equipamento utilizado para medição do CR foi o paquímetro digital – Mitutoyo.

2.5. Análises estatísticas

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições em esquema fatorial 6x2x4 (seis espécies vegetais, dois extratos aquosos das palhas de café Conilon e Arábica e quatro concentrações: 0, 25, 50 e 100 %, v/v). As parcelas foram distribuídas aleatoriamente em câmara de germinação e totalizaram 192 unidades experimentais, cada uma foi constituída por caixa gerbox® contendo 30 sementes. Sob essas condições, avaliou-se a percentagem de germinação (PG), o índice de velocidade de germinação (IVG) e o comprimento de radícula (CR) das seguintes espécies: alface, pepino, tomate, mata-pasto, caruru-roxo e picão-preto.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade da variância de Lilliefors e de homogeneidade de Cochran & Bartlett, que sugeriram a transformação dos dados em arco-seno da raiz ($x/100$) para a análise do PG e IVG, e raiz ($x+1$) para CR. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro tipo I. Os dados foram apresentados sem transformação. Utilizou-se o programa computacional SAEG 9.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a análise da variância (Tabela 3), todas as variáveis estudadas apresentaram efeito de interação significativa para o tipo de palha usada na elaboração do extrato e sua concentração. Quanto à interação entre o tipo de palha e as espécies estudadas apenas a variável comprimento da radícula apresentou-se significativa ($P < 0,01$). Os coeficientes de variação se apresentaram entre 16,09 a 48,78%, sendo o ideal de 30%, porém considerando-se que as germinações e o desenvolvimento de radículas de plantas invasoras são de alta variabilidade, pode-se inferi-los como adequados para o estudo.

Tabela 3. Análise da variância para percentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de radícula (CR) de seis espécies (cultivadas/espontâneas) sob efeito dos extratos aquosos das palhas de café Conilon e Arábica em quatro concentrações

FV	GL	PG (%)		IVG		CR (mm)	
		QM	F	QM	F	QM	F
Espécies (E)	5	1,750	140,12**	2193,34	115,07**	5739,14	50,19**
Palhas (P)	1	0,010	0,77 ^{ns}	0,93	0,05 ^{ns}	1942,23	16,98**
Concentrações (C)	3	0,080	6,30**	253,37	13,29**	1645,62	14,39**
(ExP)	5	0,014	1,08 ^{ns}	6,39	0,34 ^{ns}	870,72	7,61**
(PxC)	3	0,093	7,47**	151,55	7,95**	592,67	5,18**
Resíduo	174	0,013		19,06		114,35	
CV (%) =		16,09		45,87		48,78	

*Efeito significativo segundo o teste F ($P \leq 0,05$), **($P \leq 0,01$) e ns – não significativo. (parcela= 30 sementes, n= 4, N=192).

As germinações da alface e do pepino não apresentaram efeito alelopático em relação aos tipos de palhas em cada concentração estudada, ainda que, a alface tenha regressão linear para a palha do café Conilon e o pepino tenha regressão quadrática para ambas as palhas (Tabela 4). Ademais, não há efeito de regressão para o tomate e as percentagens de germinação foram insatisfatórias no controle (50,8%) por se tratar de uma espécie cultivada (Figura 1C). Sugere-se que as sementes estavam com baixa qualidade fisiológica para germinação. Córdoba et al. (1995) observaram que sob condições apropriadas de armazenamento (6-10% de umidade e 20°C), as sementes de tomate conservaram alta viabilidade durante 18 meses. Wandscheer e Pastorini (2008) ao trabalharem com extrato de folha *Raphanus raphanistrum* L. (10%) também observaram redução na percentagem de germinação das sementes de tomate.

Quanto à germinação da espécie mata-pasto em condições controladas, a germinação foi satisfatória, entre 54,1 a 62,5% para os controles (Tabela 4). Houve efeito de regressão quadrática para o extrato da palha de café Conilon, indicando maior efeito de inibição da germinação na concentração de 100% (v/v), ao passo que a regressão quadrática para o extrato da palha de café Arábica indica maior efeito para as concentrações de 25 e 50% (v/v). Isso sugere que a concentração de 100% (v/v) dos extratos de café Arábica poderia conter concentrações de outras substâncias que estimulariam a germinação, por exemplo, fitormônio como sugere (Nascimento, 2000), e conseqüentemente, retirando a evidência do possível efeito alelopático.

Estudos realizados por Santos et al. (2002) com extrato da palha de café sobre germinação e IVG do caruru-de-mancha observaram que o IVG das plantas aumentou em correlação ao aumento da concentração do extrato. Nesse trabalho, o extrato da palha do café Arábica resultou em comportamento quadrático para germinação da espécie mata-pasto, tendo um efeito estimulador entre as concentrações de 50 para 100% (Figura 1D).

A germinação do caruru-roxo foi satisfatória, aproximadamente de 55% para os controles (Tabela 4) e os demais tratamentos foram estatisticamente iguais entre as palhas e em cada concentração. Esses dados são corroborados por Carvalho e Christoffoleti (2007), os quais encontraram para cinco espécies de caruru uma média de 50% de germinação nas melhores condições de temperatura e fotoperíodo (8 horas de luz a 30 °C/16 horas de escuro a 20°C). A análise da regressão indicou efeito alelopático na concentração de 100% (v/v) para ambas as palhas (Figura 1E). Almeida (1991) observou que a aplicação de extrato aquoso da casca de café Arábica causou inibição da germinação de várias espécies de plantas silvestres, inclusive do caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus* L.). Conforme Gonzalez et al. (2002), isto pode ocorrer porque no processo de germinação, juntamente com a água, podem penetrar algumas substâncias alelopáticas capazes de inibir ou retardar a multiplicação ou o crescimento das células, podendo também retardar a germinação.

A espécie picão-preto não apresentou efeito de inibição na avaliação de ambas as palhas, ainda que tenha efeito de regressão quadrática para a palha de café Conilon (Tabela 4 e Figura 1F). As percentagens de germinação para essa espécie espontânea foi em média geral de $75 \pm 0,05\%$ para a palha de café Conilon e de $70 \pm 0,02\%$ para palha de Arábica, independente da concentração estudada.

Tabela 4. Percentagem de germinação (Média ± DP, n=4) das espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos aquosos das palhas de café Conilon (PCC) e Arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013

Espécie	Palha	Concentrações (% v/v)				Equação	Teste t		R ²
		0	25	50	100	$\hat{y} = B_2x^2+B_1x+B_0$	B ₁	B ₂	
Alface	Conilon	1,000 A (±0,000)	0,975 A (±0,031)	0,958 A (±0,041)	0,875 A (±0,063)	$\hat{y} = -0,0012X+1,0066$	-4,71**	-	0,96**
	Arábica	0,958 A (±0,031)	0,983 A (±0,019)	1,000 A (±0,000)	0,983 A (±0,033)	Sem Regressão	-	-	-
Pepino	Conilon	0,983 A (±0,019)	0,983 A (±0,019)	0,991 A (±0,016)	0,958 A (±0,016)	$\hat{y} = -0,000006x^2+0,00008x+0,9812$	1,09 ^{ns}	-1,74**	0,97**
	Arábica	0,983 A (±0,019)	0,975 A (±0,031)	0,975 A (±0,031)	0,933 A (±0,027)	$\hat{y} = -0,000005x^2+0,0005x+0,981$	0,10 _s ⁿ	1,78**	0,92**
Tomate	Conilon	0,508 A (±0,050)	0,600 A (±0,130)	0,458 A (±0,087)	0,450 A (±0,019)	Sem Regressão	-	-	-
	Arábica	0,508 A (±0,050)	0,558 A (±0,050)	0,458 A (±0,087)	0,500 A (±0,076)	Sem Regressão	-	-	-
Mata-pasto	Conilon	0,625 A (±0,050)	0,525 A (±0,095)	0,608 A (±0,95)	0,108 B (±0,068)	$\hat{y} = -0,0000007x^2+0,0027x+0,5919$	1,12 ^{ns}	-3,27**	0,92**
	Arábica	0,541 A (±0,119)	0,025 B (±0,016)	0,450 B (±0,063)	0,575 A (±0,041)	$\hat{y} = 0,0001x^2-0,0091x+0,4442$	-1,88**	2,39**	0,40**
Caruru-roxo	Conilon	0,558 A (±0,187)	0,641 A (±0,031)	0,666 A (±0,098)	0,350 A (±0,033)	$\hat{y} = -0,00008X^2+0,0061X+0,5528$	2,41**	-3,45**	0,99**
	Arábica	0,550 A (±0,159)	0,675 A (±0,500)	0,600 A (±0,060)	0,483 A (±0,033)	$\hat{y} = -0,00004X^2+0,0036X+0,5673$	1,58 ^{ns}	-2,13**	0,81**
Picão-preto	Conilon	0,708 A (±0,016)	0,758 A (±0,078)	0,825 A (±0,103)	0,741 A (±0,087)	$\hat{y} = -0,00004X^2+0,004X+0,7007$	2,10**	-2,10**	0,90**
	Arábica	0,716 A (±0,079)	0,725 A (±0,137)	0,683 A (±0,069)	0,675 A (±0,031)	Sem Regressão	-	-	-

(*) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e dentro das espécies, não diferem entre si segundo o teste de Tukey (P≤ 0,05; DMS=0,1549); (**) Efeito significativo (P≤ 0,05) para a contribuição dos termos de B₁ e B₂ ao modelo de regressão, segundo o Teste t; (**) Efeito significativo (P≤ 0,05) para o coeficiente de regressão (R²), segundo o Teste F e (ns) Efeito não significativo.

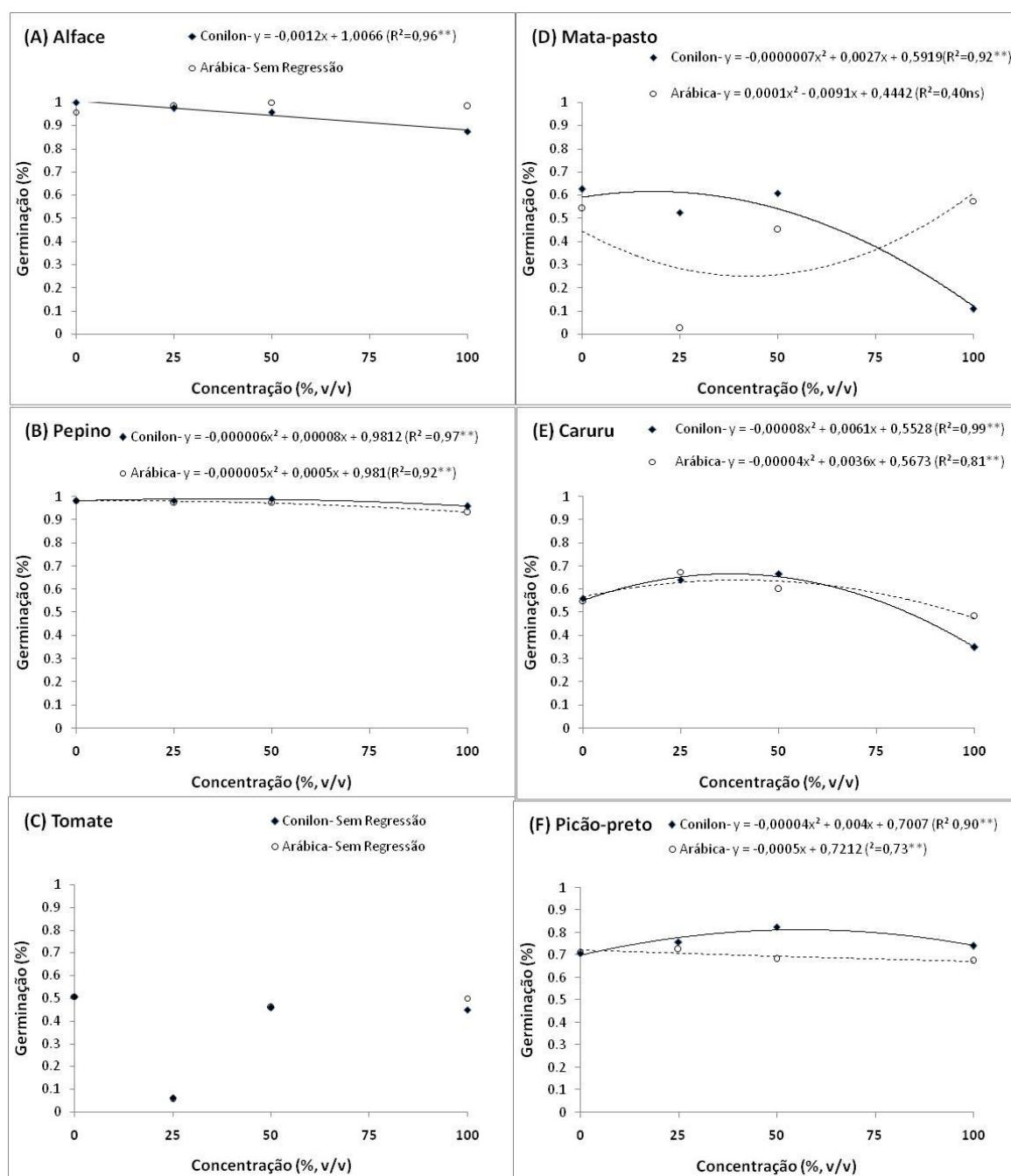


Figura 1. Análise da regressão para a percentagem de germinação das espécies em estudo - (A) alface, (B) pepino, (C) tomate, (D) mato-pasto, (E) caruru-roxo e (F) picão-preto - em função das concentrações dos extratos aquosos das palhas do café Conilon e Arábica. (**) Efeito de regressão significativo segundo o teste F ($P \leq 0,05$) e (ns) não significativo.

Quanto ao IVG, observou-se para alface que a análise da regressão foi quadrática para os tipos de palhas, indicando que, a concentração de 100% (v/v)

apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre palhas. Portanto, o efeito inibidor se apresentou nessa concentração (100% v/v), sendo significativamente ($P < 0,05$) mais severo para o extrato da palha do café Conilon, pois o índice de velocidade de germinação reduziu em comparação ao controle de 29,12% para 7,78% (Tabela 5, Figura 2A). Também Pires et al. (2010) ao testarem o extrato aquoso da palha seca de café Arábica em três espécies de plantas: *Calopogonium muconoides*, *Stylosanthes capitata* e *Lactuca sativa* observaram a redução acentuada no PG, IVG e na quantidade de massa seca (MS) das plântulas dessas espécies. Essas alterações na variável analisada (IVG) indicam um provável efeito alelopático da palha seca de café Conilon sobre as sementes de alface, já que a mesma é considerada uma espécie bioindicadora por ser sensível a vários aleloquímicos (Ferreira, 2004).

O IVG da semente do pepino mostrou-se sensível aos extratos estudados, principalmente para o extrato da palha de Conilon, conforme indicam as equações de regressão e as comparações significativas ($P < 0,05$) entre as concentrações, principalmente a concentração de 100% (v/v), conforme Figura 2B. A regressão quadrática para os extratos das palhas indicou maior efeito inibitório para o extrato da palha do café Conilon (8,94) apresentando maior efeito inibitório para a concentração 100% (v/v), sendo significativamente menor em comparação com a concentração de 100% (v/v) do extrato da palha do café Arábica (22,00), vide Tabela 5. Esses dados são corroborados com os estudos de May et al. (2011), que ao observarem o extrato da palha do café Arábica a 25, 50, 75 e 100%, sobre sementes de pepino, encontraram redução no desenvolvimento das plântulas e anomalias, como escurecimento, engrossamento e encurvamento da radícula. Eventos que também foram observados no presente estudo quando foram analisados os efeitos dos extratos de ambas as palhas sobre o pepino, porém sendo mais severo com os extratos de Conilon.

A espécie cultivada tomate, não apresentou efeito de inibição na avaliação de ambas as palhas, ainda que, tenha efeito de regressão linear para a palha de café Conilon (Tabela 5 e Figura 2C). Os resultados observados mostram velocidade de germinação variando de 1,63 a 3,62, confirmando que as sementes de tomate além de menor germinação apresentaram atraso na velocidade de germinação, indicando pouco vigor no lote de sementes. Também Wandscheer e Pastorini (2008) ao avaliarem os possíveis efeitos alelopáticos de vários extratos

das folhas de *Raphanus raphanistrum* L. (nabiça) em sementes de tomate, observaram que o extrato da folha a 10% (maior concentração) causou significativo incremento na velocidade de germinação em relação aos demais tratamentos, indicando assim menor vigor das sementes, pois estas levaram mais tempo para germinar havendo também redução nos valores de IVG. Muitas vezes o efeito alelopático não se dá sobre a germinabilidade, mas sobre a velocidade de germinação ou outro parâmetro do processo (Ferreira e Aquila 2000).

A espécie espontânea mata-pasto não apresentou efeito de inibição na avaliação de ambas as palhas, ainda que tenha efeito de regressão linear para o extrato da palha do café Conilon, indicando que há tendência ao efeito inibitório das concentrações estudadas (Tabela 5 e Figura 2D). O IVG para essa espécie espontânea foi calculado em média geral de 2,25 para o extrato da palha do café Conilon e de 1,99 para o extrato da palha do café Arábica, independente da concentração estudada. As sementes de mata-pasto apresentaram boa germinação nos controles (54,10 a 62,50%, Tabela 4), porém como se tem observado para essa espécie, a velocidade de germinação é desuniforme, iniciando-se no 4º dia e prolongando-se até 21º dia após a semeadura, ocasionando assim, menores valores de IVG.

Para o caruru-roxo não houve diferença entre os dois tipos de extratos das palhas de café estudadas quanto ao IVG. Mas, o aumento da concentração do extrato da palha de Conilon proporcionou redução no IVG, com a equação de regressão quadrática explicando 86% da variação (R^2), indicando que a concentração de 50% (v/v) tendeu estimular o IVG (5,79) e a concentração de 100% (v/v) tende a inibição (1,68). Para o extrato da palha do café Arábica não houve regressão (Tabela 5 e Figura 1E). Cabe ressaltar, que as sementes de caruru-roxo apresentaram uma germinação de 55,5% no controle (Tabela 4) e o IVG de 4,31 a 4,77 nos controles (Tabela 5).

Para a espécie picão-preto não foi observado efeito inibitório significativo ($P < 0,05$) entre os tipos de palhas estudadas ou concentrações (Tabela 5), ainda que, tenham sido ajustadas equações de regressão quadrática demonstrando a tendência de estímulo (11,13 a 11,58) nas concentrações de 50% (v/v) e inibição (5,04 a 5,42) nas concentrações de 100% (v/v) (Tabela 5, Figura 2F).

Tabela 5. Índice de velocidade de germinação (Média ± DP, n=4) das espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos aquosos das palhas de café Conilon (PCC) e Arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013

Espécie	Palha	Concentrações (% v/v)				Equação $\hat{y} = B_2x^2+B_1x+B_0$	Teste t		R ²
		0	25	50	100		B ₁	B ₂	
Alface	Conilon	29,125 A (±1,030)	23,066 A (±10,480)	26,820 A (±1,617)	7,786 B (±2,371)	$\hat{y} = -0,0023x^2+0,0398x+27,598$	0,27ns	-1,71**	0,89**
	Arábica	24,291 A (±1,748)	24,708 A (±2,263)	28,516 A (±0,258)	14,891A (±1,167)	$\hat{y} = -0,003x^2+0,2173x+23,434$	4,00**	-5,95**	0,91**
Pepino	Conilon	28,250 A (±0,866)	16,344 B (±1,370)	15,287 B (±0,835)	8,941 B (±0,078)	$\hat{y} = 0,002x^2-0,3789x+27,247$	-7,29**	4,13**	0,93**
	Arábica	18,369 B (±1,187)	23,104 A (±4,390)	26,458 A (±2,760)	22,008A (±1,646)	$\hat{y} = -0,0024x^2+0,277x+18,178$	-2,69**	2,81**	0,98**
Tomate	Conilon	3,060 A (±0,328)	3,202 A (±0,699)	3,049 A (±0,466)	1,636 A (±0,322)	$\hat{y} = -0,0151x+3,3994$	-4,06**	-	0,76**
	Arábica	2,804 A (±0,612)	3,620 A (±0,200)	2,318 A (±0,710)	2,881 A (±0,702)	Sem Regressão	-	-	-
Mata-pasto	Conilon	3,273 A (±0,165)	2,892 A (±0,661)	2,511 A (±0,454)	0,345 A (±0,186)	$\hat{y} = -0,0297x+3,5538-$	-8,81**	-	0,93**
	Arábica	1,831 A (±0,639)	2,729 A (±0,357)	1,691 A (±0,554)	1,732 A (±0,266)	Sem Regressão	-	-	-
Caruru-roxo	Conilon	4,318 A (±1,457)	4,314 A (±0,272)	5,790 A (±1,172)	1,680 A (±0,258)	$\hat{y} = -0,0009x^2+0,0685x+4,0043$	2,56**	-3,65**	0,86**
	Arábica	4,779 A (±1,395)	5,851 A (±0,365)	4,111 A (±0,879)	3,465 A (±0,840)	Sem Regressão	-	-	-
Picão-preto	Conilon	9,613 A (±1,942)	9,254 A (±0,716)	11,132 A (±2,154)	5,048 A (±0,340)	$\hat{y} = -0,0012x^2+0,0823+9,1616$	2,00**	-3,19**	0,87**
	Arábica	7,604 A (±2,240)	11,628 A (±2,366)	11,585 A (±2,917)	5,423 A (±1,698)	$\hat{y} = -0,0021x^2 +0,19x+7,771$	3,42**	-4,16**	0,98**

(*) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e dentro das espécies, não diferem entre si segundo o teste de Tukey (P≤ 0,05; DMS=6,0467); (**) Efeito significativo (P≤ 0,05) para a contribuição dos termos de B₁ e B₂ ao modelo de regressão, segundo o Teste t; (**) Efeito significativo (P≤ 0,05) para o coeficiente de regressão (R²), segundo o Teste F e (ns) Efeito não significativo.

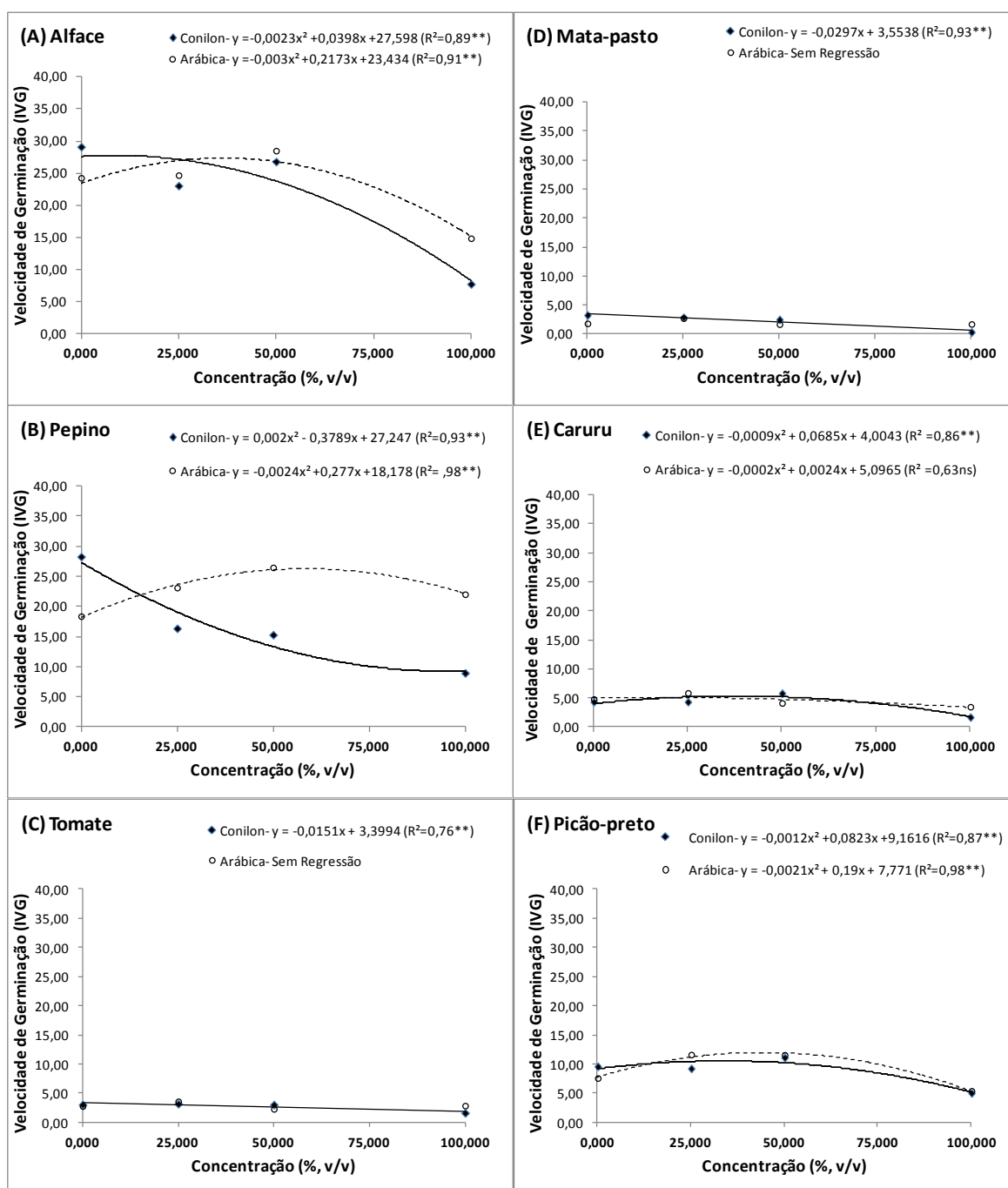


Figura 2. Análise da regressão para índice de velocidade de germinação das espécies em estudo - (A) alface, (B) pepino, (C) tomate, (D) mato-pasto, (E) caruru-roxo e (F) picão-preto - em função das concentrações dos extratos aquosos das palhas do café Conilon e Arábica. (**) Efeito de regressão significativo segundo o teste F ($P \leq 0,05$) e (ns) não significativo.

Quanto ao comprimento de radícula (CR), para a espécie alface não foi observado efeito inibitório entre os tipos de extratos das palhas estudadas. Todavia, o CR da alface mostrou-se sensível aos extratos estudados conforme indicam as equações de regressão linear para as palhas de Conilon e Arábica (Tabela 6, Figura 3A). Entretanto, observou-se um visível escurecimento das radículas, sugerindo que algumas substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns (Ferreira e Borguetti 2004).

Quanto ao CR do pepino, observou-se que não houve efeito de regressão para ambos os extratos, porém houve significativamente ($P < 0,05$) menor CR na concentração de 25% (v/v) para o extrato da palha do café Conilon (22,45 mm) em comparação com o extrato da palha do café Arábica (80,80 mm), bem como, na concentração de 100% (v/v) que apresentou 13,06 mm e 40,33 mm, respectivamente. Isso evidencia um forte efeito estimulante da concentração de 25% (v/v) do extrato da palha do café Arábica sobre o desenvolvimento da radícula do pepino (Tabela 6, Figura 3B). Todavia, cabe ressaltar que o excesso de estímulo no crescimento da radícula pode ocasionar plântulas menos vigorosas, estioladas e até com má-formação.

Quanto ao CR da espécie tomate, foi observada regressão quadrática apenas para a palha do café Conilon, apresentando diferenças significativas apenas na concentração de 100% (v/v) das palhas de Conilon e Arábica respectivamente, 25,58 e 46,25 mm (Tabela 6). Na Figura 3C, observa-se que a regressão quadrática revela efeito estimulante do extrato da palha do café Conilon entre as concentrações de 25 e 50% (v/v). Cabe ressaltar que o lote de sementes de tomate apresentou germinação insatisfatória (50,8%) que pode interferir no vigor final.

O CR da espécie mata-pasto não apresentou efeito de inibição em ambas as palhas (Tabela 6, Figura 3D). Esses dados refletem a natureza da própria espécie que apresenta radícula com pouco comprimento.

O CR da espécie caruru-roxo não apresentou efeito de inibição por ambas as palhas (Tabela 6, Figura 3E), ainda que tenha sido observado efeito de regressão quadrática para a palha do café Conilon. O CR nos controles foi de 8,35 e 13,72 mm respectivamente para as palhas de Conilon e Arábica, bem como de 10,08 e 12,45 mm na concentração de 100% (v/v).

Para a espécie picão-preto não se observou diferença significativa entre os extratos das palhas de café Conilon e Arábica, independente da concentração. Apesar disso, observou-se equação de regressão linear para o extrato da palha de café Conilon e quadrática para o extrato da palha do café Arábica. O CR de picão-preto nos controles foi de 28,38 e 22,09 mm e de apenas 7,89 e 13,53 mm, respectivamente, para os extratos das palhas de café Conilon e Arábica na concentração de 100% (v/v), ainda que o ajuste seja quadrático para o extrato de palha de café arábica (Tabela 6). Isso indica que há uma tendência em reduzir o CR com o aumento da concentração dos extratos, conforme indicam as curvas de regressão, ainda que o ajuste seja quadrático para o extrato do café Arábica (Figura 3F). Para alguns autores, a inibição do crescimento da plântula após a germinação, sob o ponto de vista ecológico, é um mecanismo mais eficiente de seleção do que evitar a germinação do competidor, visto que a descendência seria eliminada por morte dos indivíduos, desaparecendo o DNA competidor ou nos casos menos severos, por um atraso da germinação ou do crescimento da planta espontânea (Jacobi e Ferreira,1991; Ferreira e Aquila, 2000; Peres et al.,2004).

Tabela 6. Comprimento de radícula (mm, Média \pm DP, n=4) das espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos aquosos das palhas de café Conilon (PCC) e Arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013

Espécie	Palha	Concentrações (% v/v)				Equação $\hat{y} = B_2x^2 + B_1x + B_0$	Teste t		R ²
		0	25	50	100		B ₁	B ₂	
Alface	Conilon	36,607 A ($\pm 1,572$)	30,300 A ($\pm 5,240$)	20,763 A ($\pm 3,604$)	0,992 A ($\pm 0,165$)	$\hat{y} = -0,007x^2 + 0,6901x + 9,550$	5,15**	- 6,12**	0,69**
	Arábica	40,272 A ($\pm 1,836$)	37,758 A ($\pm 2,841$)	28,219 A ($\pm 3,404$)	13,354 A ($\pm 1,900$)	$\hat{y} = -0,282x + 42,239$	- 14,03**	-	0,97**
Pepino	Conilon	34,353 A ($\pm 9,184$)	22,452 B ($\pm 21,452$)	36,281 A ($\pm 5,616$)	13,067 B ($\pm 2,250$)	Sem Regressão	-	-	-
	Arábica	47,363 A ($\pm 32,387$)	80,800 A ($\pm 13,920$)	26,458 A ($\pm 2,760$)	40,332 A ($\pm 5,482$)	Sem Regressão	-	-	-
Tomate	Conilon	14,728 A ($\pm 5,772$)	53,148 A ($\pm 6,396$)	38,617 A ($\pm 5,491$)	25,588 B ($\pm 8,828$)	$\hat{y} = -0,0106x^2 + 1,1013x + 19,498$	4,00**	- 4,14**	0,66**
	Arábica	36,350 A ($\pm 11,636$)	47,091 A ($\pm 7,131$)	26,939 A ($\pm 14,627$)	46,253 A ($\pm 9,432$)	Sem Regressão	-	-	-
Mata-pasto	Conilon	2,395 A ($\pm 0,149$)	2,225 A ($\pm 0,157$)	2,453 A ($\pm 0,251$)	1,353 A ($\pm 0,210$)	Sem Regressão	-	-	-
	Arábica	2,321 A ($\pm 0,227$)	2,392 A ($\pm 0,199$)	2,125 A ($\pm 0,138$)	2,303 A ($\pm 0,089$)	Sem Regressão	-	-	-
Caruru-roxo	Conilon	8,353 A ($\pm 0,887$)	24,556 A ($\pm 1,728$)	19,079 A ($\pm 2,338$)	10,080 A ($\pm 1,869$)	$\hat{y} = -0,0052x^2 + 0,5092x + 10,18$	5,31**	- 5,81**	0,76**
	Arábica	13,726 A ($\pm 2,742$)	14,535 A ($\pm 1,993$)	18,546 A ($\pm 1,611$)	12,451 A ($\pm 4,452$)	Sem Regressão	-	-	-
Picão-preto	Conilon	28,389 A ($\pm 3,528$)	27,311 A ($\pm 4,581$)	18,826 A ($\pm 4,029$)	7,890 A ($\pm 1,056$)	$\hat{y} = -0,2181x + 30,145$	-8,67**	-	0,96**
	Arábica	22,094 A ($\pm 6,642$)	14,672 A ($\pm 3,483$)	12,587 A ($\pm 1,261$)	13,53 A ($\pm 4,89$)	$\hat{y} = 0,0023x^2 - 0,3105x + 21,797$	3,89**	-	0,98**

(*) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e dentro das espécies, não diferem entre si segundo o teste de Tukey ($P \leq 0,05$, DMS=14,81); (**) Efeito significativo ($P \leq 0,05$) para a contribuição dos termos de B₁ e B₂ ao modelo de regressão, segundo o Teste t; (**) Efeito significativo ($P \leq 0,05$) para o coeficiente de regressão (R²), segundo o Teste F e (ns) Efeito não significativo.

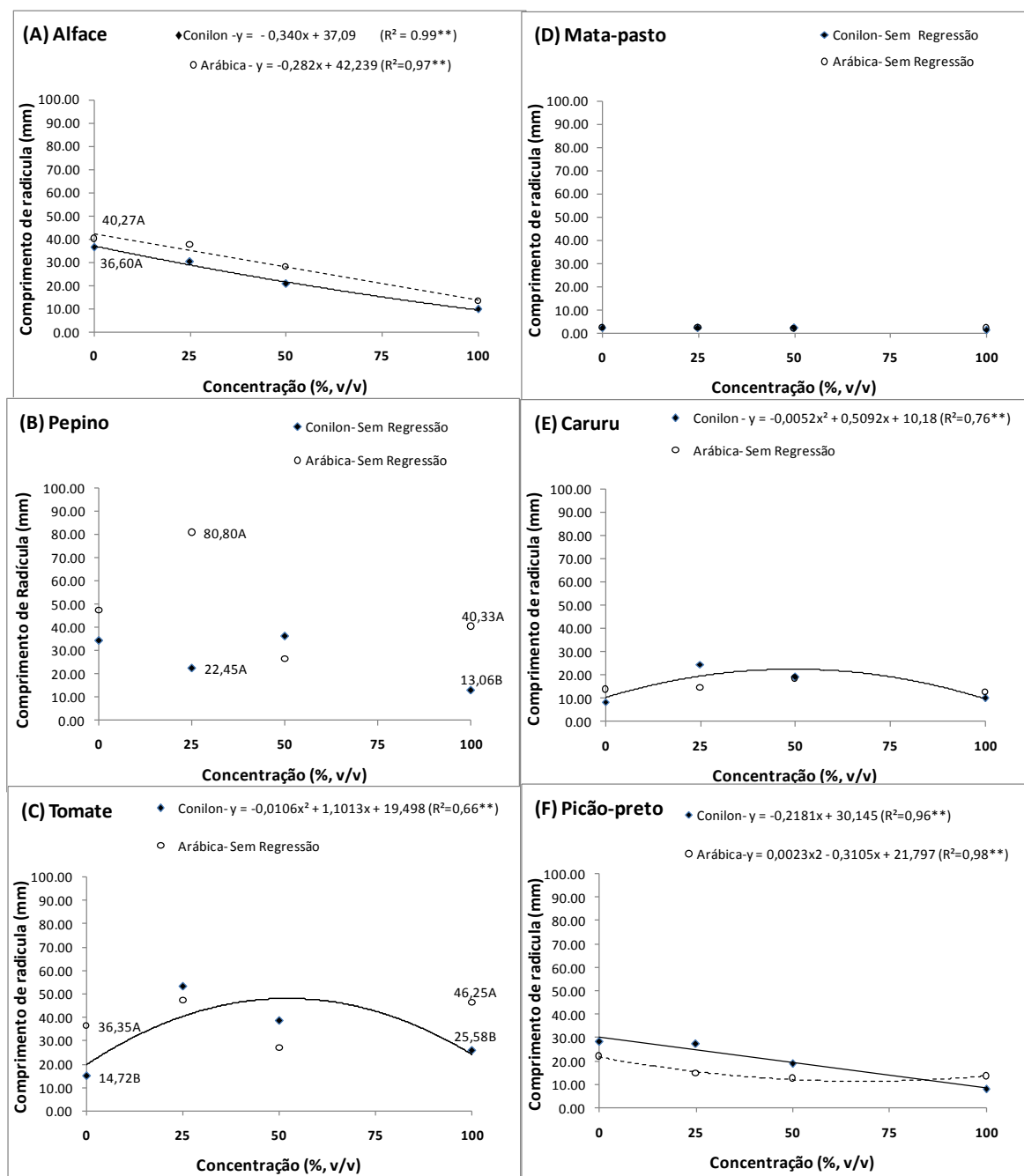


Figura 3. Análise da regressão para comprimento (mm) de radícula das espécies em estudo - (A) alface, (B) pepino, (C) tomate, (D) mata-pasto, (E) caruru-roxo e (F) picão-preto - em função das concentrações dos extratos aquosos das palhas do café Conilon e Arábica. (**) Efeito de regressão significativo segundo o teste F ($P \leq 0,05$) e (ns) não significativo. Médias entre extratos das palhas, seguidas de mesmas letras não diferem entre si, segundo o teste de Tukey ($P \leq 0,05$, $DMS=14,81$).

4. CONCLUSÕES

O extrato da palha de Conilon na concentração de 100% (v/v) reduziu a germinação da espécie espontânea mata-pasto. Esse extrato, também reduziu o IVG das cultivares alface (100% v/v) e pepino (25, 50 e 100% v/v) e o CR das espécies pepino, nas concentrações 25 e 100% (v/v) e tomate na concentração 100% (v/v).

O extrato da palha de café Arábica nas concentrações de 25 e 50% (v/v) reduziu a germinação para espécie espontânea mata-pasto, sugerindo que a concentração 100% (v/v) poderia conter outras substâncias que estimulassem a germinação desta espécie. Esse extrato estimulou o CR do pepino nas concentrações de 25 e 100% (v/v) e do tomate na concentração de 100% (v/v).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. S. (1991). Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236.
- Almeida, F.S. (1988). A alelopatia e as plantas. Londrina: IAPAR, 62p.
- 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*, Brasília, v.30, n. 11p. 1083-1086.
- Blanco, J.A. (2007). The representation of allelopathy in ecosystem-level forest models. *Ecological Modelling*, v.209, n.24, p.65-77.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Ambiental, 399p.
- Carvalho, S.J.P.; Christoffoleti, P.J. (2007). Espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.527-533.
- Córdoba, G. A. T.; Borges, E. E. L; Borges, R. C. G.; Neves, J. C. L. (1995). Osmocondicionamento em sementes de *Esenbeckia leiocarpa* ENGL (Guarantã). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 17, n. 2, p. 220-226.

- Delachiave, M.E.A.P.; Ono, E.O.; Rodrigues, J.D. (1999). Efeitos alelopáticos de grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) na germinação de sementes de pepino, milho, feijão e tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n.1, p. 194-1997.
- Ferreira, A.G. e Áquila, M.E.A. (2000) Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. v. 12 p. 175-204.
- Ferreira, A. G. (2004). Interferência: competição e alelopatia, In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (Org.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed. cap. 16, p. 251-262.
- Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (2004). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed. 323p.
- Gatti, A.B., Perez, S.C.J.G.A., Lima, M.I.S. (2004) Atividade Alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na Germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* e *Raphanus sativus* L. *Revista Acta Botânica Brasileira*. São Carlos, SP, 18(3): 459-472.
- Gobbo-Netto, L.; Lopes, N.P. (2007). Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v.30, n.2, p.374-381.
- Goldfarb, M., Pimentel, L.W., Pimentel, N.W. (2009). Alelopatia: relações nos agroecossistemas. *Tecnologia e Ciências Agropecuárias*, João Pessoa, v.3, n.1, p.23-28, fev
- Gonzalez, H.R.; Mederos, D. M.; Sosa I. H.. (2002). Efectos alelopáticos de restos de diferentes especies de plantas medicinales sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) em condiciones de laboratorio. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, v.7, n.2, p.67-72.
- Jacobi, U.S.; Ferreira, A.G. (1991). Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. sobre espécies cultivadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, p.935-943.
- Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, Madison, v. 2, p. 176-199.

- May, D.; Oliveira, C. m. R.; Maranhão, L. T. (2011). Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v.9, n.2, p.180-186.
- Medeiros, A. R. M. (1989). Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 92f.
- Molish, H. (1937). Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie. Berlin: Jena Fisher, p.30.
- Nascimento, W. M. (2000). Envolvimento do etileno na germinação de sementes *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 12, p.163-174.
- Pedrol, N.; González, L.; Reigosa, M. J. Allelopathy and abiotic stress. In: Reigosa, M. J.; Pedrol, N.; González, L. (eds). (2006). *Allelopathy: A physiological process with ecological implications*. Dordrecht: Springer, p.171-209.
- Peres, M. T. L.; Silva, L. B.; Faccenda, O.; Hess, S. C. (2004). Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). *Acta Botanica Brasilica* v. 18, n. 4, p. 723-730.
- Pires, R. M. O.; França, A. C.; Nery, M. C.; Silva, L. H. M. C.; Santos, S. R.; Reis, R. R. F.; Reis, L. A. C. (2010). Potencial alelopático de cascas de café no crescimento de plantas. Anais do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Ribeirão Preto – SP. Disponível em: <www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII_CBCPD/PDFs/230.pdf>. Acesso em: 18 maio 2014.
- Putman, A.R. e Tang, C.S. (1986). *The science of allelopathy*. New York, John Wiley & Sons.
- Putnam, A.R; Duke, W.B. (1978). Allelopathy in agrossystems. *Annual Review Phytopathology*, v.16, p.43-451.
- Reigosa, M.J.; Pedrol, N.; González, L. (2005). (eds.) *Allelopathy: a physiological process with ecological implications*. Dordrecht: Springer, 637p.

- Rezende, C. P.; Pinto, J. C.; Evangelista, A. R.; Santos, I. P. A. (2003). Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. *B. Agropecuária*, v. 2, n. 54, p. 1 - 55 UFLA, 55p.
- Rice, E. L. (1984). **Allelopathy**. New York: Academic Press, 422 p.
- Rodrigues, B.N.; Passini, T.; Ferreira, A.G. Research on allelopathy in Brazil. In: Narwal, S. S. (1999). (eds.). *Allelopathy update*. New Hampshire: Science Publishers. 422 p.
- SAEG. (2009). System for Statistical Analyses. Arthur Bernardes Foundation: UFV, Viçosa - MG.
- Santos, J. C. F.; Souza, I. F.; Mendes, A. N. G.; Moraes, A. R.; Conceição, H. E. O; Marinho, J. T. S. (2002). Efeito de extrato de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 37, n. 6, p. 783-790.
- Wandscheer, A. C. D.; Pastorini, L. H. (2008). Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.4, p.949-953.
- Weir, T.L.; Park, S-W.; Vivianco, J.M. (2004) Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Plant Biology*, v.7, n.4, p.472-479.

3.2. ATIVIDADE ALELOPÁTICA DOS EXTRATOS AQUOSOS DA PALHA DE CAFÉ (*C. canephora* e *C. arabica*) SOBRE ESPÉCIES CULTIVADAS E ESPONTÂNEAS SEMEADAS EM AREIA

RESUMO

Em testes alelopáticos é comum o emprego de extrato aquoso nos experimentos para simular o que ocorre na natureza. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da atividade alelopática da palha de café Conilon (*Coffea canephora* L.) e Arábica (*Coffea arabica* L.), por meio de extratos aquosos sobre sementes das espécies cultivadas: alface (*Lactuca sativa* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e das plantas espontâneas: mata-pasto (*Chromolaena maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson caruru-roxo (*Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell.) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.). Foram avaliadas as características: emergência total, índice de velocidade de emergência, massa fresca e seca. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial 6x2x4 (seis espécies vegetais, utilizando-se os extratos aquosos das palhas do café Conilon e Arábica em quatro concentrações: 0, 25, 50 e 100 %, v/v). As parcelas foram constituídas por bandejas de germinação usando areia como substrato, contendo 20 sementes de cada espécie, totalizando 192 unidades experimentais, que foram distribuídas aleatoriamente sobre a bancada. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro tipo I. Concluiu-se

que o extrato da palha seca do café Conilon reduziu a emergência das espécies: alface e picão-preto (25% v/v) e tomate (25, 50 e 100% v/v). Este extrato reduziu o IVE da espécie alface (25 e 100% v/v). A MF da espécie pepino foi reduzida (25 e 50% v/v). A MF da espécie pepino e mata-pasto foi estimulada (100% v/v). O extrato da palha seca do café Arábica reduziu a MF das espécies: alface (25, 50 e 100% v/v), tomate (25 e 100% v/v), caruru (25 e 50% v/v) e picão-preto (50 e 100% v/v). Na concentração de 100% (v/v) este extrato reduziu a MS das espécies mata-pasto e picão-preto.

ABSTRACT

It is common to use aqueous extract in experiments of allelopathic tests to simulate what happens in nature. In this context, this study aimed to evaluate the effect of allelopathic activity of Conilon (*Coffea canephora* L.) and Arabica (*Coffea arabica* L.) straw by means of aqueous extracts on seeds of the crops: lettuce (*Lactuca sativa* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.), tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and spontaneous plants: mata-pasto (*Chromolaena maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson), caruru-roxo (*Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell.) and picão-preto (*Bidens pilosa* L.). The following characteristics were evaluated: total emergence, speed index of emergence, fresh and dry mass. A completely randomized design was used with four replications in a factorial scheme 6x2x4 (six plant species, using aqueous straw extracts of coffee Conilon and Arabica at four concentrations: 0, 25, 50 and 100%, v/v). The plots consist of seed germination trays with sand containing 20 seeds of each species, totaling 192 experimental units that were randomly distributed on the countertop. Comparisons between averages were performed by Tukey test at 5% probability of type I error. It is concluded that the extract of the Conilon coffee straw reduced the emergence of the species: lettuce and picão-preto (25% v/v) and tomato (25, 50 e 100% v/v). This extract also reduced the ESI of the lettuce species (25 e 100% v/v). FM of cucumber was reduced (25 e 50% v/v). FM of mata-pasto was stimulated (100% v/v). The extract of straw Arabica coffee decreased MF of the species: lettuce (25, 50 e 100% v/v), tomato (25 e 100% v/v),

caruru-roxo (25 e 50% v/v) and picão-preto (50 e 100% v/v). At the concentration 100% (v/v) this extract reduced DM of the species mata-pasto and picão-preto.

1. INTRODUÇÃO

O termo alelopatia foi proposto por Molish em 1937 para se referir as interações ecológicas entre diferentes plantas e entre microorganismos. Posteriormente, foi redefinido, referindo-se como sendo qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico, que uma planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados para o ambiente (Rice, 1984; Weir et al., 2004).

Um dos primeiros relatos sobre a alelopatia foi descrito por Molish (1937) que observou que ao plantar tomateiros a uma distância de até 16 m de uma noqueira, as plantas morriam, porém, ao plantar os tomateiros a distâncias superiores a 16 m, as plantas apresentavam um desenvolvimento satisfatório. Este autor observou ainda que a razão para a morte era uma substância produzida pelas folhas da noqueira e que, quando caídas sobre o chão, acumulavam e liberavam uma substância que penetrava no solo por meio da umidade, esta substância, embora inofensiva para a noqueira, levava as demais plantas a morte.

Estudos envolvendo extratos e compostos de origem vegetal têm sido conduzidos com vistas a avaliar seu efeito sobre a germinação e o crescimento inicial de plantas cultivadas e espontâneas. O favorecimento ou a inibição destes eventos fisiológicos são processos mediados por compostos tóxicos oriundos do metabolismo secundário vegetal e conhecidos como aleloquímicos, cuja síntese e concentração são variáveis entre genótipos e órgãos, conforme a condição ambiental ou de acordo com o nível de estresse imposto (Rice, 1984).

O interesse pelos aleloquímicos tem estimulado pesquisas para avaliar a atividade alelopática de diversas espécies vegetais. A Sociedade Internacional de Alelopatia define essa atividade alelopática como sendo o processo que envolve metabólitos especiais, ditos aleloquímicos, que são produzidos por plantas e microorganismos, com capacidade de influenciar o crescimento e desenvolvimento de outras plantas (Alves et al, 2003).

A prospecção fitoquímica do extrato aquoso da palha de café arábica realizado por May et al. (2011) revelou a presença de ácidos fixos, alcalóides tais como a cafeína, que é mais abundante, bem como amino-grupos de cumarinas, glicosídeos flavônicos e saponínicos, e taninos. Assim, concluíram que o extrato bruto da palha de café propiciou tanto o estímulo quanto a inibição no desenvolvimento das plantas testadas.

Nas pesquisas envolvendo alelopatia vários elementos devem ser considerados para que os resultados sejam os mais concretos possíveis. Souza Filho (2006b) considera que as inibições alelopáticas são efeitos de compostos em interação e não de um apenas, de modo que se pode dizer que a ação biológica de uma mistura de aleloquímicos será determinada não apenas por sua concentração, mas pela interação entre eles. Estes compostos poderão afetar o crescimento, o desenvolvimento normal e até mesmo a germinação das sementes de outras espécies vegetais (Silva, 1978).

Pesquisas alelopáticas oferecem ilimitadas oportunidades para resolver problemas práticos da agricultura, além de contribuir para o conhecimento da química e da biologia de relações interespecíficas (Gorla e Perez, 1997). Desse modo, o efeito benéfico dos compostos alelopáticos também é estudado, sendo obtidos resultados satisfatórios e favoráveis em relação à germinação e ao crescimento (Vyvyan, 2002; De Souza et al., 2003; Alves et al., 2004). Diante das diversas formas de atuação dos metabólicos secundários, pode-se considerar que estes compostos sejam um recurso para o desenvolvimento de herbicidas naturais ou de um estimulante para o crescimento de algumas plantas.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito alelopático *in vivo* dos extratos aquosos da palha de café Conilon (*Coffea canephora* L.) e café Arábica (*Coffea arabica* L.) por meio da emergência total (%), do índice de velocidade de emergência (IVE) e da massa fresca (MF) e seca (MS), sobre sementes de espécies cultivadas e espontâneas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no período de janeiro a fevereiro de 2014, em casa de vegetação localizada na Unidade de Apoio à Pesquisa e Extensão (UAPE) e no Setor de Plantas Daninhas e Medicinais (SPDM), ambos pertencentes ao Laboratório de Fitotecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada no município de Campos de Goytacazes – RJ.

Durante o período da realização do experimento a temperatura média na casa de vegetação variou de 30,1 a 30,4°C e a umidade relativa média variou de 68,9 a 67,3%.

2.2. Material vegetal

A palha de café da espécie *C. canephora* (var. G35), foi obtida do processo de produção e beneficiamento para secagem do grão realizado em propriedade agrícola localizada no município de Muqui/ES (Coordenadas Geográficas em UTM K Lat. 02558444 e Long. 7676794), idem para a palha de café da espécie *C. arabica* (cultivar Catuaí) despoldado, obtida na propriedade agrícola no município de Venda Nova do Imigrante/ES (Coordenadas Geográficas em Lat. 2781614001 e Long. 77465841588).

As sementes das espécies cultivadas *Lactuca sativa* (alface), *Cucumis sativus* L (pepino) e *Solanum lycopersicum* L. (tomate), foram adquiridas na Topseed® Fetrin Sementes, empresa especializada em controle de sementes preparadas, situada no município Farroupilha/RS.

As sementes das espécies espontâneas, *Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell. (caruru-roxo) e *Bidens pilosa* L. (picão-preto) foram adquiridas na Cosmos Agrícola Produção e Serviços Rurais Ltda (Agrococosmos®), empresa especializada em controle de sementes preparadas, situada no município de Engenheiro Coelho/SP.

A espécie *Chromolaena maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson (mata-pasto) foi coletada de vegetação espontânea em área peridomiciliar no município de Campos dos Goytacazes/RJ.

2.3. Obtenção dos extratos

O material vegetal de café (palha do café Conilon e Arábica) foi, primeiramente pesado, seguindo-se a obtenção do extrato aquoso através da

imersão da palha na proporção de 200 mL (24,06 g) de palha de café para 800 mL de água destilada, sendo este deixado em repouso na ausência de luz à temperatura ambiente por 24h.

Após este período realizou-se a filtração a vácuo utilizando o papel de filtro quantitativo (15 cm), diagramatura/meche 0,007, JP42 – J.Prolab[®], de procedência alemã. O extrato obtido foi acondicionado em frasco de vidro de cor âmbar e deixado na refrigeração (6°C). Ao resíduo final da primeira filtração foi adicionado 400 mL de água destilada e deixada em repouso por 12h na ausência de luz à temperatura ambiente.

A seguir foi realizada a segunda etapa da filtração e o extrato obtido foi adicionado ao extrato da primeira filtração, homogeneizado. Esta mistura obtida foi considerada o extrato bruto/estoque (100% de concentração) conforme metodologia proposta por Gatti et al. (2004). Decorrido esta etapa, o extrato foi armazenado no “freezer” à temperatura de -18°C, até a sua utilização. Posteriormente, a partir da solução estoque obtida, foram efetuadas diluições com água destilada para 25% e 50%. Os valores das concentrações (25%, 50% e 100% v/v) dos extratos foram comparados com a água destilada considerada a testemunha (0%).

Os extratos foram caracterizados quimicamente quanto ao pH com o auxílio do pHmetro mPA 210 Marca FORLAB[®] e a condutividade elétrica à temperatura de 25°C com o condutímetro SX713 Cond/TDS/Res Meter - SANXIN (Tabelas 1).

Tabela 1. Potencial hidrogênico (pH) e condutividade elétrica (Ce, $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$) dos extratos aquosos das palhas de café Conilon e Arábica antes e após a liofilização

Atributos Químicos	Extrato de C. Conilon			Extrato de C. Arábica		
	25%(v/v)	50%(v/v)	100%(v/v)	25%(v/v)	50%(v/v)	100%(v/v)
Ph	7,93	7,94	7,95	7,13	7,27	7,38
Ce	1120	2140	4150	650	976	1775

*Médias de triplicatas.

2.4. Avaliação do efeito alelopático

A avaliação da atividade alelopática dos extratos das palhas de café sobre as espécies estudadas foi obtida por determinação da emergência total (%), do Índice de velocidade de emergência (IVE), da massa fresca (MF) e seca (MS).

Cada espécie foi representada por quatro repetições com número de 20 sementes para cada parcela. Estas foram semeadas à profundidade de 1cm em bandejas de isopor de 200 células em que o substrato empregado foi 30 mL de areia por célula, o qual foi umedecido com 7 mL dos dois extratos (Conilon e Arábica) nas concentrações de 25, 50 e 100% e da água destilada (0%) considerada o controle. Utilizando o sistema de nebulização, os tratamentos foram irrigados cinco vezes ao dia, com precipitação de 1 mm aproximadamente.

A avaliação da atividade alelopática foi realizada sobre os tratamentos e obtida pela determinação da emergência total (%), do Índice de velocidade de emergência (IVE), da massa fresca (MF) e seca (MS).

2.4.1. Teste de emergência total (%)

A percentagem de emergência total das plântulas foi determinada por meio da contagem do número de plântulas emergidas na última avaliação do IVE de acordo com a espécie, sendo no sétimo dia após a instalação do teste para a alface; oitavo dia para o pepino; décimo quarto dia para o tomate, caruru-roxo e picão-preto e vigésimo quinto dia para o mata-pasto. Os resultados foram expressos em percentagem de sementes emergidas (Brasil, 2009).

2.4.2. Cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE)

As contagens das plântulas emergidas foram realizadas diariamente a partir da emergência da primeira plântula até o vigésimo quinto dia para o mata-pasto, décimo quarto dia para o tomate, caruru-roxo e picão-preto; sétimo dia para a alface; oitavo dia para o pepino. O IVE foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$$

onde:

IVE: índice de velocidade de emergência;

E_1 , E_2 , E_n : número de plântulas emergidas na primeira, na segunda e na enésima avaliação;

N_1 , N_2 , N_n : número de dias transcorridos da sementeira até a primeira, a segunda e a n ésima avaliação.

2.4.3. Massa fresca e seca das plântulas (g)

Ao término do teste de emergência total, as plântulas foram retiradas das bandejas, lavadas na casa de vegetação e levadas para o laboratório, onde foram pesadas para a determinação da massa fresca e acondicionadas em sacos de papel kraft e colocadas em estufa de ventilação de ar forçada a 40°C durante 72 horas para obtenção da massa seca. As pesagens foram realizadas em balança de precisão, sendo os resultados expressos em grama por plântula ($g\ pl^{-1}$).

2.5. Análise estatística

Considerando-se a uniformidade do ambiente experimental e que se utilizou a casualização semanal, empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial 6x2x4 (seis espécies vegetais, utilizando-se os extratos aquosos das palhas de café tipo Conilon e Arábica em quatro concentrações: 0, 25, 50 e 100 %, v/v). As parcelas foram constituídas por bandejas de germinação em areia, contendo 20 sementes de cada espécie totalizando 192 unidades experimentais que foram distribuídas aleatoriamente sobre a bancada. Sob essas condições, avaliou-se a emergência total (%), o índice de velocidade de emergência (IVE) e a massa fresca (MF) e seca (MS) das seguintes espécies: alface, pepino, tomate, mata-pasto, caruru-roxo e picão-preto.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade da variância de Lilliefors e de homogeneidade de Cochran e Bartlett, que sugeriram a transformação dos dados em arco-seno da raiz ($x/100$) para a análise do PE e IVE, e raiz ($x+1$) para MS e MF. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro tipo I. Os dados foram apresentados sem transformação. Utilizou-se o programa computacional SAEG 9.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância para as variáveis emergência, massa fresca e seca apresentou efeito significativo ($P < 0,01$) para a interação entre o tipo de palha de café usado na elaboração do extrato e a sua concentração (Tabela 2). Todavia, para o IVE houve apenas efeito isolado quanto ao tipo de palha usada para a elaboração do extrato e a sua concentração, bem como, quanto às espécies estudadas. Sendo assim, para a uniformização na apresentação dos resultados, optou-se por estudar todas as variáveis por espécie comparando-se o tipo de palha usada na elaboração do extrato, e dentro do tipo de extrato a concentração foi estudada por análise da regressão (Tabela 2).

Tabela 2. Análise da variância para percentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca (MF) e seca (MS) de seis espécies vegetais (cultivadas/espontâneas) sob efeito dos extratos aquosos das palhas de café Conilon e Arábica em quatro diferentes concentrações (parcela= 20 sementes, $n = 4$, $N = 192$)

FV	GL	PE (%)		IVE		MF (g)		MS (g)	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Espécies (E)	5	2,53	124,66**	201,31	156,04**	0,95	239,78**	0,00879	412,22**
Palhas (P)	1	0,14	6,92**	3,74	2,90**	0,02	5,93**	0,00004	2,38 ^{ns}
Concentrações (C)	3	0,39	19,57**	36,59	28,36**	0,03	8,04**	0,00013	6,97**
(ExP)	5	0,05	2,73**	0,92	0,71 ^{ns}	0,06	1,75 ^{ns}	0,0004	1,83 ^{ns}
(PxC)	3	0,05	2,76**	2,04	1,58 ^{ns}	0,04	10,19**	0,0002	8,79**
Resíduo	174	0,02	-	1,29		0,004		0,00002	
CV (%)		30,93		40,98		53,90		47,86	

*Efeito significativo segundo o teste F ($P \leq 0,05$), **($P \leq 0,01$) e ns – não significativo.

Quanto à emergência das plântulas, observou-se para alface que a análise da regressão foi quadrática para os dois tipos de palhas e na concentração de 25% (v/v) apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre palhas. Portanto, o efeito inibidor se apresentou nessa concentração, sendo significativamente ($P < 0,05$) mais severo para o extrato da palha do café Conilon, pois a percentagem de emergência reduziu de 82,5% para 25,0% (Tabela 3).

Evento similar foi observado nos estudos realizados por Catunda et al. (2002) ao avaliarem a influência de extratos aquosos de *Cyperus rotundus* L. (tiririca) sobre a germinação de jiló, pimentão e alface. Também Andrade (2009),

ao testar as propriedades fitotóxicas da palha de café Arábica, observaram à concentração de 50 ppm reduções significativas na germinação e no crescimento da raiz e da parte aérea da monocotiledônea *Panicum maximum* (capim-colonião), no entanto a mesma atividade alelopática inibitória não foi verificada nas concentrações de 100 e 200 ppm. O decréscimo na inibição com o aumento da concentração sugere que os extratos de baixa concentração de café Arábica poderiam conter concentrações de outras substâncias que estimulariam a germinação e por consequência o IVE. Segundo Einhellig (1995), vários compostos em baixas concentrações podem estimular a ação de auxinas e interferir positivamente no processo da germinação.

A emergência do pepino não apresentou efeito alelopático, apesar de apresentar regressão quadrática, isso pode ser melhor observado na Figura 1B. May et al (2011) também observaram menor percentual de germinação das sementes de pepino à medida que aumentava a concentração do extrato aquoso da palha de café Arábica e redução na formação de plântulas normais.

O tomate mostrou-se sensível aos extratos estudados, especialmente ao da palha de Conilon, conforme indicam as equações de regressão e as comparações significativas ($P < 0,05$), nas concentrações de 25, 50 e 100% (v/v).

A emergência de mata-pasto foi insatisfatória, atingindo aproximadamente 10% no controle, não diferindo ($P < 0,05$) dos demais independente do tipo de palha e concentração usada, portanto não apresentou regressão. Plantas espontâneas por não serem geneticamente melhoradas apresentam baixa germinação.

Para Ferreira e Aquila (2000) as variações da germinação podem ser resultados de efeitos sobre a permeabilidade das membranas, a transcrição e a tradução do DNA, o funcionamento de mensageiros secundários, a respiração por sequestro de O_2 , a conformação de enzimas e receptores ou a combinação destes fatores. Todavia, conforme Souza Filho et al. (2011) poucas informações são encontradas na literatura abordando a função dos aleloquímicos nas sementes, porém há evidências que esses aleloquímicos presentes na palha e outros tecidos das sementes desempenham a função de impedir ação microbiana, garantindo a viabilidade das sementes por um longo período.

A emergência do caruru-roxo foi de 30% (Tabela 3) no controle e não apresentou efeito alelopático, apesar de apresentar regressão quadrática com

tendência a redução da emergência na concentração de 50% (v/v), principalmente para Arábica (Figura 1E). Entretanto, Almeida (1991) quando aplicou extrato aquoso da palha de café Arábica em sementes de várias espécies de plantas silvestres, inclusive no caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus* L.), observou inibição da germinação. Segundo Carvalho e Christoffoleti (2007) a luz e a temperatura interferem na germinação de todas as cinco espécies de caruru estudadas e as maiores taxas (50%) e velocidades de germinação foram obtidas em condição de fotoperíodo com alternância de temperatura (8 horas de luz a 30 °C/16 horas de escuro a 20 °C).

Dentre as plantas espontâneas, a melhor emergência foi observada para o picão-preto (60% no controle) que apresentou regressão quadrática e similar entre os tipos de palhas, ainda que, a concentração de 25% (v/v) tenha apresentado diferença significativa ($P < 0,05$) entre palhas, sugerindo que esta concentração apresenta o efeito alelopático mais intenso para a palha de Conilon (Figura 1F).

Tabela 3. Percentagem de emergência (Média ± DP) das espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos aquosos das palhas de café conilon (PCC) e arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2014

Espécie	Palha	Concentrações (% v/v)				Equação $\hat{y} = B_2x^2 + B_1x + B_0$	Teste t		R ²
		0	25	50	100		B ₁	B ₂	
Alface	Conilon	0,825* A (±0,050)	0,250 B (±0,168)	0,612 A (±0,062)	0,700 A (±0,302)	$\hat{y} = 0,0001x^2 - 0,0123x + 0,7309$	-2,01**	2,17**	0,41 ^{ns}
	Arábica	0,825 A (±0,05)	0,525 A (±0,155)	0,937 A (±0,158)	0,612 A (±0,179)	$\hat{y} = 0,0001x^2 - 0,0134x + 0,8151$	-3,92**	3,59**	0,98**
Pepino	Conilon	0,900 A (±0,071)	0,950 A (±0,057)	0,925 A (±0,050)	0,800 A (±0,168)	$\hat{y} = 0,00003x^2 - 0,0022x + 0,9041$	0,95 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,98**
	Arábica	0,900 A (±0,070)	0,925 A (±0,028)	0,937 A (±0,047)	0,850 A (±0,070)	$\hat{y} = -0,00002x^2 - 0,0019x + 0,8980$	1,40 ^{ns}	-1,89**	0,98**
Tomate	Conilon	0,825 A (±0,086)	0,312 B (±0,125)	0,137 B (±0,075)	0,287 B (±0,287)	$\hat{y} = 0,0002x^2 - 0,0229x + 0,8110$	-5,12**	4,27**	0,99**
	Arábica	0,825 A (±0,086)	0,637 A (±0,137)	0,412 A (±0,165)	0,525 A (±0,05)	$\hat{y} = 0,00009x^2 - 0,0125x + 0,8434$	-4,30**	3,44**	0,95**
Mata-pasto	Conilon	0,100 A (±0,041)	0,087 A (±0,047)	0,112 A (±0,103)	0,087 A (±0,025)	Sem regressão	-	-	-
	Arábica	0,100 A (±0,041)	0,187 A (±0,075)	0,100 A (±0,041)	0,150 A (±0,041)	Sem regressão	-	-	-
Caruru	Conilon	0,300 A (±0,041)	0,150 A (±0,081)	0,162 A (±0,118)	0,250 A (±0,071)	$\hat{y} = -0,00005x^2 - 0,0056x + 0,2884$	-2,79**	2,83**	0,89**
	Arábica	0,300 A (±0,041)	0,162 A (±0,063)	0,037 A (±0,047)	0,287 A (±0,025)	$\hat{y} = -0,00009x^2 - 0,0097x + 0,3126$	-7,86**	8,22**	0,95**
Picão-preto	Conilon	0,600 A (±0,070)	0,287 B (±0,137)	0,337 A (±0,047)	0,412 A (±0,085)	$\hat{y} = -0,00009x^2 - 0,0102x + 0,5697$	-3,97**	3,67**	0,80**
	Arábica	0,600 A (±0,070)	0,500 A (±0,100)	0,412 A (±0,103)	0,450 A (±0,071)	$\hat{y} = -0,00004x^2 - 0,0057x + 0,6048$	-2,79**	2,19**	0,98**

(*) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e dentro das espécies, não diferem entre si segundo o teste de Tukey (P ≤ 0,05; DMS=0,1975); (**) Efeito significativo (P ≤ 0,05) para a contribuição dos termos de B₁ e B₂ ao modelo de regressão, segundo o Teste t; (**) Efeito significativo (P ≤ 0,05) para o coeficiente de regressão (R²), segundo o Teste F e (ns) Efeito não significativo.

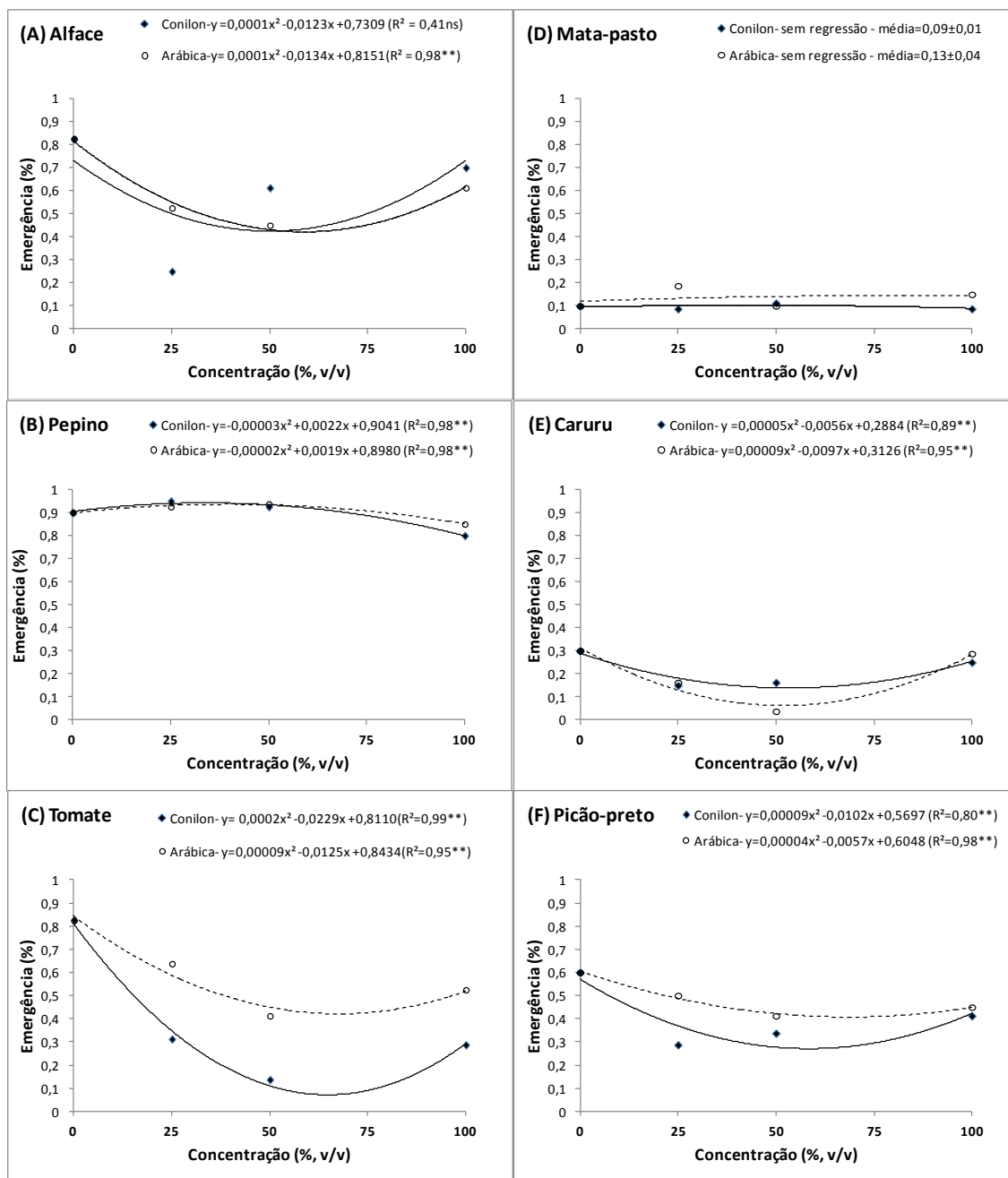


Figura 1. Análise da regressão para a percentagem de emergência das espécies em estudo - (A) alface, (B) pepino, (C) tomate, (D) mato-pasto, (E) caruru-roxo e (F) picão-preto - em função das concentrações dos extratos aquosos das palhas do café Conilon e Árábica. ******Efeito de regressão significativo segundo o teste F ($P \leq 0,05$) e ns (não significativo, média \pm desvio padrão). Na comparação entre palhas foram apresentados somente os efeitos significativos por meio de letras (Tukey, $P \leq 0,05$).

Quanto ao índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas, observou-se para alface que a análise da regressão foi quadrática entre os tipos de palhas. Observou-se na concentração de 25% (v/v) os valores de 1,37 e 3,70 e na concentração de 100% (v/v) os valores foram 3,25 e 4,92, respectivamente, para Conilon e Arábica, sendo diferentes estatisticamente (Tabela 4, Figura 2 A).

As espécies pepino e tomate não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre ambas as palhas, apesar de ter sido observado que a análise da regressão foi quadrática para ambas as palhas e espécies (Tabela 4). Observou-se que o IVE na espécie pepino quando testado com o extrato da palha do café Conilon diminuiu até a concentração de 44,18% e aumentou a partir deste valor. Enquanto o extrato da palha do café Arábica diminuiu o IVE até a concentração de 39,20%, aumentando a partir deste valor. Analisando a espécie tomate, verificou-se que o IVE diminuiu até a concentração 51,65% quando testado com o extrato da palha do café Conilon e aumentando a partir desta concentração. Com o extrato da palha do café Arábica o IVE diminuiu até a concentração de 65,12% e aumentando a partir deste valor. Estes valores foram obtidos pela derivada primeira das equações de regressão (Figuras 2B e 2C). Esse comportamento inverso do efeito dose-dependente da concentração pode estar relacionado à dificuldade de absorção dos compostos presentes nesse extrato em altas concentrações. Já nas concentrações mais baixas a absorção dos aleloquímicos teria melhor eficiência e com isso, um maior efeito inibitório (Oliveira et al, 2012)

No mata-pasto observou-se que ambos os extratos das palhas de café não afetaram o IVE e também não apresentou regressão (Tabela 4, Figura 2 D). Ao passo que o IVE da semente do caruru-roxo não apresentou diferenças entre os extratos das palhas apesar de ter sido observado regressão quadrática para palha do café Arábica e para Conilon não ocorreu regressão (Tabela 4, Figura 2E). Verificou-se que o caruru-roxo quando submetido ao extrato Conilon diminuiu o IVE até a concentração de 51,5%, aumentando a partir desta concentração. Enquanto com o extrato da palha do café Arábica teve diminuição do IVE até a concentração de 57%, aumentando a partir deste valor (valores obtidos pela derivada primeira das equações de regressão). Santos et al. (2002) ao avaliarem o IVE da espécie caruru quando submetido ao extrato aquoso da palha de café Arábica, observaram que esta variável teve um aumento linear e a velocidade de

emergência das plântulas aumentou à medida que aumentava a concentração do mesmo, tendo um efeito estimulador.

A espécie picão-preto não apresentou diferenças entre os extratos de ambas as palhas apesar de ter sido observado que a análise da regressão foi quadrática (Tabela 4, Figura 2 F). Observou-se na espécie picão-preto que o extrato da palha do café Conilon provocou diminuição no IVE até a concentração de 54,78%, havendo aumento nesta variável a partir desta concentração, enquanto o extrato da palha do café Arábica induziu diminuição do IVE até a concentração de 57%, havendo aumento desta variável a partir deste valor (valores obtidos pela derivada primeira das equações de regressão).

Tabela 4. Índice de velocidade de emergência das espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos aquosos das palhas de café conilon (PCC) e arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2014

Espécie	Palha	Concentrações (% v/v)				Equação $y = B_2x^2 + B_1x + B_0$	Teste t		R ²
		0	25	50	100		B ₁	B ₂	
Alface	Conilon	6,616 A (±0,915)	1,379 B (±0,849)	3,481 A (±0,591)	3,258 B (±1,44)	$\hat{y} = -0,0011x^2 - 0,1306x + 5,8889$	-3,15**	2,78**	0,54**
	Arábica	6,616 A (±0,915)	3,704 A (±1,127)	2,195 A (±0,671)	4,920 A (±1,611)	$\hat{y} = -0,0014x^2 - 0,1576x + 6,6585$	-5,92**	5,67**	0,99**
Pepino	Conilon	7,579 A (±0,689)	5,291 A (±0,372)	5,325 A (±0,287)	9,100 A (±3,147)	$\hat{y} = -0,0014x^2 - 0,1237x + 7,854$	-2,87**	3,56**	0,98**
	Arábica	7,579 A (±0,689)	5,656 A (±0,306)	5,800 A (±0,475)	10,620 A (±2,040)	$\hat{y} = -0,00152x^2 - 0,1176x + 7,8974$	-3,98**	5,57**	0,99**
Tomate	Conilon	3,063 A (±0,535)	1,024 A (±0,448)	0,440 A (±0,179)	2,775 A (±0,460)	$\hat{y} = -0,001x^2 - 0,1033x + 3,0397$	-10,26**	10,79**	0,99**
	Arábica	3,063 A (±0,535)	2,160 A (±0,481)	1,335 A (±0,497)	1,607 A (±0,078)	$\hat{y} = -0,0004x^2 - 0,0521x + 3,1094$	-4,96**	3,79**	0,98**
Mata-pasto	Conilon	0,262 A (±0,107)	0,172 A (±0,057)	0,202 A (±0,147)	0,308 A (±0,073)	Sem regressão	-	-	-
	Arábica	0,262 A (±0,107)	0,398 A (±0,189)	0,194 A (±0,103)	0,392 A (±0,171)	Sem regressão	-	-	-
Caruru-roxo	Conilon	1,072 A (±0,096)	0,656 A (±0,398)	0,875 A (±0,708)	0,985 A (±0,308)	Sem regressão	-	-	-
	Arábica	1,072 A (±0,096)	0,519 A (±0,186)	0,135 A (±0,188)	0,890 A (±0,042)	$\hat{y} = -0,0003x^2 - 0,0342x + 1,0998$	-9,51**	9,60**	0,98**
Picão-preto	Conilon	3,638 A (±0,554)	1,367 A (±0,612)	1,734 A (±0,337)	2,556 A (±0,481)	$\hat{y} = -0,0007x^2 - 0,0767x + 3,4251$	-4,93**	4,76**	0,81**
	Arábica	3,638 A (±0,554)	2,537 A (±0,738)	2,087 A (±0,661)	2,481 A (±0,573)	$\hat{y} = -0,0004x^2 - 0,0514x + 3,6205$	-3,45*	2,90**	0,99**

(*) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e dentro das espécies, não diferem entre si segundo o teste de Tukey (P ≤ 0,05; DMS=1,5732); (**) Efeito significativo (P ≤ 0,05) para a contribuição dos termos de B₁ e B₂ ao modelo de regressão, segundo o Teste t; (**) Efeito significativo (P ≤ 0,05) para o coeficiente de regressão (R²), segundo o Teste F e (ns) Efeito não significativo.

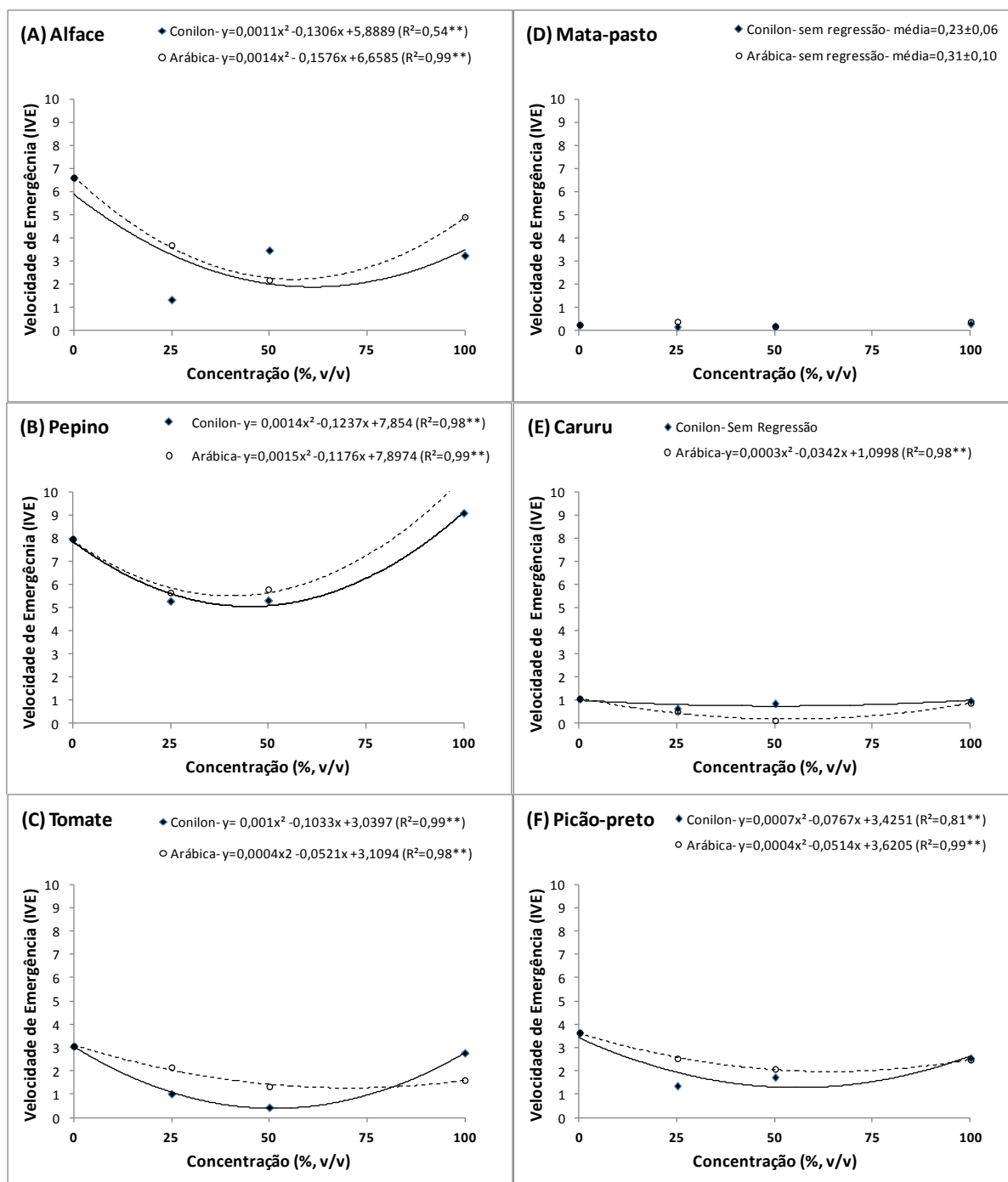


Figura 2. Análise da regressão para o índice de velocidade de emergência das espécies em estudo - (A) alface, (B) pepino, (C) tomate, (D) mato-pasto, (E) caruru-roxo e (F) picão-preto - em função das concentrações dos extratos aquosos das palhas do café Conilon e Arábica. **Efeito de regressão significativo segundo o teste F ($P \leq 0,05$) e ns (não significativo, média \pm desvio padrão).

Verificou-se que a variável MF na espécie alface não teve regressão apesar de ter apresentado diferença significativa ($P < 0,05$) entre os extratos de ambas as palhas nas concentrações de 25, 50 e 100% (v/v) (Tabela 5). Na Figura 3A, fica evidente que a maior diferença da MF na espécie alface se deu na concentração de 100% (v/v), quando suas plântulas atingiram 0,120 g no tratamento com extrato da palha do café Conilon e 0,027 g com o extrato da palha do café Arábica.

A MF do pepino teve diferenças entre os extratos das palhas nas concentrações 25, 50 e 100% (v/v) e apresentou regressão quadrática para os extratos da palha do café Conilon e os extratos da palha do café Arábica não tiveram regressão (Tabela 5). Observou-se que a MF do pepino submetido ao extrato da palha do café Conilon teve maior inibição à concentração de 23,33% e quando testado com o extrato do café Arábica o maior efeito inibitório foi à concentração 41,67% (v/v) (Figura 3B). Valores estes obtidos pela derivada primeira das equações de regressão. Ademais, na concentração de 100% (v/v) houve a maior diferença significativa ($P < 0,05$) entre as palhas, apresentando as plântulas do pepino tratadas com extrato da palha do café Conilon peso de 0,586 g e com o extrato da palha do café Arábica peso de 0,411 g.

A MF da espécie tomate apresentou diferenças em função do tipo das palhas às concentrações de 25 e 100% (v/v) e observou-se que a análise da regressão foi quadrática para o extrato de ambas as palhas (Tabela 5, Figura 3C). Observou-se no tomate, diminuição da MF quando testado com o extrato Conilon até a concentração de 53%, havendo aumento a partir deste valor. Quando tratado com o extrato da palha do café Arábica verificou-se diminuição da MF até a concentração de 62,5%, aumentando a partir desta concentração (valores obtidos pela derivada primeira das equações de regressão).

A espécie espontânea mata-pasto não apresentou regressão entre a MF e suas concentrações independente do tipo de palha usada na elaboração do extrato (Tabela 5). Todavia, na concentração 100% (v/v) houve diferença significativa entre os extratos de ambas as palhas, em que as plântulas do mata-pasto tratadas com o extrato da palha do café Conilon apresentaram o peso de 0,324 g e com extrato da palha do café Arábica o peso de 0,014 g (Figura 3D).

Quanto ao caruru-roxo, independente do tipo de palha, não houve regressão entre a MF e as concentrações estudadas (Tabela 5). Nas

concentrações de 25 e 50% (v/v) houve diferença significativa, sendo que o extrato obtido da palha de café Arábica apresentou maior redução da MF em relação ao extrato obtido da palha de café Conilon (Figura 3E).

A MF da espécie picão-preto apresentou para ambas as palhas regressão quadrática em relação às concentrações estudadas, havendo diferenças significativas para as concentrações de 50 e 100% (v/v) conforme indica a Tabela 5 e Figura 3F. Essa espécie ao ser testada com o extrato de Conilon teve queda na MF até à concentração de 21,43%, havendo aumento a partir desta concentração. Quando esta espécie foi testada com o extrato da palha do café Arábica observou-se diminuição da MF até a concentração de 38,89%, aumentando a partir deste valor, os quais foram obtidos pela derivada primeira das equações de regressão (Figura 3F).

Tabela 5. Massa fresca (g, Média ± DP) das espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos aquosos das palhas de café conilon (PCC) e arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2014

Espécie	Palha	Concentrações (% v/v)				Equação $\hat{y} = B_2x^2 + B_1x + B_0$	Teste t		R ²
		0	25	50	100		B ₁	B ₂	
Alface	Conilon	0,024 A (±0,002)	0,040 A (±0,011)	0,044 A (±0,005)	0,120 A (±0,147)	Sem regressão	-	-	-
	Arábica	0,024 A (±0,002)	0,029 B (±0,002)	0,025 B (±0,004)	0,027 B (±0,001)	Sem regressão	-	-	-
Pepino	Conilon	0,427 A (±0,045)	0,397 B (±0,023)	0,437 B (±0,037)	0,586 A (±0,062)	$\hat{y} = -0,00003x^2 - 0,0014x + 0,4236$	-1,31 ^{ns}	3,09 ^{**}	0,99 ^{**}
	Arábica	0,427 A (±0,045)	0,576 A (±0,084)	0,448 A (±0,033)	0,411 B (±0,030)	Sem regressão	-	-	-
Tomate	Conilon	0,182 A (±0,034)	0,046 A (±0,010)	0,045 A (±0,007)	0,112 A (±0,011)	$\hat{y} = -0,00005x^2 - 0,0053x + 0,1734$	-8,46 ^{**}	8,13 ^{**}	0,92 ^{**}
	Arábica	0,182 A (±0,034)	0,039 B (±0,007)	0,045 A (±0,007)	0,074 B (±0,005)	$\hat{y} = -0,00004x^2 - 0,005x + 0,1708$	-7,20 ^{**}	6,24 ^{**}	0,87 ^{**}
Mata-pasto	Conilon	0,020 A (±0,006)	0,004 A (±0,001)	0,003 A (±0,002)	0,324 A (±0,246)	Sem regressão	-	-	-
	Arábica	0,020 A (±0,006)	0,003 A (±0,001)	0,003 A (±0,001)	0,014 B (±0,008)	Sem regressão	-	-	-
Caruru-roxo	Conilon	0,005 A (±0,001)	0,011 A (±0,005)	0,020 A (±0,018)	0,015 A (±0,006)	Sem Regressão	-	-	-
	Arábica	0,005 A (±0,001)	0,003 B (±0,0002)	0,002 B (±0,002)	0,010 A (±0,002)	Sem Regressão	-	-	-
Picão-preto	Conilon	0,041 A (±0,005)	0,031 A (±0,008)	0,044 A (±0,015)	0,076 A (±0,014)	$\hat{y} = -0,000007x^2 - 0,0003x + 0,0402$	-1,14 ^{ns}	2,63 ^{**}	0,96 ^{**}
	Arábica	0,041 A (±0,005)	0,033 A (±0,011)	0,025 B (±0,005)	0,058 B (±0,002)	$\hat{y} = -0,000009x^2 - 0,0007x + 0,0433$	-4,40 ^{**}	5,72 ^{**}	0,96 ^{**}

(*) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e dentro das espécies, não diferem entre si segundo o teste de Tukey (P ≤ 0,05, DMS=0,0061); (**) Efeito significativo (P ≤ 0,05) para a contribuição dos termos de B₁ e B₂ ao modelo de regressão, segundo o Teste t; (**) Efeito significativo (P ≤ 0,05) para o coeficiente de regressão (R²), segundo o Teste F e (ns) Efeito não significativo.

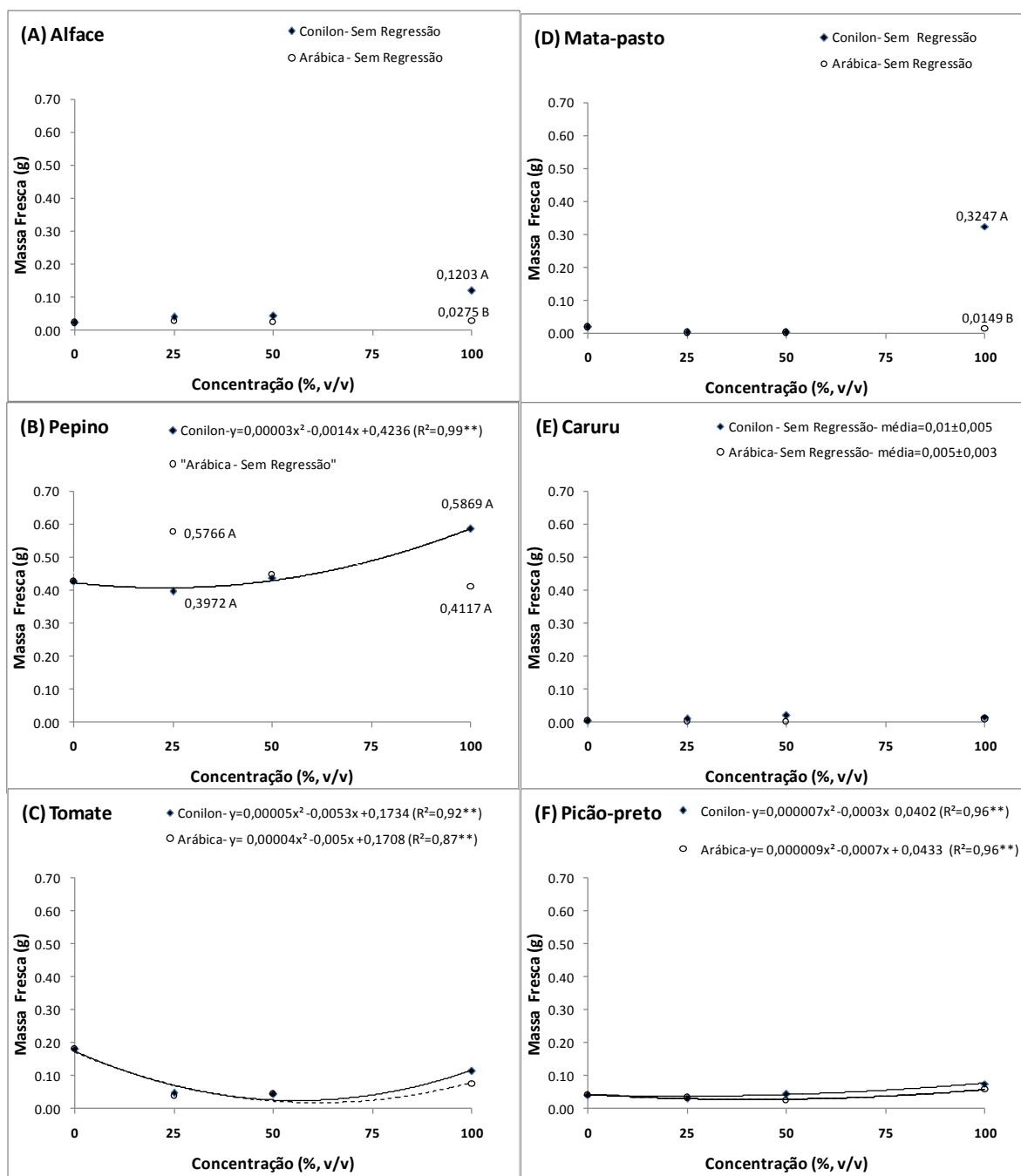


Figura 3. Análise da regressão para a Massa fresca (g) das espécies em estudo - (A) alfafa, (B) pepino, (C) tomate, (D) mata-pasto, (E) caruru-roxo e (F) picão-preto - em função das concentrações dos extratos aquosos das palhas do café Conilon e Arábica. ******Efeito de regressão significativo segundo o teste F ($P \leq 0,05$) e ns (não significativo, média \pm desvio padrão). Na comparação entre palhas foram apresentados somente os efeitos significativos por meio de letras (Tukey, $P \leq 0,05$).

Os valores da MS para as espécies alface, pepino, tomate e caruru-roxo não apresentaram diferenças significativas em função das palhas de café usadas na elaboração dos extratos (Tabela 6)

A MS da alface não apresentou regressão em relação ao extrato da palha do café Conilon, mas o efeito quadrático foi ajustado para o extrato da palha do café Arábica com máxima inibição na concentração de 50% (v/v) atingindo valor 0,0009 g (Figura 4A).

Para o pepino observou-se diminuição da MS até a concentração de 41,67% quando testado com o extrato Conilon (valor obtido pela derivada primeira da equação de regressão), havendo aumento a partir desta concentração e quando testada com o extrato Arábica a regressão não foi significativa (Figura 4B). Porém, May et al. (2011), observaram em seus estudos que o extrato da palha do café Arábica teve efeito estimulante sobre o crescimento do pepino, aumentando a MS conforme aumentava a concentração do extrato.

Observou-se que a espécie tomate ao ser testada com os extratos Conilon e Arábica apresentou diminuição da MS até a concentração de 50% para ambos os extratos (Figura 4C).

Mata-pasto ao ser testado com os extratos das palhas de café Conilon e Arábica na concentração de 100% (v/v) apresentou diferença de 0,0135 g para Conilon e 0,004 g para Arábica (Tabela 6).

A espécie caruru-roxo não apresentou efeito de regressão entre as concentrações e nem diferença significativa entre as palhas e os valores das MS variaram de 0,0003 a 0,032 g (Tabela 6, Figura 4E). Entretanto, Santos et al. (2002), ao avaliarem esta mesma variável, observaram que palha de café Arábica causou efeito linear crescente no crescimento e na produção de massa seca de *A. viridis* (caruru-de-mancha). Infere-se com estes resultados que a ação alelopática de extratos aquosos pode ser tanto inibitória como estimulante ao crescimento de outras plantas (Lorenzi, 2000).

Para espécie picão-preto o extrato da palha do café Conilon diminuiu o MS até a concentração de 22,5%, havendo aumento a partir desta concentração, enquanto o extrato do café Arábica diminuiu a MS até a concentração de 33,33%, havendo aumento a partir deste valor. Somente a concentração de 100% (v/v) apresentou diferença de 0,0147 g para Conilon e 0,0029 g para Arábica (Figura 4F).

Tabela 6. Massa seca (g, Média \pm DP) das espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos aquosos das palhas de café conilon (PCC) e arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

Espécie	Palha	Concentrações (% v/v)				Equação $\hat{y} = B_2x^2 + B_1x + B_0$	Teste t		R ²
		0	25	50	100		B ₁	B ₂	
Alface	Conilon	0,0015 A ($\pm 0,0002$)	0,0013 A ($\pm 0,0002$)	0,0016 A ($\pm 0,0001$)	0,0018 A ($\pm 0,0009$)	Sem Regressão	-	-	-
	Arábica	0,0015 A ($\pm 0,0002$)	0,0011 A ($\pm 0,0001$)	0,0009 A ($\pm 0,0001$)	0,0014 A ($\pm 0,0002$)	$\hat{y} = -0,0000002x^2 - 0,00002x + 0,0015$	-4,38**	4,47**	0,98**
Pepino	Conilon	0,0434 A ($\pm 0,0035$)	0,0323 A ($\pm 0,0005$)	0,0336 A ($\pm 0,0027$)	0,0502 A ($\pm 0,0028$)	$\hat{y} = -0,000006x^2 - 0,0005x + 0,0428$	-7,17**	8,94**	0,97**
	Arábica	0,0434 A ($\pm 0,0035$)	0,0488 A ($\pm 0,0068$)	0,0371 A ($\pm 0,0026$)	0,0391 A ($\pm 0,0042$)	Sem regressão	-	-	-
Tomate	Conilon	0,0101 A ($\pm 0,0022$)	0,0031 A ($\pm 0,0006$)	0,0033 A ($\pm 0,0007$)	0,0043 A ($\pm 0,0025$)	$\hat{y} = -0,000002x^2 - 0,0002x + 0,0096$	-4,98**	4,27**	0,87**
	Arábica	0,0101 A ($\pm 0,0022$)	0,0032 A ($\pm 0,0003$)	0,0033 A ($\pm 0,0007$)	0,0037 A ($\pm 0,0001$)	$\hat{y} = -0,000002x^2 - 0,0002x + 0,0096$	6,35**	-7,21**	0,88**
Mata-pasto	Conilon	0,0007 A ($\pm 0,0003$)	0,0008 A ($\pm 0,0003$)	0,0005 A ($\pm 0,0004$)	0,0135 A ($\pm 0,0102$)	$\hat{y} = -0,000002x^2 - 0,0001x + 0,0011$	-0,93ns	2,09*	0,98**
	Arábica	0,0007 A ($\pm 0,0003$)	0,0004 A ($\pm 0,0001$)	0,0005 A ($\pm 0,0002$)	0,0004 B ($\pm 0,0001$)	$\hat{y} = -0,0000007x^2 - 0,00003x + 0,0008$	7,19**	3,53**	0,99**
Caruru-roxo	Conilon	0,0003 A ($\pm 0,00005$)	0,0014 A ($\pm 0,0006$)	0,0032 A ($\pm 0,0032$)	0,0012 ^a ($\pm 0,0006$)	Sem regressão	-	-	-
	Arábica	0,0003 A ($\pm 0,00005$)	0,0003 A ($\pm 0,0023$)	0,0003 A ($\pm 0,0004$)	0,0006 A ($\pm 0,0002$)	Sem regressão	-	-	-
Picão-preto	Conilon	0,0026 A ($\pm 0,0002$)	0,0019 A ($\pm 0,0004$)	0,0031 A ($\pm 0,0008$)	0,0147 A ($\pm 0,0188$)	$\hat{y} = -0,000002x^2 - 0,00009x + 0,0027$	2,63**	2,37**	0,99**
	Arábica	0,0026 A ($\pm 0,0002$)	0,0022 A ($\pm 0,0004$)	0,0020 A ($\pm 0,0008$)	0,0029 B ($\pm 0,0002$)	$\hat{y} = -0,0000003x^2 - 0,00002x + 0,0026$	-3,85**	4,66**	0,99**

(*) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e dentro das espécies, não diferem entre si segundo o teste de Tukey ($P \leq 0,05$; DMS=0,0871); (**) Efeito significativo ($P \leq 0,05$) para a contribuição dos termos de B₁ e B₂ ao modelo de regressão, segundo o Teste t; (**) Efeito significativo ($P \leq 0,05$) para o coeficiente de regressão (R²), segundo o Teste F e (ns) Efeito não significativo.

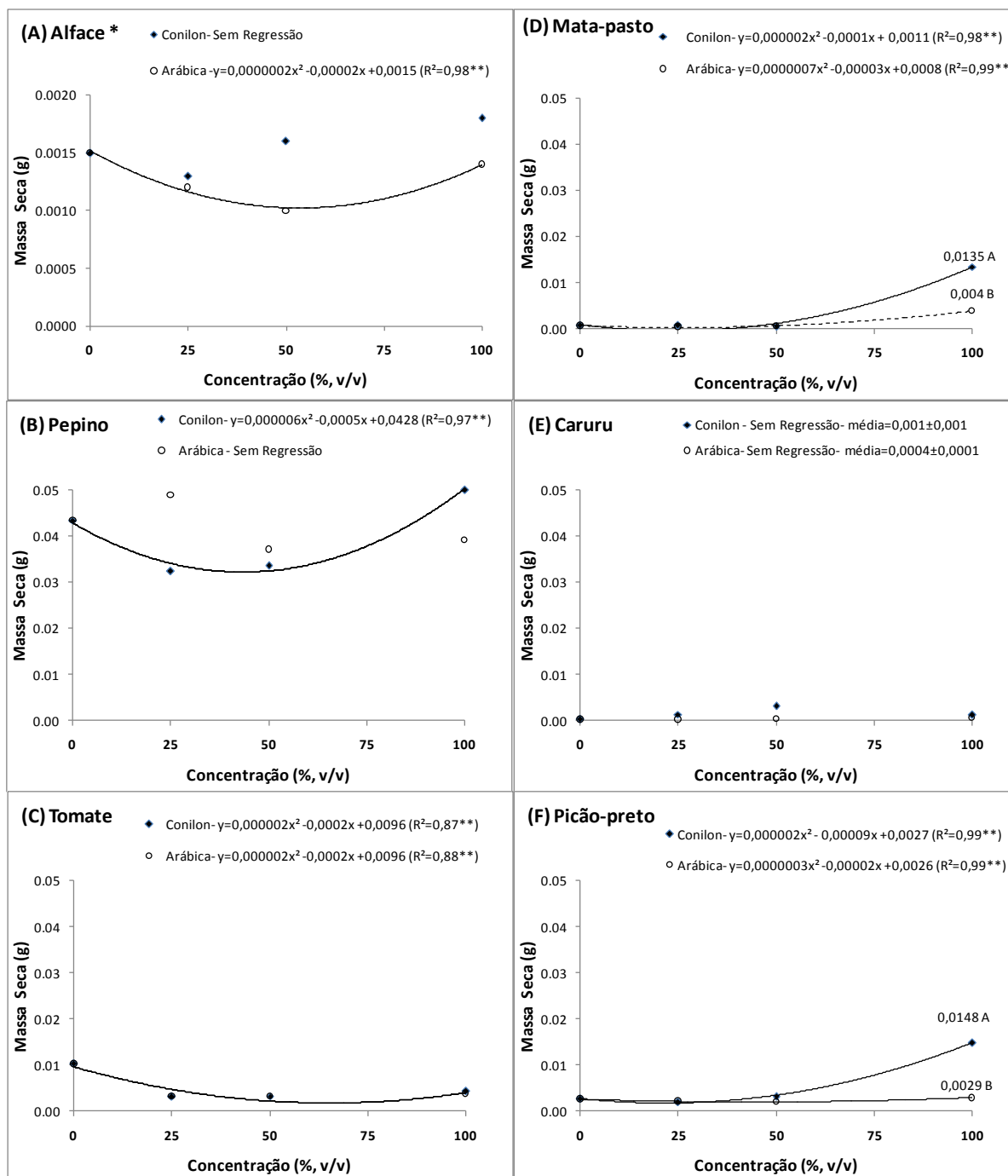


Figura 4. Análise da regressão para o Massa seca (g) das espécies em estudo - (A) alface, (B) pepino, (C) tomate, (D) mato-pasto, (E) caruru-roxo e (F) picão-preto - em função das concentrações dos extratos aquosos das palhas do café Conilon e Arábica. *Alteração do eixo das coordenadas (y) para espécie alface. **Efeito de regressão significativo segundo o teste F ($P \leq 0,05$) e ns (não significativo, média \pm desvio padrão). Na comparação entre palhas foram apresentados somente os efeitos significativos por meio de letras (Tukey, $P \leq 0,05$).

4. CONCLUSÕES

O extrato da palha seca do café Conilon reduziu a emergência das espécies: alface e picão-preto (25% v/v) e tomate (25, 50 e 100% v/v). Nas concentrações 25 e 100% (v/v) este extrato reduziu o IVE da espécie cultivada alface. A MF da espécie cultivada pepino também foi reduzida por este extrato nas concentrações 25 e 50% (v/v). A MF da espécie cultivada pepino e da espécie espontânea mata-pasto foi estimulada na concentração 100% (v/v).

O extrato da palha seca do café Arábica reduziu a MF das espécies cultivadas: alface (25, 50 e 100% v/v) e tomate (25 e 100% v/v) e das espécies espontâneas caruru-roxo (25 e 50% v/v) e picão-preto (50 e 100% v/v). Na concentração de 100% (v/v) este extrato também reduziu a MS das espécies espontâneas mata-pasto e picão-preto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. S. de. (1991). Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236.
- Alves, C.C.F., Alves, J.M., Silva, T.M.S., Carvalho, M.G., Jacob Neto, J. (2003) Atividade alelopática de alcalóides glicolisados de *Solanum crinitum*. *Revista Floresta e Ambiente*. v. 10, n. 1, p.93-97.
- 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*, Brasília, v.30, n. 11p. 1083-1086.

- Andrade, A. (2009). Análise química e avaliação do potencial alelopático da casca do café (*Coffea arabica*). Dissertação (Mestrado) - Uberlândia. – MG, Universidade Federal de Uberlândia, p. 90.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Ambiental, p. 399.
- Carvalho, S.J.P.; Christoffoleti, P.J. (2007). Espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.527-533.
- Catunda, M.G.; Souza, C.L.M. de; Moraes, V. de; Carvalho, G.J.A. de; Freitas, S. de P. (2002). Efeitos de extratos aquosos de tiririca sobre a germinação de alface, pimentão e jiló e sobre a divisão celular na radícula de alface. *Revista Ceres (Brazil)* v. 49(281) p. 1-11.
- De Souza, A.A.; Bruno, R.L.A.; Araújo, E.; Bruno, B.G. (2003). Microflora e qualidade fisiológica de sementes do algodoeiro tratadas com fungicidas químicos e extrato de aroeira. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.1, p.56-64.
- Einhellig, F.A. (1995). Mechanisms of action of allelochemicals in allelopathy. In Inderjit, K.M; Dashini, N.; Einhellig, F.A. (eds.) *Allelopathy: organism, processes and applications*. Washington, D. C., Am. Chem. Soc. P. 83-116 (Symposium Series 582).
- Ferreira, A.G. e Áquila, M.E.A. (2000) Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. v. 12 p. 175-204.
- Gatti, A.B., Perez, S.C.J.G.A., Lima, M.I.S. (2004) Atividade Alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na Germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* e *Raphanus sativus* L. *Revista Acta Botânica Brasileira*. São Carlos, SP, 18(3): 459-472.
- Gorla, C.M.; Perez, C.J.G.A. (1997). Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans Triana*, *Lantana camara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, v.19, n.2, p.260-265.

- Lorenzi, H. (2000). Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. v. 1. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 339 p.
- Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, Madison, v. 2, p. 176-199
- May, D.; Oliveira, C. m. R.; Maranhão, L. T. (2011). Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v.9, n.2, p.180-186.
- Molish, H. (1937). Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie. Berlin: Jena Fisher, p.30.
- Oliveira, S. C. C.; Gualtieri, S. C. J.; Domínguez, F. A. M.; Molinillo, J. M. G.; Montoya, R. V. (2012). Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia. *Acta Botanica Brasilica*. 26(3): 607-618.
- Rice, E.L. (1984). *Allelopathy*. 2nd ed., New York, Academic Press.
- SAEG. (2009). System for Statistical Analyses. Arthur Bernardes Foundation: UFV, Viçosa - MG.
- Santos, J. C. F.; Souza, I. F.; Mendes, A. N. G.; Morais, A. R.; Conceição, H. E. O; Marinho, J. T. S. (2002). Efeito de extrato de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 6, p. 783-790.
- Silva, Z. L. (1978). *Alelopatia e defesa em plantas*. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, v. 36, n. 258-259.
- Souza Filho, A. P. S; Trezzi, M. M.; Inoue, M.H. (2011). Sementes como fonte alternativa de substâncias químicas com atividade alelopática. *Planta Daninha*, Viçosa - MG, v. 29, n. 3, p. 709-716.
- Souza Filho, A.P.S. (2006b). Proposta metodológica para análise da ocorrência de sinergismo e efeitos potencializadores entre aleloquímicos. *Planta Daninha*, Viçosa - MG, v.24, n.3, p.607-610.

Vyvyan, J.R. (2002). Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron*, v.50, n.9, p.1631-1646.

Weir, T.L.; Park, S-W.; Vivianco, J.M. (2004) Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Plant Biology*, v.7, n.4, p.472-479.

3.3. INFLUÊNCIA ALELOPÁTICA DAS COBERTURAS MORTAS DA PALHA DE CAFÉ (*Coffea canephora* L. e *Coffea arabica* L.) SOBRE ESPÉCIES CULTIVADAS E ESPONTÂNEAS

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de duas coberturas mortas proporcionadas pelas palhas de café Conilon (*Coffea canephora* L.) e café Arábica (*Coffea arabica* L.), sobre sementes das espécies cultivadas: alface (*Lactuca sativa* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e das plantas espontâneas: mata-pasto (*Chromolaena maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson) caruru-roxo (*Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell.) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.). Foram avaliadas as seguintes características: emergência total (%), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa fresca (MF) e seca (MS). As unidades experimentais foram constituídas por bandejas de polietileno (25 cm x 40cm) com o substrato areia, totalizando 108 parcelas. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade da variância de Lilliefors e homogeneidade de Cochran e Bartlett, identificando-se a necessidade de transformação das variáveis PE e IVE pelo arco-seno da raiz ($\sqrt{x/100}$) e a MF e MS pela raiz($\sqrt{x+1}$). Realizou-se a análise da variância e separação de médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro tipo I. Concluiu-se que a palha do café Conilon reduziu a emergência das espécies: alface, pepino e mata-pasto; o IVE das espécies:

alface, mata-pasto e picão-preto como também reduziu MF das espécies: pepino e tomate e a MS da espécie pepino. Estes dados indicam como apropriado o emprego da palha do café Conilon, como cobertura morta ou biodefensivo, para o manejo integrado das espécies espontâneas mata-pasto e picão-preto. Porém, a palha de café Conilon deve ser usada com cautela na cobertura de canteiros de alface e produção de mudas de pepino, pois os metabólitos secundários da palha do café Conilon foram eficientes na inibição da emergência dessas espécies. A palha do café Arábica reduziu emergência da espécie espontânea mata-pasto e o IVE das espécies: alface, mata-pasto e picão-preto. Esta palha também estimulou emergência, IVE, MF e MS da espécie pepino.

ABSTRACT

This work was developed with the objective to evaluate the effect of two dead covers offered by coffee straws Conilon (*Coffea canephora* L.) and Arabica (*Coffea arabica* L.) on seeds of the crops: lettuce (*Lactuca sativa* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.), tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and spontaneous plants: mata-pasto (*Chromolea mamaximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson) caracuru-roxo (*Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell.) and picão-preto (*Bidens pilosa* L.). The following characteristics were assessed: total emergence (%), emergence speed index (ESI) and weight of fresh mass (FM) and dry mass (DM). The experimental units consist of polyethylene trays (25 cm x 40 cm) with sand substrate, totaling 108 parcels. The data obtained were subjected to Lilliefors's tests for normality of variance, and Cochran's and Bartlett's test for homogeneity of variance, identifying the need for transformation of the variables PE and ESI by root arcsine ($x/100$) and the FM and DM by root ($x+1$). Variance analysis and averages separation were carried out by Tukey test at 5% probability of type I error. It was concluded that the straw of Conilon coffee reduced the emergence of the species: lettuce, cucumber and mata-pasto; the ESI of the species: lettuce, mata-pasto and picão-preto. It also reduced FM of the species cucumber and tomato, and DM of cucumber. This data indicate as appropriate the use of Conilon coffee straw as dead cover or biodefense, for the integrated

management of the spontaneous species mata-pasto and picão-preto. However, Conilon coffee straw should be used with caution in coverage of lettuce beds and cucumber seedlings production, because the secondary metabolites of Conilon coffee straw were efficient in inhibiting the emergence of these species. Arabica coffee straws reduced emergence of spontaneous species mata-pasto and ESI of species: lettuce, mata-pasto and picão-preto. This straw also stimulated emergence, ESI, FM and DM of cucumber species.

1. INTRODUÇÃO

Alelopatia é um fenômeno que ocorre largamente em comunidades de plantas, por meio delas determinadas plantas interferem no desenvolvimento de outras. Este comportamento pode se tornar importante fator de manejo de culturas, pelo uso de plantas que exercem controle sobre determinadas espécies indesejadas, obtendo assim sistemas de cultivos mais produtivos (Goldfarb et al., 2009).

Dentre os tipos de manejo de culturas, a cobertura morta é uma alternativa importante e eficiente para controle de plantas espontâneas, porque a localização superficial do sistema radicular de algumas culturas inviabiliza o controle mecânico com uso de enxadas ou escarificadores pela possibilidade da ocorrência de danos às raízes (Vargas e Bernardi, 2003). Esta técnica viabiliza o Plantio Direto e consiste em cobrir a superfície do solo com uma camada de material orgânico, geralmente sobras de culturas como palhas ou cascas. A espessura da camada é variável em função do tipo de material utilizado, da região e da cultura implantada. Porém, o uso de restos de plantas como cobertura morta deve ser cuidadoso (Szczepanski, 1977), porque os possíveis aleloquímicos liberados pelos resíduos das plantas que compõem a cobertura morta podem proporcionar ações químicas não somente nas plantas espontâneas, mas também nas cultivadas.

A germinação é um processo chave na organização e dinâmica das espécies vegetais, sendo muito sensível à cobertura do solo. Resíduos culturais na superfície do solo alteram a umidade, luminosidade e temperatura do solo, que

são as principais variáveis no controle da dormência e germinação de sementes. A cobertura também pode prejudicar plântulas em desenvolvimento, devido à barreira física, causando o estiolamento destas e tornando-as suscetíveis aos danos mecânicos. Pode proporcionar, ainda, ações químicas decorrentes de mudanças na relação C/N ou por alelopatia, além de criar um abrigo seguro para alguns predadores de sementes e plântulas, como roedores, insetos e outros pequenos animais (Pitelli e Durigan 2001; Correia e Rezende 2002; Clécia 2004).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de duas coberturas mortas proporcionadas pelas palhas de café Conilon (*Coffea canephora* L.) e café Arábica (*Coffea arabica* L.), sobre emergência total (%), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa fresca (MF) e seca (MS), das espécies cultivadas: alface (*Lactuca sativa* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e das plantas espontâneas: mata-pasto *Chromolaena maximiliani* (Schrad) R. M. King & H. Robson, caruru-roxo (*Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell.) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no período de novembro a dezembro de 2013 em casa de vegetação localizada na Unidade de Apoio à Pesquisa e Extensão (UAPE) e no Setor de Plantas Daninhas e Medicinais (SPDM), ambos pertencentes ao Laboratório de Fitotecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada no município de Campos de Goytacazes – RJ.

Durante o período da realização do experimento a temperatura média na casa de vegetação variou de 26,7 a 28,0°C e a umidade relativa a média foi de 76,0 a 76,8%.

2.2. Material vegetal

Neste trabalho foi avaliado o potencial alelopático da palha de *C.canephora* L., variedade – G35, obtida do processo de produção e

beneficiamento para secagem do grão realizado em propriedade agrícola localizada no município de Muqui/ES (Coordenadas Geográficas em UTM K Lat. 02558444 e Long. 7676794), idem para a palha de café da espécie *C.arabica* (cultivar Catuaí) despoldado, obtida na propriedade agrícola no município de Venda Nova do Imigrante/ES (Coordenadas Geográficas em Lat. 2781614001 e Long. 77465841588).

As sementes das espécies cultivadas *Lactuca sativa* (alface), *Cucumis sativus* L (pepino) e *Solanum lycopersicum* L. (tomate), foram adquirida na Topseed® Fetrin Sementes, empresa especializada em controle de sementes preparadas, situada no município de Farroupilha/RS.

As sementes das espécies espontâneas, *Amaranthus hybridus* var. *paniculatus* (L.) Thell. (caruru-roxo) e *Bidens pilosa* L. (picão-preto) foram adquiridas na Cosmos Agrícola Produção e Serviços Rurais Ltda (Agrocosmos®), empresa especializada em controle de sementes preparadas, situada no município de Engenheiro Coelho/SP.

A espécie *Chromoleama maximilianii* (Schrad) R. M. King & H. Robson (mata-pasto) foi coletada de vegetação espontânea em área peridomiciliar no município de Campos dos Goytacazes/RJ.

2.3. Avaliação do efeito alelopático

Cada espécie foi representada por seis repetições com número de sementes diferentes em cada parcela para manter a área suficiente ao redor da mesma. Semeou-se dezoito sementes de alface, oito de pepino, doze de tomate e de picão-preto, vinte de mata-pasto e de caruru-roxo à profundidade de 1 cm. Estas foram semeadas em bandejas de polietileno (25 cm x 40 cm) em linha de 18 cm de comprimento e com 5 cm entre fileiras. O substrato empregado foi 150 mL de areia que recebeu irrigação durante cinco dias antes do plantio. Posteriormente, o substrato foi coberto, entre fileiras, com 150 mL de palha de café seca, além da testemunha que não teve cobertura. Utilizando o sistema de nebulização, os tratamentos foram irrigados cinco vezes ao dia com precipitação de 1 mm aproximadamente.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 6 repetições em esquema fatorial 6x3 (seis espécies na presença das coberturas mortas com as palhas de café Conilon e Arábica, e sem cobertura). As unidades experimentais

foram constituídas por bandejas com o substrato areia para emergência das espécies de alface, tomate, pepino, mata-pasto, caruru-roxo e picão-preto, totalizando 108 parcelas.

A avaliação da atividade alelopática foi realizada sobre os tratamentos e obtida pela determinação da emergência total (%), do índice de velocidade de emergência (IVE), da massa fresca (MF) e seca (MS).

2.3.1. Teste de emergência total (%)

A percentagem de emergência total das plântulas foi determinada por meio da contagem do número de plântulas emergidas na última avaliação do IVE de acordo com a espécie, sendo no sétimo dia após a instalação do teste para a alface; oitavo dia para o pepino; décimo quarto dia para o tomate, caruru-roxo e picão-preto e vigésimo quinto dia para o mata-pasto. Os resultados foram expressos em percentagem de sementes emergidas (Brasil, 2009).

2.3.2. Cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE)

As contagens das plântulas emergidas foram realizadas diariamente a partir da emergência da primeira plântula até o sétimo dia para a alface; oitavo dia para o pepino, décimo quarto dia para o tomate, caruru-roxo e picão-preto e vigésimo quinto dia para o mata-pasto. O IVE foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$$

onde:

IVE: índice de velocidade de emergência;

E_1 , E_2 , E_n : número de plântulas emergidas na primeira, na segunda e na enésima avaliação;

N_1 , N_2 , N_n : número de dias transcorridos da semeadura até a primeira, a segunda e a enésima avaliação.

2.3.3. Massa fresca e seca das plântulas (g)

Ao término do teste de emergência total, as plântulas foram retiradas das bandejas, lavadas na casa de vegetação e levadas para o laboratório, onde foram pesadas para a determinação da massa fresca e acondicionadas em sacos de papel kraft e colocadas em estufa de ventilação de ar forçada a 40°C durante 72

horas para determinação da massa seca. As pesagens foram realizadas em balança de precisão, sendo os resultados expressos em miligrama por plântula (mg pl^{-1}).

2.4. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade da variância de Lilliefors e homogeneidade de Cochran e Bartlett, identificando-se a necessidade de transformação das variáveis PE e IVE pelo arco-seno da raiz ($\sqrt{x/100}$) e os PMF e PMS pela raiz($\sqrt{x+1}$). Realizou-se a análise da variância e separação de médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro tipo I. Utilizou-se o programa computacional SAEG 9.0. Os dados foram apresentados sem transformação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância indicou efeito de interação significativa ($P < 0,05$) entre o tipo de cobertura e as espécies estudadas para todas as variáveis (Tabela 1). Os coeficientes de variação ficaram entre 38,41 e 52,39%, indicando que a variação experimental estava acima do adequado, porém coerente com a variação esperada quando se avaliam espécies espontâneas.

Tabela 1. Análise da variância da percentagem de emergência (PE), do índice de velocidade de emergências (IVE), da massa fresca (MF) e seca (MS) de espécies cultivadas e espontâneas sob efeito da palha de café Conilon e Arábica

FV	GL	PE (%)		IVE		MF (g)		MS (g)	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Cobertura (C)	2	0,560	16,304**	57,458	30,291**	0,157	32,535**	0,00055	26,305**
Espécie (E)	5	1,234	35,899**	89,987	47,441**	1,024	211,955**	0,00460	220,11**
Interação (Cx E)	10	0,131	3,815**	15,694	8,274**	0,797	16,472**	0,00020	9,656**
Resíduo	90	0,034		1,897		0,484		0,00002	
C.V.(%)			38,41		52,39		48,81		47,846

**Efeito significativo segundo o Teste F ($P < 0,05$)

A percentagem de emergência comparada entre as coberturas diferiu significativamente ($P < 0,05$) para as espécies alface, pepino e mata-pasto (Tabela 2). A emergência da alface no tratamento sem cobertura morta atingiu 88,89%, efeito similar foi observado para a cobertura com a palha de café Arábica (87,03%). Todavia, a casca de café Conilon reduziu significativamente ($P < 0,05$) a emergência da alface para 28,70%, o que representa uma redução calculada de 60,19% em relação ao controle. Na tabela 3, esses resultados são confirmados pelo índice de velocidade de emergência de alface que também reduziu significativamente ($P < 0,05$) de 10,24 no tratamento controle para 1,63 e 6,66, respectivamente, para as coberturas de café Conilon e Arábica.

A emergência da semente do pepino também foi reduzida pela palha do café Conilon de 93,75% no controle para 79,17% (Tabela 2). Ao analisar as plântulas do pepino, observaram-se anomalias na radícula devido à redução do seu tamanho, engrossamento e necrose. Sintomas similares, também foram observados em pepino por May et al. (2011), no estudo do efeito com o extrato da palha do café Arábica realizado em condições controladas.

Os dados de ambas as tabelas (2 e 3) indicam que a palha de café Conilon deve ser usada com cautela na cobertura de canteiros de alface e produção de mudas de pepino, pois é possível que os metabólitos secundários da palha do café Conilon sejam eficientes para inibir a emergência das plântulas. Dados cromatográficos identificaram que a substância química encontrada em maior quantidade na casca de café, é a xantina cafeína, e possivelmente este composto seja o responsável por tal efeito (Waller et al., 1986). Para estes autores, muitas xantinas são poderosas inibidoras do crescimento e podem acumular-se no solo junto aos cafeeiros, sendo inclusive fitotóxicas às radículas de plantas jovens da própria espécie. Ademais, como anteriormente dito, os aleloquímicos podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, em que a necrose é o sintoma mais evidente do efeito alelopático e contribuindo assim, para inibir o desenvolvimento da planta receptora (Ferreira e Áquila, 2000).

Quanto à espécie mata-pasto, a emergência no controle foi de 62,50% demonstrando que as sementes estavam aptas à germinação, porém ambas as coberturas reduziram sua emergência, principalmente a palha de Conilon (9,17%), isso representa 53,33% de redução calculada em comparação ao controle além disso, a palha de café Arábica também reduziu a emergência dessa espécie

espontânea para 33,33% (Tabela 2). O IVE também foi reduzido de 2,44 no controle para 0,45 com a cobertura morta de café Conilon (Tabela 3). Esses dados indicam o uso do grande potencial dessas coberturas como sendo uma alternativa para o manejo sustentável no controle de áreas infestadas por mata-pasto.

As demais espécies não apresentaram efeito significativo das coberturas, mas vale ressaltar que as sementes de tomate emergiram apenas 27,78% no controle, indicando que as sementes estavam com baixa qualidade fisiológica para a germinação, talvez devido ao longo acondicionamento das mesmas. Segundo Córdoba et al. (1995), sob condições apropriadas de armazenamento (6-10% de umidade e 20°C), as sementes de tomate conservam alta viabilidade durante 18 meses.

O IVE da espécie picão-preto reduziu ($P < 0,05$) de 3,54 no controle para 1,14 e 1,91, respectivamente para as coberturas com Conilon e Arábica. Esses dados sugerem que as palhas de café podem ser utilizadas para reduzir a velocidade de emergência do picão-preto em canteiros de hortaliças, reduzindo o seu potencial de desenvolvimento e propagação, diminuindo a pressão da fase de competição.

De acordo com suas concentrações no meio, algumas substâncias alelopáticas podem possuir efeito estimulante ou inibidor (Mc Calla e Haskins, 1964). Isso sugere que, as palhas de café Arábica poderiam conter concentrações de outras substâncias que estimulariam a germinação e por consequência o IVE. Por exemplo, Nascimento (2000) cita a possibilidade da presença de fitormônio em extratos vegetais, que pode estimular a germinação e superar a dormência em várias espécies.

As espécies tomate e caruru-roxo não apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) entre coberturas quanto ao IVE.

Tabela 2. Percentagem de emergência (%) das espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito das coberturas mortas das palhas de café Conilon (PCC) e Arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013

Espécie	Coberturas*		
	Controle (Sem)	PCC	PCA
Alface	88,89 (\pm 7,85) A	28,70 (\pm 26,62) B	87,03 (\pm 8,36) A
Pepino	93,75 (\pm 10,45) A	79,17 (\pm 18,81) B	95,83 (\pm 6,45) A
Tomate	27,78 (\pm 15,51) A	25,00 (\pm 27,88) A	36,11 (\pm 18,00) A
Mata-pasto	62,50 (\pm 26,78) A	9,17 (\pm 9,16) B	33,33 (\pm 14,02) B
Caruru-roxo	24,17 (\pm 58,45) A	17,50 (\pm 11,72) A	18,33 (\pm 23,59) A
Picão-preto	51,39 (\pm 32,23) A	45,83 (\pm 18,81) A	44,44 (\pm 19,48) A

*Médias (\pm Desvio Padrão) seguidas da mesma letra maiúscula na linha (DMS= 0,255) e minúscula na coluna (DMS=0,3119) não diferem entre si, segundo o teste de Tukey ($P \leq 0,05$, $n=6$, $N=108$).

Tabela 3. Índice de velocidade de emergência das espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito das coberturas mortas das palhas de café Conilon (PCC) e Arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013

Espécie	Coberturas*		
	Controle (Sem)	PCC	PCA
Alface	10,24 (\pm 3,720) A	1,63 (\pm 1,683) C	6,66 (\pm 0,614) B
Pepino	4,75 (\pm 1,246) AB	3,29 (\pm 1,194) B	5,50 (\pm 0,948) A
Tomate	0,64 (\pm 0,384) A	0,51 (\pm 0,563) A	0,76 (\pm 0,440) A
Mata-pasto	2,44 (\pm 1,249) A	0,45 (\pm 0,547) B	1,03 (\pm 0,491) AB
Caruru-roxo	1,30 (\pm 0,468) A	0,79 (\pm 0,663) A	0,65 (\pm 0,723) A
Picão-preto	3,54 (\pm 2,751) A	1,14 (\pm 0,669) B	1,91 (\pm 1,115) AB

Médias (\pm Desvio Padrão) seguidas da mesma letra maiúscula na linha (DMS= 1,896) e minúscula na coluna (DMS=2,316) não diferem entre si, segundo o teste de Tukey ($P \leq 0,05$, $n=6$, $N=108$).

Quanto à massa fresca das plântulas de alface, mata-pasto, caruru-roxo e picão-preto não houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre coberturas e o controle (Tabela 4). Todavia, a massa fresca da espécie pepino aumentou significativamente ($P < 0,05$) pela palha de café Arábica (0,899 g) e foi reduzida pelo Conilon (0,310 g) em comparação ao controle (0,669 g). De modo similar, a espécie tomate teve sua massa fresca significativamente ($P < 0,05$) reduzida pela cobertura morta da palha de café Conilon, de 0,109 g no controle para 0,029 g.

Tabela 4. Massa fresca (g) de espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito das coberturas mortas das palhas de café Conilon (PCC) e Arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013

Espécie	Coberturas*		
	Controle (Sem)	PCC (mg)	PCA(mg)
Alface	0,048 (\pm 0,014) A	0,018 (\pm 0,020) A	0,063 (\pm 0,012) A
Pepino	0,669 (\pm 0,213) B	0,310 (\pm 0,157) C	0,899 (\pm 0,102) A
Tomate	0,109 (\pm 0,016) A	0,029 (\pm 0,028) B	0,144 (\pm 0,037) A
Mata-pasto	0,026 (\pm 0,012) A	0,031 (\pm 0,039) A	0,029 (\pm 0,006) A
Caruru-roxo	0,015 (\pm 0,004) A	0,009 (\pm 0,088) A	0,012 (\pm 0,008) A
Picão-preto	0,061 (\pm 0,021) A	0,027 (\pm 0,010) A	0,059 (\pm 0,022) A

*Médias (\pm Desvio Padrão) seguidas da mesma letra maiúscula na linha (DMS= 0,0958) e minúscula na coluna (DMS=0,1170) não diferem entre si, segundo o teste de Tukey ($P \leq 0,05$, $n=6$, $N=108$).

Quanto à massa seca os efeitos se mantiveram para espécie pepino, que aumentou quando se utilizou a palha do café Arábica (0,569 g) e foi reduzida pela palha do café Conilon (0,026 g) em comparação ao controle (0,0432 g). As demais espécies não apresentaram diferenças significativas (Tabela 5). Estudos realizados por Periotto (2004), onde se utilizaram extratos aquosos de caules e folhas de *Andira humilis* Mart. Ex Benth sobre sementes de alface, também revelaram menores taxas de massa seca, dados que corroboram com os obtidos neste trabalho. Há que se considerar que o estímulo exagerado ao crescimento nessa fase inicial pode promover plântulas estioladas que naturalmente são menos vigorosas e de menor sobrevivência.

Tabela 5. Massa seca (g) de espécies cultivares e espontâneas, sob o efeito das coberturas mortas das palhas de café conilon (PCC) e arábica (PCA) sobre substrato areia em casa de vegetação, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013

Espécie	Coberturas*		
	Controle (Sem)	PCC	PCA
Alface	0,0021 (\pm 0,0004) A	0,0014 (\pm 0,0012) A	0,0058 (\pm 0,0077) A
Pepino	0,0432 (\pm 0,0109) B	0,0260 (\pm 0,0113) C	0,0569 (\pm 0,0061) A
Tomate	0,0054 (\pm 0,0007) A	0,0016 (\pm 0,0014) A	0,0081 (\pm 0,0021) A
Mata-pasto	0,0023 (\pm 0,0014) A	0,0025 (\pm 0,0030) A	0,0038 (\pm 0,0010) A
Caruru-roxo	0,0006 (\pm 0,0003) A	0,0005 (\pm 0,0005) A	0,0010 (\pm 0,0010) A
Picão-preto	0,0042 (\pm 0,0017) A	0,0015 (\pm 0,0005) A	0,0046 (\pm 0,0019) A

*Médias (\pm Desvio Padrão) seguidas da mesma letra maiúscula na linha (DMS= 0,0074) e minúscula na coluna (DMS=0,0091), não diferem entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$, $n=6$, $N=108$).

4. CONCLUSÕES

A palha do café Conilon reduziu a emergência das espécies: alface, pepino e mata-pasto; o IVE das espécies: alface, mata-pasto e picão-preto como também reduziu MF das espécies: pepino e tomate e a MS da espécie pepino.

Estes dados indicam como apropriado o emprego da palha do café Conilon, como cobertura morta ou biodefensivo, para o manejo das espécies espontâneas mata-pasto e picão-preto. Porém, a palha de café Conilon deve ser usada com cautela na cobertura de canteiros de alface e produção de mudas de pepino, pois os metabólitos secundários da palha do café Conilon foram eficientes na inibição da emergência dessas espécies

A palha do café Arábica reduziu emergência da espécie espontânea mata-pasto e o IVE das espécies: alface, mata-pasto e picão-preto. Esta palha também estimulou emergência, IVE, MF e MS da espécie pepino.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Ambiental, 399p.

Clécia, M. (2004). Relatório Ambiental: Balanço Ambiental / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Agricultura, Pesquisa, Balanço. Tecnologias. Brasília, DF, 67 p. CDD 630.72 (21.ed.) Embrapa café.

Córdoba, G. A. T.; Borges, E. E. L.; Borges, R. C. G.; Neves, J. C. L. (1995). Osmocondicionamento em sementes de *Esenbeckia leiocarpa* ENGL (Guarantã). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 17, n. 2, p. 220-226.

- Correia, N. M.; Rezende, P. M. (2002). Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja. Lavras: Editora UFLA, 55 p. (Boletim Agropecuário, 51)
- Ferreira, A.G. e Áquila, M.E.A. (2000). Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. v. 12 p. 175-204.
- Goldfarb, M., Pimentel, L.W., Pimentel, N.W. (2009). Alelopatia: relações nos agroecossistemas. *Tecnologia e Ciências Agropecuárias*, João Pessoa, v.3, n.1, p.23-28.
- Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, Madison, v. 2, p. 176-199.
- May, D.; Oliveira, C. m. R.; Maranhão, L. T. (2011). Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v.9, n.2, p.180-186.
- McCalla, T. M.; Haskins, F. A. (1964). Phytotoxic substances from soil microorganisms and crop residues. *Bacteriological Review*, v. 28, n. 2, p. 181-207.
- Nascimento, W. M. (2000). Envolvimento do etileno na germinação de sementes. *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal*, v.12,p. 163-174.
- Periotto, F.; Perez, S. C. J.G.; Lima, M. I. S. (2004). Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botânica Brasílica*, v.18, n.3, p.425-430.
- Pitelli, R. A.; Durigan, J, C.; Rossello, R. D. (2001). Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. Siembra directa em Cono Sur. Montevideo: PROCISUR, p. 203 – 210.
- SAEG. (2009). System for Statistical Analyses. Arthur Bernardes Foundation: UFV, Viçosa - MG.
- Szczepanski, A. J. (1977). Allelopathy as a means of biological control of water weeds. *Aquatic Botany*, v. 3, p. 193-197.

Vargas, L.; Bernardi, J. (2003). Manejo de plantas daninhas na produção orgânica de frutas. Embrapa-circular técnica, Bento Gonçalves-RS, ISSN 1808-6810.

Waller, G.R.; Kumari, D.; Friedman, J.; Friedeman, N.; Chou, C.H. (1986). Caffeine autotoxicity in *Coffea arabica* L. In: Putnam, A.R.; Tang, C.S. (eds.) The science of allelopathy. New York, John Wiley & Sons. p. 243-269.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Há inúmeros fatores que influenciam o fenômeno de alelopatia e existem vários ensaios que tentam comprovar tal fenômeno. Diante deste contexto, objetivou-se neste trabalho avaliar atividade alelopática da palha de café Conilon e Arábica por meio de extratos aquosos e de cobertura morta sobre a qualidade fisiológica de sementes de espécies cultivadas (alface, pepino e tomate) e espécies espontâneas (mata-pasto, caruru-roxo e picão-preto).

Foram realizados três experimentos. No experimento I, realizado em laboratório, avaliou-se o potencial alelopático por meio dos extratos aquosos liofilizados de duas espécies de café sobre sementes das espécies cultivadas e espontâneas por meio dos testes de germinação total, índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de radícula (CR). Empregou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 6x2x4 (seis espécies, extratos aquosos liofilizados das palhas de café Conilon e Arábica em quatro concentrações: 0, 25, 50 e 100% v/v). As parcelas foram constituídas por caixas gerbox® contendo 30 sementes cada uma. O extrato da palha de Conilon na concentração de 100% (v/v) reduziu a germinação da espécie espontânea mata-pasto. Esse extrato, também reduziu o IVG das cultivares alface (100% v/v) e pepino (25, 50 e 100% v/v) e o CR das espécies pepino, nas concentrações 25 e 100% (v/v) e tomate na concentração 100% (v/v). O extrato da palha de café Arábica nas concentrações de 25 e 50% (v/v) reduziu a germinação para espécie espontânea mata-pasto, sugerindo que a concentração 100% (v/v) poderia conter

outras substâncias que estimulassem a germinação desta espécie. Esse extrato estimulou o CR do pepino nas concentrações de 25 e 100% (v/v) e do tomate na concentração de 100% (v/v).

O experimento II, realizado em casa de vegetação, objetivou avaliar a bioatividade dos extratos aquosos não liofilizados da palha de café Conilon e Arábica sobre a qualidade fisiológica das sementes de espécies cultivadas e espontâneas citadas anteriormente. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 6x2x4 (seis espécies, extratos aquosos não liofilizados das palhas de café Conilon e Arábica em quatro concentrações: 0, 25, 50 e 100% (v/v)). As parcelas foram constituídas por bandejas de germinação utilizando areia como substrato, contendo 20 sementes de cada espécie, distribuídas aleatoriamente sobre a bancada. Foram avaliadas as seguintes características: emergência total (%), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca (MF) e seca (MS). O efeito do extrato da palha do café Conilon na concentração de 25% (v/v) reduziu a emergência para as espécies alface, picão-preto e tomate. Para a última espécie, essa resposta também foi verificada nas concentrações de 50 e 100% (v/v). Na concentração 100% (v/v) este extrato estimulou a MF da espécie cultivada pepino e da espontânea mata-pasto.

O extrato da palha do café Arábica reduziu a MF das espécies alface, tomate e caruru-roxo na concentração 25% (v/v). Na concentração 50% (v/v) reduziu a MF das espécies alface, caruru-roxo e picão-preto. Essa mesma resposta foi verificada nas espécies alface, tomate e picão-preto na concentração 100% (v/v). Este extrato na concentração 100% (v/v) reduziu a MS das espécies espontâneas mata-pasto e picão-preto.

No experimento III, realizado em casa de vegetação, objetivou avaliar o efeito alelopático de duas coberturas mortas proporcionadas pela palha de café Conilon e Arábica em sementes das espécies cultivadas e espontâneas. Foram avaliadas as seguintes características: emergência total (%), índice de velocidade de emergência (IVE) e Massa fresca (MF) e seca (MS). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 6x3 (seis espécies na presença das coberturas mortas com as palhas de café Conilon e Arábica e sem cobertura). As unidades experimentais foram constituídas por bandejas de germinação utilizando areia como substrato.

Observou-se que a palha do café Conilon foi inibidora da emergência das espécies alface, pepino e mata-pasto. Também reduziu o IVE da alface, mata-pasto e picão-preto, MF do pepino e tomate e MS do pepino.

A palha do café Arábica reduziu a emergência da espécie espontânea mata-pasto e o IVE das espécies alface, mata-pasto e picão-preto. Esta cobertura estimulou a emergência, IVE MF e MS da espécie cultivada pepino.

Entretanto, visando contribuir com a sustentabilidade nas atividades agrícolas, se faz necessário a realização de mais estudos para compreender o mecanismo do efeito visível do potencial do aleloquímico das palhas de café Arábica e Conilon sobre as plantas. Ademais, tendo o conhecimento da especificidade do potencial alelopático desse resíduo agroindustrial, poderá ser viabilizado de forma racional e eficiente o seu emprego nas lavouras convencionais e orgânicas, contribuindo, assim, com o sistema de manejo integrado das plantas espontâneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcantra, C. B. (2012). Desenvolvimento vegetativo de linhagens de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) nas condições de cerrado em Patrocínio – MG. Tese (Doutorado) – Uberlândia – MG, Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Uberlândia, p. 40.
- Aguiar, A.T.E.; Fazouli, L.C.; Salva, T.J.G.; Favarin, J.L. (2005). Diversidade química de cafeeiros na espécie *Coffea canephora*. *Bragantia: Revista de ciências agronômicas*. Campinas, v. 64, n. 4, p. 577-582.
- Almeida, F. S. de. (1991). Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236.
- Almeida, F.S. (1988). *A alelopatia e as plantas*. Londrina: IAPAR, 62p.
- Alves, C.C.F., Alves, J.M., Silva, T.M.S., Carvalho, M.G., Jacob Neto, J. (2003) Atividade alelopática de alcalóides glicosilados de *Solanum crinitum*. *Revista Floresta e Ambiente*. v. 10, n. 1, p. 93-97.
- 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*, Brasília, v.30, n. 11p. 1083-1086.
- Anaya, A.L.; Ruy-Ocotla, G.; Ortiz, L.M. e Ramos, L. (1982). Potencial alelopático de lãs principais plantas de um cafetal. In: Jimenez Avila, E. e Gómez-Pompa, A. (eds.) *Estudios ecológicos en El agroecosistema cafetalero*. Mexico City, Continental, p.85-94.

- Andrade, A. (2009). Análise química e avaliação do potencial alelopático da casca do café (*Coffea arabica*). Dissertação (Mestrado) - Uberlândia. – MG, Universidade Federal de Uberlândia, p. 90.
- Assad, M.L.L. Fauna do solo. In: Vargas, M.A.T.; Hungria, M., (eds). (1997). *Biologia dos solos dos Cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p.363-443.
- Astarita, L.V.; Ferreira, A.G.; Bergonci, J.I. (1996). *Mimosa bimucronata*: Allelopathy and osmotic stress. *Allelopathy Journal* **3**(1): 43-50.
- Bagchi, G.D.; Jain, D.C. e Cimap, P.O. (1997). Arteether: a potent plant growth inhibitor from *Artemisia annua*. *Phytochemistry*, v. 45, n. 6, p. 1131-1133.
- Blanco, J.A. (2007). The representation of allelopathy in ecosystem-level forest models. *Ecological Modelling*, v.209, n.24, p.65-77.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Ambiental, 399p.
- Carvalho, A.; Medina Filho, H. P.; Fazuoli, L. C.; Guerreiro Filho, O.; Lima, M. M. (1991). Aspectos genéticos do cafeeiro. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.14, n.1, p.135-183. Citado por Aguiar et al., 2005.
- Carvalho, S.J.P.; Christoffoleti, P.J. (2007). Espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. *Bragantia*, Campinas-SP, v. 66, n. 4, p. 527-533.
- Casarino, J.P. e Nunes, S.P. (2008). Impactos dos agrotóxicos na biologia do solo. Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Curitiba, UFPR. Site: <http://www.ecovida.org.br/sistema/arquivos/art000191.pdf>. Acesso em 10 julho, 2011. Catálogo brasileiro de hortaliças.
- Catunda, M.G.; Souza, C.L.M. de; Moraes, V. de; Carvalho, G.J.A. de; Freitas, S. de P. (2002). Efeitos de extratos aquosos de tiririca sobre a germinação de alface, pimentão e jiló e sobre a divisão celular na radícula de alface. *Revista Ceres*, v. 49, n. 281, p. 1-11.
- Clécia, M. (2004). Relatório Ambiental: Balanço Ambiental / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Agricultura, Pesquisa, Balanço. Tecnologias. Brasília, DF, 67 p. CDD 630.72 (21.ed.) Embrapa café.

- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Cafes do Brasil: Safra 2012/2013. Brasília: MAPA/CONAB, março 2014. <http://www.conab.gov.br/>
- Córdoba, G. A. T.; Borges, E. E. L.; Borges, R. C. G.; Neves, J. C. L. (1995). Osmocondicionamento em sementes de *Esenbeckia leiocarpa* ENGL (Guarantã). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 17, n. 2, p. 220-226.
- Correia, N. M.; Rezende, P. M. (2002). Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja. Lavras: Editora UFLA, 55 p. (Boletim Agropecuário, 51).
- Cortez, J. G. (2002) Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiróz", Piracicaba – SP, p. 71.
- Coste, R. (1955). Les caféiers et les cafés dans lê monde. Paris: Larose, 365 p.
- Costa, R. S. C., Leônidas, F. C., Rodrigues, V. G. S. e Santos, J. C. F. (2007). Manejo de leguminosas em cafezal em Rondônia. In: *Embrapa Rondônia: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do café. Circular Técnica*.
- De Souza, A.A.; Bruno, R.L.A.; Araújo, E.; Bruno, B.G. (2003). Microflora e qualidade fisiológica de sementes do algodoeiro tratadas com fungicidas químicos e extrato de aroeira. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.1, p.56-64.
- Delachiave, M.E.A.P.; Ono, E.O.; Rodrigues, J.D. (1999). Efeitos alelopáticos de grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) na germinação de sementes de pepino, milho, feijão e tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n.1, p. 194-1997.
- Einhellig, F.A. (1995). Mechanisms of action of allelochemicals in allelopathy. In Inderjit, K.M; Dashini, N.; Einhellig, F.A. (eds.) *Allelopathy: organism, processes and applications*. Washington, D. C., Am. Chem. Soc. p. 83-116 (Symposium Series 582).

- Einhellig, F.A. (1999). An integrated view of allelochemicals amid multiple stresses. In Inderjit; Dakshini, K.M.M. e Foy, C.L. (eds.) *Principles and practices in plant ecology*. Boca Raton, CRC Press, p. 479-494.
- Ferreira, A. G. (2004). Interferência: competição e alelopatia, In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (Org.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed. cap. 16, p. 251-262.
- Ferreira, A.G. e Áquila, M.E.A. (2000) Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. v.12, p. 175-204.
- Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (2004). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed. 323p.
- Filgueira, F. A. R. (2007). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa - MG: Ed. UFV, 421p.
- Filgueira, F..A.R., (2000). *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa - MG. UFV. v. 12 p. 175-204.
- Gatti, A. B., Perez, S. C. J. G. A. Lima, M. I. S. (2004), Atividade Alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na Germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* e *Raphanus sativus* L. *Revista Acta Botânica Brasilica*. São Carlos, SP, v. 18, n. 3, p. 459-472.
- Gobbo-Netto, L.; Lopes, N.P. (2007). Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 374-381.
- Goetze, M., Thomé, G.. C. H. (2004) Efeito alelopático de extratos de *Nicotina tabacum* e *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de três espécies de hortaliças. *Revista Brasileira de Agrociências*, v. 10, n. 1, p. 43-50.
- Goldfarb, M., Pimentel, L.W., Pimentel, N.W. (2009). Alelopatia: relações nos agroecossistemas. *Tecnologia e Ciências Agropecuárias*, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 23-28.

- Gonzalez, H.R.; Mederos, D. M.; Sosa I. H.. (2002). Efectos alelopáticos de restos de diferentes especies de plantas medicinales sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) em condiciones de laboratório. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, v. 7, n. 2, p. 67-72.
- Gorla, C.M.; Perez, C.J.G.A. (1997). Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans* Triana, *Lantana camara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 19, n. 2, p. 260-265.
- Guzman. G., Molina, M. e Sevilla, E.(2000). Introducion a la agroecologia rural sostenible. Ediciones Mundi – Prensa. Madri, 560.p.
- Iganci, J. R. V., Bobrowski, V. L., Heiden, G., Stein V. C., Rocha, B. H. G., (2006) Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre germinação e índice mitótico de *Allium cepa* L. Arq. *Instituto de Biologia*, São Paulo, v. 73 n. 1, p. 79-82.
- Inoue, M. H; Oliveira JR, R.S; Regitano, J. B; Tormena, C.A; Tornisielo, V. L; Constantin, J. (2003). Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no Estado do Paraná. *Planta Daninha*, v. 21, n. 2, p. 313-323.
- Inoue, M.H., Santana,D.C., Oliveira JR, R.S., Clemente, R.A.,Dallacort, R., Possamai, A.C.S., Santana, C.T.C., Pereira, K.M. (2010). Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura do algodão em colunas de solo. *Planta Daninha*, Viçosa - MG, v. 28, n. 4, p. 825-833.
- Jacobi, U.S.; Ferreira, A.G. (1991). Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. sobre espécies cultivadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, p. 935-943.
- Juan Jiménez-Osornio, F.M.V.Z.; Kumamoto, J. e Wasser, C. (1996). Allelopathic activity of *Chenopodium ambrosioides* L. *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 24, n. 3, p. 195-205.
- Lorenzi, H. (2000). Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. v. 1. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 339 p.

- Lorenzi, H. (2008). Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, São Paulo, 4ª ed., 672 p.
- Maciel, C.D.G.; Corrêa, M.R.; Alves, E.; Negrisoni, E.; Velini, E.D.; Rodrigues, J.D.; Ono, E.O.; Boaro, C.S.F. (2003). Influência do manejo da palhada de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max*) e amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*). *Planta Daninha*, Viçosa - MG, v. 21, n. 3, p. 365-373.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, Madison, v. 2, p. 176-199.
- May, D.; Oliveira, C. M. R.; Maranhão, L. T. (2011). Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre - RS, v. 9, n. 2, p. 180-186.
- McCalla, T. M.; Haskins, F. A. (1964). Phytotoxic substances from soil microorganisms and crop residues. *Bacteriological Review*, v. 28, n. 2, p. 181-207.
- Medeiros, A. R. M. (1989). Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 92f.
- Miranda, E.M.; Pereira, R. C. A.; Bergo, C. L. (1999). Comportamento de seis linhagens de café (*Coffea arábica* L.) em condições de sobreamento e a pleno sol no estado do Acre, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras - MG, v. 23, n. 1, p. 62-69.
- Molish, H. (1937). Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie. Berlin: Jena Fisher, p. 30.
- Nascimento, F.C. (2003) Acetogeninas de anonáceas isoladas de folhas de *Rollinia laurifolia*. *Química Nova*, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 319-322.
- Nascimento, W. M. (2000). Envolvimento do etileno na germinação de sementes. *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal*. v. 12, p. 163-174.

- Oliveira JR., R. S.; Koskinen, W. C.; Ferreira, F. A. (2001). Sorption and leaching potential of herbicides on Brazilian soils. *Weed Research*, v. 41, p. 97-111.
- Oliveira, S. C. C.; Gualtieri, S. C. J.; Domínguez, F. A. M.; Molinillo, J. M. G.; Montoya, R. V. (2012). Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia. *Acta Botânica Brasilica*. V. 26, n. 3, p. 607-618.
- Pedrol, N.; González, L.; Reigosa, M. J. (2006). Allelopathy and abiotic stress. In: *Allelopathy: A physiological process with ecological implications*. Dordrecht: Springer, p.171-209.
- Peres, M. T. L.; Silva, L. B.; Faccenda, O.; Hess, S. C. (2004). Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). *Acta Botânica Brasilica*. V18, n. 4, p. 723-730.
- Periotto, F.; Perez, S. C. J.G.; Lima, M. I. S. (2004). Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botânica Brasilica*, v. 18, n. 3, p. 425-430.
- Pires, R. M. O.; França, A. C.; Nery, M. C.; Silva, L. H. M. C.; Santos, S. R.; Reis, R. R. F.; Reis, L. A. C. (2010). Potencial alelopático de cascas de café no crescimento de plantas. Anais do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Ribeirão Preto – SP. Disponível em: <www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII_CBCPD/PDFs/230.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2014.
- Pitelli, R. A.; Durigan, J, C. (2001). Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. p. 203-210.
- Putman, A.R. e Tang, C.S. (1986). The science of allelopathy. New York, John Wiley & Sons.
- Putnam, A.R; Duke, W.B. (1978). Allelopathy in agrossystems. *Annual Review Phytopathology*, v.16, p. 43-451.

- Rawat, M.S.M.; Pant, G.; Prasad, D.; Joshi, R.K.; Pande, C.B. (1998). Plant growth inhibitors (Proanthocyanidins) from *Prunus armeniaca*. *Biochemical Systematic and Ecology*, n. 26, p. 13-23.
- Reigosa, M.J.; Pedrol, N.; González, L. (2005). (Eds.) Allelopathy: a physiological process with ecological implications. Dordrecht: Springer, 637p.
- Rezende, C. P.; Pinto, J. C.; Evangelista, A. R.; Santos, I. P. A. (2003). Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. ed. UFLA, 55p.
- Rice, E. L. (1984). Allelopathy. New York: Academic Press, 422 p.
- Rizvi, S.J.H. e Rizvi, V.(1992b). Exploitation of allelochemicals in improving crop productivity. In: Rizvi, S.J.H. e Rizvi, H. (eds.) *Allelopathy: Basic and applied aspects*. London, Chapman e Hall, p. 443-472.
- Rizvi, S.J.H.; Haque, H.; Singh,U.K. e Rizvi, V.(1992a). A discipline called allelopathy. In: Rizvi, S.J.H. e Rizvi, H. (eds.) *Allelopathy: Basic and applied aspects*. London, Chapman e Hall, p.1-10.
- Rodrigues, B.N.; Passini, T.; Ferreira, A.G. (1999). Research on allelopathy in Brazil. In: Narwal, S. S. (eds.). *Allelopathy update*. New Hampshire: Science Publishers. 422 p.
- SAEG. (2009). System for Statistical Analyses. Arthur Bernardes Foundation: UFV, Viçosa - MG.
- Sakiyama, N. S.; Pereira, A. A.; Zambolim, L. (1999). Melhoramento de café arábica. In: Borém, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: : *Imprensa Universitária*, UFV. p. 189-204.
- Sanginga, N., Mulongoy, K., Swift, M.J.(1992). Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, v. 41, p.135-152.
- Santos, J. C. F. (2006b). In: Agronline: Cobertura morta na lavoura de café. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=345>>. Acesso em 09 out. 2013.
- Santos, J. C. F.; Souza, I. F.; Mendes, A. N. G.; Morais, A. R.; Conceição, H. E. O; Marinho, J. T. S. (2002). Efeito de extrato de cascas de café e de arroz na

emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 6, p. 783-790.

Santos, M.V.; Freitas, F. C. L.; Ferreira, F. A.; Viana, R. G., Tuffisantos, L. D. e Fonseca, D. M. (2006a). Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. *Planta Daninha*, Viçosa – MG, v. 24, n. 2, p. 391 – 398.

Silva, Z. L. (1978). Alelopatia e defesa em plantas. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, v. 36, n. 258-259.

Souza Filho, A. P. S., (2006 a) Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum matitimum*) em áreas de pastagens cultivadas. *Planta Daninha*, v. 24, n. 3, p. 451-456.

Souza Filho, A. P. S; Trezzi, M. M.; Inoue, M.H. (2011). Sementes como fonte alternativa de substâncias químicas com atividade alelopática. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 709-716.

Souza Filho, A.P.S. (2006 b). Proposta metodológica para análise da ocorrência de sinergismo e efeitos potencializadores entre aleloquímicos. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 607-610.

Souza, S. A. M., Cattelan, L. V., Vargas, A.P., Peiana, C. F. B., Bobrowski, V.L., Rocha, B. H. G. (2005). Atividade alelopática e citotóxica do extrato aquoso de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. Ex REISS.). *Ciências Bioógicas e da Saúde*, v. 1, n. 3, p. 7-14.

Szczepanski, A.J. (1977). Allelopathy as a means of biological control of water weeds. *Aquatic Botany*, n. 3, p. 193-197.

Taiz, L.; Zeiger, E. (2006). Fisiologia vegetal. 3 ed. São Paulo: Artmed, 792 p.

Vaccarini, C.E.; Palacios, S.M.; Meragelman, K.M. e Sosa, V.E. (1999). Phyto-growth-inhibitory activities of a clerodane from *Viguiera tucumanensis*. *Phytochemistry*, n. 50, p. 227-230.

Vargas, L.; Bernardi, J. (2003). Manejo de plantas daninhas na produção orgânica de frutas. *Embrapa-circular técnica*, Bento Gonçalves - RS, ISSN 1808-6810.

- Viles, R.N. e Reese, R.N. (1996). Allelopathic potential of *Echinacea angustifolia* D.C. *Environmental and Experimental Botany*, v. 36, n.1, p. 39-43.
- Vyvyan, J.R. (2002). Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron*, v. 50, n. 9, p.1631-1646.
- Waller, G.R. (1999). Introduction. In: Macias, F.A.; Galindo, J.C.G.; Molinillo, J.M.G. e Cutler, H.G. (eds.) *Recent advances in allelopathy*. Cadiz, Serv. Pub. Univ. Cadiz. v.1, sem paginação.
- Waller, G.R.; Kumari, D.; Friedman, J.; Friedeman, N.; Chou, C.H. (1986). Caffeine autotoxicity in *Coffea arabica* L. In: Putnam, A.R. e Tang, C.S. (eds.) *The science of allelopathy*. New York, John Wiley & Sons. p. 243-269.
- Wandscheer, A. C. D.; Pastorini, L. H. (2008). Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 949-953.
- Weir, T.L.; Park, S-W.; Vivianco, J.M. (2004) Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Plant Biology*, v. 7, n. 4, p. 472-479. Disponível em: www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/casca_cafe.htm
Acesso em: 1 out. 2011.
- Yamada, K.; Anai, T. e Hasegawa, K. (1995). Lepidimoide, an allelopathic substance in the exudates from germinated seeds. *Phytochemistry*, v. 39, n. 5, p. 1031-1032.
- Yokotani-Tomita, K.; Goto, N.; Kosemura, S.; Yamamura, S. e Hasegawa, K. (1998). Growth-promoting allelopathic substance exuded from germinating *Arabidopsis thaliana* seeds. *Phytochemistry*, v. 47, n. 1, p.1-2.