

INTERAÇÕES ALELOPÁTICAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE ALFACE (*Lactuca sativa*, L. cv. Vanda) CULTIVADA EM SOLO CAFEIEIRO

Meire Helena de Oliveira Moreira¹; Gustavo Rennó Reis Almeida¹; Luciane Tavares da Cunha¹&
Roberto Luiz Queiroz¹

¹Eng. Agrônoma do UNIS, Varginha-MG, Brasil

RESUMO

A alfacultura é uma atividade rentável para produtores rurais. Áreas destinadas para o cultivo de alface podem ser aquelas substituídas de lavouras inutilizadas, como os cafeeiros, e estes solos acumulam metabólitos de plantas podendo, assim, exercer efeitos alelopáticos sobre outras culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar interações alelopáticas sobre o desenvolvimento da alface cultivada em solo cafeeiro. O experimento foi conduzido em vasos na cidade de Varginha, MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 8 repetições e três tratamentos utilizando-se solos cultivados com *Coffea arabica*, L., sendo retirados: fora da projeção da copa do cafeeiro (testemunha); na projeção da copa do cafeeiro; e adjacente à raiz do cafeeiro. Aos 47 dias, após transplântio das mudas de alface, foram avaliados: número de folhas, comprimento e volume de raiz. Médias foram comparadas ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey. Foi verificado um melhor desenvolvimento da alface em solo fora da projeção da copa, diferente do solo na projeção que teve redução de 17% do número de folhas e em solo adjacente à raiz, redução de 32%. Quanto ao comprimento da raiz houve uma redução de 35% e volume de 89% em alfases cultivadas em solo adjacente, em relação aos demais tratamentos. A presença de ácido caféico e xantinas nos solos cafeeiros podem agir como aleloquímicos naturais inibindo o desenvolvimento de plantas. Conclui-se que, para um melhor desenvolvimento da cultura de alface, os produtores devem utilizar áreas fora da zona de maior concentração das raízes do cafeeiro.

Palavras-chave: Alfacultura. Aleloquímicos. Solos de cafeeiro.

ABSTRACT

The lettuce cultivation is a profitable activity for farmers. The land used for the cultivation of lettuce can be substituted those of unutilized crops such as coffee and these soils accumulate plant metabolites may thus exert allelopathic effects on other crops. The objective of this study was to evaluate allelopathic interactions on the development of lettuce grown in coffee ground. The experiment was conducted in pots in the city of Varginha, MG. The experimental design was randomized blocks with eight repetitions and three treatments using soil cultivated with *Coffea arabica* L., being removed: off the coffee cup projection (control); the projection cup of coffee; and adjacent to the root of the coffee. At 47 days after transplanting of lettuce seedlings were evaluated: leaf number, length and root volume. Means were compared at a significance level of 5% by Tukey test. There was a better development of lettuce in soil outside the canopy projection, different ground on the projection that was reduced by 17% the number of leaves and in soil adjacent to the roots, reduction of 32%. As for the root length was reduced by 35% and 89% in volume of lettuces grown in soil adjacent to the other treatments. The presence of caffeic acid in the coffee ground and xanthines can act as natural allelochemicals inhibiting the development of plants. We conclude that, for a better development of the lettuce crop, producers must use areas outside the zone of higher concentration of the coffee roots.

Keywords: Lettuce cultivation. Allelochemicals. Coffee soils.

INTRODUÇÃO

A região do Sul de Minas Gerais é uma região predominantemente cafeeira. Contudo, quando o cafeeiro não está mais produzindo, o produtor pode optar pela retirada das plantas de café podendo aproveitar esta área para o cultivo de outras espécies, bem como fazer o arrendamento da área para ser replantada ou até mesmo desmembrar para venda (França et al., 2007).

Em uma área já cultivada podem ocorrer, em alguns casos, efeitos sobre a espécie subsequente que será instalada naquela área. Tais efeitos podem ser benéficos ou maléficos, quando há interação entre plantas de famílias, gêneros e espécies diferentes em uma mesma comunidade.

Estes efeitos podem ser explicados pela alelopatia, que consiste na liberação de compostos bioquímicos pela planta, via exsudação radicular, lixiviação, volatilização e decomposição de tecidos vegetais (Santos et. al., 2003). Estes compostos são chamados de aleloquímicos e são sintetizados, por meio do metabolismo secundário das plantas, em variáveis concentrações, de acordo com a espécie, idade e condições edafoclimáticas do ambiente (Taiz; Zeiger, 2006).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é cultivada em todas as regiões do país. É a principal hortaliça consumida pelos brasileiros, tanto pelos benefícios que ela proporciona em termos de fornecimento de nutrientes e fibras para o organismo, quanto pelo preço reduzido para o consumidor. As mudanças nos hábitos de alimentação dos brasileiros, a evolução de cultivares e sistemas de manejo, tratos culturais, irrigação, espaçamentos, técnicas de colheita e de conservação pós-colheita e o cultivo, tornaram a alface a hortaliça folhosa mais consumida (Resende et al., 2007).

De acordo com Filgueira (2007), a alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça que pertence à família Asteraceae. Esta espécie é uma planta herbácea, delicada, com caule curto onde suas folhas crespas ou lisas se prendem apresentando cor variada, podendo ser roxa ou variados tons de verde, dependendo do cultivo. Seu sistema radicular é superficial e ramificado, atingindo cerca de 25 cm de profundidade do solo quando é transplantada, enquanto na semeadura direta, a raiz pivotante pode se desenvolver até 60 cm de profundidade.

A alface apresenta uma sensibilidade que permite expressar resultados sobre baixas concentrações de compostos alelopáticos, com isso ela é considerada bioindicadora de atividade alelopática (Alves et al., 2004), o que justifica a escolha desta espécie a ser submetida à avaliação alelopática. Sendo assim, ressaltando a importância desta espécie e uma alternativa para complementação de renda para o produtor, o objetivo do presente trabalho foi avaliar possíveis interações alelopáticas sobre a alface, se plantadas em solo cafeeiro.

DESENVOLVIMENTO

Alelopatia e aleloquímicos

Alelopatia é um termo de origem grega *allelon* que significa “de um para outro” e *pathós* que significa “sofrer” (Ferreira; Áquila, 2000). As plantas liberam uma quantidade considerável de

metabólitos primários e secundários no ambiente, seja através das folhas, raízes ou restos vegetais em decomposição. Os metabólitos secundários, em geral, não apresentam ação direta em processos que envolvem o metabolismo primário como a fotossíntese, respiração, transporte de solutos, translocação. Contudo, os produtos do metabolismo secundário têm sido associados às funções ecológicas importantes nos vegetais relacionadas com a defesa contra a herbivoria e ataque de patógenos, bem como podem ser atrativos para animais polinizadores e dispersores de sementes (Taiz; Zeiger, 2006).

Muitos autores definem a alelopatia como sendo a interferência positiva ou negativa que uma planta (doadora) exerce sobre a outra (receptora) modificando algum aspecto natural. Esta interferência se dá pela liberação de aleloquímicos, seja pela exudação de compostos do sistema radicular, volatização, lixiviação ou por restos vegetais decompostos, podendo permanecer por algum tempo no solo (Taiz; Zeiger, 2006). Estes aleloquímicos podem fazer parte de qualquer tecido das plantas e podem ser prejudiciais quando exercem um efeito negativo sobre a cultura de interesse, prejudicando seu crescimento e o desenvolvimento. De acordo com Minassa (2014), esta interação também pode ser positiva quando há supressão de plantas espontâneas que são indesejadas e competem com a cultura de interesse, não se fazendo necessário o uso de herbicidas.

Taiz e Zeiger (2006) descrevem que os metabólitos secundários são divididos em três grupos principais distintos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados, os alcaloides. Alguns alcaloides não são derivados de aminoácidos e sim de uma base nitrogenada, como é o caso da cafeína que se destaca entre os principais alcaloides. A cafeína (1, 3, 7-trimetilxantina) é uma xantina produzida a partir de uma purina sendo um importante alcaloide utilizado na medicina atualmente. Esta faz parte do grupo das metilxantinas e ocorre naturalmente em café, cacau, noz de cola e em folhas de mate. A função fisiológica da cafeína, assim como de outros alcaloides em plantas, ainda não está bem definida, mas diversos estudos apontam que a cafeína age como agente alelopático, anti herbivoria, inseticida natural, molécula armazenadora de nitrogênio e possivelmente como agente à resistência às doenças (Mazzafera et al. 1996).

Os compostos fenólicos, como o ácido cafeico, presentes no cafeeiro e em diversas outras plantas, também podem causar efeitos alelopáticos sobre outras plantas (Barkosky et al. 2000).

Os terpenos ou terpenoides constituem o maior grupo de produtos secundário se uma de suas ações é repelir os herbívoros. Alguns deles constituem os óleos essenciais. A atividade alelopática de muitas plantas tem sido empregada como um substituto natural aos herbicidas para o controle de plantas infestantes.

Alelopatia x café (Coffea canephora L. e Coffea arabica L.)

O cafeeiro é uma planta lenhosa e como a maioria das lenhosas são perenes, ficam expostas por longos períodos às variações do meio em que estão, incluindo o ataque de patógenos e predadores. Esse fato favorece o desenvolvimento de metabólitos secundários os quais as protegem da maioria dos ataques. O cafeeiro tem a xantina cafeína como a principal substância química. Muitas xantinas, por sua vez, têm o poder de inibir o crescimento de plantas, que podem se acumular no solo cafeeiro ao longo do tempo, e podem ser fitotóxicas às radículas de plantas jovens do próprio cafeeiro (Ferreira; Áquila, 2000). A cafeína, assim como outras xantinas, age como poderoso aleloquímico natural, controlando plantas espontâneas dos cafezais (Ferreira; Áquila, 2000).

Ainda são escassos os estudos realizados com o solo cafeeiro para determinar algum potencial alelopático existente. Contudo, há pesquisas crescentes onde são estudados os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de palhada e folhas de café sobre determinadas espécies de plantas. Em um experimento realizado com diferentes concentrações de extratos aquosos extraídos da palha de café (*Coffea canephora* L. e *Coffea arabica* L.) sobre plantas cultivadas e espontâneas, Minassa (2014) concluiu que 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 dessa 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).

Minassa (2014) ainda em outro experimento onde avaliou a influência alelopática de cobertura morta da palha de café (*Coffea canephora* L. e *Coffea arabica* L.) sobre espécies cultivadas e

espontâneas, concluiu 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 devido ao seu efeito inibitório.

May et al. (2011) em estudo realizado para avaliar o efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.), concluíram que a aplicação do extrato de casca de café no primeiro bioensaio estimulou o aumento da biomassa de *C. sativus*, porque aumentou a concentração. O extrato mais concentrado no segundo bioensaio inibiu o desenvolvimento da radícula em todos os tratamentos em comparação ao controle. O extrato de casca de café em baixas concentrações estimulou a germinação e desenvolvimento de *C. sativus* e, em altas concentrações, inibiu seu crescimento e o desenvolvimento.

Santos et al. (2002), avaliando a influência alelopática das coberturas mortas de casca de café (*Coffea arabica* L.) e casca de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre o controle do caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis* L.) em lavoura de café, concluíram que as coberturas mortas de cascas de café e de arroz nas entrelinhas da lavoura de café propiciam inibição da germinação ou estímulo ao crescimento do *A. viridis*. A cobertura morta de casca de arroz possibilita maior inibição do nível de infestação do *A. viridis* do que a casca de café. A cobertura morta de casca de café propicia maior estímulo ao crescimento das plantas e à produção de matéria seca da parte aérea do *A. viridis* do que casca de arroz. A produtividade do café aumenta quando são aplicadas coberturas mortas de casca de café ou de casca de arroz incorporadas ao solo.

Pereira et al. (2008), em estudo do efeito do extrato de casca de café no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro, concluíram que o extrato não afetou a germinação, entretanto inibiu o crescimento micelial do fungo causador da cercosporiose do cafeeiro, proporcionalmente ao aumento das concentrações. Mudanças tratadas com o extrato de casca de café apresentaram picos de atividade da peroxidase aos 11 dias após a aplicação dos tratamentos. Ainda, foi observado que o extrato também induziu a resistência em mudas de cafeeiro contra *C.*

coffeicola. Sob diversas formas de aplicação e concentrações, extratos de café podem exercer efeito alelopático negativo e, em alguns casos, efeitos positivos estimulantes sobre plantas de espécies distintas.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento

O experimento foi conduzido em campo aberto na cidade de Varginha, MG. O delineamento experimental foi feito em DBC (delineamento em blocos ao acaso) contendo 3 tratamentos com 8 repetições, perfazendo um total de 24 repetições. Cada tratamento consistiu de solo cultivado com café (*Coffea arabica*, L.), sendo o tratamento A, solo retirado fora da projeção da copa do cafeeiro no meio da linha do café (testemunha); tratamento B, solo retirado na projeção da copa do cafeeiro; e tratamento C, solo retirado adjacente à raiz do cafeeiro. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com 25 cm de profundidade, 22 cm diâmetro superior e 13 cm de diâmetro inferior, totalizando aproximadamente 4 kg de solo em casa vaso.

As mudas de alface (*Lactuca sativa*, L. cv. Vanda) foram adquiridas do Viveiro Ponte Alta localizado na cidade de Alfenas, MG. As mudas utilizadas foram do grupo crespa com 25 dias após a semeadura. A escolha das mudas deu-se pela altura de planta, de forma aleatória. O transplântio foi feito em vasos, sendo cada unidade experimental constituída por uma planta por vaso, dispostas em campo aberto onde permaneceram por 47 dias.

Antes da retirada do solo, foram retiradas amostras na profundidade de 0 a 20 cm do talhão utilizando um trado tipo sonda. Foram retiradas subamostras com caminhamento em zig zag, e foram homogeneizadas para formar uma amostra composta. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao laboratório da Fundação Procafé, onde foram submetidas à análise química.

Coleta do solo

O solo utilizado no experimento foi coletado na Fazenda Santa Ismênia, situada no município de Três Corações, MG, cuja característica é um latossolo vermelho argiloso. O talhão escolhido continha a variedade do café Mundo Novo com idade de aproximadamente 25 anos, espaçamento de 4,00 m x 1,00 m.

O solo retirado para compor as unidades experimentais de fora da projeção da copa (solo A) foi retirado no meio da linha do café, aproximadamente aos dois metros de distância do cafeeiro escolhido. O solo da projeção da copa (solo B) foi retirado alinhado à saia do cafeeiro que continha aproximadamente 1m do caule ao limite externo da copa. O solo adjacente à raiz (solo C) foi colhido entre 0,50 m a 1,10 m de profundidade, bem rente à raiz do cafeeiro. Para as medições foi utilizada uma trena manual.

Parâmetros analisados

Aos 47 dias do transplântio das mudas de alface, foram avaliadas os seguintes parâmetros: massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) expressas em gramas, em que foram determinadas em balança eletrônica semi-analítica, após a lavagem e retirada do excesso de água e solo; massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) expressas em gramas, determinadas em balança eletrônica semi-analítica, após secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, por 72 horas até obter o peso da massa constante. Ainda foram avaliados: número de folhas (NF) por meio de contagem manual de todas as folhas por planta; comprimento da raiz (CR) expressa em centímetros, mensurada com uma régua graduada; volume de raiz (VR) expresso em ml e determinado colocando-se as raízes em uma proveta graduada com um volume de 1000 ml, sendo preenchido com 350 ml de água. Pela diferença obteve-se a resposta direta do volume de raízes, pela equivalência de unidades (1 ml = 1 cm³), segundo metodologia descrita por Basso (1999).

Análise estatística

As comparações estatísticas foram submetidas à análise de variância através do programa Assistat, versão 7.7. As médias foram comparadas ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química da amostra composta de solo realizada pelo laboratório da Fundação Procafé podem ser observadas na Tabela 1, em que se observa teores médios dos valores encontrados e que otimiza o rendimento da cultura, com exceção do nutriente fósforo que se mostrou em baixo teor. Ainda, de acordo com os resultados, observa-se nas Tabelas 2 e

3, que o solo C (adjacente à raiz) diferiu significativamente, em todos os parâmetros avaliados, dos solos A (meio da linha do café) e B (projeção da copa). Estes resultados sinalizam uma possível ação de efeitos alelopáticos provocados por aleloquímicos presentes no solo, os quais podem ter sido exsudatos por raízes do cafeeiro, assim como provenientes de outras partes da planta como grãos e folhas através da deterioração dessas partes.

Segundo estudo de Mazzafera et al. (1996), o café é constituído por mais de 700 substâncias, dentre elas alcaloides como a cafeína, teofilina, teobromina, paraxantina, escopoletina, os ácidos caféico, clorogênico cumárico, alifático, ferúlico, p-hidroxibenzóico, vanílico e também aminoácidos, lipídeos e minerais, podendo ser alocados em todos os tecidos da planta.

Tabela 1. Características químicas de amostra composta de solo que constituiu os tratamentos: solo A (fora projeção da copa), solo B (sob projeção da copa) e solo C (adjacente à raiz).

Amostra	pH	M.O	P _{resina}	K	Al ³⁺	H+Al	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂	dag/Kg	mg/dm ³	mg/dm ³	(Cmol _c /dm ³)						
Solo	5,8	6,92	6,72	204	0,00	1,64	11,52	2,18	15,87	14,22	89,70

Fonte: Laboratório Fundação Procafé.

Tabela 2. Valores médios do volume de raiz (VR), comprimento de raiz (CR) e número de folhas (NR) de alface cv. Vanda sob o efeito dos tratamentos. UNIS, 2015.

Tratamentos	VR (ml)	CR (cm)	NF (un)
Solo A – Fora projeção da copa	9,13 b	25,25 b	15,75 b
Solo B – Projeção da copa	13,37 b	25,58 b	13,00 ab
Solo C – Adjacente à raiz	1,00 a	16,75 a	10,75 a

* As médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios da massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) de alface cv. Vanda, sob o efeito dos tratamentos. UNIS, 2015.

TRATAMENTOS	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
Solo A – Fora projeção copa	48,95 b	2,15 b	9,75 b	1,92 b
Solo B – Projeção da copa	37,07 b	2,03 b	6,87 b	1,91 b
Solo C – Adjacente à raiz	10,85 a	0,54 a	1,87 a	0,39 a

* As médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a análise química, o solo deste experimento apresentou baixo teor de fósforo ($6,72 \text{ mg/dm}^3$) para a cultura do café que corrobora com Oliveira et al. (2009). Plantas com deficiência de fósforo podem liberar substâncias no meio como um mecanismo de adaptação à baixa disponibilidade desse nutriente. A quantidade e a qualidade desses exsudatos liberados pela raiz alteram a química da rizosfera e a interação e a população de micro-organismos que tornam possível a disponibilidade desse nutriente para a planta. Este fato pode justificar a presença de aleloquímicos no solo comprometendo o crescimento das plantas do tratamento Solo C, bem como a diferença significativa nas variáveis VR, CR e NF em relação aos demais tratamentos.

As sementes de café possuem maior quantidade de cafeína, a qual pode exercer efeito alelopático em diversas espécies vegetais (Mazzafera et al., 1996). De acordo com Ferreira e Áquila (2000) o modo de ação dos aleloquímicos pode ser direto ou indireto, podendo atribuir em ação indireta as alterações ocorridas nas propriedades químicas e nutricionais do solo. Isso pode explicar a diferença em todas as variáveis do tratamento Solo C, em relação aos Solos A e B, em que aleloquímicos como a cafeína podem estar em maior concentração, alterando a química do solo e prejudicando a disponibilidade de nutrientes às plantas. Este fato se deve à forte adesão da cafeína nas argilas do solo, havendo saturação desse alcaloide no solo sob a projeção, ocorrendo o contrário no solo coletado a dois metros. Esta observação deve justificar o melhor desenvolvimento das plantas de alface em todas as variáveis para o solo A, provavelmente por ter menor teor de cafeína (Tabela 3).

O comprimento da raiz (CR) do solo C teve redução de 35% em relação aos demais tratamentos, sendo que os solos A e B não diferiram entre si. Este resultado está em concordância com Minassa (2014) que, trabalhando com alface, relata não haver inibição do crescimento da radícula, porém as sementes de alface se mostraram sensíveis aos extratos aquosos de palha de café arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* L.) em diferentes concentrações, observando-se a diminuição no comprimento da radícula e também plântulas anormais. Minassa (2014) também constatou que houve redução no crescimento da radícula das espécies pepino (*Cucumis sativus* L.), quando aplicados extratos aquosos da palha do café conilon (*Coffea canephora* L.) nas concentrações 25 e 100% (v/v), e este fato pode ser devido ao teor mais alto de concentração de cafeína nesta espécie em relação ao café arábica (*Coffea arabica* L.). Em resultados também encontrados por May et al. (2011), houve redução do comprimento da radícula de pepino (*Cucumis sativus* L.) aplicando extratos aquosos da casca de café sobre as sementes, acontecendo o inverso para as sementes semeadas em vasos com substratos, onde os extratos não atuaram negativamente. Rodrigues et al. (2011), encontraram resultados semelhantes avaliando efeitos alelopáticos de extratos de folhas frescas e folhas secas do cafeeiro sobre sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill), obtendo redução significativa do comprimento da radícula em resposta aos extratos, sendo a inibição maior quando aplicado o extrato de folhas secas.

Compostos fenólicos estão presentes em uma grande variedade de plantas e também podem exercer efeitos alelopáticos sobre outras plantas. Um desses componentes pode ser o ácido cafeico, conforme confirmado por Barkosky et al. (2000) que observaram a redução do comprimento de raiz e comprimento da parte aérea de plantas de *Euphorbia esula* quando tratadas com solução aquosa na concentração de 0,25 mm³ de ácido caféico extraído de *Antennaria microphylla*, quando comparado com plantas tratadas ao nível de 0,1 mm³.

Para o volume de raiz (VR) que expressa o tamanho do sistema radicular, verificou-se uma diferença de 93% do solo C em relação aos outros. Ainda, para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR), quando plantadas em solo C, foram observadas diferenças significativas em relação aos demais solos (Tabela 4). Os aleloquímicos liberados pela decomposição das plantas são alocados

de forma desuniforme no ambiente e concentram-se nas proximidades dos resíduos decompostos, assim a extensão do efeito dos aleloquímicos depende do maior ou menor contato das raízes das plantas (Oliveira, 2011). Estes fatos podem explicar a perda significativa da massa fresca e seca da raiz e massa fresca e seca da parte aérea da planta cultivada em solo C em relação aos demais tratamentos, pois os aleloquímicos podem desencadear mudanças na relação água-planta, promovendo distúrbios nas membranas das células das raízes e causando diminuição significativa da biomassa vegetal e área foliar. Foi observado anteriormente que o volume de raiz (VR) e o comprimento da raiz (CR) em solo C foram menores em 89% e 34% respectivamente em relação ao cultivo em solo A; e 93% e 35% respectivamente, em relação ao solo B, devido ao contato com uma quantidade maior de aleloquímicos locais. Este fato pode ser também elucidado por Filho et al. (2008), quando concluem que a presença de plantas de *Cyperus rotundus* L. pode interferir na germinação, crescimento e desenvolvimento das plantas de alface cv Lucy Brown, resultado que difere da convivência nos períodos iniciais entre a cultura e as plantas infestantes, onde há associação a uma indução do desenvolvimento de área foliar e pode não expressar a redução de produtividade no final do ciclo da alface cv Lucy Brown.

Barkosky et al. (2000) demonstraram que o ácido caféico (ácido 3,4-di-hidroxicinâmico) pode alterar a atividade radicular inibindo a absorção de fosfato e potássio por despolarização das membranas da raiz. Este fato pode justificar o menor aporte de massa fresca e seca da raiz e parte aérea das plantas de alface plantadas em Solo C, pela baixa absorção de macronutrientes essenciais. Barkosky et al. (2000) quando avaliaram os efeitos alelopáticos do ácido cafeico extraído da *Antennaria microphylla* aplicados em *Euphorbia esula*, constataram que a exposição a 0,1 mm³ e 0,25 mm³ de ácido cafeico por 30 dias reduziu a área foliar, massa foliar, massa radicular, comprimento da raiz, comprimento da parte aérea e peso total de plantas tratadas, quando comparados com as testemunhas. Estes resultados corroboram com os encontrados por Maia et al. (2010) quando atestaram que a emergência de plântulas de alface foi significativamente prejudicada quando plantadas em solo coletado em área cultivada com hortelã, se comparada com o solo coletado em áreas adjacentes, concordando também com Queiroz (2015) que observou redução de 35% na massa fresca da parte aérea de alface

produzida em solo cultivado com manjeriço precedendo o arranquio das plantas de manjeriço; e 45% em solo cultivado com manjeriço com posterior incorporação das folhas, em relação à testemunha. Estes resultados elucidam a redução das massas frescas da parte aérea e da raiz e massas secas da parte aérea e da raiz sob tratamento Solo C, se comparadas aos Solos A e B, pois os aleloquímicos podem causar efeitos fisiológicos na planta e em seu metabolismo, podendo prejudicar ainda seu desenvolvimento e causar a redução no aporte de massa fresca e seca das plantas. Em solo C, as plantas podem ter sido prejudicadas pelo desequilíbrio no mecanismo de difusão das raízes e conseqüentemente prejudicando a absorção de água e macronutrientes.

Rosa et. al (2006) identificaram em extratos aquosos provenientes das folhas, caules e raízes de *Coffea arabica* L., a presença de componentes como cafeína e dentre outros os quais podem ter inibido a germinação e o crescimento de radículas de arroz e alface. Assim a alface pode ser uma planta sensível a efeitos alelopáticos o que pode explicar a redução de 78% de massa fresca da parte aérea, 75% da massa fresca da raiz, 81% massa seca da parte aérea e 80% da massa seca da raiz em solo C em relação aos solos A e B.

Ainda, de acordo com Almeida (2008), a ação dos aleloquímicos tem ampla variação e as reações bioquímicas são alteradas por eles, podendo resultar em modificações fisiológicas nas plantas, como na divisão e diferenciação celular, na permeabilidade das membranas, na atividade enzimática e captação de íons e culminado na redução ou inativação da germinação e crescimento das plantas, o que pode explicar também a perda significativa das massas fresca e seca da parte aérea e das massas fresca e seca da raiz em solo C.

Pires e Oliveira (2011) relatam que muitos pesquisadores inferem que as plantas sofrem estresses bióticos e abióticos como temperatura, disponibilidade de água e nutrientes, radiação solar, ataque de pragas e patógenos durante seu desenvolvimento e isso faz que essas plantas aumentem a produção de metabólitos secundários e os excretem no ambiente, e os solos que compuseram os tratamentos deste experimento foram colhidos de um cafeeiro com 25 anos de idade.

CONCLUSÕES

As plantas de alface cv. Vanda, quando plantadas em solo retirado adjacente à raiz do cafeeiro têm o seu crescimento consideravelmente inibido. Desta forma indica que houve interferência no desenvolvimento de planta, provavelmente pela presença de aleloquímicos contidos no solo provenientes do cafeeiro. Assim, para um melhor desenvolvimento da cultura de alface, os produtores devem utilizar áreas fora da zona de maior concentração das raízes do cafeeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, G. D. D. et al. (2008). Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. *Revista Fac. Nal. Agr. Medellín*, Colômbia, v. 61, n. 1, p. 4237-4247.

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. 11, p. 1083-1086.

Barkosky, R. R.; Einhellig, F. A.; Butler, J. L. (2000). Caffeic acid-induced changes in plant–water relationships and photosynthesis in leafy spurge *Euphorbia esula*. *Journal of Chemical Ecology*, v. 26, n. 9, p. 2095-2109.

Basso, S. M. S. (1999). *Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC. e Lótus L.* 268 p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Ferreira, A. G.; Áquila, M. E. A. (2000). Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 12 p. 175-204.

França, A. C. et al. (2007). Efeitos de restos culturais de milho no desenvolvimento inicial de cafeeiros. *Revista Scientia Agraria*, v. 8, n. 3, p. 247-255.

Filgueira, F. A. R. (2007). *Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa - MG: Ed. UFV, 421p.

Filho, A. L. M. et al. (2008). Produtividade de alface cv Lucy Brown influenciada por períodos de convivência com plantas infestantes e potencial alelopático da tiririca. *Bioscience Journal*, v. 24, n. 3, p. 19-23.

Maia, et al. (2010). Influência alelopática de hortelã (*Mentha x villosa* Huds.) sobre emergência de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 13, n. 3, p. 253-257.

Mazzafera, P. et al. (1996). PARA QUE SERVE A CAFEÍNA EM PLANTAS? *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal*, v. 8, n. 1, p. 67-78.

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*, v. 9, n. 2, p. 180-186.

Minassa, E. M. C. (2014). *Efeito alelopático da palha de café (Coffea canephora L. e Coffea arabica L.) sobre plantas cultivadas e espontâneas*. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

Oliveira, C. A. D. et al. (2009). Diversidade bacteriana da rizosfera de genótipos de milho contrastantes na eficiência de uso de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 44, n. 11, p. 1473-1482.

Pereira, A. et al. (2008). Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n 10, p. 1287-1296.

Pires, N. M. ; Oliveira, V. R. (2011). *Biologia e manejo de plantas daninhas: Alelopatia*. Cap. IV. Curitiba, PR: Ed. Omnipax, 345 p.

Queiroz, R. L. (2015). *Alelopatia de manjeriço e uso do preparado homeopático Nux vomica em alface*. 78 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu.

Resende, F. V.; Saminêz, T. C. O.; Vidal, M. C.; Souza, R. B. De; Clemente, F. M. V. (2007). Cultivo do alface em sistema orgânico de produção. Brasília, DF: *Embrapa Hortaliças*, 16 p.

Rodrigues, M. S.; Peron, F; Bido, G. S.; Lúcio, L. C. (2011). Avaliação do efeito alelopático do extrato aquoso de *Coffea arabica* L. sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max* L. Merrill). *Anais*. In: VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar.

Rosa, S. D. V. F. D. et al. (2006). Inibição do desenvolvimento in vitro de embriões de *Coffea* por cafeína exógena. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p. 177-184.

Santos, C. C.; Souza, I. F.; Alves, L. W. R. (2003). Efeitos de restos de culturas de milho sobre o crescimento de plantas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 5, p. 991-1001.

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*, v. 37, n. 6, p. 783-790.

Taiz, L.; Zeiger, E. (2006). *Fisiologia vegetal*. 3ª. ed. Porto Alegre: Ed. Artmed. 722 p.