



Características fisiológicas de plantas daninhas e culturas após fumigação do solo

Edson Aparecido dos Santos¹, Leandro Galon^{2*}, Evander Alves Ferreira³, César Tiago Forte⁴, José Barbosa dos Santos⁵, Jorge Marcelo Padovani Porto³, Cícero Teixeira Silva⁶.

Resumo - Objetivou-se com o trabalho avaliar as características fisiológicas de espécies de plantas daninhas (*Ageratum conyzoides* L., *Bidens pilosa* L., *Cenchrus echinatus* L., *Conyza bonariensis* L., *Echinochloa crus-galli* L., *Eleusine indica* L., *Ipomoea grandifolia* L. e *Lolium multiflorum* L.) e das culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) em solo fumigado e não fumigado. Aos 50 dias após a emergência das plantas, foram realizadas avaliações no terço médio das folhas completamente expandidas, utilizando-se um analisador de gases no infravermelho. Nessa ocasião, foram determinadas: a concentração de CO₂ subestomática, a taxa fotossintética, o CO₂ consumido e o CO₂ na câmara de avaliação, a condutância estomática de vapores de água, o gradiente entre temperatura da folha e do ar, a taxa de transpiração e a eficiência do uso da água. As variáveis fisiológicas do feijão e do milho foram afetadas negativamente pela esterilização dos solos. Entre as plantas daninhas avaliadas apenas o azevém sofreu influência da esterilização.

Palavras-chave: associações micorrízicas, fisiologia de plantas, esterilização do solo.

Effect of soil fumigation in physiological characteristics of weeds and crops

Abstract - This work aims to evaluate the physiological characteristics of weeds (*Ageratum conyzoides* L., *Bidens pilosa* L., *Cenchrus echinatus* L., *Conyza bonariensis* L., *Echinochloa crus-galli* L., *Eleusine indica* L., *Ipomoea grandifolia* L. and *Lolium multiflorum* L.) and crops (bean and maize) in soil fumigated and not fumigated. At 50 days after emergence, evaluations were made in the middle third of the first fully expanded leaves. For it was used an infrared gas analyzer. Were determined substomatal CO₂ concentration, photosynthetic rate, and calculated the CO₂ used from the reference values of CO₂ and CO₂ in the evaluation

¹ Professor do Instituto de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Campus Monte Carmelo/MG.

² Professor do Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Erechim/RS, ERS 135, km 72, número 200, Caixa Postal 764, CEP.: 99700-970, Interior de Erechim, e-mail: leandro.galon@uffs.edu.br. Bolsista em produtividade de Pesquisa do CNPq.

³ Doutor, Bolsista PNPd, Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Campus-JK, Diamantina/MG.

⁴ Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

⁵ Professor do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Campus-JK, Diamantina-MG. Bolsista em produtividade de Pesquisa do CNPq.

⁶ Estudante de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Campus-JK, Diamantina-MG.

chamber, stomatal conductance to water vapor, the temperature gradient between leaf and air, transpiration rate, calculated yet the efficiency of water use. The physiological variables of beans and corn were negatively affected by sterilization of soil and related weeds, the ryegrass was influenced by sterilization.

Keywords: mycorrhizal associations, physiology plant, soil sterilization.

Introdução

As plantas daninhas infestantes de culturas apresentam habilidade competitividade, rápida adaptação, estabelecimento e perpetuação. Diversas características dessas espécies fazem com que elas sejam mais eficientes no uso de fatores do ambiente e, desse modo, mais competitivas do que as plantas cultivadas em um mesmo nicho ecológico. As plantas daninhas possuem elevada capacidade de produção de sementes, germinação escalonada, rápido desenvolvimento inicial, manutenção da viabilidade no solo por longo tempo e diversos mecanismos de dispersão dos propágulos no tempo e no espaço (PEREIRA-NETTO, 2002).

Estudos têm apontado a contribuição de microrganismos do solo nos processos de liberação de nutrientes para as plantas (AQUINO e ASSIS, 2005; REIS et al., 2009). Ressalta-se que há uma complexidade nas relações entre microrganismos do solo e espécies vegetais nos agroecossistemas (AQUINO; ASSIS, 2005). Portanto, espera-se que as características de adaptabilidade de plantas daninhas sejam influenciadas diretamente por microrganismos do solo e que os tratos culturais, quando adotados de maneira imprópria, ocasionem nas lavouras interferência negativa sobre a microbiota do solo.

A comunidade microbiota edáfica destaca-se pela versatilidade adaptativa à mudança de fatores como pH, umidade, concentração de determinado elemento, temperatura, dentre outras características, sendo muitas vezes protegida e estimulada pela comunidade vegetal presente (AQUINO; ASSIS, 2005). Em cada grama de solo pode haver mais de 10.000 espécies de microrganismos (TORSVIK et al., 1990), o que representa cerca de 85% da biomassa e 90% do fluxo de CO₂ entre os componentes bióticos responsáveis pela decomposição de serapilheira (PAOLETTI; BRESSAN, 1996).

Segundo Arthur et al. (2000) ocorre exsudação constante e relativa de nutrientes da planta para o solo caracterizando o efeito rizosférico na interface solo-raiz, resultando na proliferação da comunidade microbiana naquela região. Dessa forma, o número de microrganismos nos solos rizosféricos, região sobre influência direta da raiz, é normalmente cinco a dez vezes maiores do que naqueles não-rizosféricos, podendo, em alguns casos, chegar a mais de 100 vezes (ANDERSON et al., 1993). Assim, parcela significativa da competição entre plantas ocorre abaixo da superfície do solo, onde as rotas de ativação da expressão de genes em resposta à competição por água e nutrientes ainda não são completamente elucidadas e o sistema radicular exerce papel fundamental no processo competitivo (BIANCHI et al., 2006).

Estabelecida a competição entre plantas, a existência ou não de uma associação com microrganismos do solo pode ser decisiva, principalmente, para a absorção de nutrientes de difícil interceptação como o fósforo. Ribeiro e Mendonça (2007) destacaram que a associação entre microrganismos do solo e plantas é muito importante na disponibilidade de nutrientes minerais às espécies vegetais, principalmente, nitrogênio e micronutrientes. Para Siqueira e Franco (1988), a sobrevivência e a capacidade produtiva dos vegetais estão condicionadas aos microrganismos do solo a eles associados.

Nesse mesmo sentido, Kao e Ko (1983) observaram que o tratamento do solo com brometo de metila exterminou esporos de fungos, comprometendo a supressividade natural do solo. Por outro lado, essa microbiota é eficiente na utilização de fatores do meio, como água, oxigênio e, principalmente, elementos minerais. Assim, a relação entre microrganismo e planta pode desfavorecer a absorção de elementos pelas raízes das plantas daninhas, prejudicando o desenvolvimento de algumas espécies que não dependem de relações mutualísticas. Portanto, as plantas podem responder de forma diferenciada a técnica de fumigação do substrato para seu crescimento e desenvolvimento. A esterilização do solo elimina qualquer tipo de interação entre plantas e microrganismos, como as associações micorrízicas responsáveis pelo incremento na absorção de água e nutrientes.

Desse modo, aumenta-se a capacidade competitiva, especialmente, em ambiente com limitação de água, considerando que as interações entre plantas e microrganismos são extremamente importantes na disponibilidade de recursos ao meio e qualquer interferência no equilíbrio das espécies altera até mesmo a fisiologia das plantas.

São vários os fatores que influenciam nas características relacionadas a fisiologia das plantas e conseqüentemente na atividade fotossintética, seja de modo direto ou indiretamente, como deficiência hídrica, estresse térmico (LORETO; BONGI, 1989), concentração interna e externa de gases (KIRSCHBAUM; PEARCEY, 1988), competição entre plantas por modificar a composição e intensidade da luz (SHARKEY e RASCHKE, 1981; GALON et al., 2013), influência de herbicidas no metabolismo das plantas (CONCENÇO et al., 2009; GALON et al., 2013), entre outros.

A hipótese do trabalho é que a fumigação de solo influencia de forma negativa as características relacionadas a fisiologias das plantas daninhas e das plantas cultivadas.

Sendo assim, objetivou-se com o trabalho avaliar as características fisiológicas de espécies de plantas daninhas (*Ageratum conyzoides* L., *Bidens pilosa* L., *Cenchrus echinatus* L., *Conyza bonariensis* L., *Echinochloa crus-galli* L., *Eleusine indica* L., *Ipomoea grandifolia* L. e *Lolium multiflorum* L.) e das culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) em solo fumigado e não fumigado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Microbiologia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se amostras de solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, no ano de 2007.

Previamente, efetuou-se a análise química e física do solo obtendo-se os seguintes resultados: pH (H₂O) de 5,1; teor de matéria orgânica de 2,18 daq kg⁻¹; P, K e Ca de 0,5; 16 e 0,1 mg dm⁻³, respectivamente; Mg, Al, H+Al e CTC_{total} de 0,0; 1,1; 6,18 e 6,09 cmolc dm⁻³, respectivamente. A análise granulométrica indicou a seguinte proporção: argila, 39%; silte, 13%; areia fina 15% e areia grossa, 33%; classificando a amostra como argilo arenosa.

As amostras de solo foram fumigadas por 72 horas com brometo de metila 98% + cloropicrina 2% (Bromex[®]) na dose de 2,5 cm³ L⁻¹, utilizando-se caixa de policloreto de vinila (PVC). Em seguida, o solo foi transferido para vasos com capacidade para 6,0 L, sem adubação. Concomitantemente foram preenchidos vasos com o mesmo solo, porém não fumigado. Para a semeadura das espécies, as sementes foram

previamente desinfetadas com hipoclorito de sódio a 10% por 10 minutos, após imersão em álcool 70% por 40 segundos, seguido de três lavagens com água destilada (AGRIOS, 1997).

Os tratamentos, em número de 20 (10 espécies de plantas e os dois solos um fumigado e outro não fumigado) foram compostos pela combinação de oito espécies vegetais, consideradas plantas daninhas infestantes nas principais culturas tropicais (*Ageratum conyzoides* L., *Bidens pilosa* L., *Cenchrus echinatus* L., *Conyza bonariensis* L., *Echinochloa crus-galli* L., *Eleusine indica* L., *Ipomoea grandifolia* L. e *Lolium multiflorum* L.) e duas culturas (*Phaseolus vulgaris* L. var. Ouro vermelho e milho *Zea mays* L. var. UFV - M100), cultivados em solo sujeito ou não à fumigação. As unidades experimentais foram dispostas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada tratamento.

Em cada vaso foram semeadas 10 sementes da espécie avaliada, após emergência das plântulas foi efetuado o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. Durante a realização do experimento, todos os cuidados referentes ao desenvolvimento das plantas foram tomados. A irrigação foi feita com água destilada, para manter a umidade dos vasos em capacidade de campo, sempre que necessário.

Aos 50 dias após a emergência, foram realizadas as avaliações no terço médio da primeira folha completamente expandida. Foi utilizado o analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA 4 (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK), em casa de vegetação aberta, permitindo livre circulação do ar. Nessa ocasião foram determinadas a concentração de CO₂ subestomática (C_i - μmol mol⁻¹), a taxa fotossintética (A - μmol m⁻² s⁻¹), o CO₂ consumido (ΔC-μmol mol⁻¹) a partir dos valores de CO₂ de referência e CO₂ na câmara de avaliação, a condutância estomática de vapores de água (G_s - mol m⁻¹ s⁻¹), o gradiente entre temperatura da folha e do ar (DT), a taxa de transpiração (E - mol H₂O m⁻² s⁻¹) e a eficiência do uso da água (EUA - mol CO₂ mol H₂O⁻¹). A EUA foi calculada utilizando-se a relação entre os valores de A/E. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e quando significativas aplicou-se o teste F a 5 % de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

A concentração de CO₂ subestomática (C_i), o gradiente entre temperatura da folha e do ar (DT), a condutância estomática (G_s) e a eficiência no uso da água (EUA) pelas plantas de milho não foram afetados pela fumigação do solo (Tabela 1). No entanto, o CO₂ consumido (ΔC) e a taxa transpiratória (E) apresentaram diferenças, sendo que no solo não fumigado estas variáveis demonstraram valores maiores em relação ao solo não fumigado. Já a taxa fotossintética ocorreu o inverso, ou seja, o solo fumigado apresentou melhor desempenho em relação ao solo não fumigado.

Nos solos fumigados ocorre a eliminação da associação entre as plantas e as micorrizas, a qual é extremamente importante para algumas espécies, aumentando a absorção de nutrientes e água, ou mesmo a fixação biológica de nitrogênio. Consequentemente, a presença da microbiota no solo favorece o crescimento vegetal (ANDERSON et al., 1993). No entanto, é amplamente discutida no meio científico a importância da associação entre microrganismos do solo e plantas (SOUTO et al., 2008), principalmente em condições de baixa fertilidade como o solo em questão. A fotossíntese e, consequentemente, a respiração dependem do fluxo de CO₂ e O₂ entrando e saindo da célula. Esse fluxo livre é função da concentração desses gases nos espaços intercelulares dependentes da abertura estomática, controladora majoritária do fluxo de gases

(MESSINGER et al., 2006). Esta, por sua vez, é em grande parte controlada pela turgescência tanto das células-guarda (que controlam a abertura dos estômatos) como das células epidérmicas dos estômatos (HUMBLE; HSIAO, 1970). Um potencial hídrico baixo, que induz o fechamento estomático, reduz a condutância foliar, inibe a fotossíntese e também a respiração (ATTRIDGE, 1990). A taxa fotossintética está diretamente relacionada ao ΔC , ou seja, quanto maior o CO_2 consumido maior a taxa fotossintética.

As plantas de feijão crescidas em solo não esterilizado apresentaram maior A, Gs e EUA (Tabela 2). A eficiência do uso da água é caracterizada como a quantidade de água evapotranspirada por uma cultura para a produção de certa quantidade de massa seca. Assim, culturas mais eficientes no uso da água produzem mais massa seca por grama de água transpirada. O uso mais eficiente da água está diretamente relacionado ao tempo de abertura estomática, pois, enquanto a planta absorve CO_2 para a fotossíntese, a água é perdida por transpiração, com intensidade variável, dependendo do gradiente de potencial entre a superfície foliar e a atmosfera, seguindo uma corrente de potenciais hídricos (PEREIRA-NETTO et al., 2002).

Tabela 1. Efeito da fumigação ou não do solo nas características relacionadas a fisiologia de plantas de milho.

Variáveis fisiológicas	<i>Zea mays</i> - milho	
	Solo não fumigado	Solo fumigado
Concentração de CO_2 subestomática - Ci	77,00 a ¹	97,50 a
Taxa fotossintética - A	66,46 b	68,47 a
CO_2 consumido - ΔC	164,50 a	133,00 b
Gradiente de temperatura da folha e do ar - DT	1,30 a	1,33 a
Condutância estomática de vapores de água - Gs	1,45 a	1,32 a
Taxa de transpiração - E	10,41 a	7,72 b
Eficiência do uso da água - EUA	9,40 a	8,85 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Efeito da fumigação ou não do solo nas características relacionadas a fisiologia de plantas de feijão.

Variáveis fisiológicas	<i>Phaseolus vulgaris</i> - feijão	
	Solo não fumigado	Solo fumigado
Concentração de CO_2 subestomática - Ci	204,00 a ¹	222,50 a
Taxa fotossintética - A	38,58 a	22,63 b
CO_2 consumido - ΔC	120,50 a	85,25 a
Gradiente de temperatura da folha e do ar - DT	1,30 a	1,27 a
Condutância estomática de vapores de água - Gs	1,88 a	0,98 b
Taxa de transpiração - E	6,38 a	5,74 a
Eficiência do uso da água - EUA	6,01 a	4,07 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Wright et al. (1998), ao estudar a influência da colonização micorrízica na biomassa e fotossíntese em *Trifolium repens* (trevo-vermelho), verificaram relação direta entre a taxa fotossintética e a porcentagem de associação. Porém, não houve evidência de que o carbono adicional fosse convertido em acúmulo de biomassa, sugerindo que esse carbono foi alocado ao fungo micorrízico presente.

Em condições de campo, a associação de fungos micorrízicos à soja ou feijão é de extrema importância, visto que, em geral, as leguminosas possuem pêlos radiculares curtos ou escassos, podendo ser mais dependentes de micorrizas para absorverem nutrientes do solo (BAYLIS, 1975). Essa situação se agrava quando há competição por nutrientes entre a cultura e as plantas daninhas, em que é essencial a maior exploração do solo pelas raízes.

Ao avaliar as características fisiológicas de *C. echinatus* (capim-carrapicho) crescidas ou não em solos esterilizados não foi observada diferenças entre os tratamentos para nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito da fumigação ou não do solo nas características relacionadas a fisiologia de plantas de *Cenchrus echinatus*.

Variáveis fisiológicas	<i>Cenchrus echinatus</i> – capim-carrapicho	
	Solo não Fumigado	Fumigado
Concentração de CO ₂ subestomática - Ci	64,75 a ¹	85,75 a
Taxa fotossintética - A	97,67 a	81,68 a
CO ₂ consumido - ΔC	75,50 a	73,50 a
Gradiente de temperatura da folha e do ar - DT	1,33 a	1,30 a
Condutância estomática de vapores de água - Gs	0,64 a	0,71 a
Taxa de transpiração - E	10,41 a	11,03 a
Eficiência do uso da água - EUA	9,76 a	7,43 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Algumas espécies de plantas daninhas conseguem se adaptar facilmente às condições adversas do meio onde estão inseridas, pois não foram melhoradas geneticamente ao longo dos anos e, conseqüentemente, não perderam a capacidade de sobreviver em ambientes inóspitos; ao contrário das culturas de interesse agrícola que são melhoradas de acordo com os interesses do homem (SANTOS; CURY, 2011).

Para *A. conyzoides* (mentrasto) observou-se diferença apenas em relação a concentração de CO₂ subestomática - Ci, para o qual, o solo esterilizado resultou em maior concentração interna de CO₂ (Tabela 4). A Ci é considerada variável fisiológica influenciada por fatores ambientais, como disponibilidade hídrica, de luz e energia, entre outros (OMETTO et al., 2003). Há uma relação inversa entre Ci e ΔC, isto é, quanto maior o Ci menor o ΔC. No entanto, em *A. conyzoides* não foi observada diferença significativa entre o solo fumigado e o não fumigado para ΔC.

Para *E. indica* (capim-pé-de-galinha), as plantas crescidas em solo não fumigado apresentaram maior Ci e DT e menor ΔC, diferindo das plantas em solo esterilizado (Tabela 5).

Tabela 4. Efeito da fumigação ou não do solo nas características relacionadas a fisiologia de plantas de *Agerantum conyzoides*.

Variáveis fisiológicas	<i>Agerantum conyzoides</i> - mentrasto	
	Solo não fumigado	Solo fumigado
Concentração de CO ₂ subestomática - Ci	183,25 b ¹	202,50 a
Taxa fotossintética - A	37,63 a	35,64 a
CO ₂ consumido - ΔC	118,50 a	110,00 a
Gradiente de temperatura da folha e do ar - DT	1,35 a	1,27 a
Condutância estomática de vapores de água - Gs	1,37 a	1,07 a
Taxa de transpiração - E	5,93 a	5,56 a
Eficiência do uso da água - EUA	6,54 a	6,44 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Efeito da fumigação ou não do solo nas características relacionadas a fisiologia de plantas de *Eleusine indica*.

Variáveis fisiológicas	<i>Eleusine indica</i> – capim-pé-de-galinha	
	Solo não fumigado	Solo fumigado
Concentração de CO ₂ subestomática - Ci	145,25 a ¹	91,00 b
Taxa fotossintética - A	50,63 a	56,38 a
CO ₂ consumido - ΔC	57,25 b	74,75 a
Gradiente de temperatura da folha e do ar - DT	1,33 a	1,27 b
Condutância estomática de vapores de água - Gs	0,54 a	0,59 a
Taxa de transpiração - E	7,46 a	7,39 a
Eficiência do uso da água - EUA	6,79 a	7,65 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

A concentração de CO₂ subestomática (Ci) é reduzida pelo fechamento estomático, com consequente diminuição na taxa de assimilação de CO₂, o que pode decorrer de alterações no ambiente (JADOSKI et al., 2005). Para taxa fotossintética, condutância estomática, taxa transpiratória e eficiência no uso da água não foi constada diferença entre os tratamentos fumigado e não fumigado.

Observou-se para *B. pilosa* (picão-preto) que não houve qualquer diferença estatística entre os tratamentos avaliados (Tabela 6). Ressalta-se que o picão-preto se destaca por ser uma planta daninha bastante agressiva, muito eficiente no uso dos recursos disponíveis no meio e que se adapta facilmente a condições adversas, principalmente em cultivos agrícolas (SANTOS; CURY, 2011), como já explicado anteriormente.

As plantas de *L. multiflorum* (azevém) quando cultivadas em solos esterilizados apresentaram menor Ci, ΔC e E (Tabela 7). Fatores do ambiente, bióticos ou abióticos, podem afetar a fisiologia das plantas de azevém. Concenço et al. (2008), ao trabalhar com biótipos de azevém resistente e suscetível ao glyphosate, observaram que a taxa fotossintética foi reduzida com o aumento da intensidade de competição entre as

plantas, tanto para o biótipo resistente como para o suscetível e também para o biótipo resistente quando em competição com plantas do mesmo biótipo. Os autores atribuíram tal comportamento ao aumento no sombreamento mútuo e a competição por luz, ou mesmo por fatores relacionados ao estresse ambiental, fato que não ocorreu nos tratamentos em que o azevém não foi submetido à competição.

Tabela 6. Efeito da fumigação ou não do solo nas características relacionadas a fisiologia de plantas de *Bidens pilosa*.

Variáveis fisiológicas	<i>Bidens pilosa</i> – picão-preto	
	Solo não Fumigado	Solo fumigado
Concentração de CO ₂ subestomática - Ci	195,75 a ¹	170,00 a
Taxa fotossintética – A	40,22 a	38,52 a
CO ₂ consumido – ΔC	129,00 a	121,25 a
Gradiente de temperatura da folha e do ar - DT	1,33 a	1,37 a
Condutância estomática de vapores de água - Gs	1,49 a	1,47 a
Taxa de transpiração - E	5,91 a	5,75 a
Eficiência do uso da água - EUA	6,82 a	6,75 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Efeito da fumigação ou não do solo nas características relacionadas a fisiologia de *Lolium multiflorum*.

Variáveis fisiológicas	<i>Lolium multiflorum</i> - azevém	
	Solo não fumigado	Solo fumigado
Concentração de CO ₂ subestomática - Ci	226,75 a ¹	197,00 b
Taxa fotossintética - A	74,10 a	69,00 a
CO ₂ consumido - ΔC	42,25 a	34,75 b
Gradiente de temperatura da folha e do ar - DT	1,35 a	1,30 a
Condutância estomática de vapores de água - Gs	1,46 a	1,19 a
Taxa de transpiração - E	20,50 a	16,34 b
Eficiência do uso da água - EUA	3,34 a	4,29 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Para *E. crus-galli* (capim-arroz), as plantas que cresceram em solo fumigado e não fumigado apresentaram menor Ci e E, respectivamente, além disso para as demais variáveis estudadas não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 8). Concenço et al. (2009) também observaram diferenças para algumas variáveis fisiológicas de capim-arroz resistente e suscetível ao herbicida quinclorac quando em competição pelos fatores do meio.

Tabela 8. Efeito da fumigação ou não do solo nas características relacionadas a fisiologia de plantas de *Echinochloa crus-galli*.

Variáveis fisiológicas	<i>Echinochloa crus-galli</i> – capim-arroz	
	Solo não fumigado	Solo fumigado
Concentração de CO ₂ subestomática - Ci	136,75 a ¹	98,25 b
Taxa fotossintética - A	34,50 b	42,72 a
CO ₂ consumido - ΔC	69,75 a	62,75 a
Gradiente de temperatura da folha e do ar - DT	1,33 a	1,28 a
Condutância estomática de vapores de água - Gs	0,43 a	0,38 a
Taxa de transpiração - E	5,07 a	5,08 a
Eficiência do uso da água - EUA	6,91 a	8,63 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Efeito da fumigação ou não do solo nas características relacionadas a fisiologia de plantas de *Ipomoea grandifolia*.

Variáveis fisiológicas	<i>Ipomoea grandifolia</i> – corda-de-viola	
	Solo não fumigado	Solo fumigado
Concentração de CO ₂ subestomática - Ci	216,25 a ¹	229,50 a
Taxa fotossintética - A	31,59 a	31,65 a
CO ₂ consumido - ΔC	89,00 b	108,25 a
Gradiente de temperatura da folha e do ar - DT	1,33 a	1,32 a
Condutância estomática de vapores de água - Gs	1,89 a	1,74 a
Taxa de transpiração - E	5,75 a	5,59 a
Eficiência do uso da água - EUA	5,59 a	5,83 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Em relação à *I. grandifolia* (corda-de-viola), as plantas cultivadas em solo não esterilizado apresentaram menor consumo de CO₂, sem diferença nas demais variáveis avaliadas (Tabela 9). Concenço et al. (2009), também verificaram, em biótipos de azevém resistente e suscetível ao glyphosate, que o consumo de CO₂ das plantas foram afetadas drasticamente em função do aumento no número de plantas em competição na comunidade.

Conclusões

As variáveis fisiológicas relacionadas à fotossíntese e ao uso eficiente da água pelas plantas de feijão e milho foram afetadas negativamente pela esterilização dos solos. Em relação às plantas daninhas, somente *L. multiflorum* sofreu influência da esterilização.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e à FAPEMIG pelo auxílio financeiro e bolsas concedidas.

Referências

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. Academic Press: University of Florida, 1997. 635p.
- ANDERSON, T. A.; GUTHRIE, E. A.; WALTON, B. T. Bioremediation in the rhizosphere: plant roots and associated microbes clean contaminated soil. **Environmental Science Technology**, v. 27, n. 13, p. 2630-2636, 1993.
- AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Eds.). **Processos biológicos do sistema solo-planta**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 368p.
- ARTHUR, E. L. et al. Degradation of an atrazine and metolachlor herbicide mixture in pesticide-contaminated soils from two agrochemical dealerships in Iowa. **Water, Air & Soil Pollution**, v. 119, n. 1-4, p. 75-90, 2000.
- ATTRIDGE, T. H. The natural light environment. In: ATTRIDGE, T. H. (Ed.). **Light and plant responses**. London: Edward Arnold, 1990. p. 1-5.
- BAYLIS, G. T. S. The magnoloid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: SANDERS, F. E.; MOSSE, B.; TINKER, P. B. (Eds.). **Endomycorrhizas**. Academic Press: London, p. 373-389, 1975.
- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1380-1387, 2006.
- CONCENÇO, G. FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; GALON, L.; REIS, M. R.; d'ANTONINO, L.; VARGAS, L.; SILVA, L. V. B. D. Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 595-600, 2008.
- CONCENÇO, G. FERREIRA, E. A.; ASPIAZU, I.; SILVA, A. F.; GALON, L.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; ANDRES, A. Uso da água por plantas de arroz em competição com biótipos de *Echinochloa crusgalli* resistente e suscetível ao herbicida quinclorac. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 249-256, 2009.
- GALON, L. FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G. SILVA, A. A.; SILVA, D. V.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I.; VARGAS, L. Características fisiológicas de biótipos de *Conyza bonariensis* resistentes ao glyphosate cultivados sob competição. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 859-866, 2013.
- HUMBLE, G. D.; HSIAO, T. C. Light-dependent influx and efflux of potassium of guard cells during stomatal opening and closing. **Plant Physiology**, v. 46, n. 3, p. 483-487, 1970.

- JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.
- KAO, D. W.; KO, W. H. Nature of suppression of *Pythium splendens* in a pasture soil in South Kahala, Hawaii. **Phytopathology**, v. 73, n. 4, p. 1284-1289, 1983.
- KIRSCHBAUM, M. U. F.; PEARCY, R. W. Gas exchange analysis of the relative importance of stomatal and biochemical factors in photosynthetic induction in *Alocasia macrorrhiza*. **Plant Physiology**, v. 86, n. 3, p. 782-785, 1988.
- LORETO, F.; BONGI, G. Combined low temperature-high light effects on gas exchange properties of jojoba leaves. **Plant Physiology**, v. 91, n. 4, p. 1580-1585, 1989.
- MESSINGER, S.M.; BUCKLEY, T.N.; MOTT, K. Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO₂. **Plant Physiology**, v. 140, n. 2, p. 771-778, 2006.
- OMETTO, J.P.H.B. et al. Variação temporal do isótopo estável do carbono em material arbóreo em florestas da região Amazônica. In: Congresso Brasileiro de Ecologia, 4., 2003, Fortaleza. **Anais...** Rio Claro: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2003. CD-ROM.
- PAOLETTI, M.G.; BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. **Critical Review in Plant Sciences**, v. 15, n. 1, p. 21-62, 1996.
- PEREIRA-NETTO, A.B. Crescimento e desenvolvimento. In: WACHOWICZ, C.M.; CARVALHO, R.I.N. (Eds.). **Fisiologia vegetal - produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002. p. 17-42.
- REIS, M.R. et al. Impacto do glyphosate associado a inseticida e fungicida na atividade microbiana e no potencial de solubilização de fosfato em solo cultivado com soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 729-737, 2009.
- RIBEIRO, I. et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa: UFV, 2007. p. 275-374.
- SANTOS, J.B.; CURY, J.P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**, v. 29, n. spe, p. 1159-1172, 2011.
- SHARKEY, T. D.; RASCHKE, K. Effect of light quality on stomatal opening in leaves of *Xanthium strumarium* L. **Plant Physiology**, v. 68, n. 5, p. 1170-1174, 1981.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A. A. Biotecnologia do solo - Fundamentos e perspectivas. Brasília: MEC-ESAL-FAEPE-ABEAS, 1988. 236p.

SOUTO, P.C. et al. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 151-160, 2008.

TORSVIK, V. et al. Comparison of phenotypic diversity and DNA heterogeneity in a population of soil bacteria. **Applied Environmental Microbiology**, v. 56, n. 3, p. 776-781, 1990.

WRIGHT, D.P.; SCHOLLES, J.D.; READ, D.J. Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of *Trifolium repens* L. **Plant, Cell & Environment**, v. 21, n. 2, p. 209–216, 1998.