

Efeito de sistemas de consórcio e inseticida na formação dos estômatos em plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.)

AZEVEDO, C.F.^{1*}; BRUNO, R.L.A.¹; QUIRINO, Z.G.M.²; REGO, E.R.¹; GOMES, K.R.¹; BEZERRA, A.K.D.¹

¹Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Rodovia PB 097, Km 12, CEP: 58397-000, Areia-Brasil *camfiraze@bol.com.br ²Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Sítio Engenho Novo, s/n, CEP: 58280-000, Mamanguape-Brasil

RESUMO: *Foeniculum vulgare* Mill., pertencente à família Apiaceae, é conhecida como erva-doce e apresenta grande importância medicinal e comercial, tanto no Brasil como em vários outros países. Objetivou-se com esta pesquisa, estudar o desenvolvimento dos estômatos em plântulas de *F. vulgare* oriundas de sementes produzidas em sistemas de consórcio erva-doce X algodão e com aplicação do inseticida monocrotofós. A erva-doce foi cultivada em consórcio com algodão colorido cultivar BRS Safira, sendo utilizados os seguintes tratamentos: 1A2E, uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E, duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES, erva-doce solteira; onde foram distribuídos com e sem aplicação de inseticida, totalizando seis tratamentos. As sementes colhidas foram semeadas em areia e mantidas em casa de vegetação por 25 dias. Partes das plântulas (zona de transição, caule, cotilédones e folhas) foram seccionadas à mão livre, coradas e montadas em lâminas com glicerina para observação em microscópio. Foram avaliadas as seguintes características: número de estômatos, diâmetro polar e equatorial dos estômatos e número de cloroplastos nas células-guarda. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado e distribuídos em arranjo fatorial 3X2; sendo realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na zona de transição e no caule observou-se aumento do número e do diâmetro polar dos estômatos quando foram utilizados sistemas de consórcio. Nos cotilédones, a erva-doce solteira proporcionou maior número de estômatos, porém com menor diâmetro e com menor quantidade de cloroplastos. Já na folha, os consórcios influenciaram positivamente o número de estômatos e de cloroplastos. De forma geral, os sistemas de consórcio e o inseticida influenciaram positivamente o desenvolvimento dos estômatos das plântulas de erva-doce.

Palavras-chave: Apiaceae, cloroplastos, fotossíntese, germinação

ABSTRACT: Effects of intercropping systems and insecticide in formation of stomata in fennel seedlings. *Foeniculum vulgare* Mill., belonging to the family Apiaceae, is known as fennel and has great medicinal and commercial importance, both in Brazil and in several other countries. The objective of this research was to study the development of stomata of *F. vulgare* seedlings grown from seeds produced in intercropping systems fennel and cotton, with application of insecticide monocrotophos. The fennel was grown in association with colored cotton BRS Safira, with the following treatments: 1A2E, one rows of cotton and two fennel; 2A1E, two rows of cotton and one fennel; ES, fennel single; were distributed with and without application of insecticide, total six treatments. The seeds were sown in sand and kept in a greenhouse for 25 days. Parts of seedlings (transition zone, stem, cotyledons and leaves) were cut freehand, stained and mounted on slides with glycerol for observation under microscope. Were evaluated the following characteristics: stomata number, polar and equatorial diameter of the stomata and chloroplasts number in guard cells. The data were analyzed in completely randomized and distributed in factorial 3x2, being conducted Tukey test at 5% probability. The transition zone and stem showed an increase of the stomata number and polar diameter the when consortium systems were used. In cotyledons, fennel single provided the highest stomata number, but with smaller diameter and fewer chloroplasts. In leaf, the consortia have positively influenced the stomata and chloroplasts number. In general, the intercropping systems and insecticide positively influenced the development of stomata in fennel plants.

Key words: Apiaceae, chloroplasts, germination, photosynthesis

INTRODUÇÃO

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) é uma cultura de grande importância medicinal e comercial, tanto no Brasil como em vários outros países, representando uma significativa fonte de renda para os agricultores.

Sistemas de consórcios têm sido utilizados para melhorar a qualidade das sementes de erva-doce (Nunes et al., 2007; Azevedo et al., 2009), com o intuito de promover alta capacidade fotossintética e consequentemente melhoria da produção. Segundo Altieri (2000) e Gliessman (2001), esses sistemas de produção também reduzem as perdas de produção decorrentes das irregularidades climáticas. Porém, esta espécie normalmente apresenta grandes infestações por pulgão (Lira & Batista, 2006), o que induz a utilização de inseticidas. Tais produtos químicos podem ficar contidos nos tecidos vegetais, principalmente nas sementes e plantas jovens, influenciando a fisiologia, reprodução, metabolismo e crescimento (Chaboussou, 2006) e, possivelmente, ser passados para as gerações futuras. No entanto, pouco se sabe sobre a influência desses processos de produção sobre a estrutura da planta e principalmente, sobre os estômatos, que são responsáveis pela transpiração e pelo controle das trocas gasosas com o meio ambiente, influenciando diretamente a fotossíntese e consequentemente, como ressalta Silva et al. (2004), a produtividade vegetal.

Estudos de anatomia vegetal têm se constituído numa importante estratégia para determinar a qualidade de grandes culturas produzidas sob os mais diferentes sistemas, que visam aumentar o rendimento sem reduzir a qualidade (Moraes-Dallaqua et al., 2000; Santos et al., 2005; Leal-Costa et al., 2008). Pesquisas de morfoanatomia, especialmente com plântulas por estarem no período mais crítico da vida do vegetal (Crestana & Beltrati, 1988), tentam mostrar os efeitos que o ambiente e os outros fatores bióticos e abióticos do meio exercem sobre esses indivíduos (Modesto et al., 1996; Bredemeier et al., 2001; Ceolin et al., 2007; Nery et al., 2007). Assim como trabalhos para observar a influência que agrotóxicos e insumos agrícolas exercem sobre a estrutura de várias espécies, que têm o intuito de verificar a toxicidade destes produtos sobre a fisiologia e o desenvolvimento dos vegetais (Martins & Castro, 1999; Negrisoni et al., 2004; Castro et al., 2005).

Por esses motivos, é necessário observar como os sistemas consorciados e os produtos fitossanitários podem influenciar as características fisiológicas e anatômicas, especialmente a formação dos estômatos, tanto da própria planta tratada, como das futuras plântulas derivadas das sementes produzidas sob esses tratamentos.

Dessa forma, objetivou-se com esta pesquisa, estudar a formação dos estômatos de plântulas de *F. vulgare* oriundas de sementes produzidas em sistemas de consórcio erva-doce X algodão e da aplicação do inseticida monocrotofós.

MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa de campo foi conduzida na fazenda Boa Sorte, município de Montadas, na Paraíba, onde foram transplantadas mudas de erva-doce, cultivar Esperança, com 45 dias após a semeadura, em sistemas de consórcio com algodão colorido, cultivar BRS Safira. A preferência pelo algodão colorido neste experimento foi devido a este apresentar porte baixo, permitindo assim, a passagem de luz por entre os indivíduos e por já ter sido utilizado com sucesso em consórcio com outras culturas (Silva et al., 2007; Lima et al., 2008). Foram cultivadas linhas de 8 m, com 0,80 m entre as fileiras e 0,30 m entre as plantas. A partir da terceira semana após o transplante das mudas, e durante dois meses foram feitas aplicações semanais de inseticida com princípio ativo monocrotofós.

No campo, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, representados por três tratamentos de consórcio, com e sem aplicação de inseticida. Os seis tratamentos foram representados por: 1A2E, uma fileira de algodão e duas fileiras de erva-doce; 2A1E, duas fileiras de algodão e uma fileira de erva-doce; e ES, erva-doce solteira. Os três tratamentos foram distribuídos com e sem aplicação de inseticida, totalizando assim, 6 tratamentos. Na colheita dos frutos de erva-doce foram selecionadas cinco plantas ao acaso, de cada tratamento, nas quais tiveram todas as umbelas retiradas manualmente.

A fase de laboratório foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias (UFPB). Inicialmente, as sementes dos tratamentos selecionados foram retiradas das umbelas, beneficiadas e homogêneas. Foram semeadas 50 sementes de cada tratamento, a 1 cm de profundidade, em bandejas plásticas contendo o substrato areia umedecida.

As bandejas foram mantidas em casa de vegetação por 25 dias, sendo realizadas regas para a manutenção da umidade. Foram selecionadas plântulas normais e de padrão uniformes, com 25 dias, para as análises microscópicas e macroscópicas realizadas com material *in vivo* e conservado em álcool a 70%. Foram avaliadas as seguintes características: número de estômatos, diâmetro polar e equatorial dos estômatos e número de cloroplastos nas células-guarda.

Com o material selecionado, foram feitas

secções paradérmicas a mão livre com lâmina de barbear. Foram utilizados, nas análises de algumas secções, hipoclorito de sódio a 1% e os corantes safranina a 10% e azul de metileno a 10%. O material foi montado em lâminas semi-permanentes, com glicerina, e observado em fotomicroscópio.

A contagem dos estômatos foi realizada com lâmina milimetrada e os cloroplastos foram contabilizados fazendo-se uma média dos cloroplastos encontrados nas células-guarda de cinco estômatos. Todas as análises foram realizadas com quatro plântulas, onde cada uma representou uma repetição (calculada pela média de cinco medições ou contagens de diferentes secções).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os dados referentes à variação no número de estômatos em plântulas de erva-doce, em função dos tratamentos de consórcio e do inseticida estão na Tabela 1. O consórcio, isoladamente, causou influência em todos os órgãos analisados ($p < 0,01$),

exceto na face adaxial da folha.

O tratamento 1A2E proporcionou, em média, maior quantidade de estômatos na zona de transição e na face abaxial da folha; o 2A1E foi superior aos demais tratamentos no caule; já a erva-doce solteira apresentou, em média, os melhores resultados no cotilédone. O inseticida causou efeito ($p < 0,01$) no número de estômatos do caule, cotilédone e folhas. Na face adaxial dos cotilédones, houve aumento de $53/10 \mu\text{m}^2$ para $59/10 \mu\text{m}^2$, ao ser aplicado o agrotóxico. Também foi observado efeito da interação em todos os órgãos para o número de estômatos ($p < 0,01$). Nos tratamentos de consórcio que receberam o inseticida, a erva-doce solteira proporcionou os melhores resultados no caule, no cotilédone e na face adaxial da folha; o tratamento 1A2E influenciou o número de estômatos na face abaxial da folha; e o 2A1E proporcionou bons resultados na zona de transição. Quando não foi feito o tratamento químico, os consórcios foram melhores; no 1A2E foram observados $46,75/10 \mu\text{m}^2$ estômatos na zona de transição, $54,5/10 \mu\text{m}^2$ na face adaxial do

TABELA 1. Número de estômatos/ $10 \mu\text{m}^2$ encontrados nos órgãos de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida monocrotofós.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Zona de transição	Com	30,00Bb	39,00Aa	34,00ABa	34,33a
	Sem	46,75Aa	24,00Bb	25,00Bb	31,91a
	Médias	38,37A	31,50B	29,50B	
	CV(%)	10,71			
Caule	Com	37,75Ba	41,50ABa	46,00Aa	41,75a
	Sem	33,75Ba	42,50Aa	30,50Bb	35,58b
	Médias	35,75B	42,00A	38,25AB	
	CV(%)	8,96			
Cotilédone abaxial	Com	75,25Cb	123,25Ba	159,25Aa	119,25a
	Sem	98,75Ba	123,50Aa	122,00Ab	114,75a
	Médias	87,00C	123,37B	140,62A	
	CV(%)	6,23			
Cotilédone adaxial	Com	41,50Bb	47,50Bb	89,00Aa	59,33a
	Sem	54,50Aa	54,25Aa	50,50Ab	53,08b
	Médias	48,00B	50,87B	69,75A	
	CV(%)	7,89			
Folha abaxial	Com	156,00Aa	142,75Ba	140,75Ba	146,50a
	Sem	161,75Aa	104,00Bb	111,25Bb	125,66b
	Médias	158,87A	123,37B	126,00B	
	CV(%)	5,12			
Folha adaxial	Com	76,00Ba	83,50ABa	91,75Aa	83,75a
	Sem	72,25Aa	71,75Ab	68,00Ab	70,66b
	Médias	74,12A	77,62A	79,87A	
	CV(%)	8,44			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E - uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E - duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES - erva-doce solteira.

cotilédone, 161,75/10 μm^2 na face abaxial da folha e 72,25/10 μm^2 na face adaxial foliar; já no consórcio 2A1E, os resultados foram superiores apenas no caule e na face abaxial do cotilédone.

As Tabelas 2 e 3 mostram os dados referentes aos diâmetros polar e equatorial dos estômatos presentes em plântulas de erva-doce provenientes de sementes produzidas em sistemas consorciados e com aplicação de inseticida.

O inseticida não causou influência no diâmetro polar dos estômatos em nenhum órgão, e no equatorial, apenas no caule (1,56 μm) ($p < 0,01$) e na face adaxial da folha (1,90 μm) ($p < 0,05$), quando comparado à testemunha (1,73 μm e 2,12 μm , respectivamente). Em contrapartida, o consórcio influenciou o diâmetro polar dos estômatos da zona de transição ($p < 0,05$), caule ($p < 0,01$) e faces adaxiais do cotilédone ($p < 0,05$) e da folha ($p < 0,01$) e o diâmetro equatorial do caule ($p < 0,01$) e da face adaxial cotiledonar ($p < 0,01$). Os consórcios que apresentaram os melhores resultados para o diâmetro polar foram 2A1E para as faces adaxiais do cotilédone (4,27 μm) (Figura

1) e da folha (4,14 μm) (Figura 2) e ES para a zona de transição (5,10 μm) (Figuras 3a, b e c) e o caule (3,02 μm) (Figuras 3d, e e f). No diâmetro equatorial, houve efeito positivo do 1A2E para o caule (1,83 μm) (Figuras 3a, b e c) e 2A1E para a face adaxial do cotilédone (2,40 μm) (Figura 1).

A interação entre os dois fatores foi significativa para o diâmetro polar dos estômatos do caule ($p < 0,01$), do cotilédone adaxial ($p < 0,05$) e da folha abaxial ($p < 0,01$) e para o diâmetro equatorial do caule ($p < 0,01$), da face abaxial do cotilédone ($p < 0,05$) e da face adaxial da folha ($p < 0,01$). Quando houve aplicação de inseticida, observou-se os melhores resultados do diâmetro polar dos estômatos no ES para o caule (3,50 μm) e no 2A1E para a face adaxial do cotilédone (4,42 μm); já quando houve aplicação química, obtiveram-se os melhores resultados nos consórcios 1A2E para o caule (3,55 μm) e da erva-doce solteira para folha abaxial (3,12 μm). Com tratamento químico, o diâmetro equatorial dos estômatos recebeu influência positiva da ES (1,62 μm) e do 2A1E (2,15 μm).

TABELA 2. Diâmetro polar (μm) dos estômatos encontrados nos órgãos de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida monocrotofós.

		Consórcios				Médias
		Inseticida	1A2E	2A1E	ES	
Zona de transição	Com	4,37	4,87	5,37	4,87a	
	Sem	4,42	4,65	4,82	4,63a	
	Médias	4,40B	4,76AB	5,10A		
	CV(%)	9,52				
Caule	Com	2,92Bb	2,42Ba	3,50Aa	2,95a	
	Sem	3,55Aa	2,82Ba	2,55Bb	2,97a	
	Médias	3,23A	2,62B	3,02A		
	CV(%)	9,75				
Cotilédone abaxial	Com	4,10	3,52	4,15	3,92a	
	Sem	3,77	3,90	4,10	3,92a	
	Médias	3,93A	3,71A	4,12A		
	CV(%)	11,27				
Cotilédone adaxial	Com	3,62Ba	4,42Aa	4,00ABa	4,01a	
	Sem	4,17Aa	4,12ABa	3,47Ba	3,92a	
	Médias	3,90AB	4,27A	3,73B		
	CV(%)	9,74				
Folha abaxial	Com	2,55Aa	3,32Aa	2,87Aa	2,91a	
	Sem	2,90ABa	2,17Bb	3,12Aa	2,73a	
	Médias	2,72A	2,75A	3,00A		
	CV(%)	16,22				
Folha adaxial	Com	2,33	4,01	2,83	3,05a	
	Sem	2,75	4,28	3,21	3,41a	
	Médias	2,54B	4,14A	3,02B		
	CV(%)	13,82				

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E - uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E - duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES - erva-doce solteira.

TABELA 3. Diâmetro equatorial (μm) dos estômatos encontrados nos órgãos de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida monocrotofós.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Zona de transição	Com	2,05	2,02	2,30	2,12
	Sem	2,15	2,22	2,00	2,12
	Médias	2,10	2,12	2,15	
	CV(%)	8,55			
Caule	Com	1,75Ab	1,32Bb	1,62Aa	1,56b
	Sem	1,92Aa	1,75Aa	1,52Ba	1,73a
	Médias	1,83A	1,53B	1,57B	
	CV(%)	6,54			
Cotilédone abaxial	Com	2,40Aa	2,20Aa	2,27Aa	2,29a
	Sem	2,00Bb	2,35ABa	2,40Aa	2,25a
	Médias	2,20A	2,27A	2,33A	
	CV(%)	8,91			
Cotilédone adaxial	Com	1,95	2,35	2,25	2,18a
	Sem	2,12	2,45	2,30	2,29a
	Médias	2,03B	2,40A	2,27AB	
	CV(%)	8,47			
Folha abaxial	Com	1,95	2,10	1,72	1,92a
	Sem	2,12	1,87	1,90	1,96a
	Médias	2,03A	1,98A	1,81A	
	CV(%)	11,82			
Folha adaxial	Com	1,82ABb	2,15Aa	1,74Bb	1,90b
	Sem	2,35Aa	1,92Ba	2,10ABa	2,12a
	Médias	2,08A	2,03A	1,92A	
	CV(%)	10,53			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E - uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E - duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES - erva-doce solteira.



FIGURA 1. Diâmetro polar e equatorial dos estômatos da face adaxial cotiledonar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos consórcios. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES.

Estômatos são estruturas importantes para a produção vegetal, pois representam a porta de entrada e de escoamento dos gases para a fotossíntese, processo primordial relacionado à produtividade vegetal (Silva et al., 2004). Além disso, são os principais responsáveis pela transpiração e por isso, estão intimamente ligados ao ambiente, controlando a perda de água (Cutter, 1986; Fanh, 1990), ao mesmo tempo em que permitem absorção suficiente de CO_2 para a fotossíntese (Taiz & Zeiger, 2009).

Cutter (1986) relata que têm sido realizadas diversas experiências com o empenho de descobrir os fatores que controlam a formação e a distribuição dos estômatos. Vários autores já concluíram que modificações na quantidade e no tamanho dos estômatos são influenciadas pelo estado nutricional do vegetal (Santana et al., 2008), quantidade de água disponível (Kolb et al., 1998; Justo et al., 2005), intensidade luminosa (Santiago et al., 2001; Nery et al., 2007; Costa et al., 2007), compostos químicos

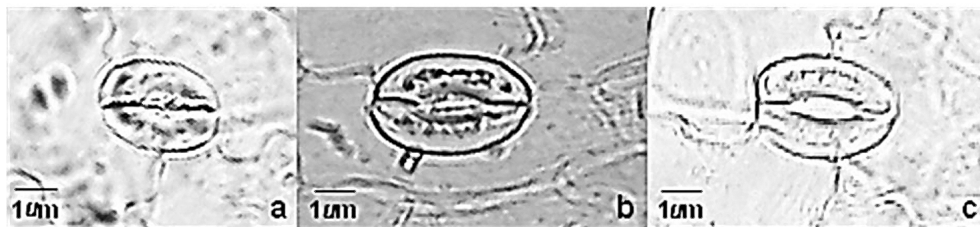


FIGURA 2. Diâmetro polar dos estômatos da face adaxial foliar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES.

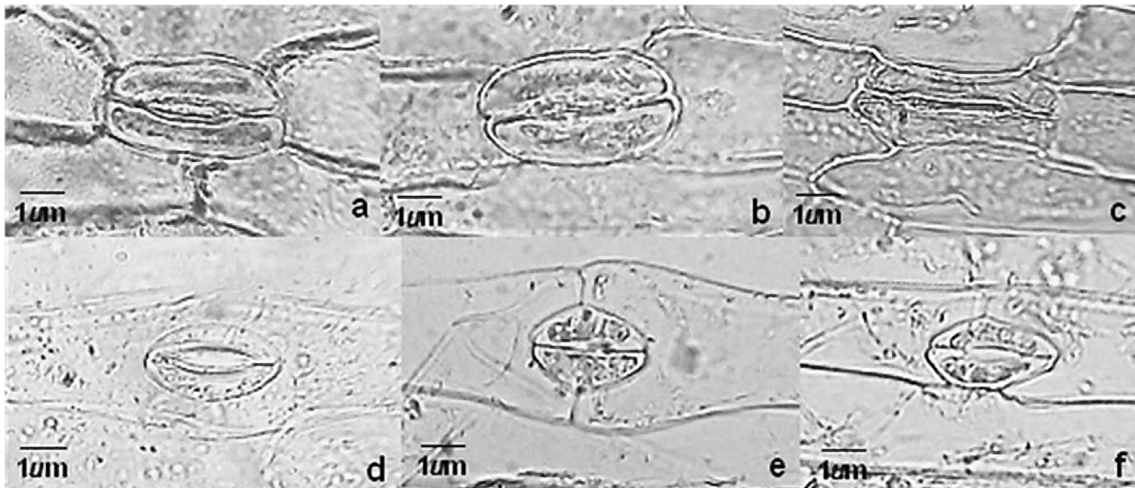


FIGURA 3. Diâmetro polar dos estômatos da zona de transição e do caule da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E – zona de transição. b. 2A1E – zona de transição. c. ES – zona de transição. d. 1A2E – caule. e. 2A1E – caule. f. ES – caule.

(Dickison, 2000) e grau de ploidia da planta (Cutter, 1986).

De forma geral, os consórcios proporcionaram maior desenvolvimento dos diâmetros polar e equatorial dos estômatos no caule e nas faces adaxiais dos cotilédones e das folhas, aumentando a transpiração nesses órgãos, pois Justo et al. (2005) explicam que folhas com estômatos menores apresentam maior eficiência de uso da água e a diferença no tamanho da abertura estomática apresenta maior efeito sobre a difusão de água do que sobre a de CO_2 .

Na erva-doce, o agrotóxico causou diminuição no diâmetro equatorial dos estômatos presentes na face adaxial da folha, porém aumentou a quantidade. Em contrapartida, Martins & Castro (1999) observaram pequeno aumento no tamanho dos estômatos na epiderme abaxial aos 20 dias após o tratamento com regulador vegetal SADH (ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida).

O aumento no número de estômatos na folha e no cotilédone, observados quando houve aplicação do inseticida contrastam com os

resultados obtidos por Martins & Castro (1999), que observaram diminuição do número de estômatos da folha ao ser feita aplicação de SADH (ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida) diretamente na planta adulta; porém, os mesmos autores obtiveram resultados positivos no mesmo órgão, ao adicionar CCC (chlormequat 2-cloretoetil trimetilamônio).

Essas modificações morfológicas estão associadas com funções específicas. A impermeabilidade da cutícula à água faz com que a maior parte da transpiração foliar resulte da difusão de vapor de água através dos poros estomáticos, que reduzem a perda de água (Taiz & Zeiger, 2009). Dessa forma, os tratamentos em que a quantidade de estômatos foi maior, principalmente nos cotilédones e nas folhas, proporcionam maior controle da transpiração. Castro (2002) explica ainda, que o aumento no número de estômatos por área pode permitir que a planta aumente a condutância de gases e, assim, evitar que a fotossíntese seja limitada sob diferentes condições de ambiente. De acordo com

Taiz & Zeiger (2009), as mudanças na resistência estomática, exercida pelas células-guarda que circundam o poro estomático, são importantes para a regulação da perda de água pela planta e para o controle da taxa de absorção de dióxido de carbono necessária à fixação continuada de CO₂ durante a fotossíntese.

As contagens do número de cloroplastos presentes nas células-guarda dos estômatos do cotilédone e da folha (Tabela 4) evidenciaram o efeito significativo ($p < 0,01$) dos consórcios, do inseticida e da interação entre esses dois fatores nos dois órgãos.

Isoladamente, o inseticida exerceu influência positiva nas faces abaxial e adaxial do cotilédone (32,6/10 μm^2 e 38,1/10 μm^2) e da folha (33,2/10 μm^2 e 40,3/10 μm^2), quando comparada aos tratamentos que não receberam o agrotóxico (cotilédone - 22,4/10 μm^2 e 17,9/10 μm^2 e folha/10 μm^2 - 28,5 e 24,9/10 μm^2). Os consórcios 2A1E para as faces abaxial (40,2/10 μm^2) e adaxial (35,9/10 μm^2) foliares, e 1A2E para as faces abaxial (34,6/10 μm^2) e adaxial (33,3/10 μm^2) cotiledonares, proporcionaram os maiores resultados.

A interação entre os consórcios e o inseticida foi significativa apenas quando não houve aplicação de inseticida. Na epiderme abaxial, os estômatos que apresentaram maior quantidade de cloroplastos foram os provenientes da ES (14,5/10 μm^2); na folha o consórcio 2A1E proporcionou

resultados superiores tanto na face abaxial (41,2/10 μm^2), como na adaxial (36,2/10 μm^2).

Nos órgãos fotossintetizantes tais como as folhas, caules jovens e cotilédones, as células epidérmicas são normalmente destituídas de cloroplastos completamente desenvolvidos, exceto para as células-guarda dos estômatos (Cutter, 1986). A biossíntese de clorofila e o desenvolvimento de cloroplastos em plantas superiores envolvem claramente uma série de eventos correlacionados, dentre eles, vários fatores podem influenciar essa formação, como a intensidade de luz, fatores nutricionais (Lima Júnior et al., 2005) e agentes químicos aplicados exoneramente (Wolf, 1977).

A maior disponibilidade de nutrientes, luz solar e água dos sistemas consorciados durante a produção das sementes (Rezende et al., 2001), podem ter causado o aumento na produção de cloroplastos nas plântulas provenientes de sementes produzidas em consórcio, devido à transferência dessa característica à geração seguinte.

As plântulas de erva-doce apresentaram aumento do número de cloroplastos nas células-guarda dos estômatos quando houve tratamento químico. Fato comprovado por Dickison (2000), que explica que as plantas tratadas com inseticidas apresentam mesofilo foliar mais compacto, além de número bem maior de cloroplastos. Para Costa et al. (2007) esse é um mecanismo que garante

TABELA 4. Número de cloroplastos/10 μm^2 presentes nas células-guarda dos estômatos do cotilédone e da folha de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida monocrotofós.

	Consórcios				
	Inseticida	1A2E	2A1E	ES	Médias
Cotilédone abaxial	Com	44,5Aa	36,0Ba	17,5Ca	32,6a
	Sem	24,7Ab	28,0Ab	14,5Ba	22,4b
	Médias	34,6A	32,0A	16,0B	
	CV(%)	12,03			
Cotilédone adaxial	Com	45,7Aa	33,7Ba	35,0Ba	38,1a
	Sem	21,0Ab	22,2Ab	10,5Bb	17,9b
	Médias	33,3A	28,0AB	22,7B	
	CV(%)	15,66			
Folha abaxial	Com	37,5Aa	39,2Aa	23,0Ba	33,2a
	Sem	25,0Bb	41,2Aa	19,2Cb	28,5b
	Médias	31,2B	40,2A	21,1C	
	CV(%)	8,05			
Folh adaxial	Com	37,5Ba	35,7Ba	47,7Aa	40,3a
	Sem	22,7Bb	36,2Aa	16,0Bb	24,9b
	Médias	30,1B	35,9A	31,85AB	
	CV(%)	13,58			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E - uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E - duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES - erva-doce solteira.

sobrevivência das plantas de forma mais eficiente. Em contrapartida, Santos et al. (2005) observaram redução da clorofila em folhas de eucalipto submetido a tratamento com o herbicida Glyphosate, demonstrando os efeitos tóxicos desse produto.

O número e o tamanho dos estômatos dos cotilédones e das folhas, bem como, a quantidade de cloroplastos presentes nas células-guarda, foram favorecidos pelo consórcio com algodão cv. BRS Safira e pela utilização de inseticida.

AGRADECIMENTO

Ao CNPq e à FINEP pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIA

ALTIERI, M.A. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 2.ed. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2000. 110p.

AZEVEDO, C.F.; BRUNO, R.L.A.; QUIRINO, Z.G.M. Sistemas agroecológicos com uso de agrotóxico na produção de sementes de erva-doce. In: SEABRA, G.F.; MENDONÇA, I.T.L. (Orgs.). **Educação Ambiental para a Sociedade Sustentável e Saúde Global**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2009, p.476-83.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M.; BUTTENBENDER, D. Efeito do tamanho das sementes de trigo no desenvolvimento inicial das plantas e no rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.8, p.1061-8, 2001.

CASTRO, E.M. **Alterações anatômicas, fisiológicas e fitoquímicas em plantas de *Mikania glomerata* Sprengel (guaco) sob diferentes fotoperíodos e níveis de sombreamento**. 2002. 221p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CASTRO, I.M. et al. Efeitos de tratamentos diferenciados no plantio de banana var. Prata-Anã através da quantificação de resíduos de carbofuran. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.40-2, 2005.

CEOLIN, G.B.; RUCKER, A.; KRAY, J.G. Análise epidérmica foliar na diferenciação de plântulas de *Geonoma schottiana* e *Euterpe edulis* (Arecaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.18-20, 2007.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2006. 320p.

COSTA, L.C.B. et al. Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.6-8, 2007.

CRESTANA, C.M.; BELTRATI, C.M. Morfologia e anatomia das sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Naturalia**, v.13, p.45-54, 1988.

CUTTER, E.G. **Anatomia vegetal - parte I: células e tecidos**. 2.ed. São Paulo: Roca, 1986. 304p.

DICKISON, W.C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt/Academic Press, 2000. 533p.

FAHN, A. **Plant anatomy**. 4.ed. Oxford: Pergamon Press,

1990. 588p.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.

JUSTO, C.F. et al. Plasticidade anatômica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta Botânica Brasileira**, v.19, n.1, p.112-23, 2005.

KOLB, R.M. et al. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.3, p.305-12, 1998.

LEAL-COSTA, M.V. et al. Anatomia foliar de plantas transgênicas e não transgênicas de *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.14, n.1, p.23-31, 2008.

LIMA; F.S. et al. Épocas relativas de plantio e adubação nitrogenada: índices agroecômicos do algodoeiro consorciado com gergelim. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p.555-61, 2008.

LIMA JÚNIOR, E.C. et al. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1092-7, 2005.

LIRA, R.S.; BATISTA, J.L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.2, p.20-35, 2006.

MARTINS, M.B.G.; CASTRO, P.R.C. Reguladores vegetais e a anatomia da folha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Ângela Gigante. **Scientia Agrícola**, v.56, n.3, p.693-703, 1999.

MODESTO, J.C.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. Efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck). **Scientia Agrícola**, v.53, n.2-3, p.332-7, 1996.

MORAES-DALLAQUA, M.A.; BELTRATI, C.M.; RODRIGUES, J.D. Anatomia de ápices radiculares de feijão cv. carioca submetidos a níveis de boro em solução nutritiva. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.425-30, 2000.

NEGRISOLI, E. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.567-75, 2004.

NERY, F.C. et al. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.129-31, 2007.

NUNES, M.U.C. et al. Introdução de tecnologias agroecológicas no sistema de produção de erva-doce em Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.743-6, 2007.

REZENDE, P.M. et al. Consórcio sorgo-soja. v. comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.369-74, 2001.

SANTANA, J.R.F. et al. Estímulo do comportamento fotoautotrófico durante o enraizamento *in vitro* de *Annona glabra* L. Aspectos da anatomia da folha antes da aclimatização. **Ciência agrotécnica**, v.32, n.2, p.640-4, 2008.

SANTIAGO, E.J.A. et al. Aspectos da anatomia foliar da pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C. DC.) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciência agrotécnica**, v.25, n.5, p.1035-42, 2001.

SANTOS, L.D.T. et al. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta daninha**, v.23, n.1, p.133-42, 2005.

SILVA, L.M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V.J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.120-2, 2004.

WOLF, F.T. Effects os chemical agents in innibition of

chlorophyl syntesis and chloroplast development in higher plants. **The Botanical Riview**, v.43, n.4, p.395-425, 1977.

SILVA, M.N.B. et al. **Consórcio do algodoeiro colorido BRS-200 com feijão macassar sob manejo orgânico**. Campina Grande: EMBRAPA, 2007. 20p.