

MANUTENÇÃO DO STATUS HÍDRICO DE PLANTAS DE SOJA INDUZIDA POR ETIL-TRINEXAPAC

Samuel Luiz Fioreze^{1*}; Vandeir Francisco Guimarães²

SAP 9224 Data envio: 05/01/2014 Data do aceite: 23/03/2014
Scientia Agraria Paranaensis – SAP; ISSN: 1983-1471
Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 3, jul./set., p. 166-172, 2015

RESUMO - Aumentar a tolerância de plantas cultivadas a estresses abióticos por meio de técnicas de cultivo é um desafio para a pesquisa, sendo que os reguladores vegetais apresentam grande potencial de utilização no manejo fisiológico de culturas. O presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos da aplicação de Etil-Trinexapac em plantas de soja submetidas a déficit hídrico. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4X2, em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram testadas quatro doses de Etil-Trinexapac (0, 50, 100 e 200 g ha⁻¹ i.a.) e dois regimes hídricos (irrigado e imposição de déficit hídrico na fase reprodutiva). O conteúdo relativo de água das folhas foi determinado durante o período de déficit hídrico e recuperação das plantas. Ao final deste período determinou-se a tolerância protoplasmática foliar, o acúmulo de matéria seca e a área foliar, e ao final do ciclo da cultura foram determinados os componentes da produção e a produção de grãos por planta. O déficit hídrico foi caracterizado como de baixa intensidade, afetando o crescimento e o desenvolvimento das plantas de soja, sem reflexos na produção de grãos. A aplicação de Etil-Trinexapac resultou na manutenção do conteúdo relativo de água das folhas, principalmente na dose de 200 g ha⁻¹, sem afetar as variáveis biométricas e a produção de grãos das plantas, sendo um indicativo do aumento da tolerância à seca em plantas de soja.

Palavras-chave: controle estomático, déficit hídrico, *Glycine max* L. Merrill, inibidores de giberelina, tolerância protoplasmática.

Water status maintenance induced by Trinexapac-Ethyl in soybean plants

ABSTRACT - Improving abiotic stress tolerance in plants by crop management is one of biggest goals of actual research, thus, plant growth regulators have a great potential in the physiological manure of crops. The objective of this work was to evaluate the effects of Trinexapac-Ethyl on soybean plants affected by drought stress during the reproductive stage. Four Trinexapac-Ethyl doses were evaluated (0, 50, 100, and 200 g ha⁻¹ a.i.) and the induction or not of drought stress. The experimental design was completely randomized blocks in factorial design (4x2) with four replications. Relative water content was measured during drought stress and rehydration period. Protoplasmic tolerance and biometric parameters were determined after recovery period. Yield and yield components were determined at the end of crop cycle. Low intensity drought stress was verified at this work, which affected the plant growth but did not affect soybean yield. Trinexapac-Ethyl application resulted in maintenance of leaves relative water content, mainly at 200 g ha⁻¹ dose, without affect biometric parameters and grain yield. This behavior is a great indicative of increase in soybean drought tolerance.

Key words: drought stress, stomatal control, gibberellin inhibitors, *Glycine max* L. Merrill, protoplasmic tolerance.

¹Professor Auxiliar, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciências Agrárias, Caixa Postal 101, CEP 89520-000, Curitiba, SC. E-mail: s.fioreze@ufsc.br. *Autor para correspondência

²Professor Adjunto, Centro de Ciências Agrárias – CCA/UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: vandeirfg@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A disponibilidade hídrica é considerada o fator climático de maior efeito sobre a produtividade agrícola, sendo o fator que rege a distribuição das espécies nas diferentes zonas climáticas do globo (LAWLOR; UPRETY, 1993). A produtividade de plantas cultivadas em ambientes com restrição hídrica é, frequentemente, afetada por características da planta que permitem a manutenção do *status* hídrico durante o dessecamento do solo (BLUM, 2005).

Existem duas estratégias básicas pelas quais as plantas resistem à seca: o “evitamento” e a tolerância à desidratação (LEVITT, 1982). Características de “evitamento” à desidratação atuam na manutenção do conteúdo relativo de água (CRA) em tecidos, durante o período de déficit hídrico. Plantas que apresentam a estratégia de tolerância apresentam tecidos que podem tolerar a desidratação, até certo ponto (baixo conteúdo relativo de água crítico) e, frequentemente, apresentam ajuste osmótico. A estratégia de tolerância permite às plantas manter a atividade metabólica com a evolução do déficit hídrico e declínio do CRA (LAWN; LIKOSWE, 2008). Considerando-se tolerância à seca como uma característica poligênica e difícil de ser trabalhada no melhoramento genético clássico, poucos programas de melhoramento se preocupam com essa característica (BEEVER, 2000). Conseqüentemente, poucos cultivares têm sido desenvolvidos com características de tolerância à seca.

O uso de reguladores vegetais na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico. A ação dos reguladores pode ocorrer diretamente, provocando mudanças físicas nas estruturas celulares ao interagir com elas ou, indiretamente, interferindo com o caminho metabólico que conduz a um determinado tipo de estrutura (HERTWIG, 1977). O regulador vegetal Etil-Trinexapac pertence ao grupo dos inibidores da biossíntese de giberelinas, pela inibição da enzima 3β -hidroxilase, reduzindo o ácido giberélico ativo (GA1) e aumentando o seu precursor biossintético imediato GA20 (HECKMAN et al., 2002a), ocasionando assim a inibição da elongação celular das plantas durante seu estágio vegetativo (DAVIES, 1988).

Além dos benefícios relacionados à prevenção do acamamento de plantas, principalmente em cereais (ZAGONEL et al., 2002, BERTI et al., 2007, ZAGONEL; FERNANDES, 2007 e ESPINDULA et al., 2010), a aplicação de Etil-Trinexapac vem ganhando destaque no que se refere ao aumento da tolerância a estresses ambientais, como o déficit hídrico (McCANN; HUANG, 2007) e salinidade (BALDWIN et al., 2006), podendo se tornar uma ferramenta de grande utilidade para regiões de cultivo onde a ocorrência de estresses é cada vez mais freqüente, principalmente nas fases mais críticas do ciclo das culturas.

Os estudos relacionados com a indução de tolerância a estresses ambientais pela aplicação de Etil-

Trinexapac limitam-se a espécies monocotiledôneas, principalmente gramíneas, como *Lolium perenne* L. (JIANG; FRY, 1998), *Agrostis stolonifera* L. (BIAN et al., 2009) e *Poa pratensis* (XU; HUANG, 2012). Contudo, não está elucidado se os mesmos efeitos poderiam ser observados em dicotiledôneas como a soja, por exemplo. É importante ressaltar ainda, que a indução de resistência a estresses abióticos deve ocorrer de forma que o crescimento e a produção final das plantas na sejam afetadas. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos da aplicação de Etil-Trinexapac em plantas de soja submetidas a déficit hídrico no período reprodutivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março a junho do ano de 2008, em cultivo protegido com ambiente controlado, na Estação de Horticultura e Controle Biológico Professor Mário César Lopes, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, Paraná. A estação está localizada nas coordenadas 54° 22' W longitude, latitude 24° 46'S e altitude de 420 m. O solo utilizado no experimento foi coletado no horizonte A de um Latossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2006) com textura argilosa (629,0 g kg⁻¹ de argila), que apresentava: 17,7 g dm⁻³ de matéria orgânica; pH (CaCl) 5,6; 2,37 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,5 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,0 cmol_c dm⁻³ de Al; 0,70 cmol_c dm⁻³ de K; 33,89 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); e V (%) de 49,65.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4X2, em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pela combinação de quatro doses de Etil-Trinexapac (0, 50, 100 e 200 g ha⁻¹ i.a.) e dois regimes hídricos (irrigado, e com imposição de déficit hídrico no início da fase reprodutiva). A parcela experimental foi composta por um vaso de polietileno (15 L) com duas plantas de soja. O experimento teve um total de 96 vasos, sendo 1/3 para as coletas de material, durante a imposição do déficit hídrico, 1/3 para a análise biométrica, no final do período de déficit e, o restante, para a avaliação dos componentes da produção e produção por vaso, ao final do ciclo da cultura.

A cultivar de soja utilizada no estudo foi a CD 217, de ciclo precoce e boa adaptabilidade às condições locais de cultivo. Os vasos foram preenchidos com 15 dm³ de solo seco e adubado com 687 mg dm⁻³ de P₂O₅ (super fosfato simples) e 78 mg dm⁻³ de K₂O (cloreto de potássio). Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida (metalaxyl-m) e inseticida (imidacloprid). Foram semeadas 10 sementes por vaso, tratadas com cobalto e molibdênio e, em seguida, inoculadas com bactérias do gênero *Rhizobium*, a fim de estimular a formação de nódulos e a fixação biológica de nitrogênio. Após os desbaste das plantas [estádio V0 da escala de Fehr e Caviness (1977)], o solo dos vasos foi recoberto com uma camada de 2 cm de palha de aveia preta, afim de

diminuir as perdas de água por evaporação e variações térmicas do solo.

A aplicação de Etil-Trinexapac nas doses descritas foi realizada no estágio fenológico V6 utilizando-se equipamento de pulverização com pressão a base de CO₂ ajustado para um volume de calda de 150 L ha⁻¹ e pontas de pulverização tipo leque (110-02) e com óleo mineral (0,2%) como adjuvante. As condições ambientais no momento da aplicação eram de 25°C e 70% de umidade relativa do ar. Para o tratamento controle (0 g ha⁻¹) realizou-se aplicação de água juntamente com o adjuvante, para uniformizar a superfície de molhamento foliar. Durante o período de condução do experimento o ambiente da casa de vegetação foi controlado, mantendo a umidade

relativa do ar entre 65% e 90% e a temperatura do ar entre 18 e 26 °C.

O suprimento de água às plantas foi realizado de modo a manter a umidade do solo (Ug) próxima à capacidade de campo, até o início do período de florescimento (estádio R1), quando a imposição do déficit hídrico foi realizada. O déficit hídrico foi aplicado por meio de suspensão da rega, até a Ug do solo atingir 21,3 g 100g⁻¹, quando a irrigação foi retomada (Figura 1), permitindo o desenvolvimento de um déficit hídrico de intensidade e duração médias. Após a reidratação, todos os tratamentos foram conduzidos com suprimento adequado de água, até o final do ciclo da cultura.

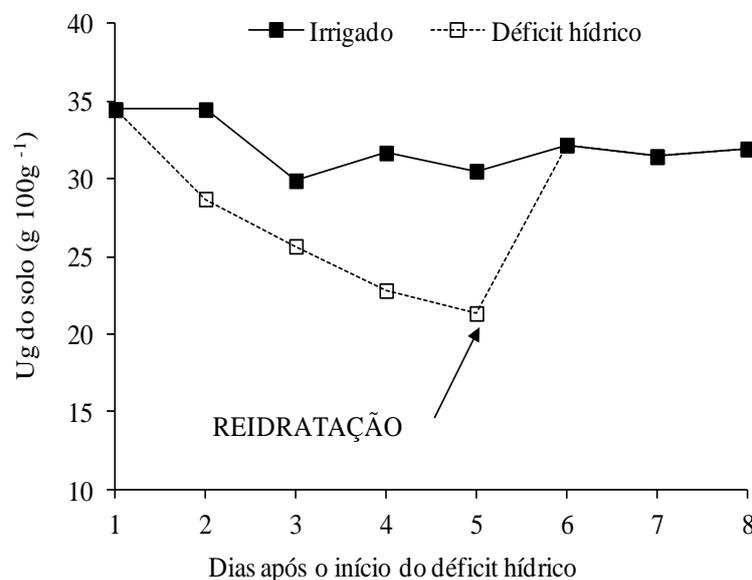


FIGURA 1 - Umidade gravimétrica do solo (Ug) durante o período de déficit hídrico e reidratação de plantas de soja. Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

Durante o período de imposição do déficit hídrico e recuperação das plantas, foi determinado o conteúdo relativo de água (CRA) diariamente, antes do nascer do sol, segundo metodologia proposta por Barrs e Weatherley (1962), por meio da pesagem das massas de matéria fresca (MF), túrgida (MT) e seca (MS), de discos foliares, utilizando-se a fórmula: $CRA = (MF - MS) / (MT - MS) \times 100 \%$. A tolerância protoplasmática à dessecação foliar foi avaliada no último dia de déficit hídrico, mediante a determinação da condutividade elétrica resultante da liberação de eletrólitos de discos de foliares imersos em 30 mL de água deionizada (LEOPOLD et al., 1981).

Após o período de recuperação das plantas submetidas ao déficit hídrico, foram determinadas as variáveis biométricas: altura de plantas, área foliar, massa da matéria seca de folhas, caules + pecíolos e estruturas reprodutivas. No final do ciclo da cultura (estádio R8),

foram avaliados os componentes da produção: número total de vagens por planta, número de vagens viáveis por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, massa de grãos por planta e massa de mil grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando detectadas variações significativas, as médias foram contrastadas pelo teste t de Student a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O CRA das plantas de soja foi afetado de maneira significativa pela disponibilidade de água no solo após o terceiro dia de déficit hídrico, até o momento da reidratação das plantas (Tabela 1). Os efeitos da aplicação de Etil-Trinexapac foram observados somente no último dia de estresse (5 DAI), antes da reidratação, interagindo

de maneira significativa com a disponibilidade de água das plantas.

O conteúdo hídrico foliar das plantas, medido pelo CRA, sofreu redução significativa do terceiro ao quinto dia após o início do déficit hídrico (Figura 2), apresentando rápida recuperação com apenas um dia após a reidratação (6 DAI). A aplicação de Etil-Trinexapac resultou em manutenção do conteúdo de água das folhas de soja, quando comparado com o tratamento controle, sem aplicação, onde o CRA atingiu valores próximos a

60%, considerado crítico para o metabolismo planta. Para a dose de 200 g ha⁻¹, as plantas apresentaram valores de CRA próximos a 80%, evidenciando o efeito do regulador. É possível que este comportamento tenha ocorrido em função de melhorias na eficiência do controle estomático, ou mesmo pela diminuição do número ou da área dos poros estomáticos, sendo esta uma hipótese a ser estudada em trabalhos futuros.

TABELA 1. Análise de variância (valores de F) para o conteúdo relativo de água da folha de plantas de soja submetidas à aplicação de Etil-Trinexapac e à imposição de déficit hídrico no período reprodutivo. Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

Conteúdo relativo de água								
FV	1 DAI ¹	2 DAI	3 DAI	4 DAI	5 DAI	6 DAI	7 DAI	8 DAI
Bloco	3,47*	0,12 ^{ns}	3,56*	4,59*	1,45 ^{ns}	5,62**	0,45 ^{ns}	0,48 ^{ns}
Dose (D)	0,56 ^{ns}	0,94 ^{ns}	1,16 ^{ns}	1,29 ^{ns}	5,61**	0,53 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,57 ^{ns}
Regime (R)	0,08 ^{ns}	3,55 ^{ns}	11,59**	17,71**	41,08**	3,99 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,73 ^{ns}
D x R	1,44 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,29 ^{ns}	5,75**	0,24 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,87 ^{ns}
CV (%)	1,12	2,43	4,08	11,34	15,42	1,85	4,29	2,55

¹Dias após o início do déficit; * Significativo pelo teste F (p<0,05); ** Significativo pelo teste F (p<0,01).

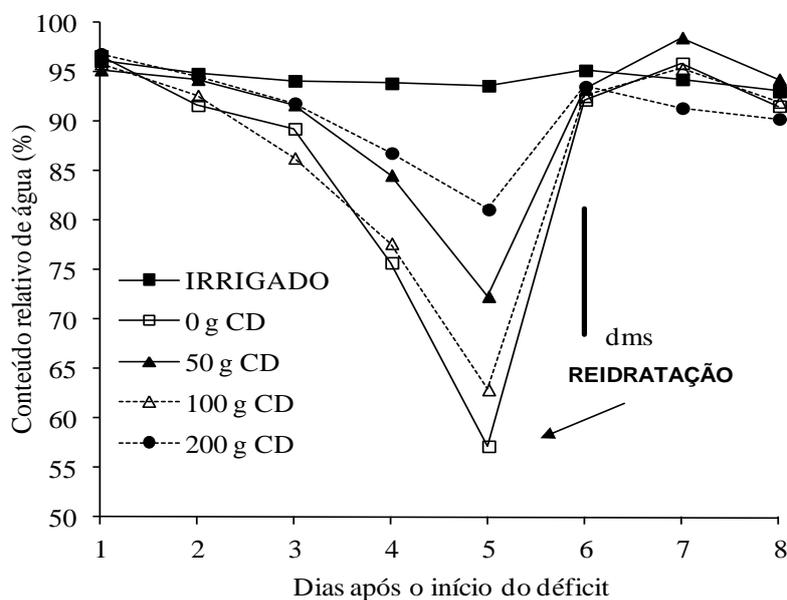


FIGURA 2 - Conteúdo relativo de água da folha de plantas de soja submetidas à aplicação de Etil-Trinexapac e à imposição de déficit hídrico (CD) no período reprodutivo. Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

A manutenção do CRA das folhas e o ajustamento osmótico foram observados por Bian e Huang (2009) em plantas de *Agrostis stolonifera* L. tratadas com Etil-trinexapac, as quais apresentaram menores perdas por

evapotranspiração nessas condições. Xu e Huang (2012) observaram aumento na tolerância à seca em plantas de *Poa pratensis* tratadas com Etil-Trinexapac, através da manutenção do CRA, da assimilação de carbono e do

aumento no acúmulo de metabólitos essenciais para as respostas adaptativas em plantas, como o sistema antioxidante (enzima Catalase), proteínas de defesa e ácidos graxos, além da enzima Rubisco.

Resultados obtidos por Costa et al. (2010) demonstram que a aplicação de Etil-Trinexapac afeta a disposição de células do parênquima e da epiderme foliar, resultando em camadas de células mais densas que podem refletir em diminuição nas perdas de água e melhoria na arquitetura de folhas. Fialho et al. (2009) demonstraram que a aplicação de Etil-Trinexapac em plantas de *Brachiaria brizantha* resultou em aumento na espessura foliar e diminuição do comprimento do limbo. De acordo com os autores, as folhas de *B. brizantha* apresentaram aumento na área da epiderme, resultando em folhas compactas, com alta superfície de trocas.

Esses resultados, juntamente com os apresentados no presente estudo permitem inferir que a aplicação de Etil-Trinexapac desencadeia uma série de respostas metabólicas que resultam na ativação de respostas adaptativas relacionadas à proteção dos efeitos nocivos do déficit hídrico, bem como do aumento da eficiência de utilização da água disponível para manter o processo de fotossíntese. Neste sentido, o controle estomático parece ser um dos responsáveis pelo aumento da eficiência metabólica dessas plantas.

Apesar do aumento da tolerância ao déficit hídrico induzida por Etil-Trinexapac ter sido demonstrada em algumas espécies, alguns resultados demonstram que este efeito é específico para essas condições ambientais. Heckman et al. (2001), observaram que a aplicação de Etil-Trinexapac provocou redução na tolerância ao estresse térmico em plantas de *Poa pratensis* L.. Heckman et al. (2002b), demonstraram que a aplicação de Etil-Trinexapac provocou uma diminuição na termoestabilidade celular de plantas de *Poa pratensis* L., demonstrando que estas plantas apresentam maior sensibilidade ao estresse térmico, quando submetidas à este regulador vegetal. Este comportamento, segundo os autores, pode estar associado às características químicas do regulador, que é da família de herbicidas que atuam restringindo a síntese de lipídeos, pela inibição da Acetilcoenzima A. Deve-se tomar o devido cuidado, portanto ao definir a utilização deste tipo de regulador como um indutor de tolerância a estresses abióticos, mesmo que os efeitos negativos em condição de estresse térmico tenham sido demonstrados apenas em monocotiledôneas.

A restrição na disponibilidade de água provocou alterações significativas na estrutura celular das folhas de soja (Tabela 2). Os valores de condutividade livre da solução de discos foliares, que mede o nível de danos provocados por radicais livres à membrana plasmática, apresentaram aumento em condição de déficit hídrico, demonstrando que, o estresse imposto às plantas afetou o metabolismo celular provocando danos à sua ultra-estrutura. A liberação de eletrólitos ocorre em níveis severos de déficit hídrico, por causa do aumento da quantidade de espécies ativas de oxigênio (superóxidos), radicais livres e de enzimas de “lise” (Roy-MACAULEY et al., 1992), que resultam na ruptura e aumento da

permeabilidade das membranas e, muitas vezes, em danos irreversíveis nas organelas e moléculas presentes no interior das células (ALONSO et al., 1997). A redução na disponibilidade de água e os danos de membrana apresentam boa relação, conforme demonstrado por Fioreze et al. (2011) em cultivares de soja, entre os quais a cultivar utilizada no presente estudo. A aplicação de Etil-Trinexapac não afetou as características relacionadas à tolerância protoplasmática celular (condutividade livre) tampouco o acúmulo de eletrólitos intercelulares, medidos pela condutividade total da solução.

O crescimento das plantas foi afetado pela restrição hídrica imposta no presente estudo (Tabela 2), conforme verificado pelos valores de acúmulo de biomassa e pela expansão foliar. Um dos primeiros processos afetados, em resposta à diminuição da água disponível no solo, é a expansão celular, processo altamente dependente da turgescência da planta. Em estágios mais avançados de déficit hídrico, outros processos fisiológicos são afetados, com efeitos diretos no acúmulo de assimilados pela planta, como a redução na taxa de assimilação de carbono e aumento da taxa respiratória (TURNER, 1997).

Apesar de resultar em manutenção do conteúdo de água das folhas, a aplicação de Etil-Trinexapac não afetou o crescimento e o acúmulo de matéria seca nas doses testadas. Por se tratar de um regulador vegetal do grupo dos inibidores da biossíntese de giberelinas, o Etil-Trinexapac tem sido amplamente utilizado para redução do porte de várias culturas, principalmente em cereais (ZAGONEL et al., 2002, BERTI et al., 2007, ZAGONEL; FERNANDES, 2007; ESPINDULA et al., 2010). Correia e Leite (2012) demonstraram que Etil-Trinexapac apresenta boa seletividade para uma série de espécies cultivadas, como a soja, por exemplo, em doses de 100 e 200 g ha⁻¹. Linzmeyer Junior et al. (2008) observaram que a aplicação de Etil-Trinexapac, até doses de 250 g ha⁻¹, proporcionou diminuição na altura de plantas sem, contudo, afetar o acúmulo de matéria seca e a produção de grãos.

Apesar de afetar o crescimento, o déficit hídrico imposto no presente estudo não afetou os componentes da produção e a produção de grãos de plantas de soja (Tabela 3), demonstrando que a restrição hídrica não foi suficientemente intensa para afetar a produção de grãos. A aplicação de Etil-Trinexapac não afetou a produção de grãos de soja e seus componentes, sendo que este comportamento é interessante do ponto de vista da utilização deste regulador como indutor de tolerância à seca, conforme proposto no presente estudo. A utilização de reguladores vegetais em plantas cultivadas pode ser validada quando o produto em questão proporciona o comportamento desejado, sem afetar negativamente a produção final da cultura.

Os resultados apresentados no presente estudo apresentam bons indicativos para o aumento da tolerância à seca na cultura da soja. É importante destacar que além da manutenção do status hídrico foliar, a aplicação de Etil-Trinexapac não afetou o crescimento e a produção de grãos na cultura, o que torna os resultados mais interessantes, principalmente pelas condições de cultivo para a soja no

Brasil, onde é comum a ocorrência de veranicos durante o período reprodutivo das plantas. Contudo, devido à escassez de trabalhos do gênero para a cultura da soja, outros trabalhos ainda devem ser desenvolvidos a fim de estabelecer uma recomendação adequada para a cultura,

bem como definir o nível de tolerância induzido pela aplicação deste regulador.

TABELA 2. Comparação de médias para variáveis biométricas de plantas de soja submetidas à imposição de déficit hídrico no período reprodutivo. Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

FV	CL ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	CT ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	AP (cm)	AF (cm^2)	AFE (g cm^{-2})	MSF (g)	MSC (g)	MSER (g)	MSPA (g)
Bloco	3,05 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,34 ^{ns}	3,71 [*]	2,65 ^{ns}	1,31 ^{ns}	2,67 ^{ns}	4,19 [*]	1,09 ^{ns}
Dose (D)	0,81 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,81 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,45 ^{ns}
Regime (R)	7,79 ^{**}	0,01 ^{ns}	1,59 ^{ns}	4,44 [*]	13,54 ^{**}	32,03 ^{**}	14,95 ^{**}	6,25 [*]	25,46 ^{**}
D x R	0,91 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,52 ^{ns}
CV (%)	45,66	15,19	4,09	12,91	8,91	10,96	9,91	31,84	10,44
Irrigado	30,12 b	259,60 a	0,96	3134,10 a	3,13 a	9,77 a	7,88 a	1,12 a	18,90 a
Déficit	47,64 a	258,79 a	0,95	2846,67 b	2,79 b	7,84 b	6,88 b	0,84 b	15,68 b
dms	13,05	28,95	0,03	283,67	0,19	0,71	0,54	0,23	1,33

CL: Condutividade livre; CT: Condutividade total; AP: Altura de plantas; AF: Área foliar; AFE: Área foliar específica; MSF: Matéria seca de folhas; MSCP: Matéria seca de caules e pecíolos; MSER: Matéria seca de estruturas reprodutivas; MSPA: Matéria seca total da parte aérea; * Significativo pelo teste F ($p < 0,05$); ** Significativo pelo teste F ($p < 0,01$); ^{ns} Não significativo; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$).

TABELA 3. Análise de variância (valores de F) para os componentes da produção de plantas de soja submetidas à aplicação de Etil-Trinexapac e à imposição de déficit hídrico no período reprodutivo. Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

FV	NVAG	NG	NGV	MG	PMG
Bloco	2,84 ^{ns}	1,26 ^{ns}	1,85 ^{ns}	0,23 ^{ns}	3,31 [*]
Dose (D)	0,41 ^{ns}	0,27 ^{ns}	1,78 ^{ns}	2,13 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Regime (R)	1,46 ^{ns}	2,17 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,74 ^{ns}	0,11 ^{ns}
D x R	0,45 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,91 ^{ns}	1,19 ^{ns}
CV (%)	11,91	12,45	5,3	11,52	11,27

* Significativo pelo teste F ($p < 0,05$); ^{ns} Não significativo; NVAG: Número de vagens por planta; NG: Número de grãos por planta; NGV: Número de grãos por vagem; MG: Massa de grãos; PMG: Peso de mil grãos.

CONCLUSÕES

A aplicação de Etil-Trinexapac induz a manutenção do status hídrico de plantas de soja em condição de déficit hídrico moderado;

A aplicação de Etil-Trinexapac no período vegetativo não afeta o crescimento e os componentes da produção em plantas de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO A. et al. Chilling stress leads to increased cell membrane rigidity in roots of coffee (*Coffea arabica* L.) seedlings. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v.1323, n.1, p.75-84, 1997.
- BALDWIN, C. et al. Effects of Trinexapac-Ethyl on the salinity tolerance of two ultradwarf bermudagrass cultivars. **HortScience**, Alexandria, v.41, n.3, p.808-814, 2006.
- BARRS, H.D.; WEATHERLEY, P.E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. **Australian Journal of Biological Science**, Adelaide, v.15, n.3, p.413-428, 1962.
- BEEVER, D. Os transgênicos e o futuro da agricultura. **Biociência e Desenvolvimento**, v.3, n.15, p.4-7, 2000.

BERTI, M. et al. Produtividade de cultivares de trigo em função do Trinexapac Ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.8, n.2, p.127-134, 2007.

BIAN, X. et al. Effects of Trinexapac-Ethyl on drought responses in creeping bentgrass associated with water use and osmotic adjustment. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.134, n.5, p.505-510, 2009.

BLUM, A. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential - are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? **Australian Journal of Agricultural Research**, Adelaide, v.56, p.1159-1168, 2005.

COSTA, N.V. et al. Efeito do Trinexapac-Ethyl na anatomia foliar de quatro espécies de grama. **Planta Daninha**, Viçosa, v.28, p.551-560, 2010.

CORREIA, N.M.; LEITE, G.J. Selectivity of the plant growth regulators Trinexapac-Ethyl and sulfometuron-methyl to cultivated species. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.69, p.194-200, 2012.

DAVIES, T.D. et al. Triazole plant growth regulators. **Horticulture Review**, v.10, p.63-105, 1988.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, EMBRAPA-SP/EMBRAPA-CNPS. 2006. 412p.

ESPINDULA, M.C. et al. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, p.109-116, 2010.

Manutenção do status hídrico de plantas...

- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).
- FIALHO, C.M.T. et al. Caracteres morfoanatômicos de *Brachiaria brizantha* submetida à aplicação de Trinexapac-Ethyl. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, p.533-539, 2009.
- FIOREZE, S.L. et al. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, p.342-349, 2011.
- HECKMAN, N.L. et al. Heat tolerance of Kentucky bluegrass as affected by Trinexapac-Ethyl. **Hortscience**, Alexandria, v.36, p.365-367, 2001.
- HECKMAN, N.L. et al. Influence of Trinexapac-Ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, Madson, v.42, n.2, p.423-427, 2002a.
- HECKMAN, N.L. et al. Trinexapac-Ethyl influence on cell membrane thermostability of Kentucky bluegrass leaf tissue. **Scientia Horticulturae**, v.92, p.183-186, 2002b.
- HERTWIG, K.V. **Manual de herbicidas desfolhantes, dessecantes e fitoreguladores**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1977. 480p.
- JIANG, H.; FRY, J. Drought responses of perennial ryegrass treated with plant growth regulators. **HortScience**, Alexandria, v.33, p.270-273, 1998.
- LAWLOR, D.W.; UPRETY, D.C. Effects of the water stress on the photosynthesis of crops and biochemical mechanism. In: ABROL, Y.P.; MOHANTY, P.; GOVINDJE, E. (Ed) **Photosynthesis: photoreactions to plant productivity**. New Dehli, Oxford and IBH Publishing Co, 1993, p.419-449.
- LAWN, R. J.; LIKOSWE, A.A. Genotypic differences in leaf area maintenance contribute to differences in recovery from water stress in soybean. **Australian Journal of Agricultural Research**, Adelaide, v.59, p.1075-1085, 2008.
- LEOPOLD, A.C. et al. Solute leakage resulting from leaf desiccation. **Plant Physiology**, Waterbury, v.68, p.1222-1225, 1981.
- LINZMEYER JUNIOR, R. et al. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, p. 373-379, 2008.
- LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stress**. New York, Academic Press. 1972, 698p.
- McCANN, S.E.; HUANG, B. Effects of Trinexapac-Ethyl foliar application on creeping bentgrass responses to combined drought and heat stress. **Crop Science**, Madson, v.47, p.2121-2128, 2007.
- Roy-MACAULEY, H. et al. Effect of drought stress on proteolytic activities in *Phaseolus* and *Vigna* leaves from sensitive and resistant plants. **Physiologia Plantarum**, Hoboken, v.85, p.90-96, 1992.
- TURNER, N.C. Further progress in crop water relations. **Advances in Agronomy**, Michigan, v.58, p.293-338, 1997.
- XU, C.; HUANG, B. Proteins and metabolites regulated by Trinexapac-Ethyl in relation to drought tolerance in Kentucky bluegrass. **Journal of Plant Growth Regulators**, Columbia, v.31, p.25-37, 2012.
- ZAGONEL J. et al. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem regulador de crescimento afetando o trigo, Cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, p.25-29, 2002.
- ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 5, p.331-339, 2007.