

Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudanças de Cana-de-açúcar

Melo, Bruno de Lima

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes doses de hidrogel agrícola em relação as variáveis fisiológicas de teor de clorofila e o índice SPAD em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. O experimento foi realizado em delineamento fatorial, com cinco tratamentos, constituídos de concentrações crescentes do hidrogel (0; 5,0; 10; 20; 40 g L⁻¹), as três variedades de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar avaliadas foram a CTC9002; IAC91-1099 e o IACSP95-5000.

Palavras-chave: Fisiologia Vegetal. Polímero Hidrorretentor. Retenção de Água. Mudanças. Plantas Agrícolas.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the influence of different doses of agricultural hydrogel in relation to the physiological variables of chlorophyll content and SPAD index in pre-sprouted sugarcane seedlings. The experiment was carried out in a factorial design with five treatments, consisting of increasing hydrogel concentrations (0, 5.0, 10, 20, 40 g L⁻¹), the three varieties of pre-sprouted sugarcane seedlings. evaluated were CTC9002; IAC91-1099 and IACSP95-5000.

Keywords: Plant Physiology. Hydroresetting polymer. Water Retention. Seedlings. Agricultural Plants.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de diferentes dosis de hidrogel agrícola en relación con las variables fisiológicas del contenido de clorofila y el índice SPAD en plántulas de caña de azúcar previamente germinadas. El experimento se llevó a cabo en un diseño factorial con cinco tratamientos, que consiste en aumentar las concentraciones de hidrogel (0, 5.0, 10, 20, 40 g L⁻¹), las tres variedades de plántulas de caña de azúcar previamente germinadas. evaluados fueron CTC9002; IAC91-1099 e IACSP95-5000.

Palabras clave: Fisiología vegetal. Polímero hidrorrestable. Retención de agua. Plántulas Plantas Agrícolas.

INTRODUÇÃO

Como a cana-de-açúcar é uma planta do tipo C4, as altas eficiências fotossintéticas devem-se às altas intensidades luminosas. Com elevadas taxas de radiação, os colmos são mais grossos e curtos, as folhas são mais longas e verdes e o perfilhamento é mais intenso. Em condições de baixa irradiância, os colmos são mais finos e longos e as folhas são mais estreitas e amarelas (RODRIGUES, 1995). Quanto maior a quantidade luminosa, mais fotossíntese será realizada pela cultura e, maior será o seu desenvolvimento e acúmulo de açúcares (BARBIERI, 1981).

Os pigmentos envolvidos na fotossíntese são as clorofilas a e b, e os carotenoides. A clorofila a é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético), enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios (STREIT et al., 2005). Os carotenoides são pigmentos amarelos ou alaranjados, mas normalmente sua coloração é mascarada pelas clorofilas. Esses pigmentos situam-se nas lamelas dos cloroplastos, em íntima associação com as clorofilas, o que permite a transferência de energia para as clorofilas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O estresse por seca é normalmente caracterizado por perda de clorofila e um declínio progressivo na capacidade fotossintética das plantas. O que leva a análise dos pigmentos fotossintéticos a ser uma importante ferramenta para avaliação da sanidade e integridade dos aparatos internos da célula durante o processo de fotossíntese (RONG-HUA et al., 2006) e fornece uma precisa técnica de detecção e quantificação de plantas tolerantes ao estresse hídrico (JABEEN et al., 2008).

O medidor portátil de clorofila SPAD-502 permite leituras instantâneas do teor relativo de clorofila na folha sem destruí-la, fazendo com que tal método seja caracterizado pela simplicidade e rapidez (ARGENTA et al., 2001).

Em adição, medições com SPAD-502 podem ser significativamente correlacionadas com o conteúdo de nitrogênio em folhas de gramíneas temperadas e tropicais, auxiliando, sobremaneira nos processos de seleção e melhoramento de plantas (ARGENTA et al., 2001; GÁBORCÍK, 2003).

As leituras são instantâneas e revelam a intensidade da cor verde da folha (valor correspondente ao teor relativo de clorofila) sem destruí-la. Os valores são calculados pelo equipamento com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, com diferentes absorbâncias da clorofila (TORRES NETTO et al., 2005; AMARANTE et al., 2010). O medidor de clorofila SPAD-502 pode ser utilizado em plantas intactas em qualquer

Melo, B. L.;

Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudanças de Cana-de-açúcar

momento do processo de crescimento das folhas e os valores obtidos podem ser descritos como índice, valor ou leitura SPAD (MINOLTA, 1989).

Uma boa associação entre o índice SPAD e o conteúdo de clorofila em plantas submetidas a vários regimes hídricos tem sido relatada, por exemplo, em plantas de cana-de-açúcar (JANGPROMMA et al., 2010), amendoim (ARUNYANARK et al., 2009) e sorgo (XU et al., 2000). De acordo com Silva et al. (2013), plantas de cana-de-açúcar com longo tempo de seca, cerca de 90 dias, tiveram redução no índice SPAD, sendo mais severa em genótipos susceptíveis.

As clorofilas localizam-se nos cloroplastos, sendo esta organela o local que se realiza a fotossíntese, a qual possui duas reações importantes: a fotoquímica, nas membranas dos tilacóides e a bioquímica, no estroma do cloroplasto. Tais organelas, além das clorofilas, contêm outros pigmentos denominados acessórios, tais como os carotenoides (carotenos e xantofilas) (LARCHER, 2000; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Ao absorver os fótons (energia luminosa), as moléculas de clorofila modificam-se temporariamente suas configurações eletrônicas, passando do estado basal para o estado excitado, o qual possui nível de energia superior, sendo ainda muito instável e de vida curta. Assim, após absorver os fótons, esses pigmentos podem dissipar o excesso de energia proveniente da luz por meio de quatro formas competitivas: dissipação fotoquímica (utilizada na fotossíntese), fluorescência (re-emissão na forma de luz), conversão direta de energia (retorno da clorofila ao seu estado base sem ocorrer emissão de fótons) e dissipação não-fotoquímica (re-emissão na forma de calor) (TAIZ & ZEIGER, 2004; MAXWELL & JONHSON, 2000).

Os pigmentos fotossintéticos são os principais pigmentos responsáveis pela captação da energia luminosa utilizada no processo de fotossíntese, constitui um dos principais fatores relacionados à eficiência fotossintética de plantas e conseqüentemente ao crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes (RÊGO e POSSAMAI, 2004). A energia luminosa utilizada na fotossíntese é absorvida pelos pigmentos fotossintéticos (clorofila a e b e carotenoides). Quando uma luz branca, como a do sol, atinge as clorofilas, é absorvida nos comprimentos de onda correspondentes ao azul e vermelho. A luz verde não é absorvida e sim refletida, o que explica a coloração verde desses pigmentos (LICHTENTHALER, 1987).

Com a adaptação do tecido fotossintético ao escuro, cerca trinta minutos, a fase bioquímica da fotossíntese fica desativada, dessa forma, quando é aplicado um pulso de luz saturante, as moléculas de clorofila se excitam, porém os aceptores de elétrons não estão aptos para recebê-lo. Assim, essa energia é dissipada em forma de fluorescência e de calor (LARCHER e CERNUSCA, 1985).

A fluorescência pode ser medida por um fluorímetro. Esse aparelho fornece várias medidas, entre elas a máxima eficiência fotoquímica do fotossistema II (F_v/F_m), que é um bom indicador do dano fotoinibitório quando as plantas estão sob efeito de estresse, como frio (BAKER et al., 1983) e seca (ÖGREN E ÖQUIST, 1985).

A adição dos polímeros hidrorretentores ao solo contribui para germinação de sementes, desenvolvimento do sistema radicular, crescimento e desenvolvimento das plantas, redução das perdas de água de irrigação por percolação e melhoria na aeração e drenagem do solo, além de redução das perdas de nutrientes por lixiviação (CÂMARA *et al.*, 2011; AZEVEDO *et al.*, 2002).

Os polímeros super absorventes podem ser utilizados como condicionadores sintéticos de solo, pois são capazes de absorver um volume até 500 vezes o seu peso. Quando incorporado ao solo podem alterar as características de retenção de água. Os polímeros hidrorretentores podem ser derivados do amido ou do petróleo, que são mais frequentemente utilizados e denominados de poli(acrilamida) ou PAM (GASCUE et al. 2006; SANTANA et al. 2007).

Santoni et al. (2008), relataram que os polímeros super absorventes (Hidrogéis) são formados por redes poliméricas tridimensionais de alto peso molecular e com caráter hidrófilo, capazes de absorver grandes quantidades de água ou fluidos biológicos. Com relação à aparência, são granulares e brancos, formando gel transparente quando hidratado.

Em diversos estudos com polímeros sintéticos, na agricultura (por exemplo: na produção de mudas em casa de vegetação, em horticultura, na cultura do eucalipto, no plantio de gramíneas para produção de sementes e ente outras), observou-se aumento de produtividade, diminuição na frequência de irrigação, otimização no crescimento das plantas, diminuição da taxa de infiltração da água no solo e melhor retenção hídrica com maior disponibilidade para as plantas (MORAES, 2001; AZEVEDO et al. 2002; CALDERÓN et al. 2007; PREVEDELLO; LOYOLA, 2007; SILVA et al. 2008 a; SILVA et al. 2008 b).

MATERIAL E MÉTODOS

Foi avaliado a eficiência quântica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) com auxílio do fluorômetro. Todas as medidas foram realizadas no período da manhã e início do período da tarde, entre às 11h00min e as 13h00min, sempre em dias sem nuvens.

As características de fluorescência foram medidas em folhas intactas usando um fluorômetro modelo (**PAR-FluorPen FP 100-MAX-LM**), que é usado para estimar o grau de fotoinibição induzida pela seca.

Para a realização das leituras foi utilizada a quarta folha expandida de cada muda pré-brotada. Os parâmetros fisiológicos foram medidos três vezes durante o presente estudo, aos 30, 45 e 60 dias do início dos tratamentos com o hidrogel agrícola.

Durante cada data de medição, quatro mudas foram adaptadas à sombra durante 30 minutos, utilizando grampos de folha antes das medições de fluorescência (Figura 1). O parâmetro relação F_v/F_m foi determinado seguindo os procedimentos de Maxwell e Johnson (2000), e usados para quantificar o grau de fotoinibição induzido pela seca.

Figura 1: Mudanças pré-brotadas de cana-de-açúcar adaptadas à sombra para análise de fluorescência



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Índice SPAD foi medido usando-se um clorofilômetro SPAD-502 (Minolta Corp., Ramsey, NJ, EUA) e usando-se a média de três leituras na folha +1.

O índice SPAD corresponde à quantidade de clorofila na folha, porém é uma medida indireta, pois mede a intensidade de cor verde, que é correlacionada com o teor de clorofila. O teor de clorofila foliar foi estimado de forma não destrutivo, registrou-se a média de quatro medições efetuadas em três pontos distintos da mesma folha, nas cinco dosagens de tratamento com o hidrogel agrícola.

Procedimentos Estatísticos

Foi considerado o Delineamento Fatorial, com cinco tratamentos, dosagens do polímero hidrorretentor - (Fator A), três cultivares - (Fator B) com cinco repetições (mudas em copos), sendo

Melo, B. L.;

Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudanças de Cana-de-açúcar

as médias comparadas pelo Teste Scott-Knott ($\alpha = 0,05$). Também foi aplicada a análise de regressão ($\alpha = 0,05$) a fim de verificar a dosagem ideal do polímero para cada parâmetro (BANZATTO; KRONKA, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas e representações gráficas 1, 2 e 3, as médias da Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) observadas durante todo o período do experimento com as doses do hidrogel agrícola utilizado, não foram menores que 0,701, valor que se encontra entre 0,70 e 0,85, intervalo que Silva et al. (2013) descrevem como sendo de plantas que estão com o aparelho fotossintético sem danos. Esse comportamento provavelmente ocorreu devido às condições de temperatura e luminosidade nos dias da avaliação.

TABELA 1: Resultados estatísticos para variável Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) aos 30 dias após os tratamentos (DAT), nos cultivares e tratamentos utilizados

DOSE	Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) aos 30 (DAT)			
	IAC 911099	IAC SP 955000	CTC 9002	MÉDIA
0	0,71 Ca	0,71 Ca	0,70 Ba	0,71 C
5	0,69 Cb	0,82 Aa	0,81 Aa	0,78 B
10	0,70 Cb	0,79 Ba	0,80 Aa	0,77 B
20	0,75 Bb	0,79 Ba	0,80 Aa	0,78 B
40	0,82 Aa	0,78 Bb	0,81 Aa	0,80 A
MÉDIA	0,73 b	0,78 a	0,79 a	
C.V. (%)	3			

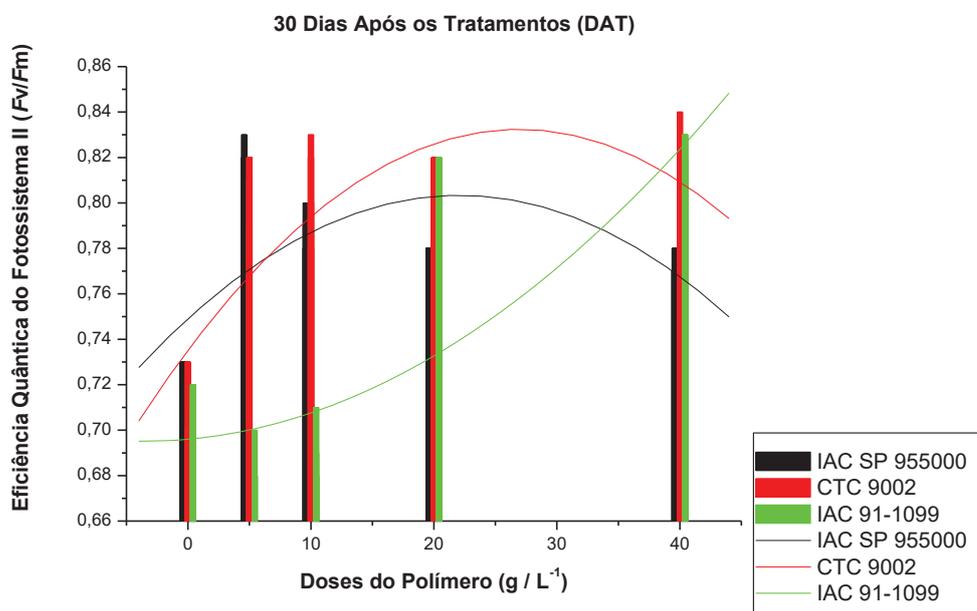
Letras maiúsculas diferença na coluna e letras minúsculas diferença na linha ($p < 0,05$), para teste de contraste entre médias Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Melo, B. L.;

Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudanças de Cana-de-açúcar

Gráfico 1: Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) aos 30 (DAT) em relação as doses do hidrogel agrícola



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2: Resultados estatísticos para variável Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) aos 45 dias após os tratamentos (DAT), nos cultivares e tratamentos utilizados

DOSE	Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) aos 45 (DAT)			
	IAC 911099	IAC SP 955000	CTC 9002	MÉDIA
0	0,72 Cb	0,77 Aa	0,79 Aa	0,75 B
5	0,74 Cb	0,78 Aa	0,78 Aa	0,77 B
10	0,80 Ba	0,77 Ab	0,78 Ab	0,78 A
20	0,84 Aa	0,74 Bc	0,77 Ab	0,79 A
40	0,84 Aa	0,74 Bc	0,77 Ab	0,79 A
MÉDIA	0,80 a	0,75 c	0,78 b	
C.V. (%)	1,96			

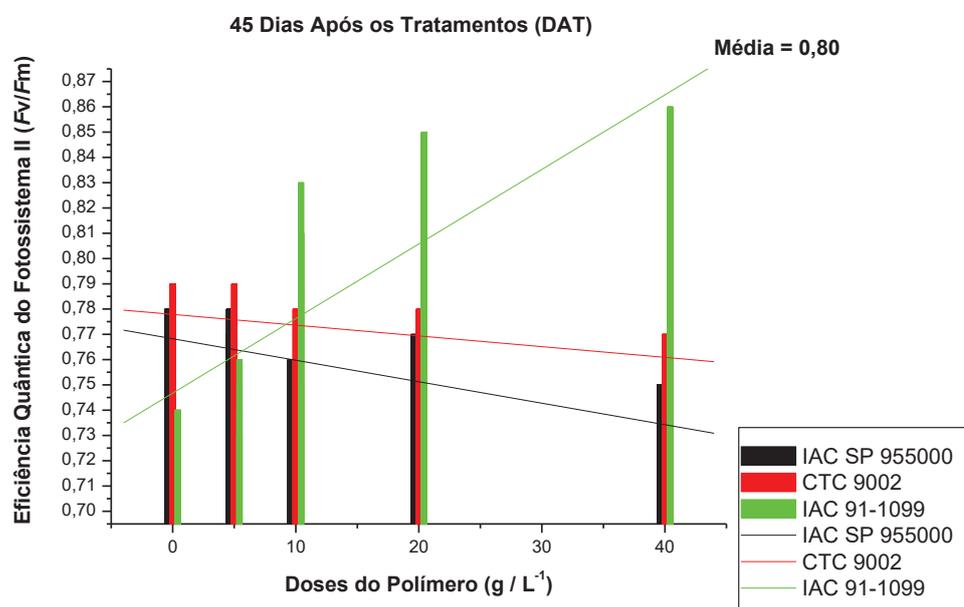
Letras maiúsculas diferença na coluna e letras minúsculas diferença na linha ($p < 0,05$), para teste de contraste entre médias Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Melo, B. L.;

Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudanças de Cana-de-açúcar

Gráfico 2: Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) aos 45 (DAT) em relação as doses do hidrogel agrícola



Fonte: Elaborado pelo autor.

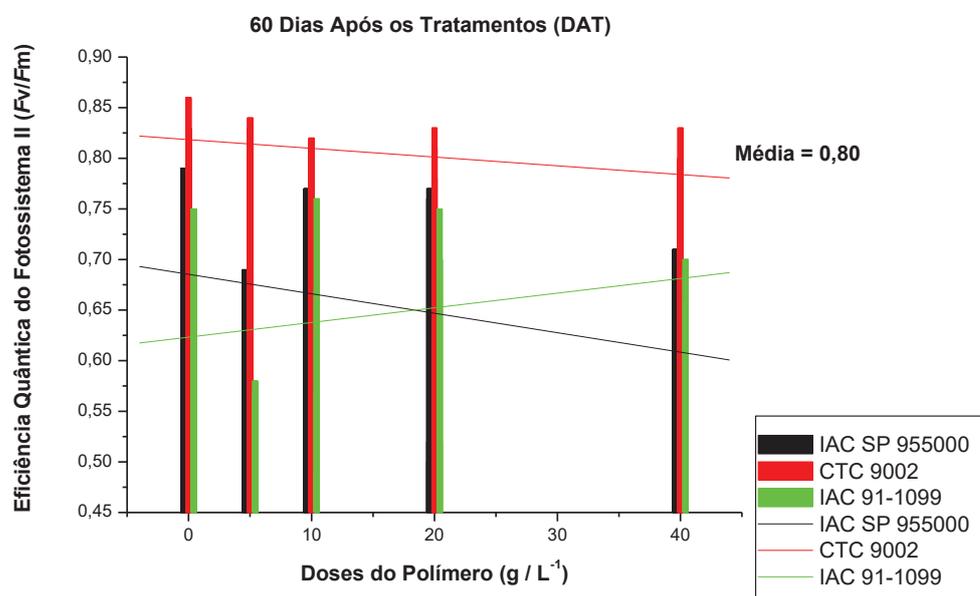
Tabela 3: Resultados estatísticos para variável Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) aos 60 dias após os tratamentos (DAT), nos cultivares e tratamentos utilizados

DOSE	Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) aos 60 (DAT)			
	IAC 911099	IAC SP 955000	CTC 9002	MÉDIA
0	0,70 Ab	0,74 Ab	0,83 Aa	0,76 A
5	0,55 Ab	0,60 Ab	0,82 Aa	0,66 A
10	0,62 Ab	0,69 Ab	0,80 Aa	0,70 A
20	0,67 Aa	0,64 Aa	0,76 Aa	0,69 A
40	0,69 Ab	0,62 Ab	0,80 Aa	0,70 A
MÉDIA	0,64 b	0,66 b	0,80 a	
C.V. (%)	11,29			

Letras maiúsculas diferença na coluna e letras minúsculas diferença na linha ($p < 0,05$), para teste de contraste entre médias Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3: Eficiência Quântica do Fotossistema II (F_v/F_m) aos 60 (DAT) em relação as doses do hidrogel agrícola



Fonte: Elaborado pelo autor.

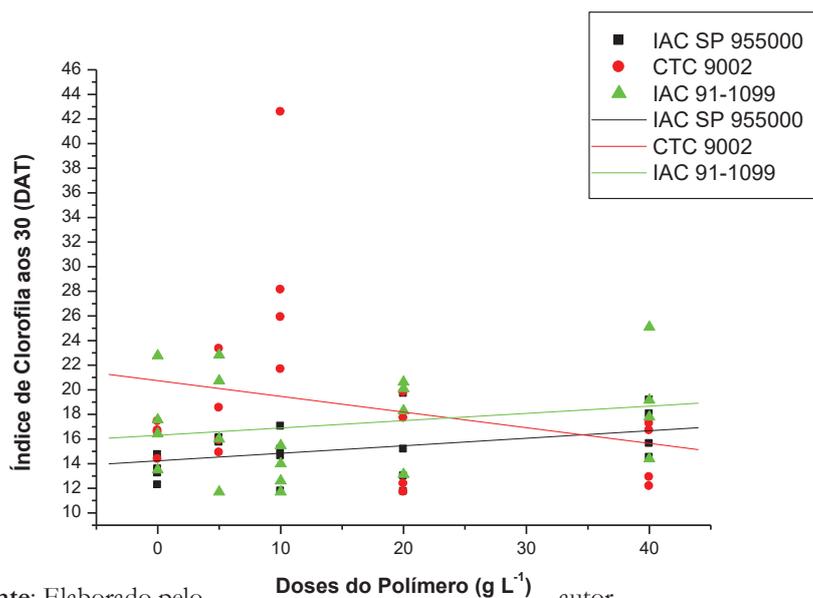
As médias descritas nas tabelas e representações gráficas 1, 2 e 3, são resultados que estão de acordo com Silva et al. (2012) que constataram valores inferiores a 40 de índice SPAD em genótipos de cana-de-açúcar. Para Silva et al. (2007) leituras inferiores a 40 de índice SPAD indicam o início da deficiência de clorofila em cultivares de cana-de-açúcar, o que afeta o processo fotossintético. De acordo com Silva et al. (2012), esse parâmetro é considerado um bom indicador de distúrbios causados nas plantas para seleção de genótipos tolerante a seca.

Tabela 4: Resultados estatísticos para variável Índice de Clorofila aos 30 dias após os tratamentos (DAT), nos cultivares e tratamentos utilizados

DOSE	ÍNDICE DE CLOROFILA AOS 30 (DAT)			
	IAC 911099	IAC SP 955000	CTC 9002	MÉDIA
0	15,33 Aa	14,12 Aa	14,62 Ba	14,69 C
5	24,77 Aa	16,03 Ab	19,17 Bb	19,99 B
10	19,27 Ab	15,16 Ab	35,63 Aa	23,35 A
20	20,48 Aa	16,27 Aa	19,02 Ba	18,60 B
40	19,40 Aa	14,81 Aa	14,13 Ba	16,11 C
MÉDIA	19,85 a	15,28 b	20,51 a	
C.V. (%)	40,09			

Letras maiúsculas diferença na coluna e letras minúsculas diferença na linha ($p < 0,05$), para teste de contraste entre médias Scott-Knott. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Gráfico 4: Índice de Clorofila aos 30 (DAT) em relação as doses do hidrogel agrícola



Fonte: Elaborado pelo autor.

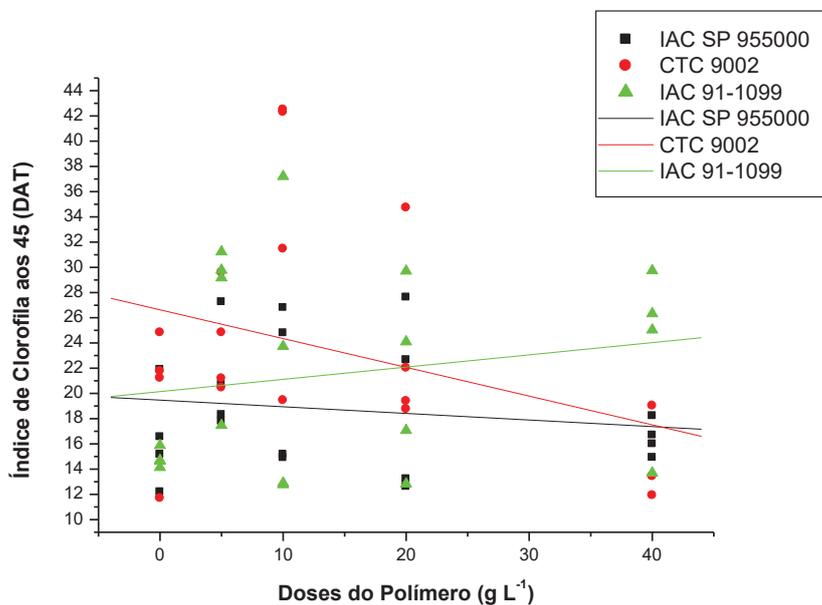
Tabela 5: Resultados estatísticos para variável Índice de Clorofila aos 45 dias após os tratamentos (DAT), nos cultivares e tratamentos utilizados

DOSE	ÍNDICE DE CLOROFILA AOS 45 (DAT)			
	IAC 911099	IAC SP 955000	CTC 9002	MÉDIA
0	17,34 Aa	15,30 Aa	16,60 Ca	16,41 B
5	25,53 Aa	20,19 Aa	24,78 Ba	23,50 A
10	20,50 Ab	19,57 Ab	32,82 Aa	24,30 A
20	21,16 Aa	18,07 Aa	20,82 Ca	20,01 B
40	23,56 Aa	17,12 Ab	14,84 Cb	18,50 B
MÉDIA	21,62 a	18,05 b	21,97 a	
C.V. (%)	35,75			

Letras maiúsculas diferença na coluna e letras minúsculas diferença na linha ($p < 0,05$), para teste de contraste entre médias Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 5: Índice de Clorofila aos 45 (DAT) em relação as doses do hidrogel agrícola



Fonte: Elaborado pelo autor.

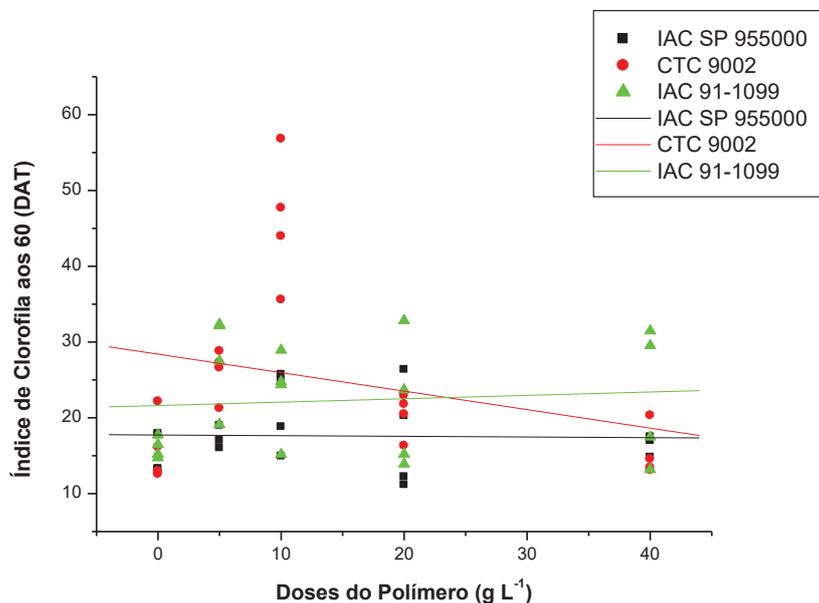
Tabela 6: Resultados estatísticos para variável Índice de Clorofila aos 60 dias após os tratamentos (DAT), nos cultivares e tratamentos utilizados.

DOSE	ÍNDICE DE CLOROFILA AOS 60 (DAT)			
	IAC 911099	IAC SP 955000	CTC 9002	MÉDIA
0	15,78 Aa	16,04 Aa	20,88 Ba	17,57 B
5	22,21 Aa	17,99 Aa	24,23 Ba	21,48 B
10	18,63 Ab	21,44 Ab	41,07 Aa	27,05 A
20	18,74 Aa	17,11 Aa	19,67 Ba	18,50 B
40	22,77 Aa	17,98 Ab	15,61 Bb	18,79 B
MÉDIA	19,63 b	18,11 b	24,29 a	
C.V. (%)	35,26			

Letras maiúsculas diferença na coluna e letras minúsculas diferença na linha ($p < 0,05$), para teste de contraste entre médias Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 6: Índice de Clorofila aos 60 (DAT) em relação as doses do hidrogel agrícola



Fonte: Elaborado pelo autor.

CONCLUSÃO

Através dos parâmetros fisiológicos analisados, pode-se observar que o polímero hidrorretentor incorporado ao substrato agrícola promoveu um maior número de perfilho nas mudas e permitiu um crescimento vegetativo mais rápido e com economia de água.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; SANGOI, L.; ZANARDI, O. Z.; MIQUELOTO, A.; SCHWEITZER, C. Quantificação de clorofilas em folhas de milho através de métodos ópticos não destrutivos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 39-50, 2010.

ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v. 13, p. 158-167, 2001.

ARUNYANARK, A.; JOGLOY, S.; VORASOOT, N.; AKKASAENG, C.; KESMALA T.; PATANOTHAI, A. Stability of relationship between chlorophyll density and soil plant analysis development chlorophyll meter readings in peanut across different drought stress conditions. *Asian Journal of Plant Science*, Nova York, v. 8, n. 2, p. 102-110, 2009.

Melo, B. L.;

Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudanças de Cana-de-açúcar

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A.; TAS, P. S. L., FRIZZONE, J. A. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n. 5. p. 1239 - 1243, 2002.

BAKER, N. R.; EAST, T. M.; LONG, S. P. Chilling damage to photosynthesis in young Zea Mays. *Journal Experimental Botany*, Oxford, v. 34, n. 2, p. 139-189, 1983.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1992.

BARBIERI, V. *Medidas e estimativas de consumo hídrico em cana-de-açúcar (Saccharum spp.)*. 1981. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

CALDERÓN, M. et al. Diseño de una asignatura sobre la ciencia de los polimeros. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Madrid, v. 8, n. 1, 2007.

CÂMARA, G. R.; REIS, D. F.; ARAÚJO, G. L.; CAZOTTI, M. M.; DONATELLI JUNIOR, E. J. Avaliação do desenvolvimento do cafeeiro *Conilon robusta* tropical mediante uso de polímeros hidrorretentores e diferentes turnos de rega. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 7, n. 13; p. 135 - 146, 2011.

COTTHEM, W. V. *O papel de Terracotem como um absorvente universal*. Bélgica: Ghent, 1998.

DUSI, D. M. *Efeito da adição do polímero hidrorretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento de Brachiaria decumbens cv. Basilisk, em dois diferentes substratos*. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

GÁBORCÍK, N. Relationship between contents of Chlorophyll (*a+b*) (SPAD values) and nitrogen of some temperature grasses. *Photosynthetica*, Slovakia, v. 41, n. 2, p. 285-287, 2003.

GASCUE, B. R. de. et al. Los hidrogeles poliméricos como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Madrid, v. 7, n. 3, p. 199-210, 2006.

JABEEN, F.; SHAHBAZ, M.; ASHRAF, M. Discriminating some prospective cultivars of maize (*Zea mays* L.) for drought tolerance using gas exchange characteristics and proline contents as physiological markers. *Pakistan Journal of Botany*, Islamabad, v. 40, n. 6, p. 2329-2343, 2008.

JANGPROMMA, N.; SONGSRI, P.; THAMMASIRIRAK, S.; JAISIL, P. Rapid assessment of chlorophyll content in sugarcane using a spad chlorophyll meter across different water stress conditions. *Asian Journal of Plant Sciences*, Nova York, v. 9, n. 6, p. 368-374, 2010.

LARCHER, W.; CERNUSCA, A. Mikrocomputergesteuerte mobile Anlage zum fluorometrischen Nachweis Von Photosynthesestörungen. *Bericht der Oesterreichische Akademie der Wissenschaften*, Vienna, v. 194, p. 45, 1985.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RIMA, 2000. P. 531.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods of Enzymology*, Londres, v. 148, p. 350-382, 1987.

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 53 - 57, 2010.

Melo, B. L.;

Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudanças de Cana-de-açúcar

MAXWELL C.; JOHNSON, G.M. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 51, p. 659-668, 2000.

MINOLTA CAMERA C., Ltda. Manual for chlorophyll meter SPAD 502. Osaka, Minolta, *Radiometric Instruments divisions*. 1989. 22p.

MORAES, O.; BOTREL, T. A.; DIAS, C. T. S. Efeito do uso de polímero hidrorretentor no solo sobre intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). *Engenharia Rural*, Piracicaba, v. 12, p. 73 - 80, 2001.

OGREN, E.; OQUIST, G. Effect of drought on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and photoinhibition susceptibility in intact willow leaves. *Planta*, Berlin, v. 166, n. 3, p. 380-388, 1985.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidrorretentores na infiltração de água no Solo. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. *Avaliação dos teores de clorofila no crescimento de mudas de Jequitibá-Rosa (Cariniana legalis)*. Colombo: EMBRAPA, 2004. (Comunicado Técnico, 128).

RODRIGUES, J.D. *Fisiologia da cana-de-açúcar*. UNESP, Instituto de Biociências. 1995. 99 p. Disponível em: <http://www.residenciaagronomica.ufpr.br/bibliografia/MATURAD.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

RONG-HUA, L. I.; PEI-POL, G. U. O.; BAUMZ, M.; GRANDO, S.; CECCARELLI, S. Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. *Agricultural Sciences in China*, Oxford, v. 5, n. 10, p. 551-557, 2006.

SANTANA, B. H. et al. Efecto del hidrogel sobre el rendimiento de semilla en tres cultivares de *Brachiaria spp* en el valle de Iguala, gro., México. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, Málaga, v. 8, n. 9, 2007.

SANTONI, N. et al. Caracterización de Hidrogeles de quitosano entrecruzados covalentemente con Genipina. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Madrid, v. 9, n. 3, p. 326-330, 2008.

SILVA, M. A. et al. Use of physiological parameters to detect differences in drought tolerance among sugarcane genotypes. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 26; 2007, Durban. *Proceedings...* Durban: ISSCT, p. 541-547, 2007.

SILVA, M. de A. et al. Yield components as indicators of drought tolerance of sugarcane. *Scientia Agraria*, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 620-627, 2008a.

SILVA, M. de A. et al. Agronomic performance of sugarcane families in response to water stress. *Revista Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 3, p. 655-661, 2008b.

SILVA, M. I. *Embriogênese somática indireta de duas variedades RB de cana-de-açúcar*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo – AL, 86p, 2012.

SILVA, M. de A.; JIFON, J. L.; SILVA, J. A. G. da; SANTOS, C. M. dos; SHARMA, V. Relationships between physiological traits and productivity of sugarcane in response to water deficit. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, First View, doi: 10.1017/S0021859612000834, 2013.

Melo, B. L.;

Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudanças de Cana-de-açúcar

STREIT, N.M.; CANTERLE, L.P.; CANTO, M.W. do; HECKTHEUER, L.H.H. As clorofilas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009, 820p.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; BRESSAN-SMITH, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 104, n. 2, p. 199-209, 2005.

XU, W.; ROSENOW D. T.; NGUYEN, H. T. Stay green trait in grain sorghum: Relationship between visual rating and leaf chlorophyll concentration. *Plant Breeding*, Berlin, v. 119, n. 4, p. 365-367, 2000.

1 MELO, Bruno de Lima. Biólogo; Especialista em Avaliação do Ensino e da Aprendizagem; Especialista em Tutoria em Ensino a Distância (EAD) e Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, todos pela Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). Possui experiência nas áreas de Genética e Biotecnologia Vegetal, Agroecologia, Sustentabilidade na Produção de Alimentos (Agricultura Sustentável e Segurança Alimentar), Meio Ambiente, Microbiologia e Higiene de Alimentos, Ecogastronomia e Docência no Ensino Superior. Atuando principalmente nos seguintes temas: Técnicas de cultivo in vitro e manipulação de células e tecidos vegetais; Manutenção de cultivos celulares in vitro de cultivares de cana-de-açúcar; Avaliação de novas composições de meio de cultura contendo substâncias antioxidantes e Biotécnicas aplicadas ao aumento da produção vegetal através do sistema denominado de Mudanças Pré-Brotadas bruno_melo_blm@hotmail.com