

Efeito do déficit hídrico e época de semeadura sobre os teores e rendimentos de óleo e proteína em cultivares de soja no Tocantins

De Lima, Alessandra Maria Naoe¹; Joênes Mucci Peluzio; Flávia Lucila Tonani de Siqueira; Waldesse Piragé de Oliveira Junior

Universidade Federal do Tocantins, Avenida NS 15, 109 Norte - Plano Diretor Norte, Palmas-TO, CEP: 77001-090; ¹alima@uft.edu.br

De Lima, Alessandra Maria Naoe; Joênes Mucci Peluzio; Flávia Lucila Tonani de Siqueira; Waldesse Piragé de Oliveira Junior (2017) Efeito do déficit hídrico e época de semeadura sobre os teores e rendimentos de óleo e proteína em cultivares de soja no Tocantins. Rev. Fac. Agron. Vol 116 (2): 193-199.

A composição química dos grãos de soja é determinada por fatores genéticos e ambientais. A disponibilidade hídrica, aliada à época de semeadura, são fatores ambientais de maior impacto na produção e definição da qualidade dos grãos. Objetivou-se neste estudo avaliar o teor e rendimento kg há^{-1} de óleo e proteína em grãos de soja, submetidos à déficit hídrico em duas épocas de semeadura (10/07 e 10/12/2014). Em cada época de semeadura, foi realizado um experimento em casa de vegetação na Universidade Federal do Tocantins, município de Palmas. O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4×2 com quatro repetições, representado por quatro sistemas de manejo (déficit hídrico nas fases de floração, enchimento do grão e maturação e sem déficit hídrico) e duas cultivares (TMG132RR e TMG1288RR). Os sistemas de manejo foram impostos com variações de 30% (déficit hídrico) a 70% (sem déficit hídrico) da água disponível no solo. Foi observado que os sistemas de manejo de irrigação e épocas de semeadura afetaram o rendimento de óleo e proteína. As épocas de semeadura tiveram maior influência nos teores de óleo e proteína do que os sistemas de manejo de irrigação. Os maiores teores de óleo e proteína foram observados na primeira e segunda épocas de semeadura respectivamente. A floração e o enchimento de grãos foram mais sensíveis ao déficit hídrico. As cultivares de soja avaliadas apresentaram resposta similar quanto ao déficit hídrico.

Palavras chave: irrigação, manejo, água disponível, temperatura, estresse.

De Lima, Alessandra Maria Naoe; Joênes Mucci Peluzio; Flávia Lucila Tonani de Siqueira; Waldesse Piragé de Oliveira Junior (2017) Effect of drought and sowing time on content and oil and protein yields in soybean cultivars in Tocantins. Rev. Fac. Agron. Vol 116 (2): 193-199.

The chemical composition of the soybeans grain is determined by genetic and environmental factors. The water availability, coupled with sowing, are environmental factors with the greatest impact in the production and definition of the quality of grain. The aim of this study was to evaluate the content and yield kg^{-1} for oil and protein in soybeans, submitted to water deficit in two sowing seasons (10/07 and 10/12/2014). In each sowing time, an experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Tocantins, Palmas municipality. The experimental design used in each experiment was completely randomized in a 4×2 factorial design with four replications, represented by four management systems (water deficit in the flowering stage, grain filling and maturation and without water deficit) and two cultivars (TMG132RR and TMG1288RR). The management were imposed systems with variations of 30% (water deficit) to 70% (without water deficit) of available soil water. It was observed that the irrigation management systems and sowing dates affected the yield of oil and protein. Sowing dates had the greatest influence on levels of oil and protein than irrigation management systems. The highest levels of oil and protein were observed in the first and second sowing dates respectively. The evaluated soybean cultivars showed similar response as the water deficit.

Keywords: irrigation, management, available water, temperature, stress.

Recibido: 09/10/2015

Aceptado: 19/06/2017

Disponibile on line: 01/04/2018

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUÇÃO

O grão da soja possui em média 40% de proteína e 20% de óleo e esses teores correlacionam-se negativamente (Rodrigues et al., 2010). De acordo com Veiga et al. (2010) a composição química do grão pode variar em função de fatores genéticos e ambientais. Dentre os fatores ambientais, a disponibilidade hídrica e a temperatura são considerados os de maior impacto na produção e qualidade dos grãos.

A água representa em média 90% do peso da planta de soja, atuando em todos os processos fisiológicos e bioquímicos durante o ciclo, por isso, a disponibilidade hídrica no solo é fator determinante para o seu desenvolvimento (Morando et al., 2014).

Estudos comprovam que o período reprodutivo da soja é o de maior demanda hídrica, sendo mais sensível à variações de água no solo. A necessidade máxima de água ocorre na floração e enchimento do grão. Déficits hídricos expressivos durante esses estádios provocam alterações fisiológicas na planta, causando a queda prematura de folhas e flores, abortamento de vagens e má qualidade do grão (Embrapa, 1999).

Outro aspecto importante associado ao déficit hídrico é a temperatura. Pípolo (2002) observou alterações na disponibilidade de nitrogênio para os grãos e, conseqüentemente, alteração no teor de proteínas em temperaturas elevadas. A soja adapta-se melhor à temperaturas do ar entre 20°C e 30°C, temperaturas acima dessa faixa afetam a sobrevivência do *Bradyrhizobium*, bactéria responsável pela fixação biológica de nitrogênio, reduzindo a síntese proteica (Hungria & Vargas 2000).

Além disso, altas temperaturas associadas à déficit hídrico interferem na competição por carbono biossintético, alterando rotas importantes na biossintese de óleo e proteína (Pípolo, 2002). Há estudos na literatura demonstrando que nestas condições ocorre aumento no teor de óleo nas sementes devido à floração e maturação precoces, e, principalmente quando a temperatura se eleva durante o enchimento da vagem (Sediyama, 1993; Marques et al., 2008).

Albrecht et al. (2008) observaram teores médios de óleo e proteínas em sementes de soja de 29,39% e 29,76%, respectivamente. Segundo os autores, essa variação ocorreu provavelmente em função das altas

temperaturas associadas à pouca chuva ocorrida durante a fase reprodutiva da cultura.

Apesar dos programas de melhoramento serem voltados à melhoria do rendimento proteico, atualmente, o aumento no teor de óleo nas sementes tem se tornado interessante para a indústria devido à inserção do biodiesel na atual matriz energética, por isso, estudar fatores que favoreçam a biossíntese de óleo nas sementes é importante.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o teor e rendimento de óleo e proteína de grãos de soja submetidos a déficit hídrico em diferentes estádios reprodutivos em duas épocas de semeadura, no estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Em 2014/2015 sob condições de casa de vegetação, foram conduzidos dois experimentos, sendo um instalado em 10/07/2014 e outro em 10/12/15 na Universidade Federal do Tocantins, município de Palmas. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima nessa região é do tipo tropical úmido com estação seca (Aw) bem definida no inverno, o que contribui para as altas temperaturas na região. A evapotranspiração potencial média anual é de 1.500 mm, apresentando temperatura e precipitação média anuais de 27,5° C e 1600 mm respectivamente (Inmet, 2014)

As temperaturas médias registradas na casa de vegetação durante a condução dos dois experimentos podem ser observadas na figura 1.

Delineamento Experimental

Em cada experimento, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado representado por oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x2, sendo duas cultivares de soja (TMG132RR e TMG1288RR) e quatro manejos de irrigação. As cultivares foram escolhidas pelo bom desempenho no cerrado, sendo historicamente, já cultivadas em várias regiões edafoclimáticas semelhantes ao Tocantins. A casualização foi feita semanalmente, com a alternância dos vasos, garantindo a uniformidade das condições.

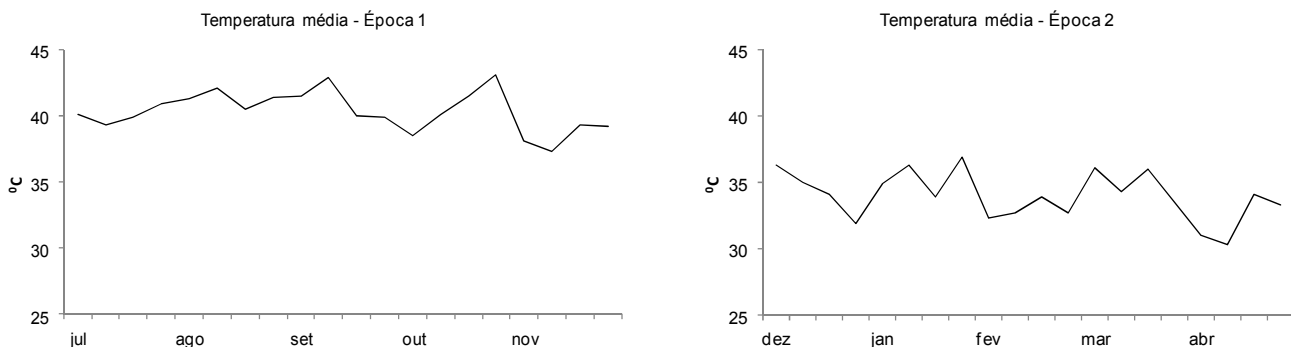


Figura 1. Temperaturas médias em graus celsius registradas na casa de vegetação no período do experimento (2014/2015) para as épocas 1 e 2.

Os manejos de irrigação foram divididos em: DHF (déficit hídrico na floração R1 - R3), DHE (déficit hídrico no enchimento do grão R4 - R5.5), DHM (déficit hídrico na maturação R6 - R7) e IN (irrigação normal/testemunha).

Condução do experimento

Foi realizada a semeadura das cultivares em vasos de polietileno com capacidade volumétrica de oito litros com 23 cm de diâmetro. Após a emergência, foi feito o desbaste visando obter duas plantas/vaso. As plantas, de cada vaso, foram identificadas com placas numéricas.

O solo utilizado nos experimentos pertence à classe dos latossolos vermelho-amarelo distrófico, de textura arenosa e foi coletado em área agrícola do Centro Agrotecnológico de Palmas. As coletas foram feitas nos 30 cm do perfil inicial. Cada vaso recebeu adubação de 1,2g de P₂O₅ e 0,67g de K₂O. Além disso, para manter o manejo da irrigação adequado a cada tratamento, as características físico-hídricas do solo foram determinadas para avaliação da água disponível.

Durante todo o período vegetativo, as plantas de todos os vasos, independentemente do manejo de irrigação, receberam o mesmo volume de água. A diferença no manejo de irrigação entre os tratamentos teve início a partir da fase reprodutiva, quando os tratamentos foram submetidos a manejos de irrigação com variações de 30% a 70% da água disponível no solo.

O primeiro manejo DHF, foi mantido com uma variação de até 30% da água disponível no solo. Foi considerado o início da floração quando 50% das plantas apresentaram pelo menos um botão floral. Ao final da floração, essas unidades retornaram à condição de irrigação normal, e seguiram até o final do ciclo.

De forma semelhante, no manejo DHE, as plantas foram submetidas ao déficit hídrico com variação de até 30% de AD e após esse período, retornaram à irrigação normal. No tratamento DHM (déficit hídrico na maturação R6 - R7), as plantas foram submetidas à restrição hídrica e seguiram com déficit até o final do ciclo.

Para o último manejo IN, as plantas foram mantidas sob condições de irrigação sempre superior a 70% da água disponível no solo, sem restrição hídrica durante todo o ciclo da cultura. A tabela 1 ilustra a distribuição do manejo nos diferentes estádios reprodutivos.

Tabela 1. Distribuição dos manejos de irrigação nos estádios reprodutivos. R1 a R3: floração, R4 a R5.5: enchimento do grão, R6 a R7: maturação. AD: água disponível no solo.

Manejo	Estádio	AD (%)
DHF	R1 a R3	AD ≤ 30
DHE	R4 a R5.5	AD ≤ 30
DHM	R6 a R7	AD ≤ 30
IN	Testemunha	AD ≥ 70

O controle de pragas, doenças e ervas daninhas foram realizados à medida que se fizeram necessários

Os vasos foram abrigados em casa de vegetação para evitar interferências por precipitações e umidade noturnas, também foram dispostos sobre tabladros de madeira evitando a retenção de umidade proveniente do contato direto com o solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância

O resumo da análise de variância conjunta para as características teor de óleo (TO), teor de proteína (TP), rendimento de óleo (RO) e rendimento de proteína (RP), encontra-se na tabela 2.

Para todas as características, foram detectados efeitos significativos para manejo de irrigação (MI) e épocas de semeadura (E). O efeito de manejo de irrigação e épocas indica, respectivamente, a importância de realização dos experimentos em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura.

Para cultivares, o efeito significativo foi detectado apenas para teor de proteína (TP) e rendimento de proteína (RP), indicando que há variabilidade genética.

A interação MI x E, foi significativa para todas as características, indicando variações no manejo de irrigação em função das épocas de semeadura. Por outro lado, não foi detectado efeito significativo para nenhuma das características para a interação E x C, revelando comportamento similar das cultivares nas diferentes épocas de semeadura.

Foi detectado efeito significativo para a interação MI x C para todas as características, excetuando o TO, indicando que as cultivares se comportam diferentemente em função dos manejos de irrigação.

Para a interação tripla MI x E x C, foi observado efeito significativo apenas para TO e TP. A significância desta interação indica que as cultivares se comportam de modo diferencial frente aos diferentes manejos de irrigação e épocas de semeadura sendo, assim, realizados os desdobramentos.

Os coeficientes de variação (CV) variaram de 3,1% a 16,4%, indicando boa precisão na condução dos experimentos. Segundo classificação proposta por Pimentel - Gomes (2009), o CV é classificado como baixo quando menor do que 10%; médio, quando de 10 a 20%; alto, de 20 a 30%.

Comparação de médias

As médias para as características teor de óleo (TO) e teor de proteína (TP), oriundas dos desdobramentos da interação tripla MI x E x C, são apresentadas na tabela 3.

Para as características teor de óleo (TO) e proteína (TP), o estudo dos sistemas de manejo de irrigação (DHF: déficit hídrico na floração; DHE: déficit hídrico no enchimento de grãos; DHM: déficit hídrico na maturação e IN: irrigação normal - sem déficit hídrico) dentro de cada época de semeadura (E1: 10/07 ou E2: 10/12), para as cultivares TMG132RR e TMG1288RR, revelou diferenças significativas entre os sistemas de manejo de irrigação apenas para TO da cultivar TMG132RR, quando a mesma foi semeada na primeira época. Nesta época, os manejos DHE e DHM, com,

Tabela 2. Análise de variância conjunta referente aos teores(%) e rendimento em (kg ha⁻¹) de óleo e proteína de duas cultivares de soja produzidas em duas épocas sob quatro formas de manejo de irrigação. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; ns - Não significativo. R: repetição; E: época; MI: manejo de irrigação; C: cultivar; CV: coeficiente de variação.

FV	GL	QM			
		TO%	TP%	RO kg ha ⁻¹	RP kg ha ⁻¹
R(E)	6	4,21 ^{ns}	0,60 ^{ns}	2844,59 ^{ns}	50763,04 ^{ns}
MI	3	154,08*	38,29*	372234,50*	909007,10*
E	1	2450,86*	1807,10*	663210,71*	676043,60*
C	1	5,83 ^{ns}	286,45*	8151,38ns	255542,88*
MIxE	3	137,90*	24,33*	112830,94*	464732,58*
MIxC	3	19,76 ^{ns}	45,44*	21378,11*	152671,28*
ExC	1	2,92 ^{ns}	3,46 ^{ns}	25643,21 ^{ns}	77249,25 ^{ns}
MIxExC	3	41,80*	14,05*	14366,55 ^{ns}	204465,90 ^{ns}
Resíduo	42	5,7	0,96	6998,49	3289,7,15
CV%		8,7	3,1	14,4	16,4

Tabela 3. Médias dos desdobramentos da interação tripla MixExC para TO e TP em porcentagem no grão. 1 – Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. 2 - Médias seguidas de mesmo número na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. * DHF: déficit hídrico na floração; DHE: déficit hídrico no enchimento de grãos; DHM: déficit hídrico na maturação; IN: irrigação normal (sem déficit hídrico).

MI	TMG 132				TMG 1288			
	TO		TP		TO		TP	
	E1 (10/07)	E2 (10/12)	E1 (10/07)	E2 (10/12)	E1 (10/07)	E2 (10/12)	E1 (10/07)	E2 (10/12)
DHF	28,2 bA1	16,4 aA1	21,6 aB1	34,0 aA1	28,3 aA1	22,6 aA1	27,0 aB1	41,3 aA1
DHE	39,2 aA1	22,5 aB1	27,5 aA1	32,2 aA1	39,3 aA1	24,4 aB1	29,6 aB1	39,0 aA1
DHM	37,2 aA1	19,6 aB1	23,2 aB1	33,7 aA1	36,0 aA1	16,3 aB1	29,1 aB1	40,5 aA1
IN	27,0 bA1	25,4 aA1	28,3 aB1	41,5 aA1	32,2 aA1	21,4 aB1	29,7 aB1	39,1 aA1
MG	32,9	20,9	25,1	35,3	33,9	21,1	28,8	39,9

respectivamente, 39,2% e 37,2%, resultaram em maior teor de óleo nos grãos devido, provavelmente, à ocorrência, nesta época, de temperaturas mais altas (figura 1) e estresses hídricos antes e durante a maturação dos grãos.

Neste caso, o que pode ter favorecido essa condição seria a possível competição por esqueletos de carbono relatada por Pípulo (2002). Temperaturas elevadas aliada ao déficit hídrico podem ter comprometido a biossíntese de proteína, e, existindo uma correlação alta e inversa entre proteína e óleo, a síntese deste, seria beneficiada. Além disso, Sedyama et al. (1993),

observou que o alto conteúdo de óleo nos grãos teria relação com temperaturas mais altas, principalmente nos estádios reprodutivos da soja.

Os resultados encontrados também estão em concordância com aqueles obtidos por Barbosa et al. (2011); Albrecht et al. (2008). Minuzzi et al. (2009) e Pípulo (2002), também observaram os efeitos das altas temperaturas e reduções hídricas no incremento do teor de óleo em grãos de soja. Hungria & Vargas (2000); Taiz e Zeiger (2004) e Marcos Filho (2005), discutiram também sobre o efeito isolado e/ou associado de baixa disponibilidade hídrica e altas temperaturas sobre o teor de óleo.

Por outro lado, Maehler et al. (2003) ao trabalharem com duas cultivares de soja, em dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado), verificaram que o teor de óleo nos grãos não foi alterado significativamente.

O estudo comparativo entre as épocas de semeadura (E1 e E2), em cada cultivar e manejo de irrigação, para as características teor de óleo e proteína, revelou um maior conteúdo de proteína e óleo nos grãos, independentemente do manejo de irrigação e cultivar, respectivamente, para a segunda e primeira épocas de semeadura. Esses resultados podem ser explicados em virtude da ocorrência de temperaturas mais elevadas na primeira época de semeadura, em que as temperaturas médias registradas na casa de vegetação foram superiores à 40°C (figura 1). Essa condição favoreceu a biossíntese de óleo em detrimento à formação de proteínas.

Segundo Hungria e Vargas (2002), esta redução no teor de proteínas pode ter ocorrido em decorrência de altas temperaturas aliada ao déficit hídrico, que impede a sobrevivência do *Bradyrhizobium*, bactéria responsável pela fixação biológica de nitrogênio.

Kelling e Fixen (1992) relatam que as sínteses de proteína e outros compostos como amido e lipídeos competem por fotoassimilados durante o período de enchimento de grãos e quando a necessidade de nitrogênio para o rendimento é satisfeita, o mesmo é usado para aumentar a concentração de proteína. Assim, quando falta nitrogênio, os fotoassimilados que seriam convertidos em proteínas são usados na síntese de lipídeos e outros compostos.

Outra possível explicação seria a alteração de rotas metabólicas em resposta ao estresse térmico e hídrico sofrido pela planta. Nestas condições a planta pode ativar a síntese de proteínas de choque térmico, como as chaperonas, que sinalizam expressões gênicas para destruição de proteínas enoveladas incorretamente, impedindo a morte celular. Além disso, o aumento de lipídeos na membrana celular teria o papel de dificultar a desidratação da planta.

Não foram detectadas diferenças significativas entre as cultivares TMG 132RR e TMG1288RR, para TO e TP, quando as mesmas foram comparadas em cada um dos sistemas de manejo de irrigação em uma mesma época. Assim, as cultivares apresentaram comportamento similar quando estudadas conjuntamente.

As médias para as características rendimento de óleo (RO) e rendimento de proteína (RP), oriundas dos desdobramentos da interação dupla MI x E, são apresentadas na tabela 4.

A segunda época de semeadura (10/12), em todos os sistemas de manejo de irrigação, com exceção do manejo déficit hídrico no enchimento de grãos (DHE) para RO, proporcionou um maior rendimento de óleo e proteína. Tal fato pode ter ocorrido em função da ocorrência de temperaturas mais amenas nesta época, em relação à primeira época de semeadura (10/07), que pode ter resultado em redução no porte das plantas, em virtude do encurtamento da fase vegetativa, tendo como consequência reduções no rendimento de grãos e nos rendimentos de óleo e proteína.

Ressalta-se que os valores de rendimento de óleo e de proteína devem refletir os valores de produtividade de grãos, já que foram obtidos a partir do produto entre

teor de óleo e produtividade dos mesmos. Assim, apesar de ter sido observado maior TO para época 1, esta apresentou menor RO por hectare. Novamente o efeito do déficit hídrico aliado à uma maior temperatura registrada nesta época, foi determinante, pois, nesta condição ocorreu menor translocação de fotoassimilados e menor acúmulo de matéria seca pela planta, refletindo em um menor rendimento de grão. O mesmo foi observado para o RP com relação às épocas 1 e 2.

Tabela 4. Médias obtidas do rendimento em kg ha⁻¹ de óleo (RO) e proteína (RP) para quatro tipos de manejo de irrigação em duas épocas (E1 e E2). Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula, na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.* DHF: déficit hídrico na floração; DHE: déficit hídrico no enchimento de grãos; DHM: déficit hídrico na maturação; IN: irrigação normal (sem déficit hídrico).

MI	Rendimento em kg ha ⁻¹			
	RO		RP	
	E1 (10/07)	E2 (10/12)	E1 (10/07)	E2 (10/12)
DHF	201 bB	285 cA	197 bB	563 cA
DHE	170 bA	228 cA	126 bB	472 cA
DHM	265 aB	517 bA	141 bB	1056 bA
IN	325 aB	745 aA	342 aB	1317 aA
Média	240	443	201	852

Barbosa et al (2011) e Ogliari et al. (2012), verificaram em seus estudos a existência de correlações genéticas positivas (r = 0,99 e 0,97, respectivamente) entre o rendimento de óleo e a produtividade de grãos. Entretanto, a correlação entre teor de óleo e rendimento de grãos pode ser pequena, negativa (Simpson Júnior & Wilcox, 1983), ou ainda, ser ausente (Kwon & Torrie, 1964).

Para o rendimento de proteínas, existe uma aparente correlação negativa com a produtividade de grãos. Trabalhos realizados por Almeida et al. (1991), indicaram que a correlação entre o teor de proteínas e a produção de grãos de soja no Brasil está em torno de -0,20. Entretanto, vários trabalhos relacionados ao teor de proteína e produtividade de grãos não tem se mostrado muito significativos (NAOE, 2004).

Barbosa et al. (2011) verificaram o efeito de épocas de semeadura no rendimento de grãos e de óleo em soja cultivada no Estado do Tocantins e Lima e Peluzio (2015), a influência de épocas de semeadura no rendimento de óleo em soja no Tocantins.

Albrecht et al. (2008) estudaram o rendimento de proteína no grão de soja em função da época de semeadura e constataram efeito significativo entre épocas de plantio para esta característica.

Em cada uma das épocas de semeadura, os sistemas de manejo irrigação normal (IN), seguido pelo manejo déficit hídrico na maturação (DHM), proporcionaram os maiores rendimentos de óleo e proteína. Os menores rendimentos ocorreram no manejo déficit hídrico no enchimento de grãos (DHE), seguido pelo déficit hídrico na floração (DHF). A floração e enchimento de grãos são consideradas as fases de maior demanda hídrica pela planta, por isso, o déficit hídrico ocorrido nestes períodos tenha refletido em perda de produtividade de grãos, muito provavelmente pelo abortamento de flores e redução no acúmulo de fotoassimilados na semente. As médias para as características rendimento de óleo (RO) e rendimento de proteína (RP), oriundas dos desdobramentos da interação dupla MI x C, são apresentadas na tabela 5.

Tabela 5: Médias obtidas do rendimento em kg ha⁻¹ de óleo (RO) e proteína (RP) para quatro tipos de manejo de irrigação nas cultivares TMG132 e TMG1288. Médias dos manejos seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. DHF: déficit hídrico na floração; DHE: déficit hídrico no enchimento de grãos; DHM: déficit hídrico na maturação; IN: irrigação normal (sem déficit hídrico).*

MI	Rendimento em kg ha ⁻¹			
	RO		RP	
	TMG132	TMG1288	TMG132	TMG1288
DHF	284 bA	202 cA	447 bA	304 bA
DHE	186 cA	213 cA	219 cA	379 bA
DHM	350 bA	432 bA	447 bA	751 aA
IN	504 aA	566 aA	733 aA	926 aA
Média	331	353	461	590

As cultivares TMG132RR e TMG1288RR apresentaram significativamente o mesmo rendimento de óleo e proteína, quando comparadas em cada um dos sistemas de manejo de irrigação.

Para cada uma das cultivares, os sistemas de manejo irrigação normal (IN), seguido pelo manejo déficit hídrico na maturação (DHM), proporcionaram os maiores rendimentos de óleo e proteína. Os menores rendimentos ocorreram no manejo déficit hídrico no enchimento de grãos (DHE), seguido pelo déficit hídrico na floração (DHF). As reduções no RO e RP, na primeira e segunda épocas de semeadura (tabela 4), bem como para as cultivares TMG132RR e TMG1288RR (tabela 5), nos manejos DHE e DHF, estão em concordância com aqueles obtidos por Pípolo (2015).

Kuss (2006); Fietz & Rangel (2002) e Borrmann (2009) citam como fases críticas da cultura à disponibilidade de água as fases de emergência e floração-enchimento

de grãos. Em estudos sobre as respostas fisiológicas da cultura da soja sob déficit hídrico, afirmam que na fase de enchimento dos grãos na soja o estresse hídrico pode causar redução no tamanho e peso dos grãos, que irá resultar em queda no rendimento dos mesmos.

De acordo com Neumaier et al. (2000) a ocorrência de estresse hídrico em todo o subperíodo de início de enchimento de grãos e início do estágio de grãos verdes, pode reduzir drasticamente o rendimento da soja, pois quase metade dos nutrientes necessários ao enchimento de grãos provém do solo e da fixação biológica de nitrogênio. Segundo esses autores, durante a fase de enchimento de grãos a ocorrência de deficiências hídricas, acompanhadas de altas temperaturas, pode causar enrugamento dos grãos de cultivares sensíveis, reduzindo o rendimento e a qualidade da soja.

CONCLUSÕES

Os sistemas de manejo e as épocas de semeadura afetaram o rendimento de óleo e proteína;

As épocas de semeadura tiveram maior influência nos teores de óleo e proteína do que os sistemas de manejo de irrigação;

Os maiores teores de óleo (39,2%) e proteína (41,5%) foram observados na primeira e segunda épocas de semeadura respectivamente, reforçando o efeito da interação época de plantio e déficit hídrico;

A floração e o enchimento de grãos foram mais sensíveis ao déficit hídrico;

As cultivares de soja avaliadas apresentaram resposta similar quanto ao déficit hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albrecht, L.P., A.L. Braccini, C.A. Scapim, C.G. Aguiar, M.R. Ávila & M. Stülp.** 2008. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. *Scientia Agraria* 9: 445-454.
- Almeida, L.A., M. Kaster & R.A.S. Kill.** 1991. Caracterização das cultivares de soja recomendadas no Brasil, para o ano agrícola de 1991/02.1991 Londrina – Embrapa Soja. 5 pp.
- Barbosa, V.S., J.M. Peluzio, F.S. Afféri & G.B. Siqueiras.** 2011. Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando à produção de bicomustível. *Revista Ciência Agronômica* 42: 742-749.
- Borrmann, D.** 2009. Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabolitos incolores. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 107p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa.** 1999. Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil. Documento132, Londrina . 226 pp.
- Fietz, C.R. & M.A. Uurchei.** 2002. Deficiência hídrica da cultura da soja na região de Dourados, MS. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande* 6: 262-265.

- Hungria, M. & M.A.T. Vargas.** 2000. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. *Field Crops Research* 65: 151-164.
- Instituto Nacional de Meteorologia-Inmet.** 2014. Boletim Agroclimatológico Brasília-DF. 20 pp.
- Kelling, K.A. & P.E. Fixen.** 1992. Soil and nutrient requirements for oat production. In: Marshall, H.G., Sorrelis, M.E. (Eds). *Oat science and technology*. Madison : Asa/Cssa (Agronomy, 31), pp: 165-190.
- Kuss, R.C.R.** 2006. Populações de plantas e estratégias de irrigação na cultura da soja. M. Sc. Tese. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 80 pp.
- Kwon, S.H. & J.H. Torrie.** 1964. Heritability and interrelationship among traits of two soybean populations. *Crop Science*, 4: 196-198.
- Lima, M.D. & J.M. Peluzio.** 2015. Dissimilaridade genética em cultivares de soja com enfoque no perfil de ácidos graxos visando produzir bicompostivo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 10: 256-261.
- Maehler, A.R., J.A. Costa, J.L.F. Pires & L. Rambo.** 2003. Qualidade de grãos de duas cultivares de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo das plantas. *Ciência Rural* 33: 213-218.
- Marcos Filho, J.** 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq. 495 pp.
- Marques, M.M., J.E.S. Rocha & O.T. Hamawaki.** 2008. Avaliação do teor de óleo de cultivares de soja da UFU visando a produção de biodiesel. *Horizonte Científico* 1: 1-22.
- Minuzzi, A., M.A.S. Rangel, A.L. Braccini, C.A. Scapim, F. Moura & A.D. Robania.** 2009. Rendimento, teores de óleo, e proteína de quatro genótipos de soja, produzidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. *Ciência Agrotecnologia* 33: 1047-1054.
- Morando R., A.O. Silva, L.C. Carvalho & M.P.M.A. Pinheiro.** 2014. Déficit hídrico: Efeito sobre a cultura da soja. *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama 3: 114-119.
- Naoy, L.K.** 2004. Seleção para alto conteúdo proteico em sementes de soja em populações de retrocruzamentos. M. Sc. Tese. Universidade Federal de Viçosa -Viçosa-MG. 112 pp.
- Neumaier, N., A.L. Nepomuceno & J.R.B. Fariasdr.** 2000. Estresses de ordem ecofisiológica. In: Bonato, E.R. (Ed.). *Estresses em soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 254 pp.
- Ogliari, J.B., T.J.R. Balbino, R.L. Backers & A.C. Alves.** 2012. Contribution of yield components on grain yield in maize open pollinated varieties. *Revista de Ciências Agrárias* 55: 180-197.
- Pimentel Gomes, F.** 2009. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: Fealq. 451 pp.
- Pípolo, A.E.** 2002. Influência da temperatura sobre as concentrações de proteínas e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). D. Sc. Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 128 pp.
- Pípolo, A.E., M. Hungria, J.C.; Franchini, A.A.B.; Junior, H.; Debiasi, J.M.G. Mandarin.** 2015. Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria. Londrina, EMBRAPA, 16p. (EMBRAPA-Soja Comunicado Técnico, 86).
- Rodrigues, J.I.da S., F.D. de Miranda, A. Ferreira, L.L. Borges, M.F. da S. Ferreira, P.I.V. Goodgod, N.D. Piovesan, E.G. de Barros, C.D. Cruz & M.A. Moreira.** 2010. Mapeamento de QTL para conteúdos de proteína e óleo em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45: 472-480.
- Simpson Junior, A.M. & J.R. Wilcox.** 1983. Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in four high protein soybean populations. *Crop Science Society of America* 23: 1077-1081.
- Sediyama, T., M.G. Pereira, C.S. Sediyama & J.L.L. Gomes.** 1993. Cultura da soja I parte. Viçosa. 96 pp.
- Taiz, L. & E. Zeiger.** 2004. Fisiologia vegetal. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed. 719 pp.
- Veiga, A.D., E.V.R. Von Pinho, A.D. Veiga, P.H.A.R. Pereira, K.C. de Oliveira & R.G. Von Pinho.** 2010. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras. 34: 953-960.