

RENDIMENTO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA DE ALTO E BAIXO VIGOR SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO

Lizandro Ciciliano Tavares, Cassyo de Araujo Rufino, Lilian Madruga de Tunes e Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do déficit hídrico na fase inicial do estágio vegetativo, sobre o rendimento e a qualidade de sementes de soja, oriundas de sementes de alto e baixo vigor. O trabalho foi desenvolvido utilizando a cultivar de soja M-SOY 8008 RR. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5×2, sendo cinco períodos de déficit hídrico (1-10, 11-20, 21-30 e 31-40 dias após a emergência (DAE)) e dois níveis de vigor das sementes (alto e baixo), totalizando dez tratamentos, com quatro repetições. Concluiu-se que plantas de soja oriundas de sementes de alto vigor apresentam maior altura de planta, diâmetro do caule, índice de colheita aparente

e rendimento biológico aparente, que plantas originadas de sementes de baixo vigor, proporcionando aumento de até 20% na produtividade. O déficit hídrico no período vegetativo, em soja, não afeta a altura de inserção do primeiro legume, número de nós da haste principal, número de legumes com uma e duas sementes e o rendimento de sementes por planta, mas reduz a altura de planta, diâmetro do caule e o número de legumes com três sementes, tanto em plantas oriundas de sementes de alto como de baixo vigor. Porém, o déficit hídrico a partir de 20 DAE provoca redução da qualidade fisiológica das sementes de soja, sendo mais severo em plantas provenientes de sementes de baixo vigor.

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) possui importância incontestável no cenário agrícola mundial ocupando isoladamente a posição de cultura mais cultivada em todo o mundo em áreas sempre em expansão. Na safra 2008/09 a produção mundial alcançou 210,6×10⁶ton em 96,3×10⁶ha (USDA, 2010) sendo o Brasil o segundo maior produtor, depois dos EEUU, com 57,1×10⁶ton em 21,7×10⁶ha. A produtividade média Brasileira, de 2629kg·ha⁻¹, foi obtida através de novas tecnologias amplamente empregadas visando maior produtividade a fim de atender a crescente

demanda por essa importante commodity (CONAB, 2010).

Previsões meteorológicas obtidas através de projeções de modelos simulados em computadores indicam um aumento no aquecimento global nas próximas décadas. Este aumento na temperatura média do planeta, até o fim do século XXI, vai girar em torno de 1,40°C e 5,8°C (Assad *et al.*, 2002). Uma das principais consequências atribuídas a este fenômeno são as secas, pois segundo Cortez (2004) o aquecimento global será responsável por 20% do aumento da falta de água, não somente em zonas propensas à seca, mas também nas áreas tropicais e subtropicais. Com essa crescente

crise hídrica haverá dificuldades em aumentar a área agrícola irrigada e, consequentemente, em produzir alimentos na quantidade necessária para a população cada vez maior, assim, reduzindo a oferta de alimentos, o que aumentará a fome em todo o planeta (Vidal *et al.*, 2005). Segundo Cortez (2004) já não há água suficiente para a agricultura que, em termos mundiais, já é responsável por 70% do consumo.

A cultura da soja é afetada por fatores bióticos e abióticos. Perdas causadas por estresses abióticos, como a seca, causam em média mais de 50% das perdas mundiais, enquanto que prejuízos causados por estresses bióticos re-

duzem em média de 10 a 20% da produtividade das culturas (Bray, 2004). Para os produtores, o desafio é então produzir mais com o dado suprimento de água, possivelmente limitado (Passioura, 2007). O suprimento de água no solo insuficiente é extremamente prejudicial para a planta, em que pode limitar o potencial produtivo em várias espécies (Santos e Carlesso, 1998), bem como provocando menor crescimento durante o período vegetativo (Lobato *et al.* 2008). No início do ciclo a deficiência hídrica causa forte redução da emissão de novos ramos diminuindo, com isso, o número potencial de nós que poderiam produzir legumes. A deficiência hídrica

PALAVRAS CHAVE / Casa de Vegetação / Estádio Vegetativo / *Glycine max* (L.) Merrill / Sementes / Vigor /

Recebido: 18/01/2011. Modificado: 07/02/2013. Aceito: 08/02/2013.

Lizandro Ciciliano Tavares. Engenheiro Agrônomo e Doutorando em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Brasil. Endereço: Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) - UFPel. Caixa Postal 354 - CEP 96001-970 Capão

do Leão - RS, Brasil. e-mail: lizandro_cicilianotavares@yahoo.com.br

Cassyo de Araujo Rufino. Graduado em Ciências Agrárias e Doutorando em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM-UFPel, Brasil. e-mail: cassyo.araujo@yahoo.com.br

Lilian Madruga de Tunes. Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciências e Tecnologia de Sementes e Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil. e-mail: lilianmtunes@yahoo.com.br

Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros. Engenheiro Agrônomo e Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel, Brasil. Professor, FAEM-UFPel, Brasil. e-mail: acbarros@ufpel.edu.br.

YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN SEEDS OF HIGH AND LOW VIGOR SUBJECTED TO WATER STRESS

Lizandro Ciciliano Tavares, Cassyo de Araujo Rufino, Lilian Madruga de Tunes and Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros

SUMMARY

This study aimed to evaluate the effect of the drought in the early vegetative stage on the yield and quality of soybean seeds, from seeds of high and low vigor. The study was conducted using the cultivar M-SOY 8008 RR. The experimental design was completely randomized in a 5x2 factorial, five periods of water deficit (10-10, 11-20, 21-30 and 31-40 days after emergence (DAE)) and two levels of seed vigor (high and low), for a total of 10 treatments with four replications. It was concluded that soybean plants grown from seeds of high vigor have increased plant height, stem diameter, apparent harvest

index and biological yield, than plants originated from seeds of low vigor, providing up to 20% increase in productivity. The water deficit in the growing season, in soybeans, does not affect the height of first pod, number of nodes on main stem, number of pods with one and two seeds and seed yield per plant, but reduces plant height, stem diameter and number of pods with three seeds, both in plants grown from seeds of high and low vigor. However, water deficit after 20 DAE causes reduction of the physiological quality of soybean seeds, the reduction being more severe on plants from seeds of low vigor.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLAS DE SOYA DE ALTO Y BAJO VIGOR SOMETIDAS A DÉFICIT HÍDRICO

Lizandro Ciciliano Tavares, Cassyo de Araujo Rufino, Lilian Madruga de Tunes y Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del déficit hídrico en la etapa inicial del estado vegetativo sobre el rendimiento y calidad de las semillas de soja, oriundas de semillas de alto y bajo vigor. El trabajo fue realizado utilizando soja del cultivar M-SOY 8008 RR. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar en esquema factorial 5x2, con cinco períodos de déficit hídrico (1-10, 11-20, 21-30 y 31-40 días después de la emergencia (DAE)), y dos niveles de vigor de la semilla (alto y bajo), totalizando diez tratamientos, con cuatro repeticiones. Se concluyó que las plantas de soja cultivadas a partir de semillas de alto vigor presentan mayor altura de planta, diámetro del tallo, índice de colecta aparente

y rendimiento biológico aparente, que las plantas procedentes de semillas de bajo vigor, proporcionando un aumento de hasta 20% de la productividad. El déficit hídrico en el período vegetativo, en la soja, no afecta la altura de inserción de la primera vaina, número de nudos sobre el tallo principal, número de vainas con una y dos semillas y el rendimiento de semillas por planta, pero reduce la altura de planta, diámetro del tallo y el número de vainas con tres semillas, tanto en plantas procedentes de semillas de alto como de bajo vigor. Sin embargo, el déficit hídrico a partir de 20 DAE provoca reducción de la calidad fisiológica de las semillas de soja, siendo más severa en plantas de semillas de bajo vigor.

afeta o crescimento da planta por restringir a disponibilidade de fotoassimilados, refletindo-se em menor estatura e menor número de nós por planta, bem como menor número de nós férteis, que apresentam ao menos um legume com um grão bem formado (Mundstock y Thomas, 2005).

Uma das maneiras de amenizar problemas com déficit hídrico no estabelecimento da cultura é utilizar sementes com elevada qualidade fisiológica, que pode ser definida como a capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade, que afeta diretamente a implantação da cultura em condições de campo (Popinigis, 1977). O vigor das sementes pode, conforme Tekrony *et al.* (1989), afetar o

crescimento inicial das culturas, mas o efeito tende a reduzir com a evolução do crescimento, desaparecendo na maturação, o que foi constatado por Schuch *et al.* (2000) em aveia-preta. Segundo Marcos Filho (1999) o vigor de sementes tem efeito direto na habilidade da planta acumular matéria seca, mas à medida que os estádios se sucedem, essa influência tende a reduzir e o desempenho da planta torna-se mais dependente das relações genótipo e ambiente. Segundo o autor, para as plantas produtoras de grãos, não é esperada influência da qualidade fisiológica das sementes sobre a produção final, quando não há redução significativa no estande inicial. No entanto, Tekrony y Egli (1991) afirmam que o

potencial fisiológico das sementes pode afetar indiretamente a produção da lavoura ao afetar a velocidade e a percentagem de emergência das plântulas e o estande inicial, bem como pode afetar diretamente o rendimento de grãos, através de sua influência no vigor nas plantas resultantes. Nesse sentido, Scheeren (2002) observou que as plantas de soja provenientes das sementes de alta qualidade fisiológica apresentaram maior altura aos 21 dias após a semeadura, e aquela vantagem inicial, foi suficiente para resultar em maior rendimento de grãos.

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do déficit hídrico na fase inicial do estande vegetativo, sobre o rendi-

mento e a qualidade de sementes de soja, oriundas de sementes de alto e baixo vigor.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na safra agrícola 2009/2010, no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) e em casa de vegetação, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – RS, Brasil.

Utilizaram-se vasos com capacidade de 15 litros preenchidos com solo peneirado, coletado do horizonte A₁ de um PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (Embrapa, 2006) pertencente à unidade de mapeamento Pelotas. A adubação foi realizada

de acordo com CFQS-RS/SC (2004), incorporando os nutrientes ao solo cinco dias antes da semeadura. A calagem foi realizada sessenta dias antes da semeadura.

A cultivar de soja utilizada foi M-SOY 8008 RR. Previamente à semeadura, as sementes foram tratadas com inoculante Gelfix 5® na dose de 200ml/100kg de sementes e fungicida (grupo químico Fenilpirrol+Acilalaninato e ingrediente ativo fludioxinil+metalaxil-M; 25g·l⁻¹ +10 g·l⁻¹), marca comercial (Maxim-XL) na dose de 100ml/100kg de sementes.

Para escolha dos lotes de sementes a serem utilizados nesse estudo conduziu-se os testes de: análise da germinação (G), realizada com quatro repetições de 50 sementes para cada nível de vigor, colocadas em substrato de papel de germinação (*germitest*), previamente umedecido em água utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido à temperatura de 25°C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e a contagem realizada no oitavo dia após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais. A primeira contagem de germinação (PCG) foi conduzida em conjunto com o teste de germinação, avaliada no quinto dia após a semeadura. O teste de emergência em campo (EC) foi realizado em canteiros contendo solo, sendo a semeadura manual à profundidade de 2-3cm, utilizando-se 400 sementes para cada nível de vigor (quatro repetições de 100 sementes). A porcentagem de emergência foi obtida pela contagem das plântulas emergidas no vigésimo primeiro dia após a semeadura.

Foram semeadas quatro sementes por balde para permitir posterior desbaste, retirando as plântulas mais precoces no lote de baixo vigor e as mais tardias no lote de alto vigor, com o propósito de utilizar a plântula emergida no dia de maior frequência de

emergência para cada um dos níveis de vigor, deixando ao final uma planta por balde. Os níveis de qualidade fisiológica das sementes foram obtidos de lotes de sementes produzidas na safra agrícola 2008/2009. O lote de alto vigor apresentou 88% de germinação (G), 82% na primeira contagem da germinação (PCG) e 87% de emergência em campo (EC), enquanto que o lote de baixo vigor apresentou 75% de G, 61% PCG e 74% EC.

As diferentes restrições hídricas utilizadas que correspondem aos tratamentos foram aplicadas quando 51% das plantas estavam no estágio VE, segundo a escala de Fehr e Caviness (1977), considerando-se as sementes viáveis utilizadas, índice que foi atingido aos cinco e sete dias após a semeadura para o lote de alto e baixo vigor, respectivamente.

Os tratamentos constaram da combinação de cinco períodos déficit hídrico e dois níveis de vigor das sementes. Os períodos de déficits hídricos foram: Testemunha, com irrigação; déficit hídrico de 1-10 dias após a emergência (DAE); déficit hídrico de 11-20 DAE, de 21-30 DAE e de 31-40 DAE. Os níveis de vigor estudados foram alto e baixo vigor, totalizando dez tratamentos, com quatro repetições. Ressalta-se que antes e após os períodos de déficits hídricos, as unidades experimentais foram irrigadas diariamente.

Em cada tratamento foram realizadas as seguintes determinações: altura de inserção do primeiro legume (AIPL), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de nós da haste principal (NNHP), número de legumes sem semente por planta (NLSS), número de legumes com uma semente por planta (NLUS), número de legumes com duas sementes por planta (NLDS), número de legumes com três sementes por planta (NLTS), número de sementes por planta (NSP), rendimento de sementes por planta (RSP),

fitomassa seca parte aérea por planta (FSPA), índice de colheita aparente (IC) e rendimento biológico aparente (RBA).

A AIPL foi determinada, com o auxílio de uma trena graduada, tomando-se a medida da distância entre a superfície do solo e a inserção do legume mais próxima a ele. A AP e DC foram determinados por ocasião da colheita. O diâmetro foi medido entre o segundo e terceiro nós acima do nível do solo com o uso de paquímetro e a altura das plantas com auxílio de régua milimetrada. O NNHP foi realizado pela contagem dos mesmos na haste principal. O NLSS, NLUS, NLDS e NLTS, foram obtidos por contagem. O NSP foi determinado pela contagem do NLUS, NLDS e NLTS.

O RSP foi determinado pela pesagem do número de sementes resultantes e, determinado o grau de umidade e o peso de 1000 sementes (PMS), segundo a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). O peso foi corrigido para 13% de umidade. Depois de debulhadas, as plantas foram separadas nos componentes; sementes e material vegetativo (fitomassa seca da parte aérea; FSPA), os quais após a secagem pelo método de estufa a 60°C, mantidas durante 72h foram pesadas em balança analítica com precisão centesimal. Com os valores de FSPA e RSP, obteve-se o índice de colheita aparente (IC= rendimento de sementes / rendimento de biomassa) e rendimento biológico aparente (RBA= soma da fitomassa seca da parte aérea + massa de sementes).

As sementes foram colhidas levadas ao laboratório avaliando-se os componentes do rendimento. Posteriormente foi realizada avaliação da qualidade fisiológica das sementes produzidas, pelos seguintes testes:

Germinação (G). Realizada com quatro repetições de 50 sementes para cada amostra,

colocadas em substrato de papel de germinação (*germitest*), previamente umedecido em água utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido à temperatura de 25°C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem da germinação (PCG). Constou da determinação da porcentagem de plântulas normais aos cinco dias após a semeadura por ocasião da realização do teste de germinação.

Emergência em campo (EC). Realizado em canteiros contendo solo, sendo a semeadura feita manualmente à profundidade de 2-3cm, com quatro repetições de 50 sementes para cada amostra. Avaliaram-se a velocidade de emergência de plântulas, mediante a contagem diária de plântulas emergidas, e a porcentagem de emergência de plântulas aos 21 dias após a semeadura.

Índice de velocidade de emergência (IVE). Obtido a partir do teste de emergência em campo. Para tanto, foram efetuadas contagens diárias, das plântulas normais, até os 21 dias após a emergência. O IVE foi calculado pela equação proposta por Maguire (1962).

Velocidade de emergência da plântula (VE). Obtido a partir do teste de emergência em campo. Para tanto, foram efetuadas contagens diárias, das plântulas normais, até os 21 dias após a emergência. A VE foi calculada pela equação proposta por Edmond e Drapala (1958).

Envelhecimento acelerado (EA). Foi utilizado caixa gerbox com tela metálica horizontal fixada na posição mediana. Foram adicionados 40ml de água destilada ao fundo de cada caixa gerbox, e sobre a tela foram distribuídas as sementes de cada tratamento a fim de cobrir a superfície da tela, constituindo uma úni-

TABELA I
ALTURA DE INSERÇÃO DO PRIMEIRO LEGUME (AIPL),
ALTURA DE PLANTA (AP), DIÂMETRO DO CAULE (DC)
E NÚMERO DE NÓS DA HASTE PRINCIPAL (NNHP)
DE PLANTAS DE SOJA ORIGINADAS DE SEMENTES
DE ALTO E BAIXO VIGOR, SUBMETIDAS
AO DÉFICIT HÍDRICO

Variável	Déficit	Vigor		Média
		Alto	Baixo	
AIPL (cm)	Testemunha	23,4	21,7	22,5 a
	1-10 DAE*	21,2	19,3	20,2 a
	11-20 DAE	22,9	21,4	22,1 a
	21-30 DAE	22,8	21,6	22,2 a
	31-40 DAE	23,2	21,4	22,3 a
	Média	22,7 A**	21,0 A	21,8
AP (cm)	Testemunha	98	88	93 a
	1-10 DAE	84	73	79 b
	11-20 DAE	84	73	79 b
	21-30 DAE	85	74	80 b
	31-40 DAE	85	73	79 b
	Média	87,0 A	76,0 B	
DC (cm)	Testemunha	10,0	8,6	9,3 a
	1-10 DAE	9,0	7,6	8,3 b
	11-20 DAE	9,1	7,7	8,4 b
	21-30 DAE	9,1	7,7	8,4 b
	31-40 DAE	9,2	7,9	8,6 b
	Média	9,3 A	7,9 B	
NNHP	Testemunha	18	17	18 a
	1-10 DAE	19	18	19 a
	11-20 DAE	18	18	18 a
	21-30 DAE	18	18	18 a
	31-40 DAE	18	18	18 a
	Média	18 A	18 A	
	CV (%)	7,5		

* DAE: dias após a emergência

** Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna em cada variável resposta, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

ca camada. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e acondicionadas em incubadora do tipo BOD, a 41°C, onde permaneceram por 48h (Marcos Filho, 1999a). Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente.

Peso de mil sementes (PMS). Determinado pela contagem ao acaso, de oito subamostras de 100 sementes, as quais foram pesadas, sendo os valores do peso de mil sementes expressos em gramas, com uma casa decimal, conforme Brasil (2009).

Comprimento de raiz e plântula (CR e CP). Foram distri-

buídas quatro amostras de 20 sementes de cada tratamento em rolos de papel-toalha umedecidos com água destilada utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido em germinador a 25°C, por cinco dias (Nakagawa, 1999). Sobre o papel-toalha umedecido foi traçada uma linha no terço superior, na direção longitudinal, onde as sementes foram colocadas direcionando-se a micrópila para baixo. O comprimento de raiz primária e das plântulas consideradas normais (Brasil, 2009) foi determinado ao final do quinto dia, com o auxílio de régua milimetrada. As avaliações da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas ime-

TABELA II
NÚMERO DE LEGUMES SEM SEMENTES (NLSS),
NÚMERO DE LEGUMES COM UMA SEMENTE (NLUS),
NÚMERO DE LEGUMES COM DUAS SEMENTES (NLDS)
E NÚMERO DE LEGUMES COM TRÊS SEMENTES
(NLTS) DE PLANTAS DE SOJA ORIGINADAS
DE SEMENTES DE ALTO E BAIXO VIGOR,
SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO

Variável	Déficit	Vigor		Média
		Alto	Baixo	
NLSS	Testemunha	18	15	17 c
	1-10 DAE *	19	18	19 ab
	11-20 DAE	20	19	20 ab
	21-30 DAE	21	19	20 a
	31-40 DAE	20	19	20 a
	Média	20 A**	18 A	
	CV (%)	14,6		
NLUS	Testemunha	39	29	34 a
	1-10 DAE	35	26	31 b
	11-20 DAE	34	24	29 b
	21-30 DAE	35	24	30 b
	31-40 DAE	34	23	29 b
	Média	35 A	25 B	
	CV (%)	11,8		
NLDS	Testemunha	176	142	159 a
	1-10 DAE	161	129	145 a
	11-20 DAE	159	128	144 a
	21-30 DAE	160	129	145 a
	31-40 DAE	159	130	145 a
	Média	163 A	132 B	
	CV (%)	13,2		
NLTS	Testemunha	42	34	38 a
	1-10 DAE	37	28	33 b
	11-20 DAE	36	27	32 b
	21-30 DAE	36	27	32 b
	31-40 DAE	35	26	31 b
	Média	37 A	28 B	
	CV (%)	13,4		

* DAE: dias após a emergência.

** Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna em cada variável resposta, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

diatamente as sementes serem colhidas.

Na execução das análises estatísticas foi utilizado o sistema de análise estatística para Windows WinStat Versão 2.0 (Machado e Conceição, 2003). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos à análise de variância e, na presença de interação significativa, procederam-se os desdobramentos necessários. As médias foram comparadas através do teste de Duncan a 5% de probabilidade, em esquema fatorial 5×2 (cinco períodos de déficit hídrico e dois níveis de vigor das sementes), com quatro repetições. Os dados expres-

so em porcentagem foram transformados previamente em arco seno da raiz quadrada de x/100.

Resultados e Discussão

Os resultados apresentados na Tabela I mostram que não ocorreram diferenças significativas nas variáveis, altura da inserção do primeiro legume (AIPL) e número de nós da haste principal (NNHP) em ambos os níveis de vigor e nos cinco períodos estudados. Conforme Petry (2000) o número de nós da haste é um fator predominantemente genético, independentemente da ocorrência de déficit hídrico e de vigor da semente. A irriga-

TABELA III
NÚMERO DE SEMENTES PLANTA (NSP), RENDIMENTO DE SEMENTES POR PLANTA (RSP), FITOMASSA SECA DA PARTE AÉREA (FSPA), ÍNDICE DE COLHEITA APARENTE (ICA) E RENDIMENTO BIOLÓGICO APARENTE (RBA) DE PLANTAS DE SOJA ORIGINADAS DE SEMENTES DE ALTO E BAIXO VIGOR, SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO

Variável	Déficit	Vigor		Média
		Alto	Baixo	
NSP	Testemunha	518	417	468 a
	1-10 DAE*	469	370	420 b
	11-20 DAE	462	363	413 b
	21-30 DAE	461	363	412 b
	31-40 DAE	457	361	409 b
	Média	473 A**	375 B	
	CV (%)	9,0		
RSP (g)	Testemunha	85,0	67,6	76,3 a
	1-10 DAE	82,9	65,6	74,3 a
	11-20 DAE	81,1	65,1	73,1 a
	21-30 DAE	82,8	64,5	73,7 a
	31-40 DAE	81,3	64,2	72,8 a
	Média	82,6 A	65,4 B	
	CV (%)	10,0		
FSPA (g)	Testemunha	65,1	64,4	64,8 b
	1-10 DAE	69,6	67,3	68,5 b
	11-20 DAE	78,7	77,4	78,1 a
	21-30 DAE	65,9	62,8	64,4 bc
	31-40 DAE	58,4	55,8	57,1 c
	Média	67,5 A	65,5 A	
	CV (%)	10,5		
ICA	Testemunha	0,56	0,51	0,54 ab
	1-10 DAE	0,54	0,49	0,52 b
	11-20 DAE	0,50	0,45	0,48 c
	21-30 DAE	0,55	0,50	0,53 ab
	31-40 DAE	0,58	0,53	0,56 a
	Média	0,55 A	0,50 B	
	CV (%)	5,4		
RBA	Testemunha	150,1	132,0	141,1 ab
	1-10 DAE	152,6	132,9	142,8 ab
	11-20 DAE	160,0	142,5	151,3 a
	21-30 DAE	148,8	127,4	138,1 ab
	31-40 DAE	139,8	120,1	130,0 b
	Média	150,3 A	131,0 B	
	CV (%)	8,5		

* DAE: dias após a emergência.

** Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna em cada variável resposta, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

ção no período vegetativo pode não ser limitante ao rendimento, mas influencia positivamente o rendimento ao dar condições de um vigoroso crescimento vegetativo. As sementes de alto vigor produziram plantas com maior altura e diâmetro de caule nos cinco períodos (Tabela I). Resultados semelhantes foram obtidos em aveia por Machado (2002) ao avaliar as plantas até os 30 DAE, constatou

que plantas oriundas de sementes de alta qualidade apresentaram maior altura durante todo o período. Vanzolini e Carvalho (2002) também observaram que lotes de sementes de soja com baixa qualidade fisiológica resultaram em plantas de menor altura aos 18 e 38 dias após a semeadura (DAS) em comparação aos lotes de média e alta qualidade. Segundo os autores, estes dados, provavel-

mente, refletem a velocidade de emergência das plântulas originadas de sementes de baixa qualidade fisiológica, significativamente menor em relação aos demais lotes.

Plantas que não sofrem déficit hídrico (Tabela I) apresentaram desempenho superior ao de plantas que sofrem déficit hídrico até os 40 DAE, nas variáveis altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC). Secas severas na fase vegetativa, segundo Bonato (2000), apresentam redução de crescimento da planta e diminuição da área foliar e do rendimento de grãos; ainda segundo o mesmo autor, enfatiza também que o déficit hídrico determina plantas de menor estatura, raquíticas, com folhas menores e entrenós curtos. Resultados encontrados por Petry (2000) e Thomas e Costa (1994) mostram a redução da estatura das plantas com o aumento do déficit hídrico, e isso é devido à diminuição do número de nós e comprimento de entrenós.

Pela observação da Tabela II constata-se que não ocorreram diferenças entre os níveis de vigor para o NLSS, bem como que o tratamento sem déficit hídrico, apresentou desempenho inferior aos demais tratamentos. Em relação às variáveis, número de legumes com uma semente (NLUS), com duas sementes (NLDS) e com três sementes (NLTS), plantas originadas de sementes de alto vigor apresentam desempenho superior ao de plantas originadas de sementes de baixo vigor, nos cinco períodos. O tratamento sem déficit hídrico foi superior aos demais tratamentos nas variáveis número de legumes com uma semente (NLUS) e número legumes com três sementes (NLTS), porém para o número de legumes com duas sementes (NLDS) não se identificou diferenças entre os períodos de déficit hídrico.

Os dados apresentados na Tabela III mostram que plantas provenientes de sementes de alto vigor foram superiores às plantas provenientes de

baixo vigor, nas variáveis número de sementes por planta (NSP) e rendimento de sementes por planta (RSP), nos cinco períodos de déficit hídrico estudados. Resultados semelhantes foram encontrados em soja, por Scheeren (2002) ao estudar o efeito de diferentes níveis de vigor em sementes de soja, ao concluir que, sementes de alto vigor produziram plantas com maior rendimento final de grãos. Popinigis (1973) também observou que plantas de soja provenientes das sementes de alto vigor, apresentaram rendimento de sementes, 16% superior em relação às de baixo vigor. Constatou ainda que as sementes de alto vigor produziram plantas com maiores números de racemos e de vagens, resultando em maior rendimento de sementes. Para o número de sementes por planta (NSP), o tratamento sem déficit hídrico apresentou desempenho superior aos demais tratamentos com déficit hídrico.

No que tange ao rendimento de sementes por planta (RSP; Tabela III) não se observou diferença entre os tratamentos com déficit hídrico. Esses resultados divergem dos encontrados por Malavolta (1980) ao afirmar que o déficit hídrico, na fase de desenvolvimento vegetativo, reduz o rendimento de grãos, pois, de acordo com Stülp *et al.* (2009) o período de duas a quatro semanas que precedem à diferenciação floral é de extrema importância para a produtividade da cultura. O peso do grão tem controle genético substancial e, por isso, tem pequena variação (Rambo *et al.*, 2002). Pode-se observar que não houve efeito do vigor das sementes na variável fitomassa seca da parte aérea (FSPA), porém observaram-se diferenças entre os tratamentos com déficit hídrico, sendo o período de 11-20 DAE superior aos demais tratamentos com déficit hídrico.

No tocante ao índice biológico (IC) e ao rendimento biológico aparente (RBA; Tabela III) constata-se que

TABELA IV
PRIMEIRA CONTAGEM DA GERMINAÇÃO (PCG), GERMINAÇÃO (G), ENVELHECIMENTO ACELERADO (EA), ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE) E VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (VE) DAS SEMENTES RESULTANTES, PROVENIENTES DE PLANTAS DE SOJA ORIGINADAS DE SEMENTES DE ALTO E BAIXO VIGOR, SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO

Variável	Déficit	Vigor		Média
		Alto	Baixo	
PCG (%)	Testemunha	98 A ab**	98 A a	98
	1-10 DAE *	100 A ab	99 A a	100
	11-20 DAE	100 A a	98 A a	99
	21-30 DAE	97 A b	97 A a	97
	31-40 DAE	98 A ab	88 B b	93
	Média	99	96	
	CV (%)	5,3		
G (%)	Testemunha	99 A b	98 A a	99
	1-10 DAE	100 A ab	99 A a	100
	11-20 DAE	100 A ab	99 A a	100
	21-30 DAE	99 A b	98 A a	99
	31-40 DAE	100 A a	93 A b	97
	Média	100 A	97 B	
	CV (%)	5,0		
EA (%)	Testemunha	96	94	95 a
	1-10 DAE	90	93	92 bc
	11-20 DAE	96	93	95 ab
	21-30 DAE	96	95	96 a
	31-40 DAE	93	90	92 c
	Média	94 A	93 A	
	CV (%)	3,4		
IVE	Testemunha	14,5 A b	14,2 A ab	14,4
	1-10 DAE	16,6 A a	15,0 B ab	15,8
	11-20 DAE	14,0 A b	11,9 B c	13,9
	21-30 DAE	15,5 A b	14,7 A a	15,1
	31-40 DAE	14,0 A b	13,7 A b	13,9
	Média	14,9	13,9	
	CV (%)	5,9		
VE	Testemunha	8,0 A a	8,0 A b	8,0
	1-10 DAE	7,8 B b	8,0 A b	7,9
	11-20 DAE	8,2 A a	8,1 A a	8,2
	21-30 DAE	8,1 A a	7,9 B b	8,0
	31-40 DAE	8,0 A a	8,0 A b	8,0
	Média	8,0	8,0	
	CV (%)	1,4		

* DAE: dias após a emergência

** Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna em cada variável resposta, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

plantas originadas de sementes de alto vigor foram superiores, às plantas originadas de sementes de baixo vigor nos cinco períodos de déficit hídrico. No tocante ao IC, verificou-se que plantas originadas de sementes de alto e baixo vigor, quando submetidas aos tratamentos com déficit hídrico de 0 (testemunha), 21-30 e 31-40 DAE, não diferiram significativamente. Os resultados concordam

com os obtidos por Thomas e Costa (1994) ao afirmarem que a deficiência hídrica promoveu um índice de colheita aparente mais elevado nas plantas do tratamento irrigado, em relação àquele verificado nas plantas do tratamento sem irrigação. Em relação ao RBA, pode-se analisar (Tabela III) que o tratamento com déficit hídrico de 31-40 DAE foi inferior aos demais tratamentos.

TABELA V
EMERGÊNCIA EM CAMPO (EC), PESO DE MIL SEMENTES (PMS), COMPRIMENTO DE PLÂNTULA (CP) E COMPRIMENTO DE RAIZ (CR) DAS SEMENTES RESULTANTES, PROVENIENTES DE PLANTAS DE SOJA ORIGINADAS DE SEMENTES DE ALTO E BAIXO VIGOR, SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO

Variável	Déficit	Vigor		Média
		Alto	Baixo	
EC (%)	Testemunha	99	98	99 ab
	1-10 DAE *	98	98	98 bc
	11-20 DAE	99	96	98 abc
	21-30 DAE	99	99	99 a
	31-40 DAE	97	96	97 c
	Média	98 A**	97 A	
	CV (%)	4,4		
PMS	Testemunha	171 A b	165 B b	168
	1-10 DA	162 A d	159 A b	161
	11-20 DAE	181 A a	174 B a	178
	21-30 DAE	157 B d	165 A b	161
	31-40 DAE	163 A c	151 B c	157
	Média	167	161	
	CV (%)	2,0		
CP	Testemunha	30,5 A a	28,9 A a	29,7
	1-10 DAE	30,7 A a	27,8 A ab	29,3
	11-20 DAE	25,5 A b	22,6 B c	24,1
	21-30 DAE	23,9 B b	26,8 A ab	25,4
	31-40 DAE	29,8 A a	25,1 B bc	27,5
	Média	28,7	25,7	
	CV (%)	11,1		
CR	Testemunha	12,6	12,3	12,5 a
	1-10 DAE	13,4	11,7	12,6 a
	11-20 DAE	10,9	10,1	10,5 b
	21-30 DAE	12,5	10,8	11,7 b
	31-40 DAE	12,6	9,5	11,1 a
	Média	12,4 A	10,9 B	
	CV (%)	15,3		

* DAE: dias após a emergência.

** Médias seguidas de mesma letra minúscula e maiúscula, na coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os resultados referentes à qualidade fisiológica das sementes produzidas (Tabela IV) mostram que o déficit hídrico até aos 30 DAE em plantas provenientes de alto e baixo vigor, não prejudicaram a PCG e G. No período de déficit hídrico de 31-40 DAE, pode-se observar que plantas originadas de sementes de alto vigor produziram sementes de qualidade fisiológica superior às plantas originadas de sementes de baixo vigor. O déficit hídrico provocado no estágio vegetativo em plantas oriundas de sementes de alto e baixo vigor, até os 30 DAE, não prejudicou a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Entretanto, plantas submeti-

das ao déficit hídrico de 31-40 DAE, prejudicou a qualidade fisiológica das sementes resultantes, apenas em plantas provenientes de sementes de baixo vigor.

Os resultados obtidos na variável envelhecimento acelerado (EA; Tabela IV) mostram que não houve diferença entre plantas oriundas de sementes de alto e baixo vigor até os 30 DAE, todavia, observou-se que plantas originadas de sementes de alto vigor foram superiores, as plantas provenientes de baixo vigor no período de 31-40 DAE. Plantas formadas de sementes de alto vigor produziram sementes de qualidade inferior quando submetidas ao déficit hídrico

de 1-10 DAE. Por outro lado, plantas oriundas de baixo vigor produziram sementes de qualidade inferior quando submetidas ao déficit hídrico de 31-40 DAE. No que diz respeito ao índice IVE, verifica-se que plantas provenientes de sementes de alto vigor, submetidas aos períodos de déficit hídrico de 1-10 e 11-20 DAE foram superiores às plantas provenientes de baixo vigor. Já nos períodos de 0 (testemunha), 21-30 e 31-40 DAE, não ocorreram diferenças entre os níveis de vigor das sementes. Ainda referente à variável IVE, constata-se que plantas provenientes de alto vigor, quando submetidas ao déficit hídrico no período de 1-10 DAE produziram sementes de qualidade superior aos demais períodos de déficit hídrico. Porém, plantas provenientes de sementes de baixo vigor apresentaram desempenho superior no período de déficit hídrico de 21-30 DAE.

Os resultados do teste de velocidade de emergência (VE; Tabela IV) demonstram que não houve diferenças significativas, entre plantas originadas de sementes de alto e baixo vigor, quando submetidas aos déficits hídricos nos períodos 0, 1-10, 11-20 e 31-40 DAE. No período de 21-30 DAE, plantas provenientes de sementes de alto vigor produziram sementes de qualidade superior às plantas provenientes de sementes de baixo vigor. Plantas originadas de sementes de alto vigor produziram sementes de qualidade inferior no período de déficit hídrico de 1-10 DAE. Por outro lado, plantas que sofreram déficit hídrico no período de 11-20 DAE, produziram sementes de qualidade superior quando originadas de sementes de baixo vigor.

Os dados de emergência em campo (EC; Tabela V) evidenciam que o nível de vigor das sementes utilizadas não diferiu significativamente nos cinco tratamentos com déficit hídrico estuda-

dos. Consta-se que, o déficit hídrico provocado no período de 21-30 DAE apresentou desempenho superior aos demais tratamentos, em ambos os níveis de vigor. Plantas provenientes de sementes de alto vigor adquirem PMS superior ao de plantas oriundas de sementes de baixo vigor, quando submetidas a períodos de déficit hídrico inicial, com exceção dos períodos de 1-10 e 21-30 DAE. Comportamento semelhante foi verificado por Schuch e Finatto (2006), em plantas isoladas de soja, onde as sementes de alta qualidade fisiológica apresentaram desempenho superior às plantas originadas de sementes de menor qualidade para o peso de 1000 sementes. O déficit hídrico ocorrido no período de 11-20 DAE produziu sementes de qualidade superior no PMS, tanto em sementes de alto como de baixo vigor.

No que diz respeito ao comprimento de plântula (CP; Tabela V), plantas oriundas de sementes de alto e baixo vigor, produziram sementes de qualidade semelhante, nos tratamentos sem déficit hídrico e com déficit hídrico de 1-10 DAE. Para os períodos de 11-20 e 31-40 DAE plantas oriundas de sementes de alto vigor produziram sementes de qualidade superior às plantas oriundas de baixo vigor. Porém no período de 21-30 DAE, plantas provenientes de sementes de alto vigor, produziram sementes de qualidade inferior às plantas provenientes de sementes de baixo vigor. Ainda referente ao CP, as plantas originadas de sementes de alto vigor quando submetidas ao déficit hídrico, apresentaram desempenho superior nos períodos de sem déficit hídrico, 1-10 e 31-40 DAE. Porém, plantas originadas de sementes de baixo vigor apresentaram desempenho superior nos tratamentos sem déficit hídrico e com déficit hídrico de 1-10 e 21-30 DAE. No tocante ao comprimento de raiz (CR), verifica-se que plantas

oriundas de sementes de alto vigor apresentaram desempenho superior ao de plantas oriundas de sementes de baixo vigor. Os períodos de déficit hídrico ocorridos nos períodos de 11-20 e 21-30 DAE, produziram sementes de qualidade fisiológica inferior aos demais tratamentos.

Conclusões

Plantas de soja oriundas de sementes de alto vigor apresentam maior altura de planta, diâmetro do caule, índice de colheita aparente e rendimento biológico aparente, que plantas originadas de sementes de baixo vigor, proporcionando aumento de até 20% na produtividade.

O déficit hídrico no período vegetativo, em soja, não afeta a altura de inserção do primeiro legume, número de nós da haste principal, número de legumes com uma e duas sementes e o rendimento de sementes por planta, mas reduz a altura de planta, diâmetro do caule e o número de legumes com três sementes, tanto em plantas oriundas de sementes de alto como de baixo vigor.

O déficit hídrico a partir de 20 DAE provoca redução da qualidade fisiológica das sementes de soja, sendo mais severo em plantas provenientes de sementes de baixo vigor.

REFERÊNCIAS

- Assad ED, Pinto HS, Zullo Junior J, Brunini O (2002) Mudanças climáticas: o aquecimento global e a agricultura. *Reportagens - Com Ciência*. Nº 35 (agosto). pp. 1-7.
- Bonato ER (2000) *Estresses em Soja*. Embrapa Trigo. Passo Fundo, Brasil. 254 pp.
- Brasil (2009) *Regras para Análise de Sementes*. Secretaria de Defesa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, Brasil. 395 pp.
- Bray E (2004) Genes commonly regulated by water-deficit stress in *Arabidopsis thaliana*. *J. Exp. Bot.* 55: 2331-2341.
- CQFS-RS/SC (2004) *Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 10ª

ed. Comissão de Química e Fertilidade do Solo NRS/SBCS, Porto Alegre, Brasil. 400 pp.

- CONAB (2010) *Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos, 5ª Levantamento*. 2010. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, Brasil. 39 pp.
- Cortez H (2004) *Aquecimento global e água*. Série: Consciência e Meio Ambiente. 116 pp.
- Edmond JB, Drapala WL (1958) The effects of temperature, sand and soil acetone on germination of okra seed. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 71: 428-434.
- Embrapa (2006) *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2ª ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rio de Janeiro, Brasil. 306 pp.
- Fehr WR, Caviness CE (1977) *Stages of Soybean Development*. Special Report Nº 80. Iowa State University of Science and Technology. Ames, IO, EEUU. 11 pp.
- Lobato AKS, Oliveira Neto CF, Costa RCL, Santos Filho BG, Cruz FJR, Laughinghouse IVHD (2008) Biochemical and physiological behavior of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. under water stress during the vegetative phase. *Asian J. Plant Sci.* 7: 44-49.
- Machado RF (2002) *Desempenho de Aveia-Branca (Avena sativa L.) em Função do Vigor de Sementes e População de Plantas*. Tese. Universidade Federal de Pelotas. Brasil. 46 pp.
- Machado AA, Conceição AR (2003) *Sistema de Análise Estatística para Windows*. WinStat. Versão 2.0. Universidade Federal de Pelotas. Brasil.
- Maguire JD (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 2: 176-177.
- Malavolta E (1980) *Nutrição Mineral e Adubação da Soja*. ESALQ. Piracicaba, Brasil. 40 pp.
- Marcos Filho J (1999) Teste de envelhecimento acelerado. Em Krzyzanowski FC, Vieira RD, França Neto JB (Eds.) *Vigor de Sementes: Conceitos e Testes*. ABRATES. Londrina, Brasil. pp. 3:1-3:24.
- Marcos Filho J (1999) Conceitos e testes de vigor para sementes de soja. Em *Anais Congr. Brasileiro de Soja*. Embrapa Soja. Londrina, Brasil. pp. 220-226.
- Mundstock CM, Thomas AL (2005) *Soja: Fatores que Afetam o Crescimento e Rendimento de Grãos*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil. 31 pp.

- Nakagawa J (1999) Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. Em Krzyzanowski FC, Vieira RD, França Neto JB (Eds.) *Vigor de Sementes: Conceitos e Testes*. ABRATES. Londrina, Brasil. pp. 2:1-2:21.
- Passioura J The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *J. Exp. Bot.* 58: 113-117.
- Petry MT (2000) *Interação Solo-Planta e Disponibilidade de Água no Solo às Plantas de Sorgo e Soja*. Tese. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. 127 pp
- Popinigis F (1973) *Effects of the Physiological Quality Of Seed On Field Performance Of Soybeans (Glycine max (L.) Merrill) as Affected by Population Density*. Tese. Mississippi State University. EEUU. 87 pp.
- Popinigis F (1977) *Fisiologia da Semente*. AGIPLAN. Brasília, Brasil. 289 pp.
- Rambo L, Costa JÁ, Pires JLF, Parcianello G, Ferreira FG (2002) Rendimento de grãos da soja e seus componentes por estrato do dossel em função do arranjo de plantas e regime hídrico. *Sci. Agr.* 3: 79-85.
- Santos RF, Carlesso R (1998) Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. *Rev. Brás. Eng. Agríc. Amb.* 2: 287-294.
- Scheeren BR (2002) *Vigor das Sementes de Soja e Produtividade*. Tese. Universidade Federal de Pelotas. Brasil. 48 pp.
- Schuch LOB, Nedel JL, Assis FN, Maia MS (2000) Emergência em campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. Popinigis F (1973) *Agroc.* 6: 97-101.
- Schuch LOB, Finatto JÁ (2006) Comportamento de plantas isoladas de soja em função da qualidade fisiológica das sementes. Em *XIV Congresso de Iniciação Científica e VII Encontro de Pós-Graduação*. UFPel. Pelotas, Brasil. pp. 67-71.
- Stülp M, Braccini ADeLE, Albrecht LP, Ávila MR, Scapim CA, Schuster I (2009) Desempenho agrônomico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. *Ciênc. Agrotecnol.* 3: 1240-1248.
- Tekrony DM, Egli DB, Wickham DA (1989) Corn seed vigor on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. *Crop Sci.* 29: 1528-1531.
- Tekrony DM, Egli DB (1991) Relationship of seed vigor to crop yield: a review. *Crop Sci.* 31: 816-822.
- Thomas AL, Costa JÁ (1994) Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. *Pesq. Agropec. Brás.* 29: 1389-1396.
- USDA (2010) *Soja em Números*. (Safrá 2008/09). www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=2&op_page=294 (Cons. 03/2010).
- Vanzolini S, Carvalho NM (2002) Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. *Rev. Brás. Sem.* 24: 33-41.
- Vidal MS, Carvalho JMFC, Menezes CHSG (2005) *Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos*. Documentos N° 142. Embrapa. Campina Grande, Brasil. 19 pp.