

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DA SEMENTE E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA
GERMINAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA**

**PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF SEED AND WATER AVAILABILITY ON
GERMINATION AND EARLY GROWTH OF SOYBEAN**

G. H. VAZQUEZ¹

A. V. DE ASSIS¹

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos do potencial fisiológico da semente e da disponibilidade hídrica do solo no processo germinativo e no desenvolvimento inicial da soja. O experimento foi instalado em uma casa de vegetação da UNICASTELO em Fernandópolis/SP com sementes da cultivar NK 7059 RR. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 4, ou seja, seis lotes com germinação de 76, 83, 90, 91, 97 e 100% e quatro níveis de umidade no solo pela irrigação (100, 75, 50 e 25% da capacidade de água disponível), com quatro repetições de 50 sementes. Os dados obtidos permitiram concluir que: o nível de irrigação de 75% da capacidade de campo proporciona as maiores porcentagens de emergência de plântulas de soja; quanto mais elevado é o potencial fisiológico das sementes, maior é a porcentagem e a velocidade de emergência e a altura das plântulas de soja, não havendo interferência sobre a massa da matéria seca das plântulas de soja e finalmente, quanto maior a disponibilidade hídrica do solo, maior é a massa da matéria seca das plântulas de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, vigor, água, emergência

ABSTRACT

The purpose of this work was to study the effects of seed physiological potential and soil water availability in the germination process and early development of soybean. The experiment was conducted in a greenhouse at UNICASTELO in

¹ Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, UNESP, Ilha Solteira, SP, 15385-000 e Departamento de Produção Vegetal, UNICASTELO, Fernandópolis, SP, 15600-000, gisele@agr.feis.unesp.br

Fernandópolis/SP with seeds of hybrid NK 7059 RR. The experimental design used was the completely randomized in factorial arrangement 6 x 4, i.e. six lots with germination of 76, 83, 90, 91, 97 and 100% and four levels of moisture in the soil by irrigation (100, 75, 50 and 25% of the available water capacity of the soil), with four replicates of 50 seeds. The data obtained allowed to conclude that: the irrigation level of 75% of field capacity provides the largest percentages of emergence of soybean seedlings; the higher is the physiological potential of seeds, the higher the percentage and speed of emergence and height of seedlings, with no interference on the dry matter of seedlings and finally, the higher the water availability in the soil, the greater the weight of dry matter of soybean seedlings.

Keywords: *Glycine max*, vigor, water, emergence

INTRODUÇÃO

Em empresas de sementes a produção de lotes com alto potencial fisiológico é meta prioritária, sendo este reflexo direto da porcentagem de germinação e do vigor da semente produzida.

A produtividade de sementes de uma lavoura é influenciada, diretamente, pelo estande de plantas adequado à espécie/cultivar que está sendo semeada.

No momento da semeadura, vários fatores ambientais são capazes de afetar positiva ou negativamente a germinação, como, por exemplo, a disponibilidade de água do solo (Marcos Filho, 2005). Lotes de sementes com alto vigor são mais resistentes às condições de menor disponibilidade hídrica e garantem estandes de plantas adequados em campo (Tekrony & Egli, 1991)

A máxima germinação da semente ocorre quando o solo contém água em quantidade equivalente à capacidade de campo, podendo ainda

ocorrer com teores de água situados entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, ou seja, sob estresse hídrico (Copeland & McDonald, 1995).

Para cada espécie existem diferentes níveis de hidratação ou potenciais de água críticos, que determinam ou não o início da germinação da semente. Colete (2003) em experimento de laboratório verificou que a emergência de plântulas de soja em substrato terra diminuiu à medida que se reduziu a quantidade de água, sendo que o desempenho germinativo das sementes dependeu dos níveis de estresse hídrico e do vigor do lote de semente.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos do potencial fisiológico e da disponibilidade hídrica do solo no processo germinativo e no desenvolvimento inicial da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO) em Fernandópolis, SP, de abril a maio de 2008.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 4, com quatro repetições de 50 sementes. Os tratamentos principais foram os seis lotes de mesma peneira de sementes de soja cultivar NK 7059 RR e como secundários avaliaram-se os diferentes

níveis de umidade no solo pela irrigação (100, 75, 50 e 25% da capacidade de água disponível do solo).

Os lotes de sementes foram homogêneos e determinou-se a qualidade física e fisiológica por meio das análises do teor de água, germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, emergência em campo e condutividade elétrica (Brasil, 2009; Krzyzanowski et al., 1999) (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados dos testes de teor de água (TA), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teor de água após o envelhecimento acelerado (TAEA), teste de frio (TF), emergência em campo (EC), condutividade elétrica (CE), de sementes de soja, cultivar NK 7059 RR. UNICASTELO, Fernandópolis/SP, 2008.

Lotes	TA	G	EA	TAEA	TF	EC	CE
	-----%						$\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$
1	11,5	(76) 61 ¹ e	(76) 60 c	26,7	(76) 60 d	(67) 55 b	104,8 d
2	11,5	(83) 65 de	(76) 60 c	27,7	(80) 63 cd	(76) 61 ab	92,2 c
3	11,8	(90) 72 d	(83) 66 bc	28,0	(85) 67 cd	(80) 63 ab	74,4 b
4	11,7	(91) 73 cd	(89) 70 abc	25,7	(89) 71 bc	(75) 60 b	73,2 b
5	11,5	(97) 81 bc	(95) 79 a	27,0	(96) 79 ab	(89) 71 a	54,0 a
6	11,7	(100) 90 a	(94) 75 ab	27,1	(97) 80 ab	(81) 64 ab	49,2 a
DMS	-	8,52	12,09	-	9,53	10,04	12,52
CV (%)	-	4,85	7,28	-	5,67	6,59	7,41

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Para efeito de análise estatística os dados G, EA, TF, EC foram transformados em arc sen [raiz (%/100)]. Entre parêntese estão apresentados os valores originais.

Os resultados indicam que existem diferenças entre os lotes. No

teste de germinação, o lote 6 superou estatisticamente os demais, sendo o 1

e o 2 os inferiores. Os demais (3, 4 e 5), de maneira geral, podem ser considerados de qualidade intermediária. Os demais testes de vigor (envelhecimento acelerado, de frio, emergência em campo e condutividade elétrica) mostram a estratificação dos lotes em grupos de alta qualidade (lotes 5 e 6), de média (lotes 3 e 4) e baixa (lotes 1 e 2). Quanto ao teor de água após o envelhecimento acelerado (TAEA), os resultados atestam que o teste foi realizado de forma adequada, já que os valores entre o maior e o menor lote, diferiram entre si de 2,3%. Um dos principais indicadores da uniformidade das condições de envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes ao final do teste, sendo que variações de até 4% entre amostras são consideradas toleráveis (Marcos Filho, 1999). Portanto, a partir desses resultados os lotes foram caracterizados da seguinte forma:

- Lote 1 = 76% e Lote 2 = 83% (potencial fisiológico baixo)
- Lote 3 = 90% e Lote 4 = 91% (potencial fisiológico intermediário)
- Lote 5 = 97% e Lote 6 = 100% (potencial fisiológico alto)

O solo para a realização do experimento foi coletado em um ARGISSOLO Vermelho-Amarelo eutrófico com textura franco-arenosa na camada de 0-40 cm, seco ao ar, peneirado e determinado quanto a sua umidade atual e na capacidade de campo. Foram utilizados 94 vasos cônicos de 25 cm de altura e 23,3 cm de diâmetro superior e 16 cm de inferior. Os diferentes níveis de irrigação foram obtidos em relação ao solo com umidade na capacidade de

campo (CC), sendo a capacidade de água disponível (CAD) de 55% da capacidade total de armazenamento de água no solo e a água disponível (AD) foi estimada em 45% da capacidade de água disponível.

Assim, a primeira aplicação de água no solo em todos os vasos foi feita de modo a atingir 100, 75, 50 e 25% da capacidade de campo. A partir da primeira irrigação, as demais foram realizadas quando a média de peso dos vasos do tratamento de 100% da CAD atingia o consumo da água disponível (AD) do solo. Sendo assim, até o final do experimento, um vaso de 100% de cada lote era pesado diariamente e constatado o consumo da água disponível pelo tratamento de 100% da CAD, como descrito anteriormente, os vasos eram novamente irrigados.

Os vasos foram perfurados com um furador portátil e a semeadura foi realizada no dia 24/04/2008 anotando-se diariamente as temperaturas e as umidades relativas máximas e mínimas, além do número de plântulas emergidas. Ao final de 15 dias as seguintes determinações foram realizadas:

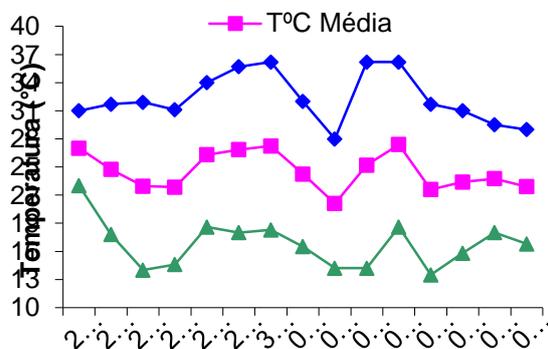
- Emergência (%) – por meio da contagem das plântulas normais;
- Velocidade de emergência - conforme fórmula descrita em Maguire (1962);
- Altura das plântulas (cm) – com o uso de régua graduada mediu-se o comprimento de todas as plântulas emergidas por vaso e a soma foi dividida por 50;
- Peso médio da matéria seca da parte aérea (mg) – por meio do corte próximo ao solo das plântulas e

secagem em estufa a 65°C até peso constante. Somou-se o peso de todas as plântulas emergidas por repetição e dividiu-se por 50.

Como os fatores analisados são quantitativos, a análise estatística constituiu-se na análise de regressão,

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontram-se os dados das temperaturas e umidades relativas do ar na casa de vegetação no período do experimento, que em termos médios foi de 27,1°C e a



com aplicação da análise de variância para os modelos lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos seguiram os métodos propostos por Pimentel-Gomes (2000).

umidade relativa de 63,6%. Segundo a Embrapa (2005) a temperatura do solo de 25°C garante a emergência rápida e uniforme da soja.

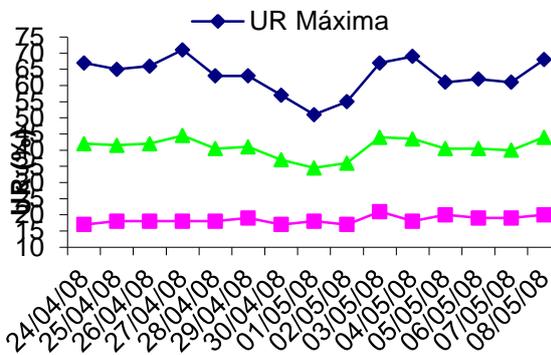


FIGURA 1 - Temperatura e umidade relativa do ar máxima, mínima e média.

Os resultados dos fatores germinação (G), nível de irrigação (I), interação G x I e desdobramento do fator nível de irrigação dentro de germinação, para cada lote, foram altamente significativos sobre a emergência de plântulas de soja.

Com o aumento do nível de irrigação ocorreu um acréscimo na porcentagem de emergência, havendo um pico próximo de 75% da CC, independentemente do potencial fisiológico do lote (Figura 2). Acima desse valor, ocorrem decréscimos na emergência, provavelmente, devido à deficiência de oxigênio. De acordo

com Peske & Delouche (1985) a presença de água em potenciais hídricos próximo a zero ocasiona dificuldades de aeração, além de danos embrionários por embebição rápida. Abaixo desse valor, a porcentagem de emergência decresceu em função da menor disponibilidade hídrica, não havendo emergência com 25% da CC. Sá (1987) também observou diminuição da porcentagem de emergência de plântulas de soja de acordo com a redução da disponibilidade hídrica (a partir de -0,2 MPa).

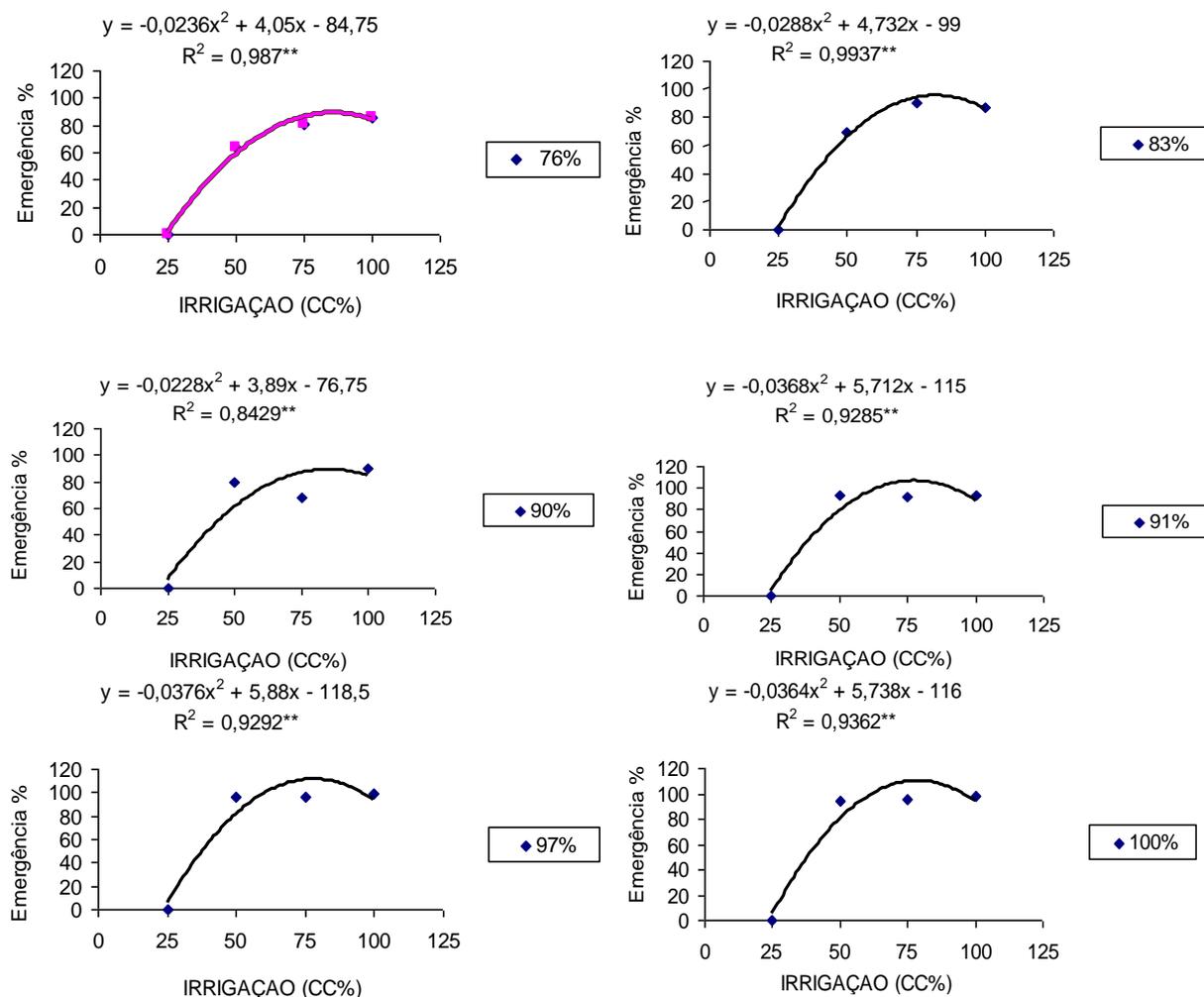


FIGURA 2 - Emergência dos lotes de sementes de soja de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

Os dados da Figura 3A indicam maiores valores de emergência para os lotes de maior potencial fisiológico

(100, 97 e 91%) e os menores para os lotes inferiores (90, 83 e 76%) ao nível de irrigação de 75% da CC.

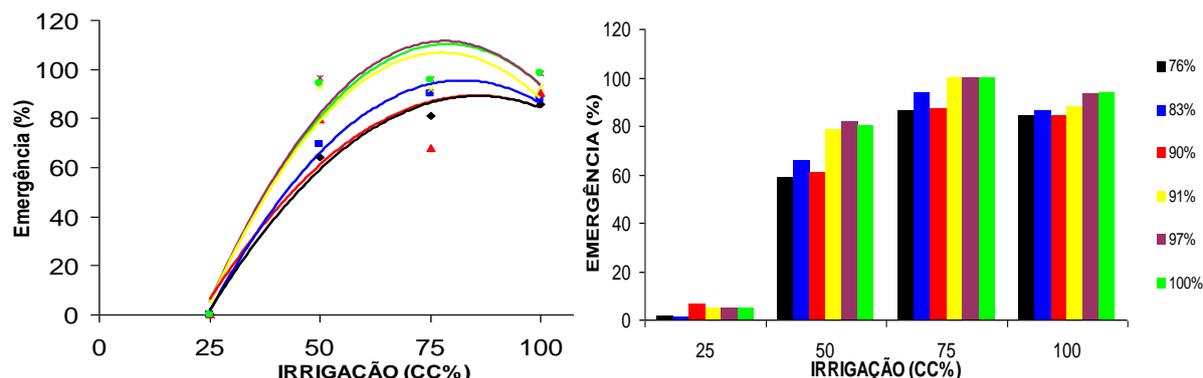


FIGURA 3 - Emergência das sementes (A) e estimativa da emergência (B) de sementes de soja de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

A estimativa da porcentagem de emergência (Figura 3B) demonstra a superioridade dos lotes com maior potencial fisiológico nos níveis de irrigação de 50,75 e 100 % da CC. Segundo Parmar & Moore (1968) sementes sob deficiência hídrica tem se mostrado dependentes do potencial fisiológico. Porém, com 25% da CC nenhum lote foi capaz de atingir valores adequados. Pereira et al. (1981) revelaram que a falta de água provoca danos diretos e indiretos à germinação, pois a medida que a semente de soja permanece no solo sem emergir, além do decréscimo no número de plantas por área, ocorre o ataque de microrganismos estimulados pela exsudação de açúcares.

Os fatores germinação (G), nível de irrigação (I) e a interação G x I

apresentaram interferência altamente significativa sobre o índice de velocidade de emergência (IVE). Lotes de maior potencial fisiológico, a partir do nível de irrigação de 25%, apresentaram maiores IVE (Figura 4). Egli et al. (1990) trabalhando com soja, também relataram decréscimo na velocidade de germinação para lotes de baixo vigor. A água que a semente absorve no início da germinação ativa seu metabolismo, com a liberação de energia, parte dela pode ser gasta para restaurar tecidos injuriados. Quanto maior for a extensão das injúrias, maiores serão os gastos de energia e tempo para repará-las. Só depois de concluída a restauração é que pode ter prosseguimento o processo de germinação.

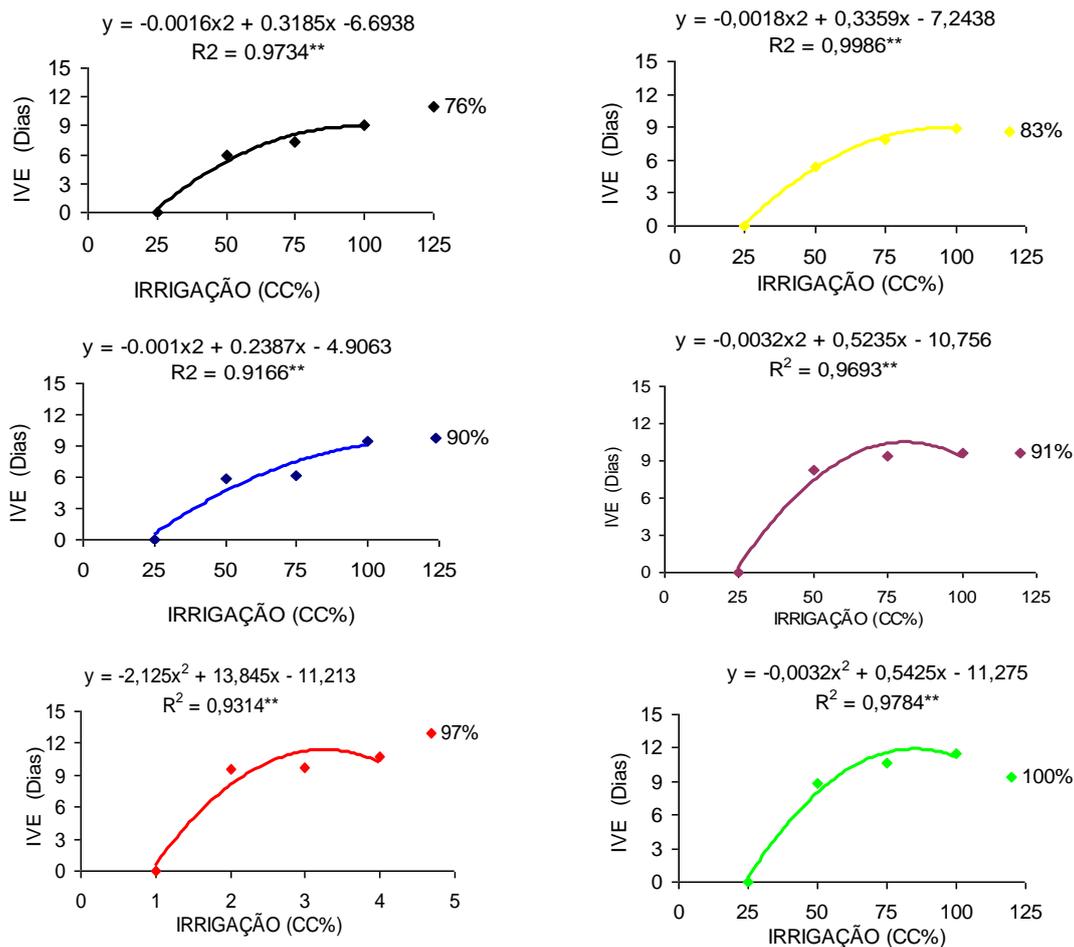


FIGURA 4 - Índice de velocidade de emergência (IVE) dos lotes de sementes de soja de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

Os maiores valores de IVE foram obtidos para os lotes de maior potencial fisiológico (100, 97 e 91%) ao nível de irrigação de 50 e 75% da CC (Figura 5A). A estimativa dos valores de velocidade de emergência (Figura 5B) também atesta a

superioridade dos lotes de maior potencial fisiológico aos níveis de irrigação de 25, 50 e 75% da CC, o que concorda com Marcos Filho (2005) que relatou que sementes mais deterioradas apresentam menor velocidade de germinação.

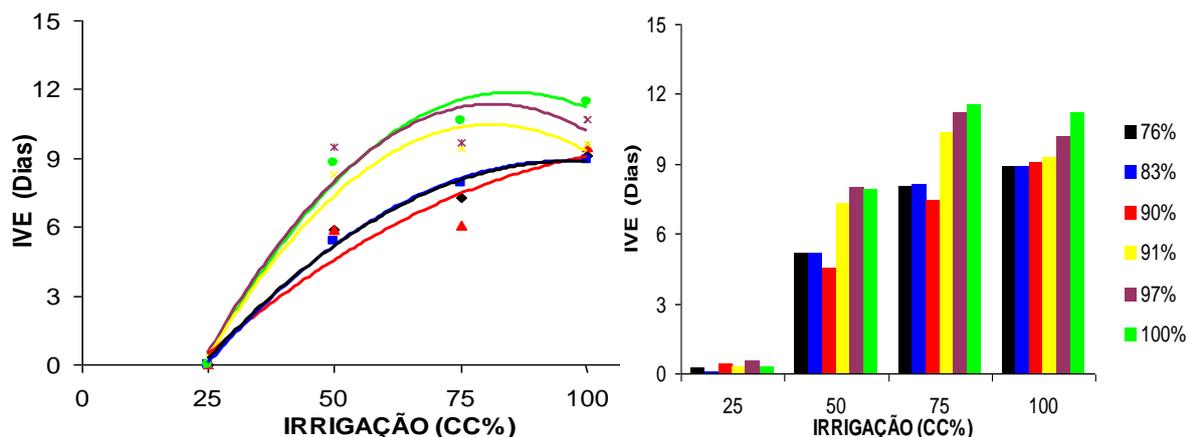


FIGURA 5 - Índice de velocidade de emergência (IVE) (A) e estimativa do IVE (B) se sementes de soja de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

Os fatores germinação, nível de irrigação e a interação G x I apresentaram interferência altamente significativa sobre a altura de plântulas. Houve um maior crescimento das plântulas em função do aumento disponibilidade hídrica, independentemente do potencial fisiológico do lote (Figura 6). Segundo Lecoeur & Sinclair (1996), a deficiência de água é relativamente comum na atividade agrícola e possui um impacto significativo no crescimento e desenvolvimento das plantas. Os processos morfológicos e fisiológicos das plantas, que são dependentes da turgescência dos tecidos, são

particularmente sensíveis à redução da disponibilidade de água no solo. A alongação das folhas e o índice de área foliar também apresentam alta suscetibilidade ao déficit hídrico.

Os resultados da Figura 7A demonstram que lotes com alto potencial fisiológico apresentam altura de plântulas superiores aos demais. De acordo com Halmer & Bewley (1984) quando o estresse (condições adversas) aumenta, os níveis de emergência declinam e lotes de sementes de baixo vigor sofrem proporcionalmente mais do que lotes de alto vigor.

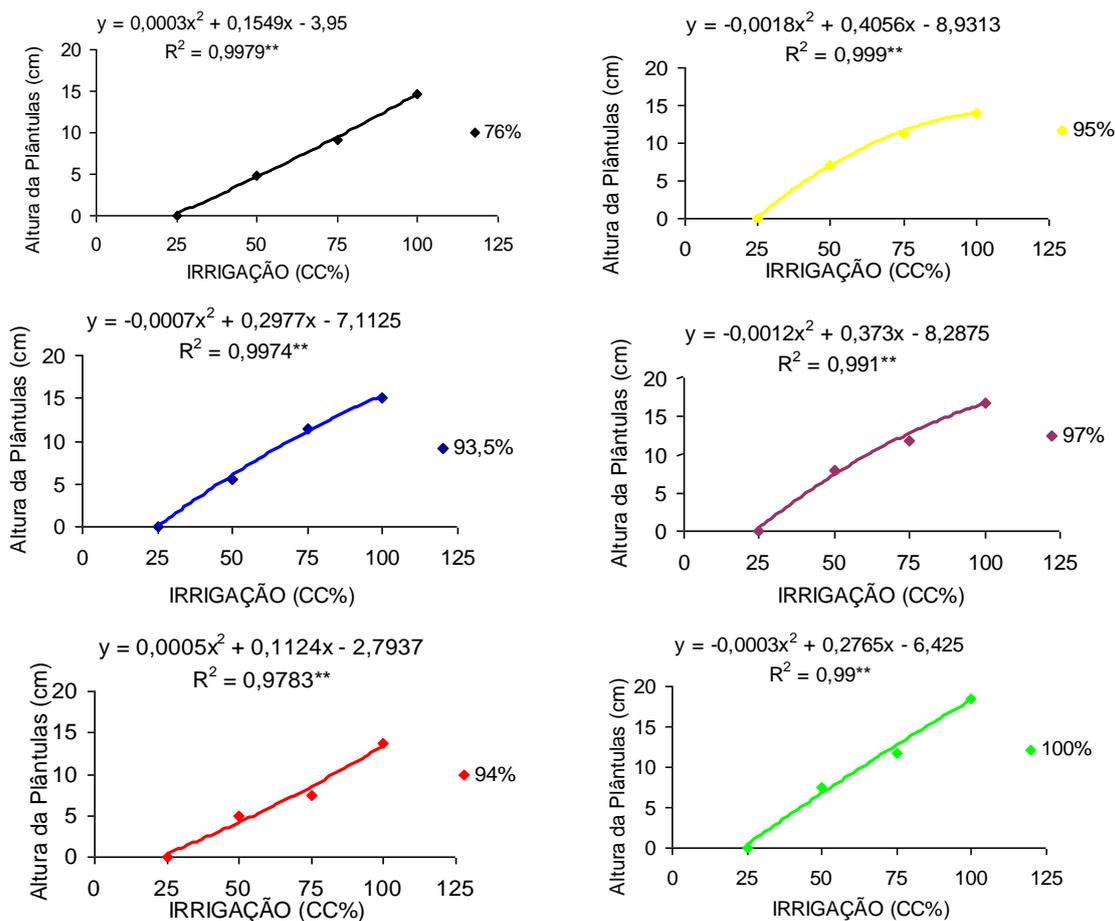


FIGURA 6 - Altura de plântulas de soja de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

A estimativa dos valores da altura de plântulas apresentado na Figura 7B demonstra maior crescimento de acordo com o aumento da disponibilidade de água. Além disso, de forma geral, quanto maior o potencial fisiológico, maior é a altura das plântulas, independentemente do nível de irrigação. Segundo Heydecker

(1972) a semente vigorosa quando semeada no campo, resiste aos fatores adversos ou os supera, além de apresentar capacidade para estabelecer plantas, pois possui quantidade suficiente de reserva e as utiliza adequadamente durante as fases de crescimento heterotrófico e de transição.

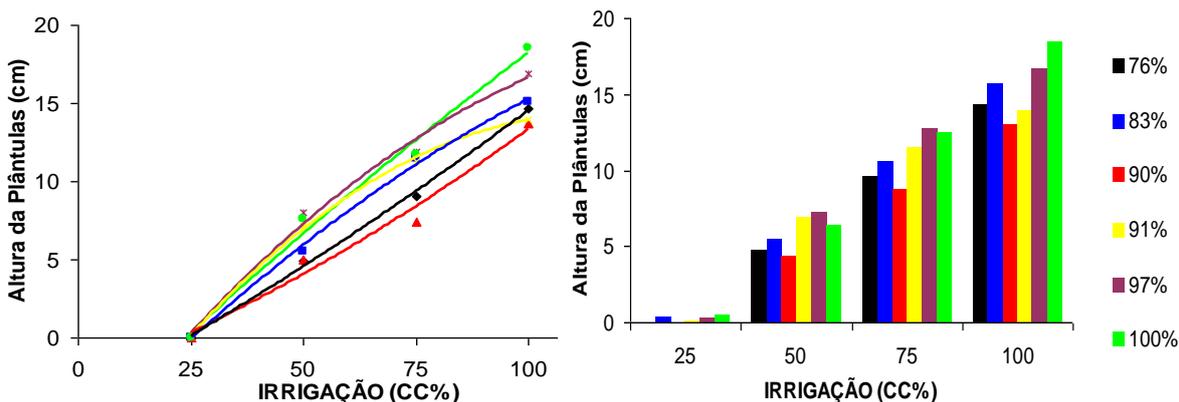
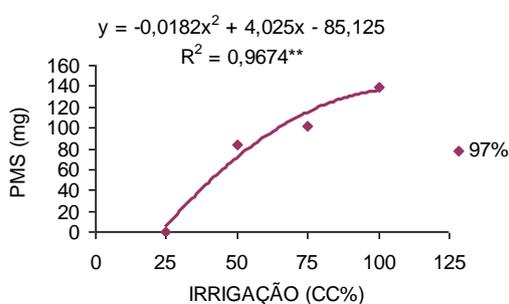
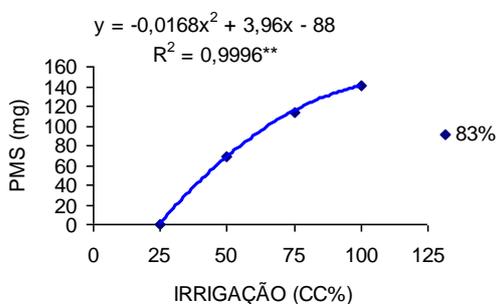
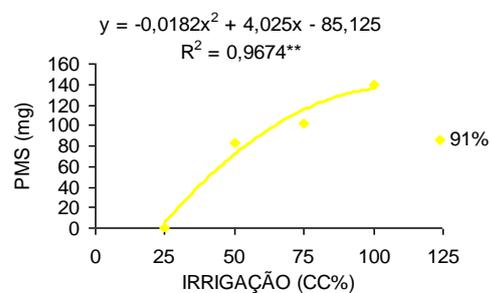
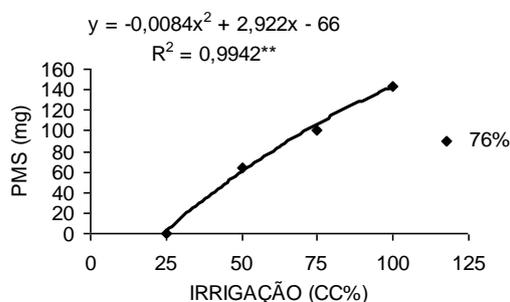


FIGURA 7 - Altura de plântulas (A) e estimativa da altura de plântulas (B) de soja de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

Os fatores germinação e nível de irrigação apresentaram interferência altamente significativa sobre o peso de matéria seca, a interação G x I foi significativa. Com o aumento da disponibilidade hídrica ocorreu um maior peso da matéria seca da parte aérea das plântulas de soja em todos

os potenciais fisiológicos estudados (lotes) (Figura 8). Segundo Costa et al. (2004), estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja reduz de maneira linear a massa seca aérea de plântula à medida que os potenciais hídricos tornaram-se mais negativos



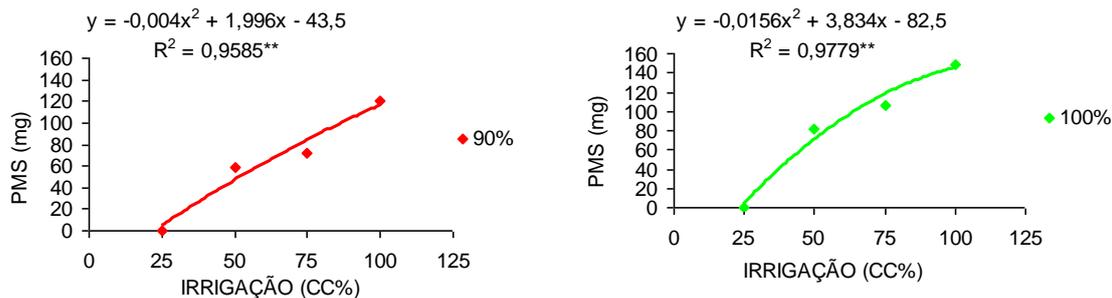


FIGURA 8 - Peso da matéria seca de plântulas de soja de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

De maneira geral, não houve diferenças quanto ao peso de matéria seca das plântulas de acordo com o potencial fisiológico do lote semeado, com exceção do lote com 90% de germinação, que apresentou um menor valor (Figura 9A). A estimativa do peso da matéria seca, em cada nível de irrigação, apresentou pouca diferença de acordo com o potencial fisiológico dos lotes, porém houve um

acréscimo com o aumento da disponibilidade hídrica (Figura 9B). Com 100, 75, 50 e 25% da CC o peso médio das plântulas foi de 134,23; 105,73; 62,27 e 3,85 mg, respectivamente, havendo, portanto, um acréscimo de 27% e de 116% quando a plântula dispõe de 100% em relação a 75 e 50% da CC, respectivamente.

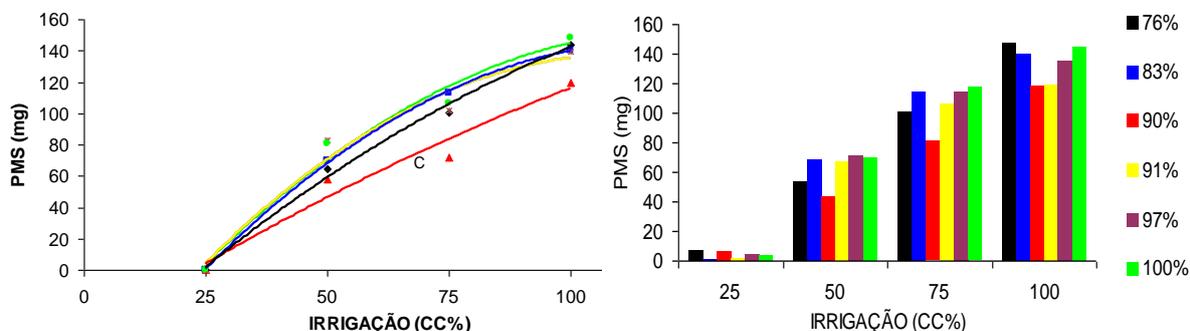


FIGURA 9 - Peso da matéria seca (A) e estimativa do peso da matéria seca de plântulas (B) de soja de soja de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

CONCLUSÕES

- o nível de irrigação de 75% da capacidade de campo proporciona as maiores porcentagens de emergência de plântulas de soja,
- quanto mais elevado o potencial fisiológico das sementes, maior é a porcentagem e a velocidade de

- emergência e a altura das plântulas, não havendo interferência sobre o peso da matéria seca das plântulas de soja,
- quanto maior a disponibilidade hídrica do solo, maior é o peso da matéria seca das plântulas de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

COLETE, J.C.F. **Relação entre o teste de condutividade elétrica e a emergência de plântulas de soja**. Jaboticabal, 2003. 36p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3. ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p.

COSTA, P.R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.105-113, 2004.

EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M.; WIRALAGA, R.A. Effect of soybean seed vigor and size on seedling growth. **Journal of Seed Technology**. 14:1-12, 1990.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil, 2006**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2005. 220p.

HALMER, P., BEWLEY, J.D. A physiological perspective on seed vigour testing. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.12, 1984. p.561-75.

HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E.H. (Ed.) **Viability of**

seeds. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. p.209-52.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. de B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

LECOEUR, J., SINCLAIR, R.T. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. **Crop Science** n.36, p. 331-335, 1996.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination- and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p. 176-7. 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de semente: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. cap. 3, 1999. p.3-1 a 3.24.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

PARMAR, M.T.; MOORE, R.P. Carbowax 6000, mannitol and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. **Agronomy Journal**, v.60, p.192-195, 1968.

PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.; ALMEIDA, A.M.R. et al. Efeito da interação de tratamento químico de sementes de soja e níveis de vigor. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.159-163, 1981.

PESKE, S.T.; DELOUCHE, J.C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.1, p.69-85, 1985.

PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba, Nobel, 2000. 477p.

SÁ, M.E. **Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba, 1987. 147p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP.

TEKRONY, D.M., EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, 1991. p.816-822.