

# POTENCIAL FISIOLÓGICO DA SEMENTE E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA GERMINAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHO

## PHYSIOLOGICAL POTENTIAL AND WATER AVAILABILITY ON SEED GERMINATION AND EARLY GROWTH OF MAIZE

G. H. VAZQUEZ<sup>1\*</sup>,

T. F. DA SILVA<sup>2</sup>,

A. V. DE ASSIS<sup>2</sup>

### 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 do milho. O experimento foi instalado em uma casa de vegetação da UNICASTELO em Fernandópolis/SP com sementes do híbrido 8480. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 4, ou seja, seis lotes com germinação de 91, 93,5, 94, 95, 97 e 97,5% e quatro níveis de umidade no solo pela irrigação (100%, 75%, 50% e 25% da capacidade de água disponível do solo), 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 e velocidade de emergência; quanto mais elevado é o potencial fisiológico das sementes, maior é a velocidade de emergência, a altura das plântulas e o peso da matéria seca, não havendo interferência sobre a porcentagem de emergência e finalmente, quanto maior a disponibilidade hídrica do solo, maior é a altura e o peso da matéria seca das plântulas de milho.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, vigor, água, emergência

---

<sup>1</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Dr<sup>a</sup>, 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](mailto:gisele@agr.feis.unesp.br)

<sup>2</sup> Eng Agr, ex-alunos da UNICASTELO, Fernandópolis, SP

## 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 maize. The experiment was conducted in a greenhouse at UNICASTELO in Fernandópolis/SP with seeds of hybrid 8480. The experimental design used was the completely randomized in factorial arrangement 6 x 4, i.e. six lots with germination of 91, 93.5, 94, 95, 97 and 97.5% 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 and speed of emergence; the higher is the physiological potential of seeds, the higher the speed of emergence, seedling height and dry matter weight, with no interference on the emergence percentage and finally, the higher the water availability in the soil, the greater the height and weight of dry matter in maize seedlings.

**Keywords:** *Zea mays*, vigour, water, emergence

## INTRODUÇÃO

O potencial fisiológico de sementes é representado pela germinação e pelo vigor e determina a capacidade da semente em produzir uma plântula normal.

A germinação das sementes em condição de deficiência hídrica tem se mostrado dependente da espécie ou da cultivar e do potencial fisiológico. Em geral, menor potencial fisiológico tem sido associado aos piores desempenhos em condições de estresses hídrico (MATTHEWS & Powell, 1986; SÁ, 1987 e PIANA et al., 1994). A baixa disponibilidade de água causa redução no crescimento, ocasionado pela diminuição da expansão e do alongamento celular devido ao decréscimo da turgescência (YASSEEN & ALOMARY, 1994).

De acordo com Bewley & Black (1994), o estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem como a velocidade de germinação, com uma

ampla variação de respostas entre as espécies; estando segundo Razera (1982) e Piana et al. (1994), o teor de água do substrato mais favorável para a emergência das plântulas na faixa de 40 a 60% da capacidade de saturação do solo. Assim, sementes que apresentam maior potencial fisiológico permitem um rápido estabelecimento da cultura, reduzindo possíveis riscos na implantação (HÖLF, 2003) e garantindo o estabelecimento de um estande adequado em condições desfavoráveis. No milho, por ser uma espécie unicolmo e não possuir capacidade de compensação da população de plantas caso ocorram falhas na emergência, o estabelecimento rápido e uniforme das plântulas é de extrema importância (LUDWIG et al., 2009).

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos do potencial fisiológico das sementes e da

disponibilidade hídrica do solo no processo de germinação e de

desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO) em Fernandópolis, no período de junho a agosto 2008. O solo para a realização do experimento foi coletado em um ARGISSOLO Vermelho-Amarelo eutrófico com textura franco-arenosa.

O milho utilizado foi o híbrido 8480, empregando-se 6 lotes de mesma peneira cedidos pela empresa Dow Agrosience (denominados 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

Após a recepção, as sementes foram homogeneizadas e caracterizadas quanto às suas qualidades físicas e fisiológicas (BRASIL, 2009). O teor de água dos lotes variou de 7,9 a 8,7% e a germinação de 91 a 97,5%, sendo que o lote 6 superou estatisticamente o lote 1. No teste de primeira contagem da germinação houve uma maior estratificação dos lotes, onde os de maior qualidade fisiológica foram os 6, 5 e 4, que superaram os demais (3, 2 e 1) que não diferiram entre si. Já a condutividade elétrica não mostrou diferenças significativas.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 4 (seis lotes e quatro níveis de umidade do solo), totalizando 24 tratamentos com quatro repetições de 50 sementes. Os lotes possuíam 91, 93,5, 94, 95, 97 e 97,5% de germinação e os diferentes níveis de umidade no solo pela irrigação

foram de 100%, 75%, 50% e 25% da capacidade de água disponível.

Para a instalação do experimento foram utilizados 94 vasos cônicos de 25 cm de altura e 23,3 cm de diâmetro superior e 16 cm de inferior.

O solo da camada de 0-40 cm foi coletado, seco ao ar, peneirado e, determinado quanto a sua umidade atual e na capacidade de campo(CC). Os diferentes níveis de umidade foram obtidos em relação ao solo com umidade na CC, e a água disponível (AD) foi estimada em 45% da capacidade de água disponível (CAD). Assim, na primeira irrigação, a quantidade de água aplicada no solo foi a suficiente para atingir 100%, 75%, 50% e 25% da CC. A partir da primeira irrigação, até o final do experimento, as demais irrigações foram realizadas quando a média de peso dos vasos do tratamento de 100% da CAD atingia o consumo da AD do solo.

A semeadura foi realizada a 3 cm de profundidade em 02/07/2008 anotando-se diariamente a temperatura e a umidade relativa do ar, além do número de plântulas emergidas. Após 14 dias as seguintes determinações foram realizadas:

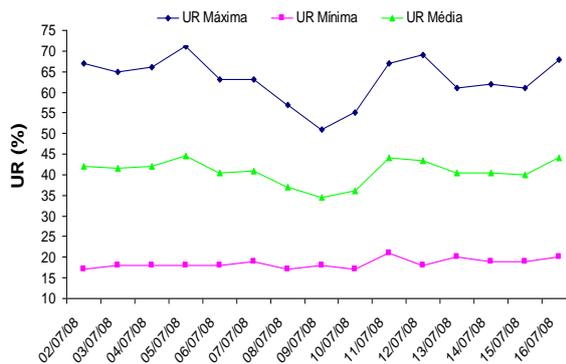
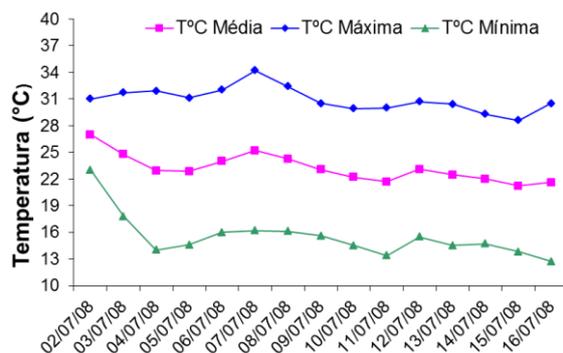
- Porcentagem de emergência (%) – contagem das plântulas normais emergidas;
- Índice de velocidade de emergência (IVE) - conforme descrito em Maguire (1962)
- Peso médio da matéria seca da parte aérea (mg plântula<sup>-1</sup>) – corte das

plântulas normais emergidas rente ao solo e secagem em estufa a 65°C até peso constante. O peso médio foi calculado somando-se todas as plântulas e dividindo-se por 50;

- Média da altura das plântulas (cm plântula<sup>-1</sup>) – com o uso de régua graduada e posterior divisão da soma de toas as alturas por 50 em cada repetição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontram-se os dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior da estufa no período do experimento, que em termos médios foram de 23,2°C e



**FIGURA 1-** Dados de temperatura e umidade relativa (máximas, mínimas e médias)

Para a emergência das plântulas, os fatores germinação e nível de irrigação foram altamente significativos, bem como a análise do desdobramento do fator nível de irrigação dentro de germinação (Figura 2). De maneira geral, a germinação dos lotes não interferiu na porcentagem de emergência para cada nível de irrigação estudado (Figura 2). Ou seja, em condições de 25% de nível de irrigação (estresse

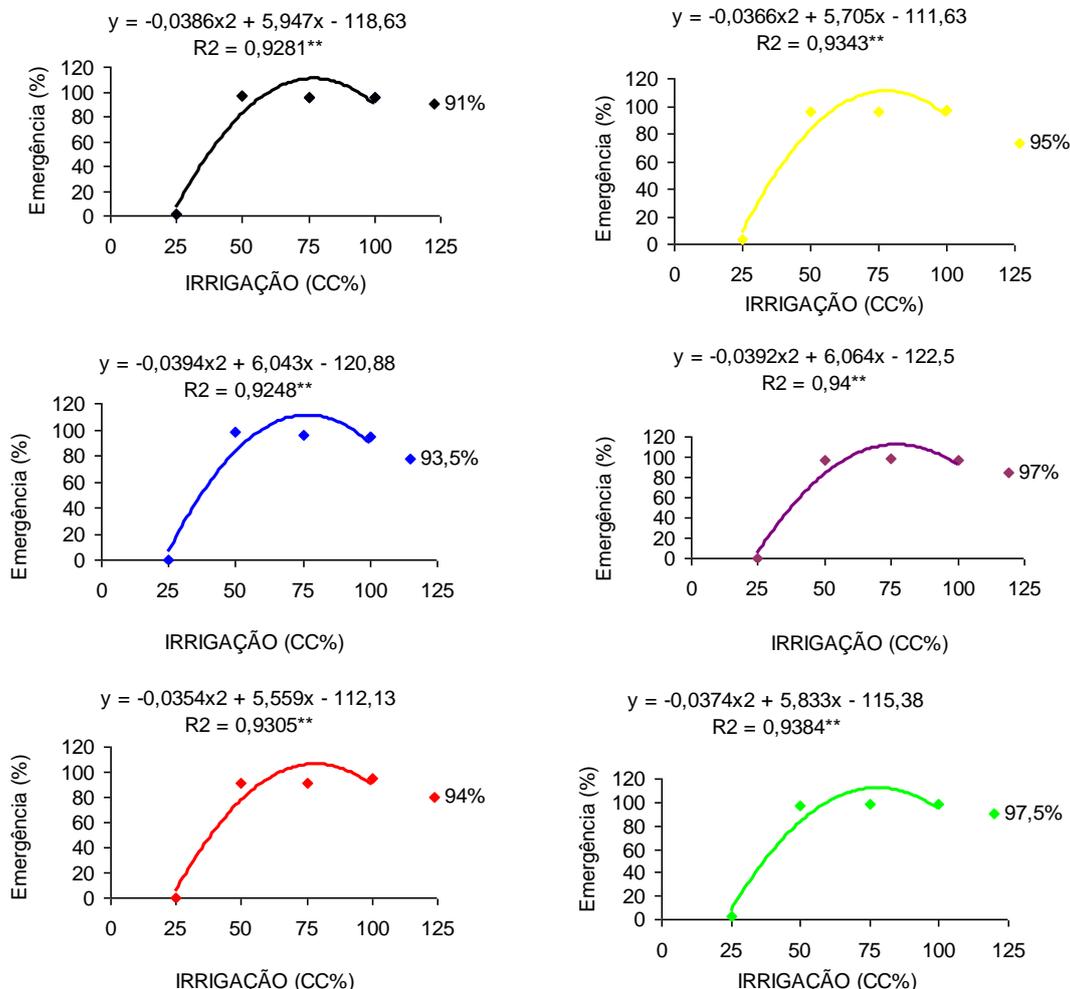
Como os fatores analisados são quantitativos, a análise estatística constituiu-se na análise de regressão, com aplicação da análise de variância para os modelos lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos seguiram os métodos propostos por Pimentel-Gomes (2000).

40,8%, respectivamente, condições essas consideradas adequadas para a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de milho.

hídrico), os lotes não apresentaram diferenças no desempenho quanto à porcentagem de emergência, o que também ocorreu para os níveis de irrigação de 50%, 75% e 100%. De acordo com Piana & Silva (1998), Tonin et al. (2000) e Sbrussi et al. (2012) sementes de milho com vigor elevado apresentam desempenho superior em condições de deficiência hídrica, o que não foi visualizado neste experimento, provavelmente, pela

elevado potencial fisiológico de todos os lotes (germinação de 91% a

97,5%).



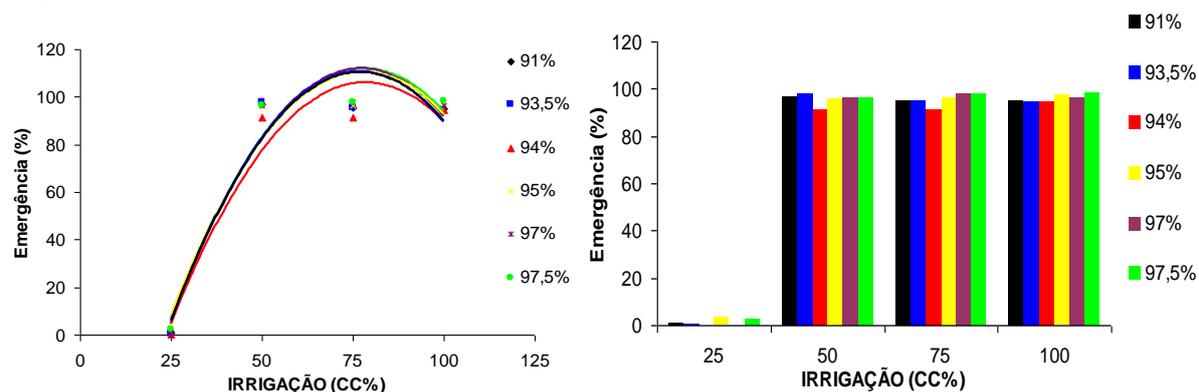
**FIGURA 2** - Emergência dos lotes de sementes de milho de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

Os dados da Figura 3A indicam uma tendência de maior emergência de plântulas para o nível de irrigação de 75%, independentemente do potencial fisiológico inicial dos lotes de milho. Esse resultado era até certo ponto esperado, já que com 25% da CC, a disponibilidade de água não é suficiente para atender as exigências da espécie e com 100% da CC existe

falta de oxigênio. Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), a água é o fator mais importante sobre o processo de germinação e o oxigênio é necessário como um receptor final de elétrons na respiração. Porém, a necessidade de água e oxigênio durante a germinação é até certo ponto antagônica, devido à baixa solubilidade do oxigênio na água.

Já a Figura 3B referente à estimativa de emergência das sementes revela que não há diferenças quanto à porcentagem de emergência de acordo com os diferentes lotes e seus potenciais fisiológicos dentro dos níveis de irrigação de 50, 75 e 100%. O que

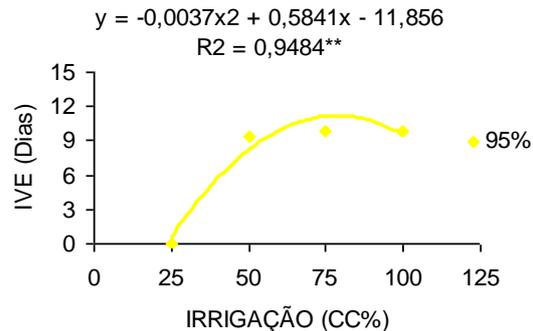
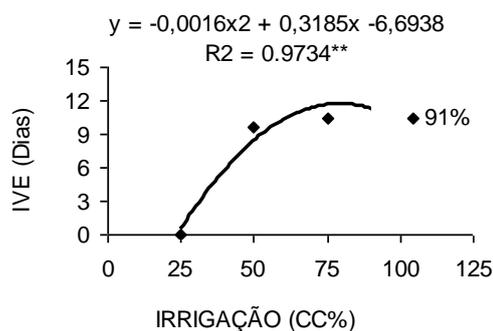
discorda de Piana & Silva (1998), Tonin et al. (2000) e Sbrussi et al. (2012) que concluíram que o nível de vigor das sementes de milho tem influência marcante no desempenho germinativo em condições de estresse hídrico.

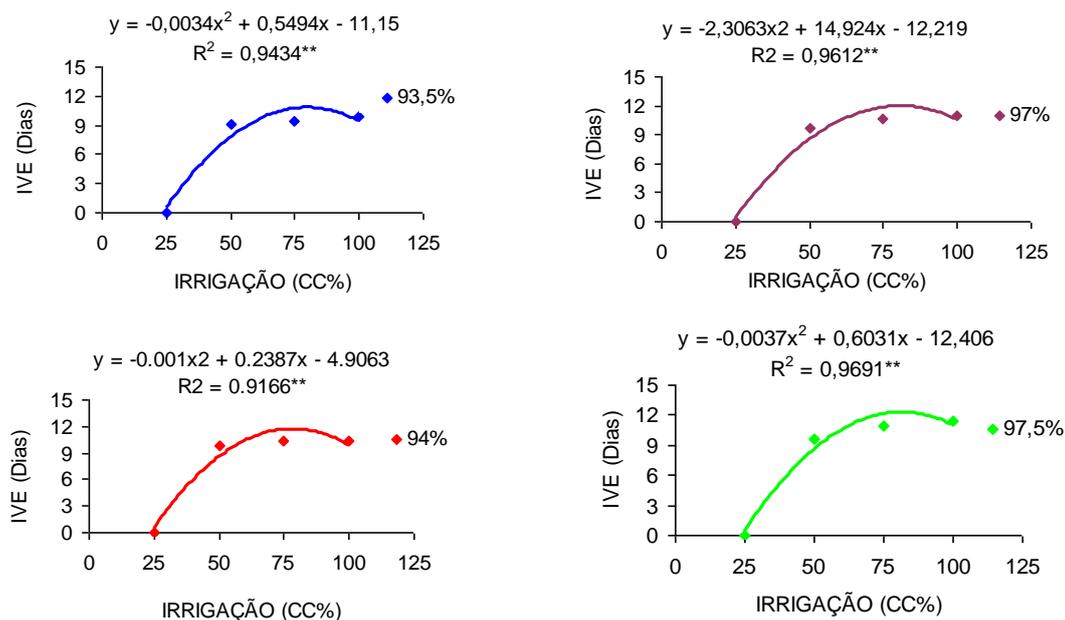


**FIGURA 3** - Emergência (A) e estimativa da emergência (B) dos lotes de sementes milho de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

Os fatores germinação e nível de irrigação interferiram sobre o IVE. A maior velocidade de germinação de sementes de milho ocorreu com 75% de irrigação (Figura 4). De acordo com

Bewley & Black (1994), o estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem como a velocidade de germinação, com uma ampla variação de respostas entre as espécies.

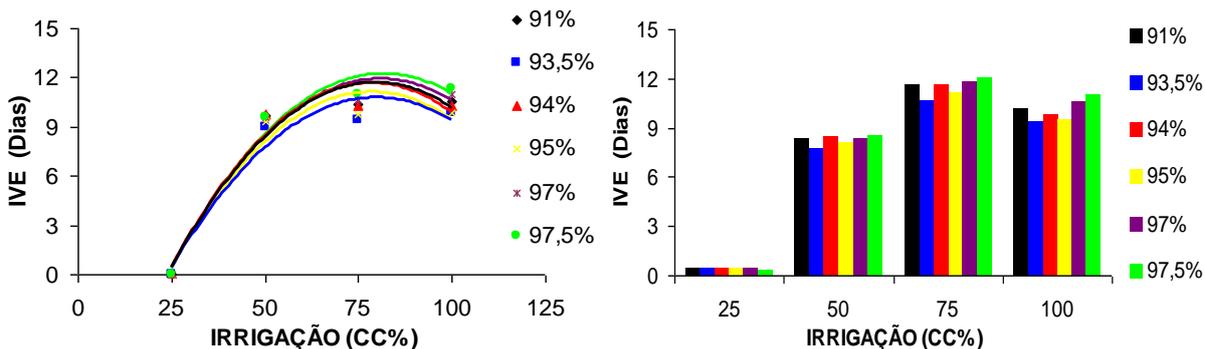




**FIGURA 4** - Índice de velocidade de emergência dos lotes de sementes de milho de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

Por sua vez, mesmo não havendo grandes diferenças entre os lotes estudados quanto ao potencial fisiológico, o lote de 93,5% de germinação apresentou menor IVE que o de 97,5% (Figura 5A), o que concorda com Sbrussi et al. (2012) que mostraram que sementes mais deterioradas apresentam menor velocidade de germinação. Já a estimativa do IVE indica uma maior velocidade com 75% da CC, não havendo, porém, diferenças entre os

lotes dentro de cada nível de irrigação (Figura 5B). Os menores níveis de irrigação (25% e 50%) retardam o início da germinação das sementes, fazendo com que as sementes necessitem de um maior número de dias para germinar, o que em condições de campo não é desejável, pois o atraso na germinação predispõe as sementes a uma maior exposição à ação dos patógenos e ataque de insetos praga (KAPPES et al., 2010).

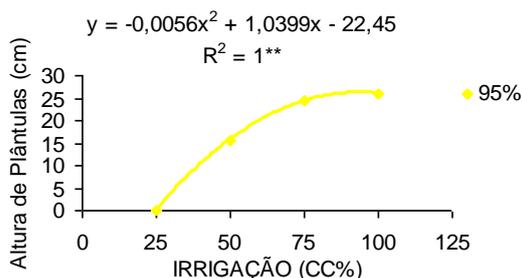
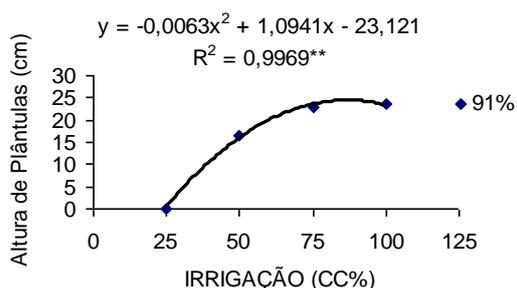


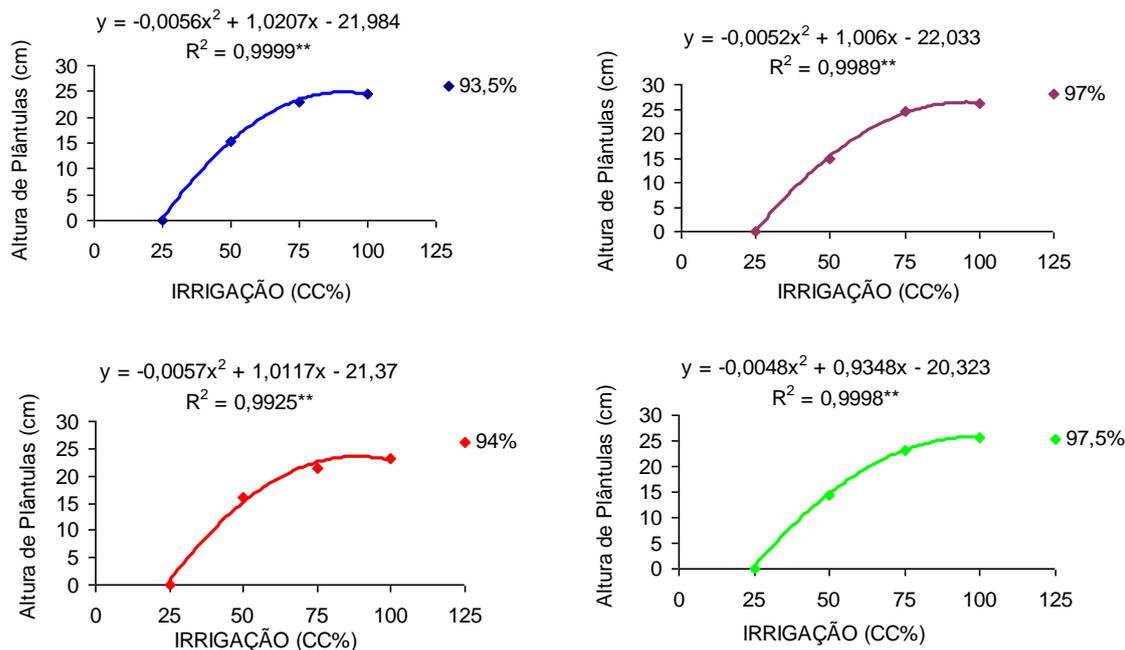
**FIGURA 5** - Índice de velocidade de emergência (A) e estimativa do IVE (B) dos lotes de sementes de milho de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

Os fatores germinação e nível de irrigação interferiram significativamente na altura das plântulas. Para todos os lotes, a altura das plântulas aumentou quando houve uma maior disponibilidade hídrica (100% CC) (Figura 6). Kappes et al. (2010) também relataram que há redução no crescimento de plântulas de milho à medida que o potencial osmótico torna-se mais negativo.

Da mesma forma, quanto maior o potencial fisiológico dos lotes, maior foi

o crescimento das plântulas. Com 100% da CC, as maiores alturas de plântulas foram observadas para os lotes de 97, 95 e 97,5% de germinação e as menores, para os de 94, 91 e 93,5% (Figura 7A). Segundo Razera (1982) sementes com potencial fisiológico inferior são mais afetadas pelo estresse hídrico e seus efeitos são mais evidentes sobre o desenvolvimento da parte aérea da plântula.

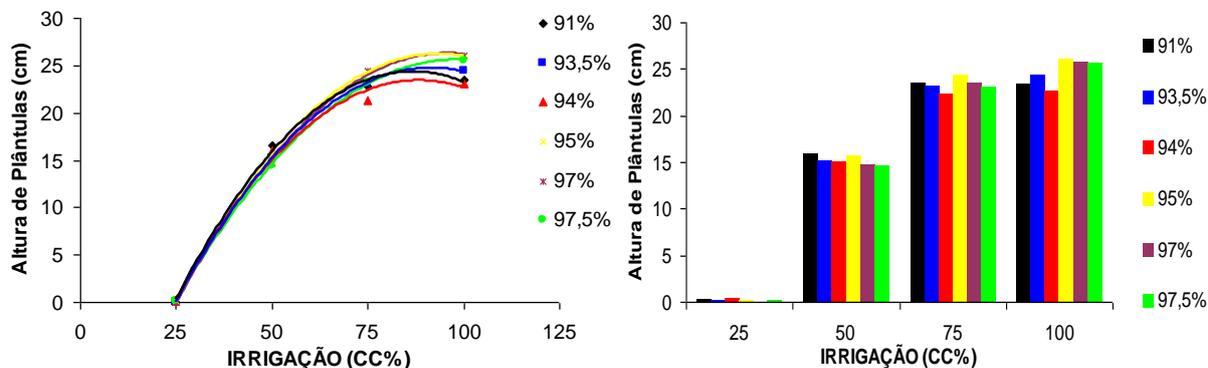




**FIGURA 6** - Altura de plantas dos lotes de sementes de milho de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

A estimativa da altura de plântulas apresentada na Figura 7B também relata o maior crescimento das plântulas de milho com 100% da CC, embora com 75% da CC tenha havido um desenvolvimento bem próximo a este. A altura média das plântulas foi de 15,14; 23,33 e 24,62 cm para os níveis de irrigação de 50%, 75% e 100%, respectivamente,

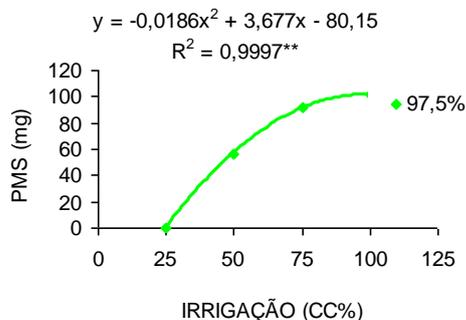
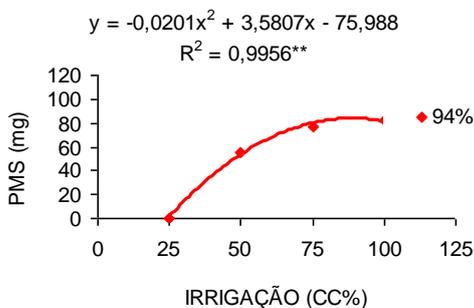
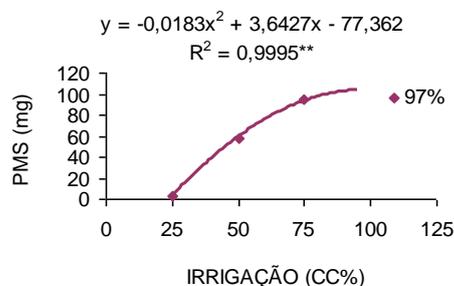
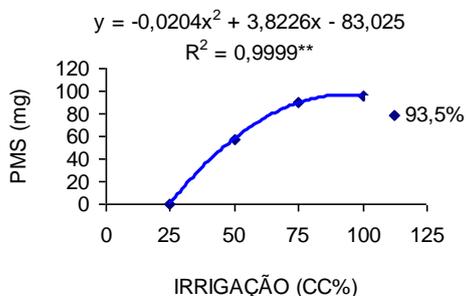
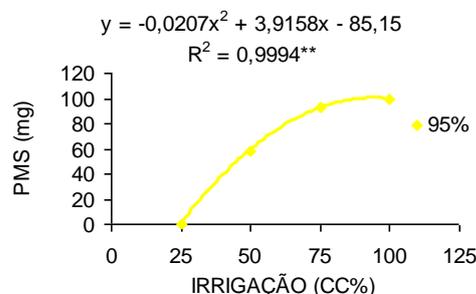
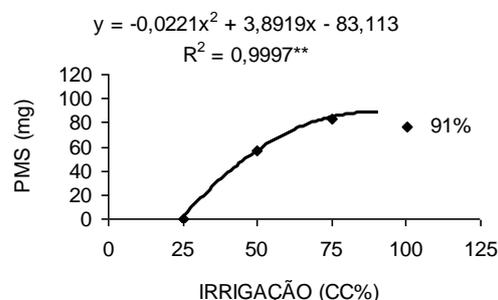
havendo, portanto, um acréscimo de cerca de 63% quando a plântula dispõe de 100% da CC em relação a 50%. De acordo com Taiz & Zeiger (2004) a diminuição da disponibilidade hídrica limita a taxa de crescimento das plantas, provavelmente em decorrência da redução da expansão celular.



**FIGURA 7** - Altura de plântulas (A) e estimativa da altura de plântulas (B) dos lotes de sementes de milho de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

Para o peso da matéria seca também houve interferência dos fatores germinação e nível de irrigação, não havendo interação dos fatores G x I. O aumento no nível de irrigação promoveu um maior crescimento das plântulas, e por consequência, no seu peso de matéria seca (Figura 8).

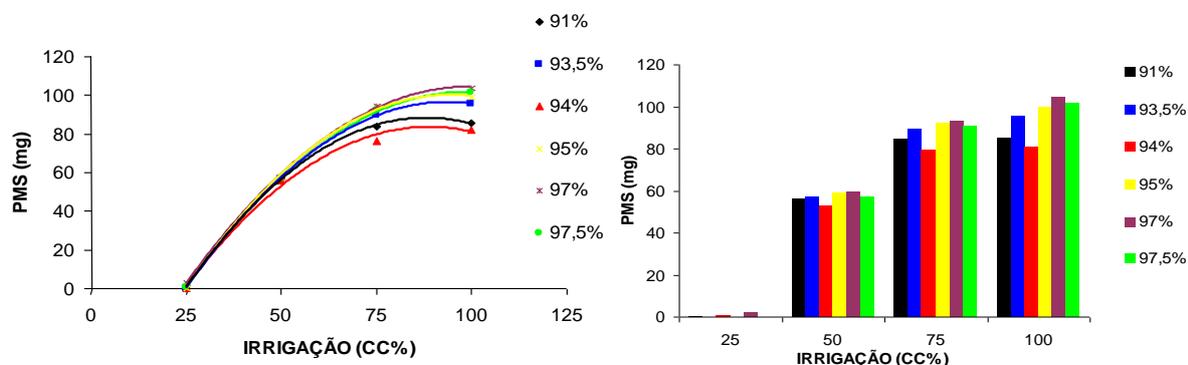
Os dados da Figura 9A demonstram a interferência do potencial fisiológico dos lotes sobre o peso seco das plântulas, onde os maiores valores foram dos lotes com 95, 97,5 e 97% de germinação e os menores, os dos lotes com 94, 91 e 93,5% de germinação, o que coincide com o ocorrido na avaliação da altura de plântulas.



**FIGURA 8** - Peso da matéria seca de plântula dos lotes de sementes de milho de acordo com a germinação e o nível de irrigação.

O peso estimado da matéria seca das plântulas (Figura 9A) também demonstra a interferência da água no desenvolvimento do milho. Com 100%, 75% e 50% da CC, o peso médio das plântulas foi de 94,55; 88,24 e 56,91 mg, respectivamente, havendo, portanto, um acréscimo de cerca de 66% quando a plântula dispõe de

100% da CC em relação a 50%. De acordo com Hsiao (1973), o primeiro efeito da falta de água no solo é o decréscimo no alongamento celular resultando em diminuição no desenvolvimento da área foliar, com conseqüente decréscimo na produção de fitomassa.



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

## CONCLUSÕES

- o nível de irrigação de 75% da capacidade de campo foi o que proporcionou as maiores porcentagens e velocidade de emergência de plântulas de milho,
- o potencial fisiológico das sementes não interferiu na porcentagem e

velocidade de emergência, altura das plântulas e peso da matéria seca de milho,

- dentro dos tratamentos estudados quanto maior a disponibilidade hídrica do solo, maior foi a altura e o peso da matéria seca das plântulas de milho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009. 395p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

HÖSF, A. **Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta a qualidade fisiológica**. 2003. 44f. Tese de doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 24, p.519-570, 1973.

KAPPES, C.; ANDRADE, J.A. de C.; HAGA, K.I. et al. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, v.11, n.2, p.125-134, 2010.

LUDWIG, M. P.; SCHUCH, L. O. B.; LUCCA FILHO, O.A. et al. Desempenho de sementes e plantas de milho híbrido originadas de lotes de sementes com alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8 n.1, p.83-92, 2009.

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.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Environmental and physiological constraints on field performance of seeds. **HortScience**, v.21, n.5, p.1125-1128, 1986.

PIANA, Z.; CAVARIANI, C.; TILLMANN, M.A.A. et al. Disponibilidade hídrica e germinação de sementes de cebola (*Allium cepa* L.).

**Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.3, p.486-489, 1994.

PIANA, Z.; SILVA, W. R. Respostas de sementes de milho, com diferentes níveis de vigor, à disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.9, p.1525-1531, 1998.

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

RAZERA, L. F. **Emergence of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) seed at various levels of soil temperature and moisture**. Mississippi State University, 1982. 83p.

SÁ, M. E. **Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba, 1987. 147p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.

SBRUSSI, C. A. G., ZUCARELI, C.; SILVA, B. V. A. B. Desempenho Germinativo de Milho em Resposta ao Déficit Hídrico e Vigor de Sementes. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, XXIX. 2012, Águas de Lindóia. **Anais**. ABMS, p.3454-3460, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004, 719 p.

TONIN, G. A. et al. Influência do genótipo e do vigor no desempenho germinativo de sementes de milho em condições de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 276-279, 2000.

YASSEEN, B. T.; ALOMARY, S. S. An analysis of the effects of water-stress on leaf growth and yield of 3 barley cultivars. **Irrigation Science**, v.14, n.3, p.157-162, 1994.