

ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO E ADUBAÇÃO FOSFATADA: EFEITO SOBRE O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO MILHO

Wagner Walker Albuquerque Alves

D. Sc. Pesquisador PDJ CNPq/UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: wagnerwaa@gmail.com

João Herbet de Albuquerque

D. Sc. UFCG/DEAg, Campina Grande, PB. Fone: 83 3310 1056. E-mail: joh Herbert@bol.com.br

Francisco Assis de Oliveira

Prof. D. Sc. UFPB/CCA/DSE, Areia, PB. Fone: (83) 3321 1540. E-mail: oliveira@cca.ufpb.br

Carlos Alberto Vieira de Azevedo

Prof. D. Sc. UFCG/DEAg, Campina Grande, PB. Fone: 83 3310 1056. E-mail: cazevedo@deag.ufpb.edu.br

José Dantas Neto

Prof. D. Sc. UFCG/DEAg, Campina Grande, PB. Fone: 83 3310 1373. E-mail: zedantas@deag.ufcg.edu.br

ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO E ADUBAÇÃO FOSFATADA: EFEITO SOBRE O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO MILHO

RESUMO: O presente trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Solo e Engenharia Rural do CCA/UFPB, Areia, PB, com o objetivo de se avaliar quatro dosagens de fósforo (0, 40, 80 e 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹) e quatro níveis de água no solo (20, 40, 60 e 80% da água disponível) sobre a área foliar, altura de planta e biomassa seca da raiz da cultura do milho (*Zea mays* L.). Usou-se o delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. A unidade experimental foi representada por um vaso plástico com 9 kg de solo coletado na profundidade de 0 a 20 cm do perfil de um Latossolo Amarelo. Segundo a análise de variância, ocorreu efeito altamente significativo ($p \leq 0,01$) tanto para os tratamentos com fósforo como para os de água disponível no solo, sobre os resultados de altura de planta aos 30 e 90 dias após a emergência (DAE); não houve efeito dos tratamentos de fósforo dentro dos níveis de água para a área foliar e a biomassa seca da raiz aos 90 DAE. Observou-se que nos níveis de 80% e 60% da água disponível no solo para a cultura atingir a altura máxima, haveria necessidade de se aplicar ao solo doses de P_2O_5 superiores a 120 kg ha⁻¹, ressaltando também que para que a cultura do milho responda significativamente às dosagens de fósforo é preciso uma quantidade mínima de 40% de água disponível no solo.

PALAVRAS-CHAVE: área foliar, altura, biomassa

AGUA DISPONIBLE Y FERTILIZACIÓN FOSFATO EN EL SUELO: EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y EL DESARROLLO DE MAIZ

RESUMEN: El estudio se realizó en casa por la vegetación del Departamento de Suelos y de Ingeniería Rural de la ECP / UFPB, Areia, PB, con el objetivo de evaluar cuatro dosis de fósforo (0, 40, 80 y 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹) y cuatro niveles de agua en el suelo (20, 40, 60 y el 80% del agua disponible) sobre el área foliar, altura de planta y biomassa seca de la raíz de la cosecha de maíz (*Zea mays* L.). Se utiliza para el diseño de azar en factorial 4 x 4 con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo representada por un bote de plástico con 9 kg de suelo recolectadas en la profundidad de 0 a 20 cm del perfil de un Oxisol. Según el análisis de la varianza, fue muy significativo (0,01) para los tratamientos con el fósforo y el agua efecto (p disponible en el suelo, sobre los resultados de la altura de las plantas a 30 y 90 días después de la emergencia (DAE) , no hubo efecto de los tratamientos de fósforo en el agua a niveles de área foliar y la biomassa seca de las raíces a 90 DAE. Se observó que los niveles de 80% y el 60% del agua disponible en el suelo para el cultivo alcanza la máxima altura tendría que aplicar a la tierra de los niveles superior a 120 kg de P_2O_5 ha⁻¹, también hizo hincapié en que para la cultura maíz responder significativamente a los niveles de fósforo que se necesita al menos el 40% del agua disponible en el suelo.

PALABRAS CLAVE: área foliar, altura, la biomassa

AVAILABLE SOIL WATER AND PHOSPHORUS FERTILIZATION: EFFECT ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF CORN CROP

ABSTRACT: This study was conducted at greenhouse of the Department of Soil and Rural Engineering of the Center of Agrarian Sciences/UFPB, located in Areia, PB, Brazil, with the objective of evaluating the effect of four doses of phosphorus (0, 40, 80 and 120 kg of P_2O_5 ha⁻¹) and four levels of available soil water (20, 40, 60 and 80%) on the foliar area, height plant and root dry biomass of the corn (*Zea mays* L.) crop. The experiment was carried out in a randomized block using a 4 x 4 factorial scheme, with three replications. The experimental unit was represented by a plastic vase with 9 kg of soil of the surface layer (0 - 20 cm) of an Oxisol. The analysis of variance showed highly significant effect ($p \leq 0.01$) of the treatments with phosphorus as well as of the ones of available water in the soil, on the results of plant height up to 30 and 90 days after emergence (DAE); there was not effect of the phosphorus treatments inside of the water levels for the foliar area and root dry biomass up to 90 DAE. It was observed that in the levels of 80% and 60% of the available water in the soil, for the crop to reach its maximum height there would be need to apply to the soil doses of P_2O_5 superior to 120 kg ha⁻¹, also standing out that for the corn crop to respond significantly to phosphorus doses it is necessary a minimum amount of 40% of available water in the soil.

KEY WORDS: foliar area, height, biomass

INTRODUÇÃO

Os estudos de Raij et al. (1982), revelam deficiência generalizada de fósforo disponível nos solos brasileiros ocorrendo casos em que não se consegue qualquer produção das culturas sem aplicação desse nutriente, como ocorre, por exemplo, nos cerrados na região Centro Oeste. Malavolta (1980), acrescenta que nas regiões tropicais e subtropicais, como acontece no Brasil, o fósforo é o elemento cuja falta no solo, limita a produção, principalmente em culturas anuais, e que cerca de 90% das análises no Brasil apresentam teores de fósforo “disponível” abaixo de 10 mg dm⁻³, e nas regiões dos cerrados é freqüente encontrar apenas 1mg dm⁻³ de fósforo no solo, o que certamente se constitui num fator limitante ao rendimento das culturas. O nível do fósforo disponível no solo varia conforme o extrator usado na sua determinação. Farias et al (1981), estudando durante cinco anos, em várias localidades do Nordeste, o efeito do fósforo sobre o rendimento da cultura do milho constataram que o nível crítico do fósforo disponível no solo esteve situado entre 5,5 e 10,0 mg dm⁻³ de P.

O conhecimento da absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta é importante porque permite determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e corrigir as deficiências que, porventura, venham a ocorrer durante o desenvolvimento da cultura (Barbosa Filho et al., 1987). A maior taxa de crescimento das plantas de milho foi obtida quando elas foram cultivadas sob condições adequadas de suprimento de nutrientes, com uma produção diária de matéria seca da ordem de 245 kg ha⁻¹ (Andrade et al., 1975). A absorção de fósforo é semelhante a do nitrogênio, ocorrendo praticamente paralela ao acúmulo de matéria seca durante a maior parte do desenvolvimento vegetativo da planta, com o ponto de exigência máxima situando-se próximo da época de pendoamento, ao redor de 60 dias após a germinação.

O custo de produção do milho irrigado está em torno do valor de 5 t.ha⁻¹ de grãos, sendo 40% desse custo devido ao custo da irrigação. A tecnologia disponível atualmente é para a cultura de sequeiro, para uma produtividade esperada de 4 a 5 t ha⁻¹ de grãos, o consumo de água em uma área cultivada pode variar em até três épocas com relação às fases do ciclo da cultura, e variar também em até três ocasiões com relação à época do ano. A combinação desses dois fatores poderá ocasionar erros acima de 600%, no que se refere ao total de água aplicado e ao intervalo das irrigações, se nenhuma estimativa for feita para essas determinações, (Resende et al.1993).

Há algum tempo é conhecida a importância da manutenção do potencial de turgor para que haja continuidade no crescimento vegetal, expansão e divisão celular e fotossíntese e do estado hídrico favorável no crescimento das células vegetais (Acevedo et al., 1971; Petry,1991). Singh & Srivastava (1974) consideram que o ideal seria que o solo estivesse com alto potencial hídrico, entretanto, Ben Haj Solah & Tardieu (1996) trabalhando com milho, demonstram que uma alta demanda evaporativa pode reduzir a taxa de crescimento foliar daquela cultura, mesmo quando as plantas são bem irrigadas. Acevedo et al. (1971) mostraram conclusivamente que a elogação foliar do milho tem uma resposta imediata a mudanças no estado hídrico da planta, havendo diminuição no crescimento foliar com um leve decréscimo no (ψ) da folha. Para Santos e Carlesso (1998), a área foliar determina a quantidade de água usada pela planta, podendo o potencial produtivo desta, ser compreendida pela diminuição da expansão das folhas causada pelo déficit hídrico. Ainda segundo esses autores não há consenso quanto à causa da diminuição da área foliar total, havendo os que afirma ocorrer decréscimos na área individual de cada folha (Beloygue et al., 1996) e aqueles que dizem haver, além disso, diminuição no número de folhas (Lawlor et al., 1981), embora Beloygue

et al.(1996) afirmem que o número de folhas é geneticamente determinado.

O presente trabalho teve, como objetivo, avaliar o efeito de dosagens crescentes da adubação fosfatada e do manejo da água, através da aplicação de diferentes níveis de água no solo, sobre algumas características do crescimento/ desenvolvimento da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido em um abrigo telado, coberto com telhas de fibra de vidro transparente, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - CCA/UFPB, localizado no município de Areia, PB. Usou-se o material de um Latossolo Amarelo (Embrapa, 1999) da Estação Experimental pertencente ao CCA/UFPB, coletado na profundidade de 0 - 20 cm do perfil que, depois de ser conduzido ao laboratório, foi submetido às análises físicas e químicas, tendo revelado, em média, os seguintes valores: 610, 109 e 281 g kg⁻¹ para areia, silte e argila; 3,8, 2,05 e 0,19 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺; 6,3 e 66,5 mg dm⁻³ de P⁵⁺ e K⁺; 1,35 g cm⁻³ para densidade global; pH 5,05 e 34,66 g de matéria orgânica kg⁻¹ de solo.

Procedeu-se à correção da acidez do solo com base no alumínio trocável, cerca de 40 dias antes da semeadura usando-se, para tanto, calcário dolomítico com PRNT de 72%. Também foi realizada uma adubação de manutenção, à base de 80 kg de N-Uréia e 40 kg K₂O-KCl ha⁻¹. Os tratamentos foram definidos por quatro dosagens de fósforo, 0, 40, 80 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹, usando-se, como fonte de fósforo, o superfosfato simples aplicado antes da semeadura além de quatro níveis de água disponível no solo, 20, 40, 60 e 80%. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 4 (dosagens de fósforo x níveis de água disponível no solo) com três repetições.

A unidade experimental foi representada por um vaso plástico, com capacidade para 12 dm³, contendo 9 kg de solo, com base na massa de solo seco em estufa. Utilizou-se a cultura do milho (*Zea mays* L.) cultivar BR - 106. O controle das irrigações iniciou-se aos oito dias após a emergência das plântulas. Diariamente e com base no peso da parcela (solo + vaso + tutor + planta) todos os tratamentos e repetições eram pesados e, a medida em que a água perdida do solo e da planta por evapotranspiração

da cultura (ETc) atingisse peso equivalente a 20, 40, 60 e 80% da água disponível do solo, essas parcelas eram irrigadas com quantidade de água suficiente para que o teor de água no solo atingisse a condição de capacidade de campo (Cc).

Após se submeter o substrato à capacidade de campo realizou-se a semeadura em sulcos abertos a uma profundidade média de 3cm. Para o acompanhamento e avaliação dos dados referentes à altura de planta e área foliar, foram realizadas leituras aos 30 e 90 dias após a emergência, sendo a biomassa seca de raiz coletada no final do ciclo da cultura. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, com desdobramento dos efeitos quantitativos em polinômios ortogonais, segundo sua significância. A escolha do modelo de regressão foi feita com base no modelo de maior grau significativo pelo teste F, cujo desvio da regressão tenha sido não significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito altamente significativo ($p \leq 0,01$) tanto para os tratamentos com fósforo como para os de água disponível no solo, sobre os resultados de altura de planta aos (30 e 90 dias após a germinação) e área foliar aos 30 DAE, já para os resultados de área foliar aos 90 DAE e biomassa seca da raiz houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) só para dos tratamentos de água disponível no solo; não registrando efeito significativo da interação entre doses de P₂O₅ e água disponível, para nenhuma variável.

Como ocorreu efeito para o fósforo, procurou-se verificar o comportamento dos tratamentos de fósforo dentro dos níveis de água disponível no solo através da análise de regressão polinomial que apresentou efeito linear positivo do P₂O₅ sobre a altura de planta nos níveis de 80 e 40% da água disponível em função das doses de P₂O₅ aplicados ao solo (Figura 1). Entretanto nos demais níveis de umidade 60 e 20% da AD não houve diferença significativa entre as doses de P₂O₅ testados. Para os casos em que houve significância e segundo as equações de regressão linear obtida, a altura de planta nos 30 dae apresentou taxas de crescimento de 0,0335 e 0,0362 cm para cada kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicado ao solo, para níveis de umidade 80 e 40% da AD respectivamente.

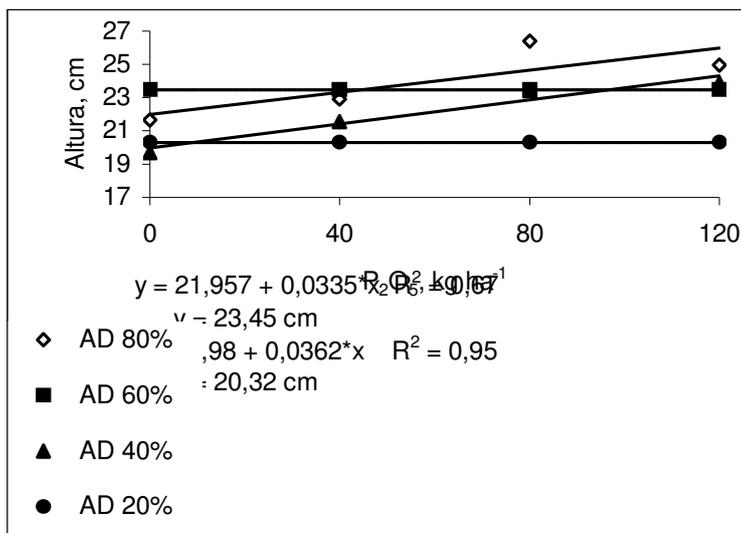


Figura 1. Altura de plantas de milho nos 30 DAE em função das doses de P_2O_5 , nos diferentes níveis de água disponível no solo.

Na Figura 2, através dos desdobramentos dos efeitos quantitativos do fósforo dentro dos níveis de água disponível no solo, é possível constatar que houve efeito linear positivo do fósforo sobre os resultados de altura de planta aos 90 dae nos níveis de 80 e 60 % da água disponível no solo entretanto nos demais níveis de umidade, 40 e 20 % de AD não houve diferença significativa entre as doses de P_2O_5 testadas. Para os casos em que houve significância e segundo as equações de regressão linear obtidas, a altura de planta apresentou taxas de crescimento de 0,263 e 0,367 cm para cada $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 aplicado ao solo, para os níveis de umidade 80 e 60% da AD, respectivamente. O resultado obtido sugere

que o estresse de água no solo com nível igual ou inferior a 40% da AD, torna-se limitante ao crescimento da cultura do milho, mesmo na presença de doses crescentes de adubação fosfatada. Nos níveis de 80 e 60% da AD, para a cultura atingir seu patamar de crescimento máximo haveria necessidade de se aplicar ao solo doses de P_2O_5 superiores a $120\ kg\ ha^{-1}$. Isto vem reforçar a afirmativa de que para a cultura do milho externar seu crescimento e desenvolvimento necessita de boas condições de água disponível no solo (Silva et al., 1992). O fornecimento deficiente e tardio de fósforo no solo nos primeiros estádios de desenvolvimento retarda o crescimento das plantas de milho (Bull, 1993).

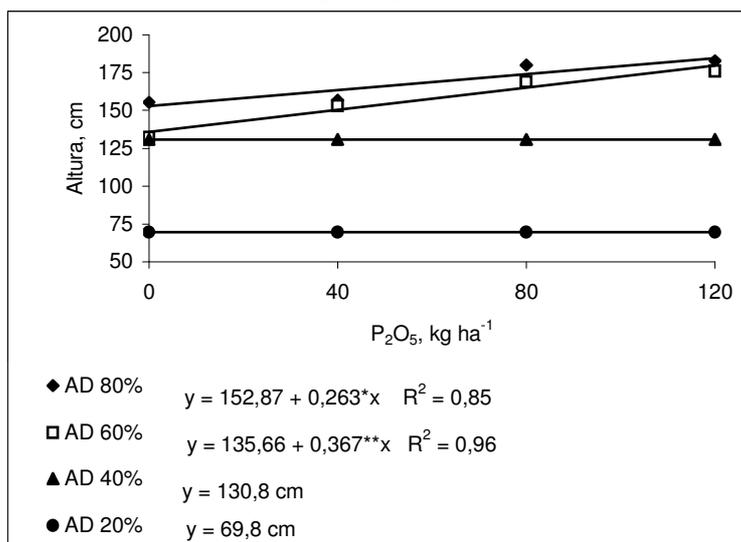


Figura 2. Altura de planta da cultura do milho nos 90 DAE em função das doses de P_2O_5 , nos diferentes níveis de água disponível no solo.

Na Figura 3, observa-se efeito linear positivo do fósforo para todos os níveis de umidade 80, 60, 40 e 20% da AD sobre os resultados de área foliar ao 30 dae. Segundo as equações lineares estimadas, houve acréscimo da ordem de 1,72; 1,10; 1,67 e 1,47 cm² de área foliar por kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicado ao solo, para os níveis de 80, 60, 40 e 20% da AD, respectivamente. De acordo com os

coeficientes angulares obtidos a melhor resposta à adubação fosfatada foi para o nível de 80% da AD. Verificou-se que ocorreu diferença significativa positiva no acúmulo de matéria seca nos 30 dias inicial de desenvolvimento pela planta de milho, submetidas a crescentes níveis de água disponível e doses de fósforo concordando com Muzilli et al. (1991).

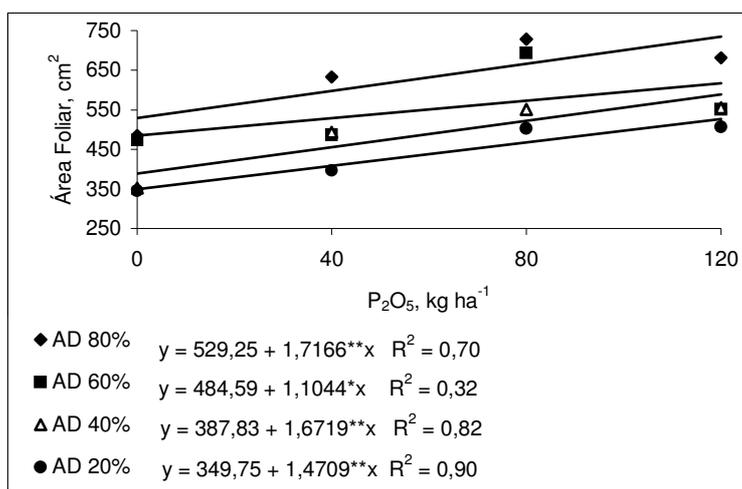


Figura 3. Área foliar da cultura do milho nos 30 DAE, em função das doses de P₂O₅ nos diferentes níveis de água disponível no solo.

O desdobramento das doses de P₂O₅ não revelou efeito do nutriente dentro dos níveis de umidade estudados para os resultados médios da área foliar, onde no nível de 80% da AD apresentou área foliar média de 3.092,81 cm², cujo valor foi superior em 17,1%; 15,7% e 39,2% as áreas foliares dos níveis de 60, 40 e 20% da AD, respectivamente. Cujos resultados sinalizam no sentido de que deve haver uma correlação positiva, evidentemente dentro de limites, entre níveis de água disponível no solo e o crescimento das estruturas, fotossintetizantes da cultura do milho. A redução da área foliar em relação à diminuição da disponibilidade de água no solo certamente está associada à sensibilidade da expansão foliar ao estresse hídrico, Acevedo et al. (1971) e Hsiao (1973), afirmam que a elongação foliar é extremamente sensível a uma diminuição do potencial hídrico da folha como consequência da redução do potencial de água no solo. Se o potencial hídrico e a turgescência diminuem, inclusive em pequenas proporções pode reduzir-se ou deter-se o crescimento foliar, (Hsiao, 1973; Hsiao & Acevedo, 1974).

O desdobramento das doses de P₂O₅ mais uma vez não revela efeito do nutriente dentro dos níveis de umidade sobre os resultados da biomassa da raiz, onde o nível de 80% da AD apresentou peso médio de 8,7g, cujo valor foi superior em 18,3; 21,2 e 45,7% aos pesos da biomassa seca proveniente dos níveis de 60, 40 e 20% da AD, respectivamente. Espinoza (1980) informa que em caso de

plantas jovens, com um sistema radicular rapidamente em expansão, o crescimento radicular chega a ser fator adicional importante para determinar a disponibilidade e absorção de água pelas plantas. O autor afirma também que no início do ciclo da cultura o maior desenvolvimento radicular está em torno dos 35-45 cm do perfil do solo. Tanto o conteúdo de água do solo como os perfis de potencial de água no solo são requeridos para os cálculos dos padrões de extração de água na zona radicular pelas raízes. O suprimento de fósforo a uma porção apenas do sistema radicular restringe o crescimento das raízes e da parte aérea devido à organização do sistema radicular da planta (Stryker et al., 1974).

CONCLUSÕES

Obtiveram-se taxas de crescimento na altura de planta da ordem de 0,0335 e 0,0362 cm para cada kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicado ao solo, para níveis de umidade 80% e 40% da água disponível respectivamente aos 30 DAE, já para os 90 DAE as taxas foram 0,263 e 0,367 cm, para os níveis de umidade 80% e 60% da água disponível respectivamente.

O resultado obtido sugere que o estresse de água no solo com nível igual ou inferior a 40% da água disponível, torna-se limitante ao crescimento da cultura do milho,

- mesmo na presença de doses crescentes de adubação fosfatada.
- Nos níveis de 80% e 60% da água disponível, para a cultura atingir seu patamar de crescimento máximo haveria necessidade de se aplicar ao solo doses de P_2O_5 superiores a 120 kg ha^{-1} .
 - Houve acréscimo da ordem de 1,72; 1,10; 1,67 e 1,47 cm^2 de área foliar por kg ha^{-1} de P_2O_5 aplicado ao solo, para os níveis de 80, 60, 40 e 20% da água disponível, respectivamente aos 30 DAE.
 - Não houve efeito do nutriente dentro dos níveis de umidade estudados para a área foliar aos 90 DAE, o nível de 80% da água disponível apresentou área foliar média de 3.092,81 cm^2 , cujo valor foi superior em 17,1%; 15,7% e 39,2% as áreas foliares dos níveis de 60, 40 e 20% da água disponível.
 - O nível de 80% da água disponível apresentou peso médio de 8,7 g, cujo valor foi superior em 18,3; 21,2 e 45,7% aos pesos da biomassa seca de raiz proveniente dos níveis de 60, 40 e 20% da água disponível, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- ACEVEDO, E., HSIAO, T.C., HENDERSON, D.W. Immediate and subsequent growth responses of maize boves to changes in water status. **Plant Physiol.**, Baltimore: v.48, p.631-636, 1971.
- ANDRANDE, A.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). In: Acumulação de macronutrientes. ANAIS DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Piracicaba: ESALQ, 1975. v.32. p.115-149.
- BARBOSA FILHO, M.P. Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado). Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 120p.(Boletim Técnico,9).
- BELOYGUE, C., WERY, J., COWAN, A. A., et al. Contribution of leaf expansion, rates of leaf appearance, and stolon branching to growth of plants leaf area under water deficit in white clover. **Crop Sci**, Madison, v.36, p. 1240-1246, 1996.
- BEM HAJ SALAH, H., TARDIEU, F. control of leaf expansion rate droughted maize plants under fluctuating evaporative demand. **Plant Physiol**, baltimore, v. 114, p. 893- 900, 1997.
- Bull, L.T. Nutrição mineral do milho. In: Cultura do milho, fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 301p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 1ª Ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999. 412p.
- ESPINOSA, W. Extração de água pelo milho em Latossolo da região dos cerrados. **Pesq. agropec. Bra.** Brasília, v.15, n.1, 69-78. jan, 1980.
- FARIAS, C.M.B. de; MELO, J.N.; SÁ, V.A.L. de.; SOBRINHO, A.T.; SANTOS, M.A.C. dos; Influência de diferentes adubações sobre a adubação de milho no Nordeste e obtenção de informações para calibração de análise de solo. EMBRAPA, Semi-Árido, Boletim de Pesquisa, n. 8, p. 7-31- 1981. (Petrolina-PE).
- HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Ann- Rev. Plant Physiol.** V.24, p 519-570, 1973.
- LAWLOR, D. W., JOHSTON, A. E., Growth of spring barley under drought: Crop development, photosynthesis, dry-matter accumulation, and nutrient content. **Journal of Agricultural Science**, v.96, p. 167-186, 1981.
- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stress. Water, radiation, Salt and other stresses, 2 ed. Academic Press, New York: 1980. 607p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de Plantas**. São Paulo. Edit. Agronômica Ceres Ltda. 1980. 215 p.
- MUZILLI, O, OLIVEIRA, E.L.; GALEGARI, A. Manejo de fertilidade do solo. In: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná - Londrina, PR. **A cultura do Milho no Paraná**. Londrina, 1991. 271 p.
- PETRY, C. **Adaptação de cultivares de soja a deficiência hídrica no solo**. Santa Maria: UFSM, 1991. 106 p. Dissertação (Mestrado). UFSM.
- Rajj, B.Van.; Rosado, P.C.; Lobato, E. Adubação fosfatada no Brasil: apreciação geral, conclusões e recomendações. In: Oliveira, A.J. ed. Adubação fosfatada no Brasil. Brasília: Embrapa, 1982. p.10-28.
- RESENDE, M.; FRANÇA, G.E.; ALVES, V.M.C. Cultura do milho irrigado; **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**/ editado por Leonardo Theodoro Büll e Heitor Cantarella. Piracicaba, SP. POTAFOS, 1993, 301p.
- SANTOS, R.F., CALESSO, R. déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 287-294, 1998.
- SILVA, D.D. da; LOUREIRO, B.T.; BERNARDO, S.; GALVÃO, J.D. Efeito de lâminas de água em doses de nitrogênio na cultura do milho, irrigada por aspersão em

linha. **Revista Ceres**, UFV, MG, V.XXXIX, nº 222, p. 91-104. 1992.

SINGH, S., SRIVASTAVA, K.K Effect of soil-water potential an germination of surgacane sets. **India J. Agric. Sci.**, New Delhi: v. 44, p. 184-187, 1974.

STRYKER, R. B., GILLIAM, J. W., JACKSON, W. A., Nonuniform transport of phosphorus from single roots to the leaves of *Zea mays* L. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 30, n. 3, p. 231-239,1974.