

EFEITO DE SEIS PROFUNDIDADES DO LENÇOL FREÁTICO SOBRE O COMPORTAMENTO DA CULTURA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)^{1/}

Carlos Alberto de Souza Lima^{2/}
Paulo Afonso Ferreira^{3/}
Tarcísio José Caixeta^{4/}
Blanor Torres Loureiro^{3/}

1. INTRODUÇÃO

As áreas de várzeas, tanto as que já receberam quanto as que não receberam melhorias, os produtores as utilizam, normalmente, como local de pastoreio ou plantam arroz uma vez por ano, sempre no início das chuvas, mas não eliminam, adequadamente, o excesso de água na superfície, fazendo com que a exploração de outras culturas seja problemática.

Vários trabalhos de pesquisa têm sido feitos nesses solos (3, 10, 17, 18), mas o sucesso do PROVÁRZEAS NACIONAL só poderá ser alcançado totalmente se essas áreas puderem ser cultivadas adequadamente mais de uma vez por ano. Assim, os onerosos investimentos na execução do projeto de sistematização, drenagem e irrigação dessas áreas poderão ser amortizados em menor espaço de tempo, ficando o investimento mais atrativo para os proprietários.

A subirrigação, ou drenagem controlada, testada, com bons resultados, em certas condições de solo e planta, baseia-se no mecanismo de ascensão capilar da água a partir do lençol freático (2, 5, 8, 14). Pelas características físicas dos solos,

^{1/} Parte da tese do 1.º autor, apresentada à U.F.V.

Aceito para publicação em 18-10-1985.

^{2/} EPAMIG. Caixa Postal 12. 39440 Janaúba, MG.

^{3/} Departamento de Engenharia Agrícola da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} EPAMIG, Caixa Postal 216. 36570 Viçosa, MG.

às vezes, as várzeas permitem a aplicação de sistemas que usam irrigação de superfície numa época do ano e subirrigação em outra.

Vários pesquisadores (4, 6, 9, 16, 21) realizaram estudos em lisímetros para determinar a resposta da cultura e do solo à profundidade do lençol freático e à inundação por um período longo, encontrando aumento de produção com o aumento da profundidade do lençol freático e da aeração do solo.

RENFRO Jr. (20) afirma que, nos Estados Unidos, a subirrigação é utilizada em vários locais e recomenda que o lençol freático para subirrigação seja conservado entre 30 e 76 cm abaixo da superfície do solo.

O feijão é um dos alimentos mais consumidos no País, constituindo importante fonte protéica e energética na alimentação dos brasileiros. Atualmente, sua produção é insuficiente para atender ao consumo interno. Por isso, poderá ser uma excelente opção de plantio para as várzeas, em sucessão ao cultivo de arroz, sendo necessário o desenvolvimento das informações tecnológicas sobre o manejo do solo, da água de irrigação, do lençol freático e da cultura para aumentar a sua produtividade. Essa leguminosa pode, ainda, ser plantada em diferentes épocas do ano, dependendo das condições climáticas locais.

O presente trabalho teve por objetivos verificar a sensibilidade do feijoeiro e determinar a produção e alguns componentes de produção da cultura quando submetida a seis faixas de profundidade do lençol freático, em condições de campo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Leopoldina-MG, em solo gley pouco húmico, de textura argilosa até a profundidade de 90 cm do perfil.

2.1. Características do Solo

Na análise granulométrica e na classificação textural seguiu-se a metodologia descrita por MOURA FILHO (15). Os resultados acham-se no Quadro 1.

Foram feitas amostragens no perfil do solo, com intervalos de 20 cm, até a profundidade de 120 cm, verificando-se que o material amostrado de todo o perfil era relativamente homogêneo. Abaixo da camada impermeável, localizada entre 90 e

QUADRO 1 - Distribuição granulométrica e classificação textural do material de solo

Intervalo de profundidade (cm)	Distribuição granulométrica (%)				Classificação textural
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
0 - 30	6	15	13	66	Arg. pesada
30 - 60	6	16	10	68	Arg. pesada
60 - 90	12	9	13	66	Arg. pesada

105 cm de profundidade, observou-se, visualmente, que em todos os pontos amostrados a textura do solo era arenosa, com presença de cascalho.

No Quadro 2 estão os resultados médios da porosidade total em cada faixa do perfil estudado, bem como os resultados médios das densidades, aparente e real, determinadas, com amostras estruturadas, pelos métodos do anel volumétrico e do balão volumétrico, respectivamente, descritos por KIEH (12).

QUADRO 2 - Densidade aparente e real do material de solo

Intervalo de profundidade (cm)	Densidade (g cm^{-3})		Porosidade total (%)
	aparente	real	
0 - 30	0,99	2,56	61,33
30 - 60	0,96	2,46	60,97
60 - 90	1,09	2,55	57,25

No Quadro 3 estão os valores médios do teor de umidade do solo quando as amostras foram submetidas a tensões correspondentes à capacidade de campo (0,3 bar) e ao ponto de murcha permanente (15 bars), vendo-se, ainda, a água disponível para as plantas e a condutividade hidráulica média, cujo valor está corrigido para a temperatura de 20°C.

QUADRO 3 - Água disponível no solo nas tensões correspondentes ao ponto de murcha permanente (15 bars) e à capacidade de campo (0,3 bar) e condutividade hidráulica média (K_o)

Intervalo de profundidade (cm)	Umidade do solo (%)		Água disponível (%)	K_o (cm h^{-1})
	0,3 bar	15 bars		
0 - 30	51,7	33,2	18,5	
30 - 60	52,6	32,7	19,9	3,65
60 - 90	55,5	34,6	20,9	

2.2. Preparo e Correção do Solo

O preparo do solo constou do corte das gramíneas existentes, de uma aração e duas gradagens, utilizando-se roçadeira, arado reversível e grade de disco.

A correção da acidez foi feita com base na análise química, tendo sido aplicada 1,3 tonelada de calcário dolomítico supercorretivo por hectare, distribuído a lanço, colocando-se metade antes e metade depois da primeira gradagem.

2.3. Instalação do Experimento

O experimento foi conduzido em uma várzea. Os trabalhos de drenagem e sistematização do solo tinham sido feitos em 1983. A várzea era limitada por um canal de condução de água e por um dreno coletor, distanciados de 100 m, aproximadamente. No sentido perpendicular ao canal e ao dreno coletor, foram instalados drenos laterais cobertos, de manilhas, colocados a 1 m de profundidade, espaçados de 38 m, e um canal de irrigação, no semi-espacô entre os drenos.

Os poços, para observação da altura do lençol freático, foram abertos com trado tipo holandês, de 102 mm de diâmetro, na profundidade aproximada de 145 cm. Foram instaladas duas baterias (A e B), com 19 poços cada uma, com a distância de 1 m entre os poços e 17 m entre as baterias.

Na instalação dos poços foi utilizada a metodologia descrita por MILLAR (13) e PIZARRO (19), com a utilização de trado e tubo de PVC rígido de 75 mm de diâmetro, envelopado com areia quartzosa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 4 repetições.

Os tratamentos foram caracterizados após o estabelecimento do lençol freático no campo e corresponderam às profundidades do lençol freático, em relação à superfície do solo: 55 — 60 cm; 61 — 66 cm; 67 — 72 cm; 73 — 78 cm; 79 — 84 cm; 85 — 90 cm.

Cada parcela era constituída de duas fileiras de plantas, com 4 m de comprimento cada uma.

A cultura utilizada foi o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade 'Preto 60 Dias', de ciclo precoce. A semeadura foi feita manualmente, em fileiras espaçadas de 0,50 m, no sentido paralelo ao canal de irrigação e aos drenos, ficando cada poço de observação do lençol freático entre duas fileiras de plantas. Foram plantadas 15 sementes por metro linear. No desbaste das plantas, aos 20 dias após o plantio, foram deixadas 11 plantas/m. O plantio foi realizado em 17 de agosto de 1984 e a colheita em 29 de outubro do mesmo ano.

Três dias antes do plantio do feijão foi feita uma irrigação do solo, por aspersão, para fornecer umidade suficiente para boa germinação das sementes. A adubação de manutenção foi realizada no dia do plantio, com sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, na dose de 20-60-20 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-H₂O.

O controle dos tratamentos teve início com a germinação das sementes e terminou com a maturação das vagens, aos 63 dias do plantio.

A leitura dos níveis do lençol freático foi feita diariamente, usando-se uma sonda elétrica.

A cultura foi mantida livre de ervas daninhas até a formação de vagens.

Por meio de observações visuais, foram acompanhados o desenvolvimento e a floração das plantas, a coloração das folhas e os sintomas de deficiência de água na cultura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Aspecto Dinâmico da Água no Solo

A Figura 1 mostra as variações dos níveis de profundidade do lençol freático conforme o tempo. Observa-se que, a partir do início do controle dos tratamentos

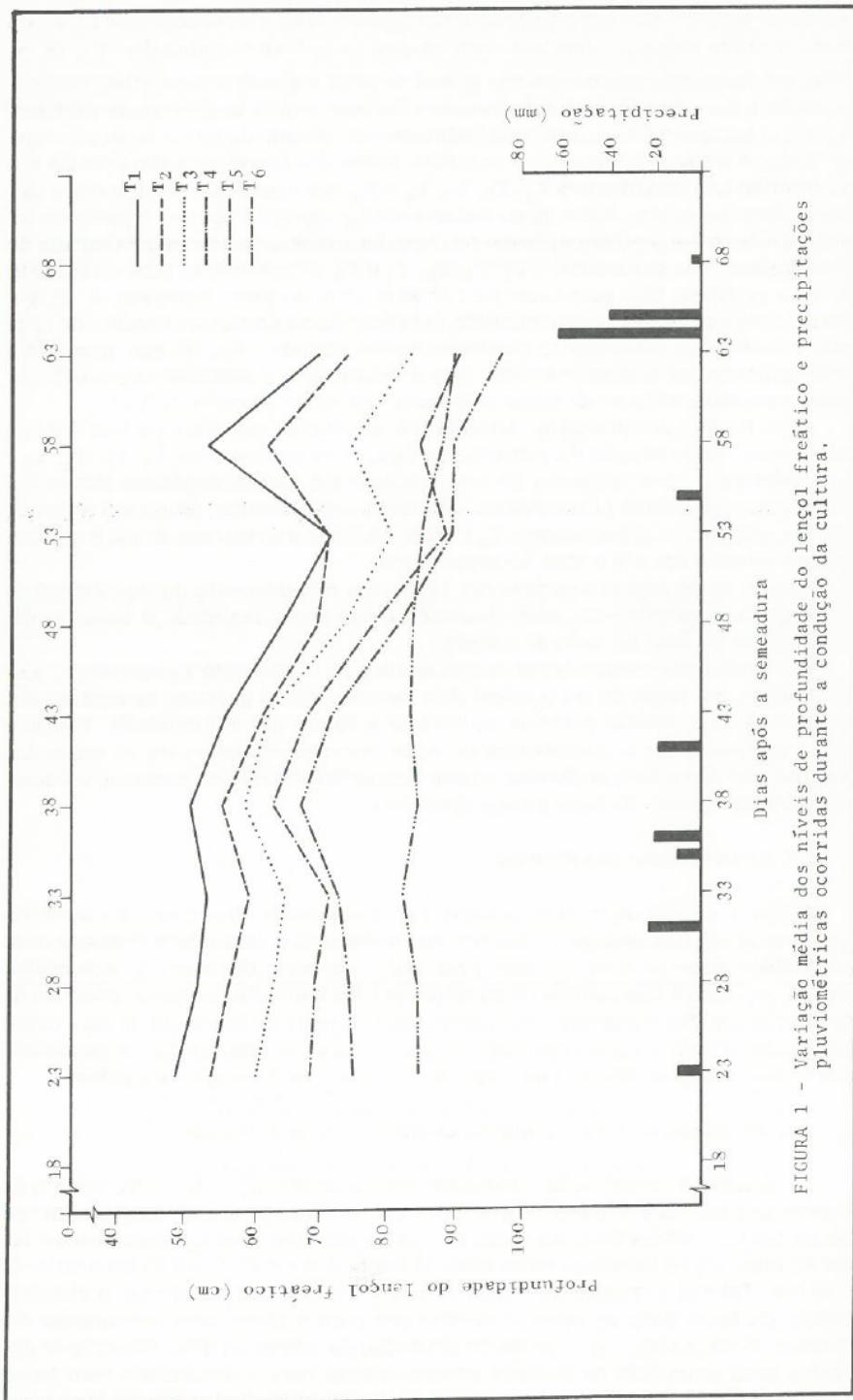


FIGURA 1 - Variação média dos níveis de profundidade do lençol freático e precipitações pluviométricas ocorridas durante a condução da cultura.

(vigésimo terceiro dia) até o trigésimo terceiro dia após a semeadura, os níveis do lençol freático baixaram nos tratamentos com menores profundidades (T_1 , T_2 , T_3 e T_4), evidenciando que o consumo global de água superou a capacidade de reposição do lençol freático. Já nos tratamentos com lençol freático mais profundo (T_4 e T_5) tal fato não ocorreu, possivelmente em virtude da baixa ascensão capilar. Entre o trigésimo terceiro e o trigésimo oitavo dia houve uma elevação do lençol freático nos tratamentos T_1 , T_2 , T_3 , T_4 e T_5 , por causa das precipitações pluviométricas ocorridas; todavia, no tratamento T_6 ocorreu o oposto. A partir do trigésimo oitavo até o quinquagésimo terceiro dia, observou-se um rebaixamento do nível freático nos tratamentos T_1 , T_2 , T_3 , T_4 e T_5 . O tratamento com nível freático mais profundo (T_6) praticamente não se alterou no mesmo período de tempo. Tais efeitos ocorreram, provavelmente, em decorrência do maior consumo de água pela cultura e do baixo índice pluviométrico no período, uma vez que, para o cultivo utilizado, tal período coincidiu com o de formação e desenvolvimento das vagens, correspondente ao de maior exigência hídrica do feijoeiro (1, 7, 11).

A partir do quinquagésimo terceiro dia, as plantas entraram na fase final de maturação, com redução do consumo de água, e os tratamentos T_1 , T_2 , T_3 , T_4 e T_5 tenderam a uma reposição do nível freático até o quinquagésimo oitavo dia, mesmo com as baixas pluviosidades ocorridas, sem, contudo, atingirem os níveis iniciais, enquanto no tratamento T_6 o nível declinou suavemente, desde o quadragésimo terceiro dia até o final do experimento.

Após o quinquagésimo oitavo dia, houve um rebaixamento do lençol freático, ocasionado, possivelmente, pelo crescimento das ervas daninhas, já bastante desenvolvidas no final do ciclo da cultura.

Os níveis mais constantes do lençol freático no tratamento T_6 ocorreram, possivelmente, em razão de ter o lençol sido mantido muito próximo da camada impermeável, que, nessas parcelas, situava-se a 90 cm de profundidade. Também nessa profundidade a contribuição de água, por capilaridade, para as raízes das plantas, que são pouco profundas, e para a superfície do solo foi pequena, tendo sido reduzida a perda de água para a atmosfera.

3.2. *Sensibilidade das Plantas*

Durante o ciclo da cultura, observou-se, visualmente, que o desenvolvimento da parte aérea das plantas foi melhor nos tratamentos com níveis freáticos compreendidos entre 55 e 84 cm, não tendo sido percebida diferença no desenvolvimento vegetativo das plantas ou na coloração das folhas dentro desse intervalo de profundidade. No tratamento com nível freático mais profundo (85-90 cm), foram marcantes o menor vigor vegetativo da parte aérea das plantas e a cor amarelada das folhas, o que se agravou nas fases de floração e de formação dos grãos.

3.3. *Produção de Grãos e Alguns Componentes de Produção*

No Quadro 4 acham-se os resultados médios de produção de grãos, número de vagens por planta e número de grãos por vagem. Para produção de grãos, os tratamentos com níveis freáticos entre 55 e 84 cm não diferiram estatisticamente entre si, mas houve diferença entre esses tratamentos e o de nível freático entre 85 e 90 cm. Tal efeito mostra que, para lençóis freáticos mais profundos, o abastecimento de água para as raízes é insuficiente para o pleno desenvolvimento das plantas, ocasionando uma queda de produção da ordem de 40%. Observa-se que houve uma tendência de maiores produtividades para o tratamento com lençol freático situado entre 55 e 60 cm, apesar de a variabilidade dos resultados não ter

QUADRO 4 - Produção de grãos, número de vagens por planta e número de grãos por vagem de feijão (*)

Tratamento	Profundidade do lençol freático (cm)	Produção de grãos (kg ha ⁻¹)	Nº de vagens por planta	Nº de grãos por vagem
T ₁	55 - 60	1.547 a	7,59 a	4,37 a
T ₂	61 - 66	1.203 ab	7,69 a	4,19 a
T ₃	67 - 72	1.271 ab	7,25 a	4,41 a
T ₄	73 - 78	1.094 ab	7,09 a	4,42 a
T ₅	79 - 84	1.353 a	8,47 a	4,34 a
T ₆	85 - 90	781 b	4,65 b	3,42 b

(*) Em cada coluna, as médias seguidas da mesma letra não apresentaram diferenças significativas entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

permitido sua determinação estatística. Esses resultados concordam com os encontrados por GOINS *et alii* (9), RENFRO Jr. (20) e NICHOLSON e FIRTH (16).

Para número de vagens por planta, apenas o tratamento com lençol freático mantido entre 85 e 90 cm de profundidade diferiu dos demais, com valores 39% mais baixos. Tais resultados são coincidentes com os obtidos para produção de grãos, mostrando que esse componente de produção teve efeito marcante sobre as produções obtidas. Os demais tratamentos não diferiram entre si, o que confere com os resultados obtidos por PINTO (17).

Para número de grãos por vagem, apenas o tratamento com lençol freático mantido entre 85 e 90 cm de profundidade diferiu dos demais, com valores 21% mais baixos. Os demais tratamentos não apresentaram diferenças entre si, o que concorda com os resultados obtidos por PINTO (17). O baixo resultado dessa característica, juntamente com o número de vagens por planta, para o tratamento com nível freático mais profundo (T₆), foi a causa da baixa produção de grãos.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Num experimento, com delineamento experimental inteiramente casualizado, foram estudados os efeitos de níveis de profundidade do lençol freático, 55-60 cm; 61-66 cm; 67-72 cm; 73-78 cm; 79-84 cm e 85-90 cm, em um solo gley pouco húmico de várzeas, da Fazenda Experimental da EPAMIG, no município de Leopoldina-MG, sobre a cultura do feijão, variedade 'Preto 60 Dias'.

Os níveis de profundidade do lençol freático foram obtidos pela aplicação contínua de água no solo, feita por um canal de irrigação colocado entre drenos laterais.

A verificação dos níveis de profundidades do lençol freático foi feita dia-

mente, por meio de poços de observação, distanciados de 1,0 m e abertos perpendicularmente ao canal de irrigação e aos drenos laterais.

Os tratamentos foram avaliados pelos resultados de produção de grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e sensibilidade das plantas.

Os resultados mostraram não haver diferença estatística entre os níveis freáticos de 55 a 84 cm para produção de grãos, número de vagens por planta e número de grãos por vagem. A produção de grãos no nível freático de 55-60 cm foi 98% superior à do nível de 85-90 cm.

Lençol freático com profundidade superior a 84 cm proporcionou menor desenvolvimento vegetativo das plantas.

O uso da subirrigação, para o feijoeiro, como fonte de suprimento de água para as raízes, mostrou-se viável, desde que o lençol freático seja mantido entre 55 e 84 cm de profundidade.

5. SUMMARY

(THE EFFECTS OF SIX WATER TABLE DEPTHS ON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) PERFORMANCE AND YIELD)

Water tables at depths of 55-60 cm, 61-66 cm, 67-72 cm, 73-78 cm, 79-84 cm and 85-90 cm, in a clay-like lowland soil were studied in order to identify the effects of depth on bean performance.

The depths of the water tables were obtained by the continuous application of water to the soil, accomplished by placing an irrigation canal between lateral drains.

The treatments were evaluated as based on seed production, the number of pods per plant, the number of seeds per pod, and the sensitivity of the plants.

There was no statistical difference between the water table levels at 55 and 84 cm in terms of seed production, the number of pods per plant, or the number of seeds per pod. When the water table was at 55-60 cm, the seed production was 98% superior to that obtained with the water table at 85-90 cm. There was less vegetative development of the plants when the water table was at a depth greater than 84 cm.

6. LITERATURA CITADA

1. AZZI, G. *Ecologia agrária*. Barcelona, Salvat, 1959. 449 p.
2. BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1982. 465 p.
3. COELHO, E.F.; FERREIRA, P.A.; CAIXETA, T.J.; BERNARDO, S. & LOUREIRO, B.T. Eficiência de algumas equações de drenagem no dimensionamento de drenos abertos e cobertos em condições de campo. *Revista Ceres*, 32(179):43-62. 1985.
4. DASBERG, S. & BAKKER, J.W. Characterizing soil aeration under changing soil moisture conditions for bean growth. *Agronomy Journal*, 62(6):689-692. 1970.
5. FERREIRA, P.A. *Evapotranspiration and soil matric potentials using tension irrigation*. Tucson, University of Arizona, 1977. 84 p. (Tese Ph.D.).
6. FORSYTHE, W.M. & PINCHINAT, A.M. Tolerancia de la variedad de frijol '27 - R' a la inundación. *Turrialba*, 21(2):228-231. 1971.

7. GARRIDO, M.A.T.; PURCINO, J.R.C. & SOUZA LIMA, C.A. de. Efeito do déficit de água em alguns períodos do ciclo de crescimento sobre o rendimento do feijoeiro comum. In: *Projeto Feijão. Relatório 76/77*. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. p. 28-30.
8. GILLEY, J.R. & ALRED, E.R. Infiltration and extraction from sub-surface irrigation laterals. *Transactions of the ASAE*, 17(5):927-933. 1974.
9. GOINS, T.; LUNIN, J. & WORLEY, H.L. Water table effects on growth of tomatoes, snapbeans and sweet corn. *Transactions of the ASAE*, 9(4):530-533. 1966.
10. GUERRA, A.F. *Efeito da subirrigação em condições de casa de vegetação sobre as características agronômicas do feijão (Phaseolus vulgaris L.)*. Viçosa, U.F.V., 1981. 67 p. (Tese M.S.).
11. HORNER, G.M. & MOJTEHEDI, M. Yield of grain legumes as affected by irrigation and fertilizer regimes. *Agronomy Journal*, 62:449-450. 1970.
12. KIEL, E.J. *Manual de edafologia — Relação solo-planta*. São Paulo, Agronômica, 1971. 263 p.
13. MILLAR, A.A. *Drenagem de terras agrícolas; bases agronômicas*. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1978. 276 p.
14. MORAES, H.N. de. *Perfil de extração, uso consuntivo de água e características agronômicas do arroz (Oryza sativa L.) em solos mineral e orgânico, usando cinco níveis de lençol freático*. Viçosa, U.F.V., 1980. 102 p. (Tese M.S.).
15. MOURA FILHO, W. *Métodos de campo e laboratório — levantamento e física do solo*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1971. 26 p.
16. NICHOLSON, H.H. & FIRTH, D.H. Effect of ground water-level on the performance and yield of some common crops. *Journal Agriculture Science*, 43:95-104. 1953.
17. PINTO, J.M. *Efeito de diferentes regimes hídricos no solo sobre a produção e os componentes de produção do feijão (Phaseolus vulgaris L.)*. Viçosa, U.F.V., 1985. 56 p. (Tese M.S.).
18. PIRES, E.T. *Redes de fluxo de água e dimensionamento de sistemas de drenagem, usando três tipos de solos*. Viçosa, U.F.V., 1980. 37 p. (Tese M.S.).
19. PIZARRO, F. *Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos*. Madrid, Agricola Española, 1978. 521 p.
20. RENFRO Jr., G.M. Applying water under the surface of the ground. In: Washington, U.S.D.A. *Yearbook of Agriculture*, 1955. p. 273-278.
21. WILLIAMSON, R.E. & KRIZ, G.J. Response of agricultural crops to floodings, depth of water table and soil gaseous composition. *Transactions of the ASAE*, 13(2):216-220. 1970.