

DESENVOLVIMENTO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L. cv ESAL 686) SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA

Márcio José de Santana

Jacinto de Assunção Carvalho

Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. CP 37, CEP 37200-000

Messias José Bastos de Andrade

Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. CP 37, CEP 37200-000

Elio Lemos da Silva

Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. CP 37, CEP 37200-000

1 RESUMO

Foram avaliados os efeitos de concentrações de sais da água de irrigação sobre o comportamento vegetativo e produtivo do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv ESAL 686) e acúmulo de sais no solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras - MG, em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições e cinco níveis de salinidade da água: 0,10; 1,0; 2,5; 4,0 e 5,5 dS m⁻¹. Os parâmetros vegetativos e produtivos foram negativamente influenciados pela salinidade da água de irrigação. Verificou-se também que a salinidade do solo aumentou com o aumento dos níveis em salinidade da água. As maiores salinidades da água de irrigação resultaram em menores consumos de água pelas plantas.

UNITERMOS: Feijão comum, salinidade da água, salinidade do solo.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, E. L. DEVELOPMENT OF THE BEAN PLANT (*PHASEOLUS VULGARIS* L. CV ESAL 686) UNDER DIFFERENT IRRIGATION WATER SALINITY LEVELS

2 ABSTRACT

It was evaluated the effects of salt concentration in irrigation water on vegetative and productive behavior of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L. cv. ESAL 686) and salt accumulation in the soil. The experiment was carried out in a greenhouse at the Engineering Department of Lavras Federal University, Lavras-MG, in a complete randomized design with six replications and five water salinity levels: 0.10; 1.0; 2.5; 4.0 and 5.5 dS m⁻¹. The vegetative and productive parameters were negatively affected by the irrigation water salinity. It was also verified a soil salinity increase as salinity levels increase in the irrigation water. The highest water salinity level caused the lowest water consumption by plants.

KEYWORDS: French bean, irrigation water salinity, soil salinity

3 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de indiscutível importância mundial na alimentação, principalmente em países subdesenvolvidos, onde representa a principal fonte protéica na dieta humana. Pode ser cultivado para produção de vagens frescas ou de grãos secos, cuja produção brasileira alcançou valores de 1.303.000 toneladas na primeira safra de 2001 (CONAB, 2003).

A produtividade média da cultura é baixa, devido a vários fatores, de diferente natureza. Por se tratar de cultura de ciclo curto e relativamente exigente em água, a irrigação constitui uma alternativa viável para a melhoria substancial da produtividade do feijoeiro. A finalidade básica da irrigação, principalmente quando se deseja a produção máxima e produto de boa qualidade, é proporcionar água à cultura de maneira a atender toda a exigência hídrica durante todo seu ciclo (AZEVEDO & CAIXETA, 1986).

Para a maximização da produtividade, o manejo eficiente da irrigação vem sobressaindo como uma das técnicas de importância mundial, sendo praticada em larga escala principalmente em zonas áridas, semi-áridas e, em menor escala, em regiões semi-úmidas onde, às vezes, utiliza-se a irrigação suplementar (VILLA, 1998).

Em geral, a agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água. Embora a importância da qualidade da água só tenha sido reconhecida a partir do início do século passado, devido à reduzida disponibilidade de água não salina e de fácil utilização, isto está mudando em muitas regiões do mundo, em função da maior demanda por água potável, restando como alternativa para irrigação o uso de águas de qualidade inferior (AYERS & WESTCOT, 1991). Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis, ou salinidade, é um fator limitante para algumas culturas (BERNARDO, 1996).

A irrigação proporciona às culturas a quantidade de água necessária para o seu crescimento e, assim, evitar as perdas de

rendimento, provocadas pela deficiência hídrica durante as etapas de desenvolvimento, principalmente as mais sensíveis à deficiência hídrica do solo. Com as irrigações, os sais dissolvidos na água acumulam-se paulatinamente na zona radicular, diminuindo a disponibilidade de água e acelerando a escassez. O conhecimento do processo de salinização possibilita a adoção de técnicas que reduzem a ação dos efeitos depressivos e diminuem as perdas de rendimentos (AYERS & WESTCOT, 1991).

A acumulação de sais na rizosfera prejudica o crescimento e desenvolvimento das culturas, provocando decréscimos de produtividade e, em casos mais severos, total colapso da produção agrícola. Isto ocorre devido a redução do potencial osmótico da solução do solo, efeitos tóxicos dos íons específicos e alteração das condições físicas e químicas do solo (LIMA, 1998). Os efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais envolvem seca fisiológica (proveniente da diminuição do potencial osmótico), desbalanceamento nutricional (devido à elevada concentração iônica, especialmente o sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes) e efeito específico ou tóxico de íons, particularmente cloro e sódio (JEFFREY & IZQUIERDO, 1989, citados por ARAÚJO, 1994).

Com a irrigação às vezes a salinização do solo torna-se inevitável, uma vez que praticamente, toda água contém sais dissolvidos os quais acumulam-se na superfície do solo ou do ambiente das raízes à medida que a água se transfere para a atmosfera, por evapotranspiração. Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade, algumas produzem rendimentos economicamente viáveis sob níveis altos de salinidade e outras são sensíveis mesmo em condições de salinidade relativamente baixa. Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas possuem ou adquirem o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água (AYERS & WESTCOT, 1991).

A cultura do feijão comum é considerada sensível à salinidade do solo e da água, isto significa que o seu potencial de

rendimento é reduzido quando a salinidade for maior que $1,3 \text{ dS m}^{-1}$. Neste sentido Doorenbos & Kassam (1994) constataram que o aumento da condutividade elétrica do solo de 1,0 para 1,5; 2,3; 3,6 e $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ provocou reduções de 0, 10, 25, 50 e 100 sobre o rendimento relativo. Para Bernardo (1996), o feijão é uma cultura pouco tolerante a salinidade da água de irrigação e do solo, pois sofre reduções de até 50% na produção irrigada com água acima de $2,4 \text{ dS m}^{-1}$. Inclusive sugere que os estudos dos efeitos salinos da água e do solo às plantas deve ser regionalizados

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos da concentração salina da água de irrigação, sobre o desenvolvimento do feijoeiro ESAL 686, e o acúmulo de sais no solo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação junto ao Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras em Lavras–

MG, geograficamente localizada a 910 metros de altitude, $21^{\circ} 14'S$ de latitude e $45^{\circ} 00'W$ de longitude utilizando como planta teste o feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*), cultivar ESAL 686, de hábito de crescimento determinado, grãos tipo jalo e ciclo precoce.

O substrato constou do material dos primeiros 20 cm de Latossolo Vermelho distroférrico acondicionado em vasos de polietileno com capacidade para 7 dm^3 . A partir da análise química de (Tabela 1) procedeu-se à correção da acidez, mediante a aplicação de CaCO_3 p.a., de modo a elevar o valor da saturação em bases de 30,7 para 60%. A adubação foi feita segundo recomendação de Malavolta (1980), fornecendo-se a cada unidade experimental : N = 300; P = 200; K = 150; Ca = 75; Mg = 15; S = 50; B = 0,5; Cu = 1,5; Fe = 1,5; Mn = 3,0; Mo = 0,1 e Zn = 5,0 mg dm^{-3} . Aos dez dias antes da semeadura aplicou-se em dose única o magnésio e o fósforo juntamente 1/3 das doses de potássio e de nitrogênio. O restante das doses, de nitrogênio e potássio, foi dividido em três aplicações (20, 40 e 60 dias após semeadura). Os demais nutrientes foram adicionados três dias após desbaste.

Tabela 1. Resultados da análise química de amostra de material do solo utilizado (cmol/dm^3) UFLA, Lavras, MG.

Al	Ca	Mg	K*	P*	pH	H+Al	SB	CTC ¹	CTC ²
0,0	0,8	0,2	8,0	0,4	6,1	2,3	1,0	1,0	3,3

*unidades em mg/dm^3 CTC¹ = CTC efetiva; CTC² = CTC a pH 7,0

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado correspondente a cinco tratamentos e seis repetições. Foram semeadas seis sementes por vaso e aos sete dias, após a emergência das plântulas, foi efetivado o desbaste mantendo-se as duas mais vigorosas pro vaso correspondente a uma parcela. Os tratamentos consistiram de soluções de NaCl aos valores de condutividade elétrica de 0,1; 1,0; 2,5; 4,0 e $5,5 \text{ dS m}^{-1}$, obtidos em condutímetro e correlacionados com as respectivas concentrações de NaCl, por meio de regressão:

$$CE = 0,10586 + 2,7323 C_{\text{NaCl}} \quad (1)$$

em que:

CE = condutividade elétrica da solução (dS.m^{-1})

C_{NaCl} = quantidade de NaCl (mg)

As soluções foram renovadas semanalmente e armazenadas em local arejado e sombreado, para evitar alterações da condutividade elétrica pela evaporação e elevação da temperatura. A irrigação no início do experimento elevou a umidade do solo à capacidade de campo, saturando os vasos com

água e envolvendo-os individualmente com plástico, para que as perdas ocorressem apenas por drenagem. Após a drenagem do excesso que durou aproximadamente dois dias, retirou-se o plástico e procedeu-se à semeadura, irrigando-se diariamente durante sete dias, até completa emergência das plântulas. Em cada irrigação adicionava-se o volume de água evapotranspirado mediante a equação (2).

$$ET = I - D \quad (2)$$

em que :

ET é a evapotranspiração diária (mL),
I é a quantidade de água irrigada (mL),
D é a quantidade de água drenada (mL).

No início do experimento foi coletada, por tratamento uma amostra do solo para determinação da condutividade elétrica do extrato do solo - CE. Ao final do ensaio, nova coleta de solo do solo foi feita em cada tratamento, preparadas pastas saturadas com água destilada postas em repouso por 24 horas e obtidos os extratos saturados para obtenção da condutividade elétrica à temperatura padrão de 25° C (RICHARDS, 1954).

Aos 35 dias após emergência, quando as plantas apresentavam-se em plena floração, conhecido como estágio R₆ contou-se o número de folhas e de flores do feijoeiro. Por ocasião da colheita foram contados também o número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso médio de cem grãos, que caracterizaram as componentes primárias do rendimento do feijoeiro. Além disso, foram obtidos também o rendimento de grãos com 13% de umidade por planta.

A queda de produção de grãos foi obtida pela expressão:

$$QP = 1 - PG_{\text{Trat}}/PG_{\text{Test}} \quad (3)$$

em que:

QP = queda de produção (%)

PG_{Trat} = produção de grãos por planta (g) no tratamento em questão

PG_{Test} = produção de grãos por planta (g) no tratamento testemunha (0,1 dS m⁻¹)

A massa seca das duas plantas de feijão de cada vaso foi quantificada após secagem das hastes, ramos e folhas a 60° C por 24 horas até peso constante.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de água pelas plantas, durante o ciclo de produção, foi reduzido linearmente com a crescente salinidade da água de irrigação (Figura 1), evidenciando um déficit de evapotranspiração em torno de 65% entre plantas irrigadas com água nas concentrações de 0,10 e 5,5 dSm⁻¹. Borella (1986) verificou que como o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação houve um decréscimo no consumo de água do feijoeiro também obedecendo a uma função linear, sendo explicado pela elevação do potencial osmótico. Comportamento semelhante foi observado por Gervásio et al. (2000) em alface americana, por Marinho et al.(1998) em abacaxizeiro e por Santos (1990) no desenvolvimento inicial de bananeiras.

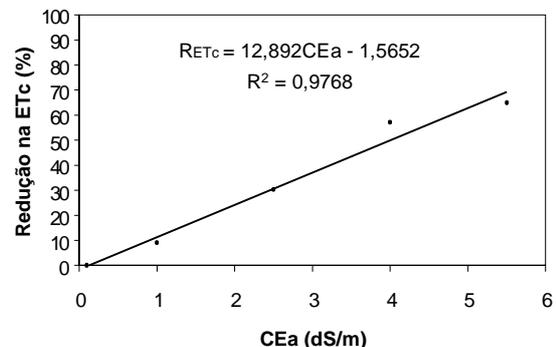


Figura 1. Redução da evapotranspiração do feijoeiro cv ESAL 686 em função da salinidade da água.

Estatisticamente pela análise de variância (Tabela 2) verifica-se que a salinidade da água exerceu efeito significativo (P, 0,01) todas as variáveis avaliadas no feijoeiro. O peso médio dos grãos por planta, decresceu

linearmente com queda de 2,8772 g, por unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. O comportamento dos dados está coerente com o apresentado por Borella (1986), após estudar o efeito da irrigação com água salina e lâmina de lixiviação sobre a produção do feijoeiro comum. Os resultados também

foram semelhantes dos de Souza (1995), que obteve maior produção do feijoeiro, cultivar Eriparza, quando irrigado com água de menor condutividade elétrica. Comportamento também evidenciado para outras culturas sensíveis aos sais como alface americana (GERVÁSIO et al., 2000).

Tabela 2. Valores médios do peso dos grãos (PG), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), número de vagens por planta (NVP) e rendimento dos grãos (RG).

QM						
FV	GL	PG	NGV	NGP	NVP	RG
CEa	4	248,1**	126,6**	1686,4**	6,76**	0,038**
Resíduo	25	3,6	2,5	34,6	0,10	0,0001
Total	29					
Média Geral:		9,78	9,70	33,30	3,65	0,260
CV(%):		19,43	16,60	17,66	8,99	4,380

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

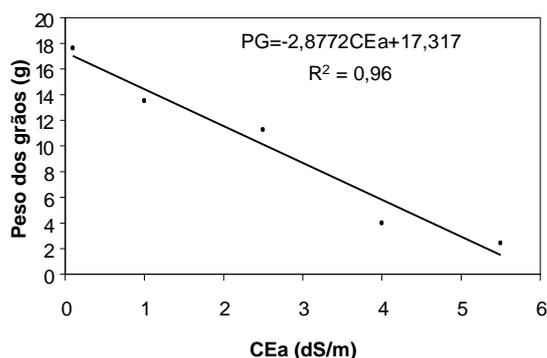


Figura 2. Peso dos grãos, em função da salinidade da água de irrigação.

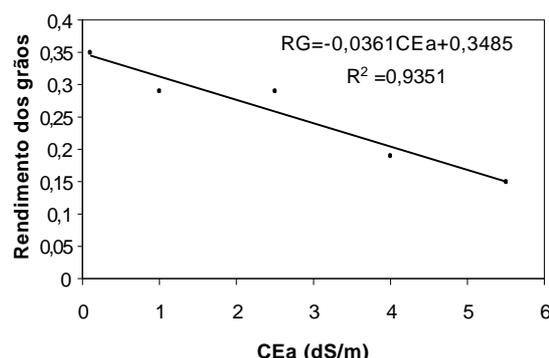


Figura 3. Rendimento dos grãos, em função da salinidade da água de irrigação.

O rendimento do feijoeiro decresceu linearmente com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação (Figura 3). Tendência compatível com as culturas sensíveis aos efeitos deletéricos dos sais com mostram os dados da FAO indicados na Tabela 3 (AYERS & WESTCOT, 1991). Verifica-se tendência semelhante de perda da produção.

Tabela 3. Queda da produção em função da salinidade da água de irrigação (CEa), para os dados do experimento e os valores da FAO.

Cea (dSm ⁻¹)	Queda de produção (experimento)	Queda de produção FAO
0,7	13,24%	0%
1,0	18,13%	10%
1,5	26,29%	25%
2,4	40,97%	50%
4,2	70,33%	100%

O número de vagens por planta, número de grãos por planta, por vagem e a massa seca das plantas (Figura 4), a exemplo do peso médio e rendimento dos grãos, decresceram com o aumento da salinidade da água de irrigação. Situação semelhante foi observado por Souza (1995), ao verificar que os maiores número de vagens, número de grãos por planta e massa seca das plantas, foram obtidas das plantas irrigadas com água de menor salinidade e por Borella (1986) ao registrar redução no número de vagens, número de grãos por planta com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Aos 35 dias após a semeadura, ou seja, após, a fase vegetativa observou-se também que a condutividade elétrica da água de irrigação

reduziu linearmente a emissão de folhas e flores do feijoeiro (Figura 5), indicando a sensibilidade da cultura aos efeitos salinos da água e do solo. A condutividade elétrica do extrato saturado ao final do experimento foi expressivamente aumentada em relação ao solo antes dos tratamentos ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$).

Os resultados estão em acordo com os de Souza (1995), e Gervásio et al. (2000). Conforme indicado na Tabela 4 os valores da CEEs, e a produção (peso dos grãos), mostrando que as menores produções e, com efeitos as maiores quedas de produções e maiores valores da condutividade elétrica do solo corresponderam os tratamentos irrigados com água de maior conteúdo salino.

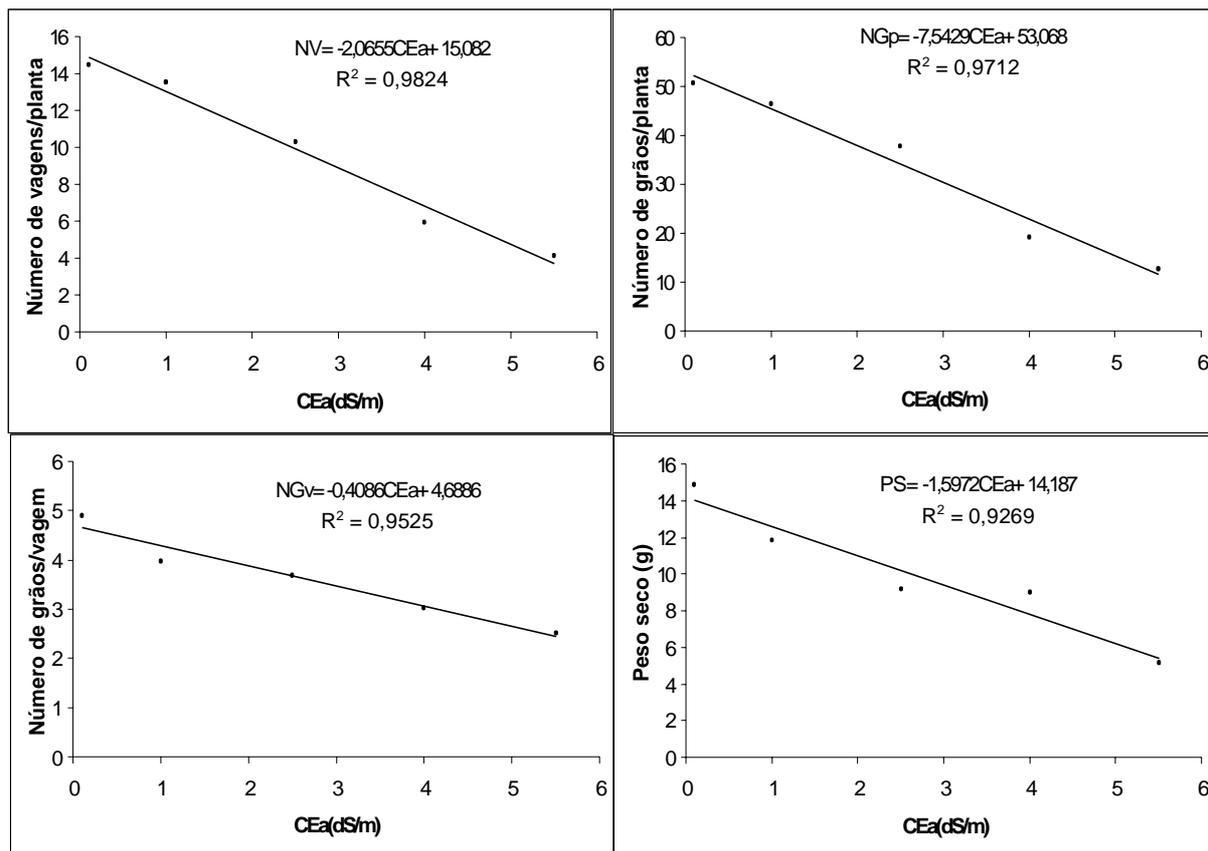


Figura 4. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem e por planta e massa seca (peso seco) de plantas em função da salinidade da água de irrigação.

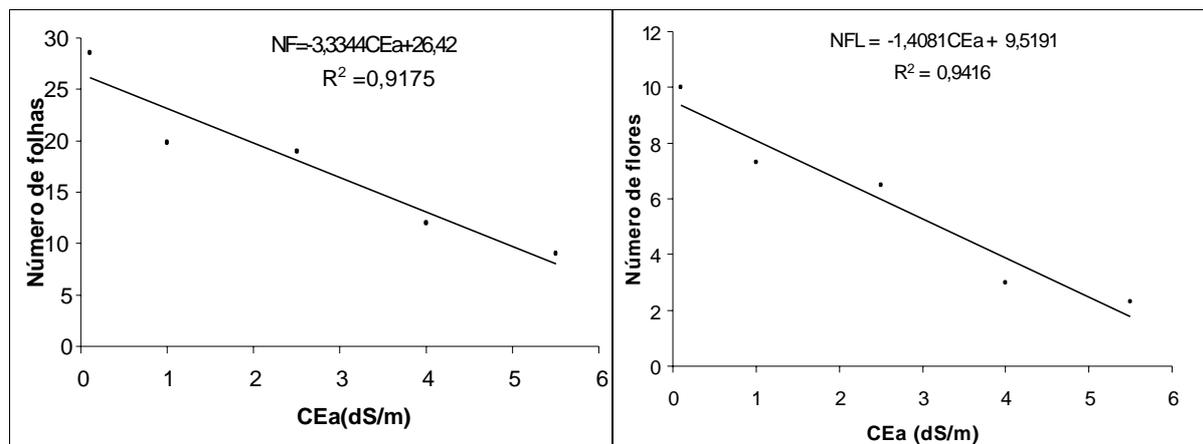


Figura 5. Número de folhas e flores por planta, em função da salinidade da água de irrigação.

Tabela 4. Peso dos grãos e redução na produção em função da condutividade elétrica da água e do solo ao final da experimentação.

CEa (dS m ⁻¹)	CEes(dS m ⁻¹)	Produção (g/planta)	Redução na produção (%)
0,1	0,43	17,64	0
1,0	1,75	13,54	23,24
2,5	2,38	11,27	36,08
4,0	5,37	4,01	77,26
5,5	8,51	2,43	86,22

Obs: condutividade elétrica do extrato inicial do solo, antes da experimentação 0,8065 dSm⁻¹.

6 CONCLUSÕES

- A evapotranspiração pelas plantas do feijoeiro foi reduzida com os níveis crescentes de sais da água de irrigação.
- A salinidade da água de irrigação prejudicou o peso dos grãos, número de grãos por vagem e por planta, número de vagens por planta, número de flores e folhas do feijoeiro.
- A salinidade do solo foi marcadamente aumentada com a crescente salinidade da água de irrigação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, E. C. E. **Utilização da temperatura da copa no manejo da irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1994. 70 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1991. 218 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1).
- AZEVEDO, J. A.; CAIXETA, I. T. Irrigação do feijoeiro. **Circular Técnica do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados/EMBRAPA**, Planaltina, n.23, p.1-60, 1986.

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 596 p.
- BLANCO, F. F. **Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo**. 1999. 104 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- BORELLA, J. E. **Efeito da irrigação com água salina e da lâmina de lixiviação na produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e na salinização do solo**. 1986. 82 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.
- Companhia Nacional de Abastecimento. **Previsão e acompanhamento da safra do feijão comum 2001/2002**. p. 11. Disponível em :<<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 19 maio 2003.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1994. 218 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33 Revisado 1).
- GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A. ; SANTANA, M. J. de. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande , v.4 , n.1, p. 125-128, 2000.
- LIMA, V. L. A. **Efeitos da qualidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de lisímetro de drenagem**. 1998. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 215 p.
- MARINHO, F. J. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. **Desenvolvimento inicial do abacaxizeiro, cv. Smooth Cayenne, sob diferentes condições de salinidade da água**. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande , v. 2, n. 1, p. 1-5, 1998.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sodicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 172 f. (Manual de Agricultura, 60).
- SANTOS, G. R. **Crescimento da bananeira nanica (*Musa sp.*) sob diferentes qualidades de água de irrigação**. 1990. 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1990.
- SOUZA, M. R. de. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. 1995. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- VILLA, S. T. **Efeito da irrigação da água salina e da lâmina de lixiviação na salinização do solo e na produção do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1998. 94f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.