

INTERAÇÃO ENTRE A SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E O GOTEJAMENTO POR PULSOS NA CULTURA DO FEIJÃO-VAGEM

W. F. de Almeida¹, V. P. S. Paz², A. P. C. de Jesus³, A. S. de Oliveira⁴, J. S. da Silva⁵

RESUMO: A crise dos recursos hídricos nos últimos anos tem demandado à busca por técnicas que visem o uso mais eficiente da água e o melhor aproveitamento de águas de qualidade inferior. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de água salina através do gotejamento por pulsos sobre as variáveis agronomicas do feijão-vagem. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, com delineamento inteiramente casualizado, com tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 5, sendo o primeiro fator a aplicação por gotejamento contínuo e por pulsos e o segundo os níveis de salinidade da água (condutividade elétrica 0,3, 1,5, 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹), com 5 repetições e duas plantas por repetição, totalizando 50 unidades experimentais. Analisou o rendimento do feijão-vagem. Verificou-se efeito significativo da interação e ajuste linear decrescente da salinidade sobre todas as variáveis analisadas. Foi possível constatar que o gotejamento por pulsos não aumenta a produção ao ser comparado com gotejamento contínuo com uso de água de boa qualidade mas sua interação com água salina é capaz de amenizar os efeitos danosos da salinidade.

PALAVRAS-CHAVES: *Phaseolus vulgaris*, salinidade, irrigação.

INTERACTION BETWEEN WATER SALINITY AND DRIP PULSES ON THE SNAP BEAN CROP

ABSTRACT: Water crisis observed in recent years has demanded the quest for techniques that aim at the more water use efficiency and the better use of low quality water. An experiment was conducted to evaluate the effect of pulses drip irrigation with saline water on yield snap bean crop. The experiment was conducted under greenhouse, adopting a completely randomized experimental design, with treatments distributed in factorial arrangement 2 x 5, being the first factor drip mode, ie continuous and pulses and the second the levels of water

¹ Pós-doutorando, Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), PPGEA/UFRB, CEP: 44380000, Cruz das Almas – Bahia. Fone (75) 3621-2798. E-mail: wifatec@yahoo.com.br

² Professor Titular, NEAS, UFRB, Cruz das Almas - Bahia. E-mail: vpspaz@gmail.com

³ Acadêmica de Agronomia, UFRB – Cruz das Almas, Bahia. E-mail: annapaula.agronomia@gmail.com

⁴ Acadêmica de Agronomia, UFRB – Cruz das Almas, Bahia. E-mail: andressaufrb@gmail.com

⁵ Pós-doutoranda, UFRB, Cruz das Almas – Bahia. E-mail: jucicleiass@gmail.com

salinity (electrical conductivity 0.3, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m⁻¹), and with five replications, and two plants per replication, totaling 50 experimental units. It was noted that the salinity significantly affect crop yield. This research suggests that the use of pulses drip is an important factor to be considered to achieve greater to mitigate the harmful effects of salinity.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*, greenhouse, sodium chloride.

INTRODUÇÃO

O feijão-vagem é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, produzida principalmente por agricultores familiares, também é muito cultivada em estufa, o que possibilita colheitas em períodos de entressafra, conferindo, assim, maior rentabilidade ao produtor (Almeida et al., 2014).

As principais cultivares utilizadas no Brasil é de crescimento indeterminado, com vagens de formato cilíndrico ou chato. Sua colheita se inicia por volta de 40 dias, podendo colher vagens durante cerca de 30 dias (Vieira et al., 2014). O feijão-vagem é uma cultura sensível à salinidade, havendo perdas na produtividade e qualidade das vagens com o aumento da salinidade da água de irrigação (Osman & Salim, 2016).

Nas regiões semiáridas é comum utilizar na irrigação águas superficiais (açudes de pequeno e médio porte) e subterrâneas (poços) que apresentam alto teor de sais. Além disso, a disponibilidade da água para consumo humano e para a prática agrícola vem sendo gradativamente reduzida tanto em qualidade como em quantidade, fazendo assim necessário o uso alternativo de água de qualidade inferior (Silva et al., 2014).

Silva et al. (2013) relatam que o aumento da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina pode inibir o desenvolvimento das plantas em consequência de alterações nos parâmetros fisiológicos, de crescimento e de rendimento da cultura.

Conforme relatado no trabalho de Oliveira et al. (2015), um dos principais desafios de pesquisadores e produtores é o uso de água salina na irrigação cujo êxito está relacionado ao manejo adequado da irrigação e na adoção de outras tecnologias que possibilitem aumentar a tolerância das plantas à salinidade, de modo que a cultura atinja a produtividade esperada e boa qualidade dos seus produtos sem proporcionar riscos mínimos de salinização para os solos.

A técnica de gotejamento por pulsos consiste na prática de um curto período de irrigação, seguido de uma fase de repouso e outro curto período de irrigação, e esse ciclo se repete até que toda a lâmina necessária seja aplicada. Esta técnica vem sendo estudada em algumas culturas,

em diferentes regiões do mundo, tais como na soja no Egito (Eid, 2013) e no tomateiro na Arábia Saudita (Elnesr et al., 2015). Nesses estudos foram verificados efeitos positivos sobre o aumento da produtividade, melhoria da qualidade dos produtos, economia no uso da água, entre outros. Entretanto, há poucos estudos sobre os efeitos do gotejamento por pulsos com a utilização de água salina em relação à produtividade das culturas. Desta forma, foi realizado um experimento visando avaliar os efeitos da aplicação de água com diferentes níveis de salinidade via gotejamento por pulsos sobre a produção do feijão-vagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 18 de março de 2016 a 04 de junho de 2016 na Área Experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizada no município Cruz das Almas - BA, à latitude de 12° 39' 32" S, longitude 39° 05' 09" W e altitude de 220 m. Conforme citado por Santana et. al. (2006) o clima de Cruz das Almas, de acordo com a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Af, ou seja, clima quente, com o mês mais frio com temperatura superior a 18 °C e o mais seco com precipitação igual ou superior a 60 mm; a pluviosidade média anual é de 1.200 mm, sendo os meses de março a julho os mais chuvosos e outubro e janeiro os mais secos, com temperatura média anual de 24,2 °C.

A pesquisa foi realizada em casa-de-vegetação do tipo arco que possuía 7 m de largura, 28 m de comprimento e 3 m de pé direito. As laterais possuíam telado preto e a cobertura filme agrícola de polietileno, com 150 µm de espessura.

O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado com dez tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 5, sendo o primeiro fator a forma de gotejamento, ou seja, contínuo e por pulsos e o segundo os níveis de condutividade elétrica (0,3 (água de abastecimento), 1,5, 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹); a parcela foi constituída de duas plantas/vaso, perfazendo o total de 50 vasos. As parcelas experimentais ficaram espaçadas em 1,00 m x 0,60 m. Utilizaram-se no experimento vasos plásticos com volume de 21 litros, preenchidos com uma pequena camada de brita (± 2 cm), a qual cobria a base do vaso, seguida de uma tela e solo.

O solo utilizado, classificado como Latossolo Amarelo álico coeso, de textura franco argilo-arenoso, profundo, de baixa fertilidade e apresentando horizontes subsuperficiais coesos, foi coletado na camada 0-20 cm no campus da UFRB. Foram realizadas previamente a análise química do solo e os valores estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo antes da adubação.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Ca+Mg	H+Al	Al	Na	S	CTC	V
	G dm ⁻³	mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----							%	
4,27	1,04	9	42	0,5	0,4	0,9	2,67	1,0	0,11	14	3,78	29,36

Foram realizadas a calagem e a adubação conforme recomendação de Trani et al. (2015).

A cultura utilizada foi o feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Macarrão Favorito de crescimento indeterminado. Sementes da referida cultura foram postas para germinar nos vasos e após o estabelecimento das plântulas (cerca de 7 dias depois da semeadura), fez-se o desbaste deixando-se duas plantas por vaso. A irrigação foi realizada desde o primeiro dia com água contendo os diferentes níveis de salinidade.

Os diferentes níveis de condutividades elétricas da água foram obtidos através da adição de NaCl comercial, sem iodo, à água de abastecimento local e aferida através de condutivímetro.

Para aplicar as diferentes águas utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento constituído de motobomba, filtro de disco, linhas com diâmetro de 25 mm de polietileno, gotejadores tipo autocompensante com vazão nominal de 2,2 L h⁻¹, inseridos em microtubos de 5 mm de diâmetro e 35 cm de comprimento.

Os tratamentos foram irrigados com base na curva característica do solo (Equação 1) objetivando manter o solo na capacidade de campo.

$$\theta = 0,133 + \left(\frac{0,519 - 0,133}{[1 + (0,032|\Psi|)^{1,575}]^{0,365}} \right) \quad (1)$$

em que:

θ = umidade atual com base em volume (cm³ cm⁻³);

Ψ = potencial de água no solo (kPa).

Foram instalados tensiômetros a 0,13 m de profundidade, próximo a planta, na região central do vaso e a reposição de água foi realizada quando a tensão média de água no solo atingia 20 kPa, sendo reduzida para 10 kPa. A irrigação por pulsos consistiu no parcelamento da lâmina requerida em seis pulsos de irrigação com 30 minutos de intervalo.

O controle de pragas e enfermidades foi realizado com pulverizações periódicas utilizando extrato de nim e fungicida cúprico.

Por ser uma cultura de crescimento indeterminado, as colheitas do feijão-vagem foram realizadas três vezes por semana, colhendo aquelas que se encontravam com o comprimento entre 10 e 14 cm, conforme recomendação para a variedade estudada. Após cada colheita, as vagens foram selecionadas e pesadas. Na seleção, foram consideradas impróprias para

comercialização as vagens curvas, malformadas (incidência de cavidade interocular), doentes e com perfurações provocadas por insetos. Determinaram-se: número de vagens comerciais e a produção por vaso.

Os dados foram submetidos às análises de variância, as médias comparadas pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade e de regressão, utilizando-se do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, através da análise de variância (Tabela 2), que houve efeito significativo da interação entre a forma de irrigação e a salinidade da água para todas variáveis avaliadas. Assim, foram ajustadas equações de regressão para cada forma de irrigação.

O efeito da salinidade sobre o número médio de vagens por vaso (NMV) dentro de cada forma de irrigação pode ser verificado na Figura 1, percebe-se que os dados apresentaram melhor ajuste à equação linear e decrescente, mas, apesar de apresentar a mesma tendência, a redução no NMV em decorrência do aumento da salinidade da água de irrigação foi maior nas plantas que foram irrigadas por gotejamento contínuo, as quais apresentaram reduções médias de 25,53% ou 24,30 vagens por vaso por aumento unitário da salinidade enquanto que no gotejamento por pulsos a redução foi de 17,59% ou 16,67 vagens por vaso, por aumento unitário da salinidade da água de irrigação resultando em perdas de 100% e 75,74%, respectivamente, na maior salinidade em comparação com os resultados encontrados na salinidade de 0,3 dS m⁻¹.

Tabela 2. Resumo da análise de variância (quadrado médio) para número médio de vagens por vaso (NMV) e produção média de vagens por vaso (PROD).

FV	GL	NMV	PROD
G	1	4762,88**	208314,47**
NS	4	11003,08**	847254,75**
G*NS	4	412,68**	18174,32**
Erro	40	43,64	2723,73
CV (%)		15,49	17,31

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F; **Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F; ns: não significativo; G= Forma de gotejamento; NS = Nível de salinidade; CV= coeficiente de variação; FV= fontes de variação; GL= graus de liberdade.

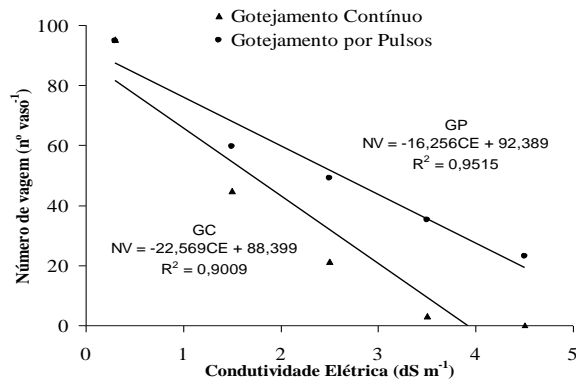


Figura 1. Número de vagens comerciáveis por vaso (NMV) em função de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação e formas de gotejamento (contínuo e por pulsos).

O aumento da salinidade afeta o decréscimo no número de frutos de uma determinada cultura em decorrência da alteração no potencial osmótico, fazendo com que haja a redução do consumo de água pelas plantas (Oliveira et al., 2014). No feijão-vagem, estas reduções foram constatadas por Mori et al. (2011) e Osman & Salim (2016). No caso do presente estudo verifica-se uma diferença na redução devido a interação dos fatores, é provável que este resultado ocorreu devido a alta frequência de aplicação de água ocasionada pelo gotejamento por pulsos proporcionando uma maior disponibilidade de água.

Nota-se na Figura 2 que houve uma mínima variação em relação ao número de vagens comerciais para a CE de 0,3 dSm⁻¹. Isto demonstra que a utilização do gotejamento por pulsos não influencia no rendimento do feijão-vagem. A média do número de vagens obtida nesse nível de CE foi de 95 vagens por vaso. Peixoto et al. (2002) estudaram a resposta de diferentes cultivares de feijão-vagem de crescimento indeterminado à fertilidade do solo, a variedade macarrão Favorito teve uma variação dos números de vagens por planta de 32,3 a 62,7 com uma média de 51,5 vagens por planta, resultado próximo ao obtido nesta pesquisa com os tratamentos sem adição de sal.

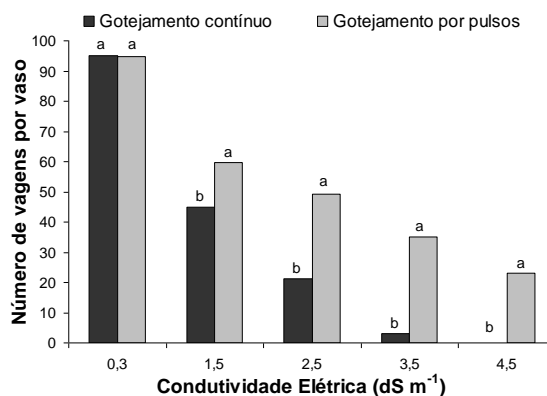


Figura 2. Número de vagens comerciais por vaso em função da salinidade da água de irrigação e forma de gotejamento.

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, em cada nível de salinidade, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

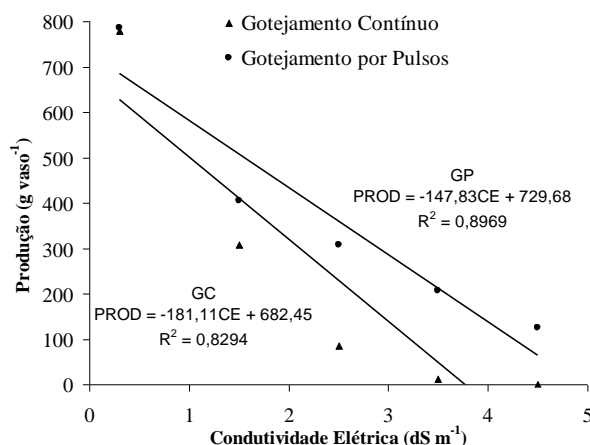


Figura 3. Produção comercial de vagens por vaso (g vaso^{-1}) em função da salinidade da água de irrigação e forma de gotejamento.

Na Figura 3 é mostrado o efeito da salinidade sobre a produção comercial das vagens por vaso dentro de cada forma de irrigação, assim como para o número de vagens, os dados apresentaram melhor ajuste à equação linear e decrescente, também verifica-se que a redução na produção em decorrência do aumento da salinidade da água de irrigação foi maior nas plantas que foram irrigadas por gotejamento contínuo. Constata-se redução média de 26,54% por aumento unitário da salinidade. Nos tratamentos com gotejamento por pulsos a redução foi de 20,26%.

Redução na produção devido ao aumento da salinidade também foi constatada por Oliveira et al. (2015), trabalhando com o feijão caupi e os níveis de salinidade da água de irrigação de 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS m^{-1} , o qual mostrou que salinidade acima de 3,50 dS m^{-1} ocasiona uma queda significativa na produtividade do feijoeiro.

Conforme relatado no trabalho de Silva et al. (2013) a queda de produtividade está associada aos processos osmóticos, tóxicos e nutricionais do estresse salino, que afetam a assimilação líquida de CO_2 , inibe a expansão foliar e aceleram a senescência de folhas maduras, reduzindo, conseqüentemente, a área destinada ao processo fotossintético e a produção total de fotoassimilados. Somado a isto, conforme relatado por Mori et al. (2011) e Ajeel et al. (2015) a queda de rendimento das culturas sob condições de salinidade é provocada devido a redução da absorção de água pelas raízes, ocasionada pela diminuição do potencial osmótico e, assim, do potencial total da água do solo. Assim, é provável que a queda na redução observada no gotejamento por pulsos pode ter sido ocasionada pela alta frequência da irrigação.

A Figura 4 mostra que não houve diferença significativa na produção entre as formas de gotejamento para o nível de salinidade 0,3 dS m^{-1} , o que demonstra que o uso do gotejamento

por pulsos não favorece o aumento da produção. Já a interação dos fatores indica uma maior vantagem de se utilizar o gotejamento por pulsos ao se trabalhar com água salina.

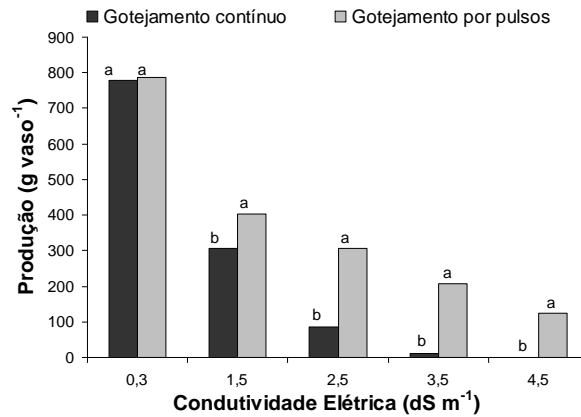


Figura 4. Produção comercial de vagens comerciais por vaso em função da salinidade da água de irrigação e forma de gotejamento.

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, em cada nível de salinidade, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1. A interação entre os fatores estudados (forma de gotejamento x níveis de salinidade da água de irrigação) foi significativa para número de frutos e produção.
2. A salinidade da água afetou negativamente as variáveis número de frutos e produção das vagens comerciáveis.
3. A aplicação de água salina via gotejamento por pulsos proporcionou um melhor rendimento das variáveis analisadas comparado com o gotejamento contínuo.

AGRADECIMENTOS

A CAPES e ao PPGEA/UFRB pela concessão da bolsa e auxílio financeiro no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJEEL, A.; SAEED, A.; DRAGONETTI, G.; COMEGNA, A.; LAMADDALENA, N.; COPPOLA, A. Effect of water salinity on the spatial variability of soil and plant parameters. **Journal of Life Sciences**, Haryana, v. 9, p. 549-555, 2015.

ALMEIDA, S. N. C.; THIEBAUT, J. T. L.; GRAVINA, G. A.; ARAÚJO, L. C.; DAHER, R. F. Avaliação de características morfológicas e agrônômicas de linhagens de feijão-de-vagem em Bom Jesus do Itabapoana-RJ, com potencial de recomendação. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v.16, n.1, p. 39-50, 2014.

ELNESR, M. N., ALAZBA, A. A., ZEIN EL-ABEDEIN A. I., EL-ADL, M. M. Evaluating the effect of three water management techniques on tomato crop. **Plos one**, Califórnia, v.10 n.6, 2015. Disponível em: <

<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0129796>.

doi:10.1371/journal.pone.0129796

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Boa Vista, v.6, p.36-41, 2008.

MORI, M.; MOLA, I. D.; CHIARANDÁ, F. Q. Salt stress and transplant time in snap bean: growth and productive behaviour. **International Journal of Plant Production**, Gorgan, v. 5, n.1, p.49-64, 2011.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F., ALVES, R. C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T.; RÉGIS, L. R. L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 11, p. 1049-1056, 2015.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F., ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 5, p. 480-486, 2014.

OSMAN, H. S.; SALIM, B. B. M. Influence of exogenous application of some phytoprotectants on growth, yield and pod quality of snap bean under NaCl salinity. **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 61 n.1, p.1-13, 2016.

PEIXOTO, N.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A.; MORAES, E. A.; MOREIRA, F. M. Resposta de feijão-vagem a diferentes níveis de fertilidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 593-596, 2002.

SANTANA, M. B.; SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D.; FONTES, L. E. F. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em

dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 1-12, 2006

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F. DE; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, Botucatu, v.18, p.304-317, 2013.

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M. J.; NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, (Suplemento), p.S66–S72, 2014.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; PEREIRA, J. E.; SEMIS, J. B. **Calagem e adubação do feijão-vagem, feijão-fava (ou fava-italiana), feijão-de-lima e ervilha torta (ou ervilha-de-vagem)**. Campinas: IAC, 2015. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/99.pdf>.

VIEIRA, J. C. B.; PUIATTI, M.; CECOM, P. R.; BHERING, A. S.; SILVA, G. C. C.; COLOMBO, J. N. Viabilidade agroeconômica da consorciação do taro com feijão-vagem indeterminado em razão da época de plantio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 226-233, 2014.