

MANEJO DA IRRIGAÇÃO E COMBINAÇÕES DE ADUBOS COM A CINZA VEGETAL NA CULTURA DO RABANETE EM AMBIENTE PROTEGIDO NO LITORAL NORDESTINO

Luana Soares da Silva¹, Benito Moreira de Azevedo², Bruno Cordeiro de Almeida³, Denise
Vieira Vasconcelos⁴, Guilherme Vieira do Bomfim⁵, Thales Vinícius de Araújo Viana⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar a relação entre lâminas de irrigação e tipos de adubos, para definir um manejo de irrigação otimizado e verificar a viabilidade e aproveitamento de resíduos orgânicos na produção de rabanete. O experimento foi conduzido na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas 5 x 5, com quatro repetições e três plantas por vaso. Em ambiente protegido, os tratamentos primários foram cinco lâminas de irrigação (30%; 60%; 90%; 120% e 150% da evapotranspiração de referência estimada pelo método do tanque Classe “A”), e os tratamentos secundários foram uma testemunha e quatro tipos de adubações (adubo mineral, adubo mineral + cinza vegetal; cinza vegetal e biofertilizante + cinza vegetal). Foram analisadas as seguintes variáveis respostas: massa fresca do tubérculo; massa seca do tubérculo; comprimento do tubérculo; diâmetro do tubérculo; massa fresca da parte aérea; massa seca da parte aérea; área foliar e produtividade. Os melhores adubos para a maioria das variáveis repostas são a combinação de cinza + adubo mineral e o adubo mineral.

PALAVRAS-CHAVE: *Raphanus Sativus* L. Adubação orgânica. Adubação mineral.

IRRIGATION MANAGEMENT AND COMBINATION OF FERTILIZERS WITH VEGETABLE GRAY IN RABANETE CROP IN A PROTECTED ENVIRONMENT IN THE NORTHEAST COAST

¹ Engenheira Agrônoma, Ematerce Meio Norte (Paracuru), Rua Fernandes do Vale, Cep:62.680-000, Paracuru, Ce. Fone (85) 985176266 E-mail: luana.silva@ematerce.ce.gov.br;

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE;

³ Engenheiro Agrônomo, Empresa Karandá Paisagismo, Caucaia, CE;

⁴ Prof. Doutora, Depto de Engenharia Agrícola, IFPA, PA;

⁵ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, UFC, Fortaleza, CE;

⁶ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the relationship between irrigation depths and types of fertilizers, to define an optimized irrigation management and to verify the viability and utilization of organic residues in radish production. The experiment was conducted in the experimental area of the Agrometeorological Station of the Federal University of Ceará, Fortaleza, Brazil. The experimental design was a randomized block design, in 5 x 5 subdivided plots, with four replications and three plants per pot. In a protected environment, the primary treatments were five irrigation depths (30%; 60%; 90%; 120% and 150% of the reference evapotranspiration estimated by the Class “A” tank method), and the secondary treatments were a control and four types of fertilizers (mineral fertilizer, mineral fertilizer + vegetable ash; vegetable ash and biofertilizer + vegetable ash). The following response variables were analyzed: fresh tuber weight; dry mass of the tuber; tuber length; diameter of the tuber; fresh shoot mass; dry mass of shoots; leaf area and productivity. The best fertilizers for most of the answers are the combination of ash + mineral fertilizer and mineral fertilizer.

KEYWORDS: *Raphanus Sativus* L. Organic fertilization. Mineral fertilization

INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus Sativus* L.) tem sua origem na região mediterrânea, é uma olerícola pertencente à família das Brassicaceae (RODRIGUES *et al.*, 2013), de porte reduzido e raízes globulares, de coloração escarlate-brilhante e polpa branca (LINHARES *et al.*, 2010). As hortaliças apresentam, em geral, na sua composição elevados teores de vitaminas e sais minerais que são muito importantes para a saúde humana (CORTEZ, 2009).

O rabanete está sendo cada vez mais consumido, por ser rico em: fibras, vitamina C, vitamina A e minerais como fósforo e potássio. Em outras regiões do mundo, como na Europa e na Ásia, essa cultura já é bastante conhecida e valorizada. Ela é uma olerícola que pode ser consumida tanto crua em saladas como, também, cozida, e geralmente é utilizado o seu tubérculo de cor vermelha que se torna bem apetitoso ao paladar dos consumidores.

A produção de rabanete com fontes alternativas de adubos vem sendo cada vez mais utilizados por agricultores, no entanto as quantidades utilizadas são de forma mais empírica, sendo que colocar adubos orgânicos ou químicos em excesso pode prejudicar a cultura podendo levar até a senescência e morte da planta.

A aplicação de cinza em sistemas agrícolas apresenta uma oportunidade de repor parte

dos nutrientes que são retirados pelas culturas, podendo diminuir o uso de fertilizantes comerciais e o custo de produção (SANTOS 2012; BEZERRA, 2013).

Na busca de diminuir o custo de produção e contribuir para a redução do consumo das reservas naturais do planeta, muitas pesquisas foram desenvolvidas com o foco de diminuir ou substituir o uso de fertilizantes minerais por biofertilizantes ou fertilizantes naturais (VILLELA JÚNIOR *et al.*, 2003).

A região semiárida, além das baixas precipitações (inferiores a 900 mm ano⁻¹), apresenta também altas temperaturas durante todo o ano, baixas amplitudes térmicas, intensa insolação e altas taxas de evapotranspiração (ANA, 2016). Devido a esses fatores, é necessária a utilização de irrigação para o crescimento e desenvolvimento das plantas (CAVALCANTI *et al.*, 2015).

Objetivou-se com este trabalho, avaliar a relação entre lâminas de irrigação e adubos para definir um manejo de irrigação específico e verificar a viabilidade de aproveitamento de resíduos orgânicos que maximize a produção do rabanete sobre as condições edafoclimáticas do litoral cearense.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre dezembro de 2017 e janeiro de 2018 em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará (3° 44' 45" S; 38° 34' 55" W; e 19,5 m). O clima da região, conforme a classificação climática de Thornthwaite, é do tipo C2WA'a' (VIANA & AZEVEDO, 2008).

Os dados mensais de temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento, chuva e evaporação do Tanque Classe "A", durante experimento, constam na Tabela 1.

Tabela 1. Dados mensais de temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (U₂), chuva (PPT) e evaporação no Tanque Classe "A" (ECA)

| Mês | T (°C) | UR (%) | U ₂ (m s ⁻¹) | PPT (mm) | ECA (mm) |
|----------|--------|--------|-------------------------------------|----------|----------|
| Dezembro | 27,8 | 71 | 3,4 | 28,8 | 244,7 |
| Janeiro | 27,1 | 76 | 3,3 | 202,3 | 193,9 |

O solo utilizado no experimento é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura areia franca (EMBRAPA, 2006).

O sistema de irrigação instalado na área experimental foi do tipo gotejamento com gotejadores auto compensantes de 4 L h⁻¹.

O plantio foi realizado a céu aberto, com sementes de rabanete cultivar Cometa, em vasos de 25 L preenchidos com solo e areia na proporção de 2:1.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em arranjo de parcelas subdivididas 5 x 5, com quatro repetições e três plantas por vaso.

Os tratamentos primários foram cinco lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de referência estimada pelo método do Tanque Classe “A (Tabela 2).

Tabela 2. Lâminas de irrigação aplicadas durante o período experimental

| Estabelecimento das plantas (10 DAP) | Lâmina de irrigação (mm) | | | | |
|--------------------------------------|---|---------|---------|----------|----------|
| | Diferenciação dos tratamentos (11 a 30 DAP) | | | | |
| 100% ETo | 30% ETo | 60% ETo | 90% ETo | 120% ETo | 150% ETo |
| 41,52 | 28,82 | 57,65 | 86,47 | 115,30 | 151,48 |

DAP: dias após o plantio; ETo: evapotranspiração de referência

Os tratamentos secundários foram: testemunha e quatro tipos de adubos (Tabela 3).

Tabela 3. Tratamentos secundários compostos por quatro tipos de adubos e uma testemunha por vaso, Fortaleza, Ceará, 2017

| Tratamentos | N (g) | P ₂ O ₅ (g) | K ₂ O (g) | B (g L ⁻¹) | Biofertilizante (L) | Cinza (g) |
|------------------------------------|-------|-----------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|-----------|
| T0 = Testemunha | - | - | - | - | - | - |
| T1 = Mineral | 0,48 | 1,68 | 1,08 | 1,0 | - | - |
| T2 = Mineral + Cinza (1:1) | 0,24 | 0,84 | 0,54 | 1,0 | - | 150 |
| T3 = Cinza | - | - | - | - | - | 300 |
| T4 = Biofertilizante + Cinza (1:1) | - | - | - | - | 0,5 | 150 |

Fonte: Autora (2017).

O biofertilizante foi preparado com esterco fresco bovino e água, na proporção volumétrica de 1:1. Os componentes foram misturados em um reservatório de 300 L para que ocorresse a fermentação aeróbica. O composto ficou pronto em 20 dias, e após estar pronto foi realizada a análise química consta na Tabela 4.

Tabela 4. Composição de macro e micronutrientes do biofertilizante bovino de fermentação aeróbica

| N | P | K | Ca | Mg | S | Na | Fe | Cu | Zn | Mn |
|-------------------|-----|---|-----|------|--------------------|------|-------|------|------|-------|
| g L ⁻¹ | | | | | mg L ⁻¹ | | | | | |
| 0,72 | 1,4 | 1 | 2,5 | 0,75 | 0,31 | 0,28 | 141,6 | 1,92 | 68,2 | 14,72 |

A dose do biofertilizante bovino, estimada em 1 L por vaso, foi baseada nas necessidades de K₂O pelo rabanete (AQUINO *et al.*, 1993).

A cinza foi obtida a partir da queima da lenha de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) utilizada em fornos e submetida à análise química da cinza vegetal consta na Tabela 5.

Tabela 5. Composição de macro e micronutrientes da cinza vegetal

| N | P ₂ O ₅ | Zn | Cu | S | Fe | K ₂ O | Mg | B | Ca |
|--------------------------------|-------------------------------|------|----|------|--|------------------|------|---|------|
| ----- g kg ⁻¹ ----- | | | | | ----- cmol _c kg ⁻¹ ----- | | | | |
| 1,60 | 2 | 0,13 | 0 | 12,8 | 15,3 | 13,2 | 66,9 | - | 21,3 |

Após a colheita, realizada aos 31 DAP, foram analisadas as variáveis respostas: comprimento e diâmetro do tubérculo; área foliar; massas fresca e seca, do tubérculo, da parte aérea; e produtividade.

Os dados médios das variáveis respostas foram submetidos à análise de variância (teste F), análise de regressão (modelos linear e quadrático) e teste de médias (Tukey), a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, foram influenciadas somente pelo fator adubo (TABELA 06). A variável: diâmetro do tubérculo, por sua vez, foi à única influenciada pela interação entre os fatores lâmina de irrigação e adubo. Portanto, as lâminas de irrigação, isoladamente, não afetaram significativamente os componentes de produção.

Tabela 06. Resumo da análise de variância para a produtividade (PROD), área foliar (AF), diâmetro do tubérculo (DT), comprimento do tubérculo (CT), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do tubérculo (MFT), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca do tubérculo (MST) na cultura do rabanete, Fortaleza, Ceará, 2017

| FV | GL | QUADRADO MÉDIO | | | | | | | |
|-----------|----|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | PROD | AF | DT | CT | MFPA | MFT | MSPA | MST |
| Bloco | 3 | 83,89 ^{ns} | 5,77 ^{ns} | 42,93 ^{ns} | 134,32 ^{**} | 0,36 ^{ns} | 0,25 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,291 ^{ns} |
| Lâm (Li) | 4 | 323,62 ^{ns} | 3,27 ^{ns} | 41,87 ^{ns} | 35,59 ^{ns} | 0,15 ^{ns} | 0,98 ^{ns} | 0,005 ^{ns} | 0,159 ^{ns} |
| Erro 01 | 12 | 114,63 | 1,84 | 327,27 | 51,53 | 0,13 | 0,35 | 0,008 ^{ns} | 0,223 |
| Adubo (A) | 4 | 12.587 ^{**} | 272,03 ^{**} | 1.557 ^{ns} | 2.020 ^{**} | 14,76 ^{**} | 38,10 ^{**} | 0,908 [*] | 4,89 ^{**} |
| (Li x A) | 16 | 137,22 ^{ns} | 2,99 ^{ns} | 23,46 [*] | 27,96 ^{ns} | 0,07 ^{ns} | 0,41 ^{ns} | 0,009 ^{ns} | 0,181 ^{ns} |
| Erro 02 | 60 | 97,55 | 3,20 | 12,25 | 22,39 | 0,20 | 0,30 | 0,013 | 0,184 |
| CV1(%) | | 22,10 | 12,52 | 24,21 | 26,72 | 16,89 | 22,06 | 14,83 | 75,60 |
| CV2(%) | | 20,38 | 16,51 | 16,22 | 17,61 | 21,12 | 20,38 | 19,26 | 68,71 |
| Total | 99 | | | | | | | | |

Fonte: Autora (2017).

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação.

* = significativo a 5%; ** = significativo a 1% e ns=não significativo.

A não significância entre as lâminas de irrigação testadas pode está relacionada com a resistência da cultivar ao estresse hídrico, pois o rabanete é uma planta bastante rústica em relação às outras olerícolas.

Os valores médios das variáveis analisadas para a cultura do rabanete nesse experimento, em relação ao fator adubo, constam na Tabela 07.

Tabela 07. Valores médios das variáveis analisadas para a cultura do rabanete, em relação ao fator adubo, Fortaleza, Ceará, 2017

| Tratamento | Prod (kg ha ⁻¹) | AF (cm ²) | CT (mm) | MFPA (g) | MFT (g) | MSPA (g) | MST (g) |
|------------|-----------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
| T3 | 561 c | 54,90 c | 16,76 c | 1,72 c | 1,69 c | 0,14 c | 0,02 b |
| T0 | 594 c | 53,72 c | 17,01 c | 1,78 c | 1,79 c | 0,16 c | 0,02 b |
| T4 | 2.126 b | 101,20 b | 25,58 b | 3,38 b | 6,40 b | 0,27 b | 0,25 b |
| T2 | 5.220 a | 225,45 a | 38,44 a | 8,17 a | 17,42 a | 0,59 a | 1,11 a |
| T1 | 5.756 a | 205,92 a | 35,20 a | 9,85 a | 15,76 a | 0,70 a | 1,47 a |

Fonte: Autora (2017).

Médias sem letra ou com mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tratamento: T0: Testemunha, T1: Mineral, T2: Cinza + Mineral, T3: Cinza e T4: Biofertilizante + Cinza

Os tratamentos T2 (Cinza + Mineral) e T1 (Mineral) apresentaram os melhores resultados, com média para a produtividade de 5.488 kg ha⁻¹.

A produtividade pode ter sido um pouco mais baixa por ter sido desenvolvido em um ambiente protegido na estação chuvosa do ano onde diminuí os raios solares e aumenta as nuvens do céu e como no ambiente protegido já tem uma diminuição dos raios solares pode ter ocorrido uma diminuição na fotossíntese das plantas e conseqüentemente na produção das plantas de rabanete neste experimento.

Para a área foliar, os melhores adubos foram: a combinação cinza + mineral (tratamento T2) e o adubo mineral (tratamento T1). Para esses tratamentos, T2 (Cinza + Mineral) e T1 (Mineral), a área foliar do rabanete foi em média de 215,69 cm², sendo essa média 208% maior do que a média alcançada entre os tratamentos T3 (Cinza), T0 (Testemunha) e T4 (Biofertilizante + Cinza). Ainda assim, observa-se que esses resultados encontram-se abaixo dos encontrados no estudo de Sousa *et al.* (2016), que utilizaram a cultivar cometa de rabanete, e alcançaram área foliar de 140 cm² na mesma região deste estudo. É importante levar em conta que a redução da área foliar pode ser um mecanismo para a defesa das plantas quando submetidas a estresses hídrico, nutricional ou salino. Com isso, ocorre uma redução da transpiração das plantas e, conseqüentemente, redução na área foliar (SILVA *et al.*, 2011).

Os melhores tratamentos foram, para quase todas as variáveis, a combinação cinza + mineral e o adubo mineral. Isso pode indicar uma vantagem para os produtores convencionais, que só utilizam adubos químicos, no sentido de diminuir sua utilização em 50% em uso de adubos minerais. A utilização de adubos orgânicos deve diminuir a compra de fertilizantes minerais e, conseqüentemente, os custos de produção. Este trabalho mostrou que é possível buscar outras fontes alternativas de fertilizantes, muitas vezes tiradas das próprias fazendas.

O diâmetro do tubérculo (DT) do rabanete, em função da interação da lâmina de irrigação e os diferentes adubos, pela análise de regressão, se ajustaram ao modelo polinomial quadrático e linear crescente com valores do coeficiente de determinação de: R² 0,98 e 0,74, respectivamente (Figura 1).

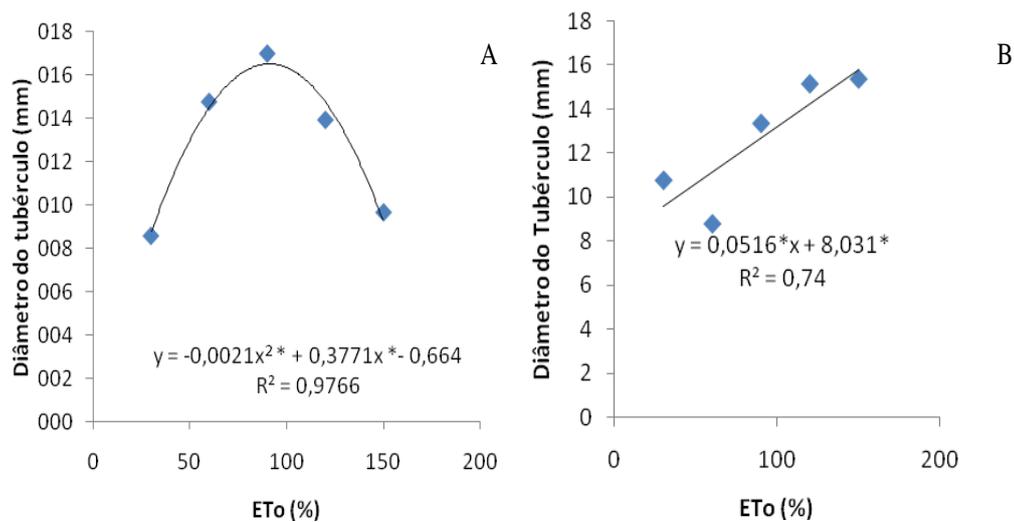


Figura 1. Diâmetro do tubérculo (DT) da cultura do rabanete, em função da lâmina de irrigação dentro dos tratamentos testemunha (A) e cinza (B), Fortaleza, Ceará, 2017

A junção do adubo mineral e a cinza pode ser uma alternativa para a utilização da cinza, que ainda é um resíduo desperdiçado em algumas situações.

Os resultados positivos alcançados com a junção do adubo mineral + cinza ocorreram por que a cinza é rica em nutrientes, principalmente potássio e cálcio. A cinza vegetal tem o potencial de ocupar parte das atribuições dos fertilizantes minerais, reduzindo os custos e aumentando a produtividade.

Bonfim-Silva *et al.* (2011) afirmam que se houver uma substituição de parte dos fertilizantes químicos por outros naturais, pode-se reduzir a exploração de petróleo e fertilizantes químicos extraídos de rochas, ambos de longos ciclos geológicos.

CONCLUSÕES

Para a cultura do rabanete, nas condições deste estudo, os melhores resultados foram obtidos com o biofertilizante + mineral e com o adubo mineral. E as melhores lâminas de irrigação dentro dos tratamentos testemunha e cinza foram a lâmina de 90% e 150% ETo.

A união de adubos minerais e orgânicos se torna uma boa alternativa para a melhoria física, química e biológica do solo na produção de rabanete e uma economia de adubos químicos que muitas vezes pesa no custo de produção para o produtor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos**: Informe 2016. Agência Nacional de Águas – Brasília (Brasil): ANA, 2016.95p.

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. A.; COSTA, R. I. da.; UCHOA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993. 248 p.

BEZERRA, M. D. L. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante no cultivo de capim-marandu em solos do cerrado mato-grossense**. (2013). 63f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Campus Universitário de Rondonópolis, Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis, Mato Grosso, 2013.

BONFIM-SILVA, E.M; SILVA, T.J.A.; SANTOS, C.C.; CABRAL, C. E. A.; SANTOS, I. B. Características produtivas e eficiência no uso de água em rúcula adubada com cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.13, p 178 – 186, 2011.

CAVALCANTI, N. M. da S.; DUTRA, A. F.; de MELO, A. S.; DA SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; JUNIOR, E. D. S. N. Aspectos Agronômicos do meloeiro ‘mandacaru’ cultivado em ambiente protegido sob irrigação. **IRRIGA**, v. 20, n. 2, p. 261 – 272, 2015.

CORTEZ, J. W. M. **Esterco de bovino e nitrogênio na cultura de rabanete**. 2009. 76 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 306 p.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; OLIVEIRA, B. S.; HENRIQUES, G.P.S.A.; MARACAJÁ, P. B. Produtividade de Rabanete em Sistema Orgânico de Produção. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel**, 5: p 94 – 101, 2010.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C; TEIXEIRA, A. das G.; REIS, E. F dos.; HOTT, M. de O. Produção de rabanete em diferentes disponibilidades de água no solo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2122, 2013.

SANTOS, C. C. dos. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante para os capins Marandu e Xaraés**. 2012. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2012.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.383 – 389, 2011.

SOUSA, G. G de.; RODRIGUES, V. dos S.; VIANA, T. V. de A.; SOUSA, G. L de.; NETO, M. D. O. R.; AZEVEDO, B. M de. Irrigação com água salobra na cultura do rabanete em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 6, p. 1065 – 1074, 2016.

VIANA, T. V. de A.; AZEVEDO, B. M. de. **Meteorologia e climatologia agrícolas**. Fortaleza: UFC, 2008. 194 p. (Apostila).

VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAÚJO. J. A. C.; FACTOR. T. L. Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 153 – 157, abr.-jun 2003.