

AMÉRICO FASCIO LOPES FILHO

**DEMANDA HÍDRICA E PRODUTIVIDADE DA CEBOLA
IRRIGADA, CULTIVADA EM SISTEMA CONVENCIONAL E
ORGÂNICO NO NORTE DA BAHIA**

Dissertação apresentado a
Universidade Federal do Vale do
São Francisco – UNIVASF, *Campus*
Juazeiro, como requisito para da
obtenção do título de Mestre.

Profº Orientador: Profº Dr. Mário de
Miranda V. B. R. Leitão

Profª Co-orientadora: Profª Drª.
Gertrudes Macário de Oliveira

JUAZEIRO/BA

2013

	Lopes Filho, Américo Fascio
L864d	Demanda hídrica e produtividade da cebola irrigada, cultivada em sistema convencional e orgânico no Norte da Bahia / Américo Fascio Lopes Filho. – Juazeiro/BA, 2013.
	xii, 86f.: il.; 29 cm.
	Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, <i>Campus</i> Juazeiro, Juazeiro, Juazeiro/BA, 2013.
	Orientador: Prof Dr. Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão.
	1. <i>Allium cepa</i> L. 2. Manejo de água. 3. Evapotranspiração. 4. Irrigação agrícola I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco
	CDD 631.587

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecário (a): Maria Betânia de Santana da Silva CRB4-1747.

Aos meus queridos pais Américo Fascio Lopes e Denise Maria Gomes Lopes (*in memoriam*) por todos os ensinamentos dos princípios, dignidade e bondade na vida.

MINHA HOMENAGEM

À minha Esposa Keyla e minha filha
Valentina, com amor e carinho.

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela infinita e eterna bondade.

Às minhas irmãs Lara, Adriana e Fernanda pelo apoio e incentivo para cursar esta Pós-Graduação.

Ao amigo e colega Delfran Batista dos Santos e à amiga Delka (IFBAIANO), pelo infinito apoio para realização desta Pós-Graduação e constante estímulo profissional.

Ao amigo e colega Dr. Fernando Albiani Alves (SENAR) pelo constante apoio e incentivo profissional, inclusive para superação dos momentos mais difíceis da minha trajetória profissional.

Ao Prof^o José Fernandes de Melo (UFRB) e ao Prof^o João Luis Feitosa (IFBAIANO) pelo estímulo profissional.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola por tantos e preciosos ensinamentos.

Ao meu novo amigo e colega do curso de Pós-graduação Wagner e à minha nova amiga e colega Mayara pelos constantes conselhos durante o curso.

Aos meus novos amigos do Laboratório de Meteorologia Hudson, Manoel e Catarino (UNIVASF) pelas incansáveis sugestões neste trabalho.

Aos bolsistas Adheilton, Iraí, Emanuele, Pedro e Regiane (UNEB) e ao S. Lusimar (Laboratório - UNEB) que com empenho e comprometimento ajudaram na realização deste trabalho.

Ao Prof^o Ruy de Carvalho Rocha (Diretor da DTCS/UNEB) e ao Pesquisador Dr. Carlos Antônio F. Santos (EMBRAPA), pelo apoio para a realização da Pesquisa.

Em especial, ao meu Orientador Prof^o Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão e Co-orientadora Prof^a Gertrudes Macário de Oliveira pela realização da pesquisa, orientação, ensinamentos e paciência.

Pai: conceda-me serenidade para aceitar as coisas que não posso mudar, coragem para mudar àquelas que posso e sabedoria para reconhecer a diferença.”

(Chico Xavier)

LOPES FILHO, A. F. **Demanda hídrica e produtividade da cebola irrigada, cultivada em sistema convencional e orgânico no Norte da Bahia.** 2013. 86f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Juazeiro-BA.

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivos determinar o coeficiente de cultivo (K_c) para cada estágio de desenvolvimento da cebola irrigada, assim como, avaliar o consumo hídrico e sua produtividade, cultivada em sistema convencional e orgânico no Norte da Bahia através de metodologias adequadas às condições climáticas da região. A pesquisa foi conduzida no campo experimental do DTCS/UNEB, *Campus Juazeiro/BA* (latitude 09° 24' 50"S; longitude 40° 30' 10"W e altitude de 368 m) em duas campanhas experimentais: a primeira realizada de abril a setembro de 2011 com Sistema de Cultivo Convencional (SCC) e a segunda entre outubro de 2012 e janeiro de 2013 com Sistema de Cultivo Orgânico (SCO). A área experimental tem 1044 m² e um sistema de irrigação por gotejamento, com gotejadores espaçados em 30 cm. Os canteiros tinham 0,40 m de largura; 40 m comprimento e 0,20 m de altura. A cultivar utilizada foi a 'BRS Alfa São Francisco', recomendada pela EMBRAPA Semiárido para o cultivo no segundo semestre na região. Nas duas campanhas experimentais, o delineamento utilizado foi em blocos casualizados com três tratamentos e sete repetições. Os tratamentos foram: Método do Evapotranspirômetro (MEVA); Método do Tanque Classe A (MTCA) e Método Penman-Monteith (MP&M) FAO. Os resultados indicam que a produtividade da cebola no SCC superou à média brasileira para o MTCA e MP&M. Em contrapartida, para o SCO foi inferior, possivelmente, devido ao tempo insuficiente para estabilidade dos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo. O K_c encontrado nos dois sistemas de cultivo, orgânico e convencional, no MTCA foram bem próximos daqueles determinados pelo método MP&M. Não houve diferença significativa de produtividade entre os tratamentos, nos dois sistemas de cultivo. Recomenda-se para a região Norte da Bahia, o manejo de irrigação baseado no MTCA, com o K_p calculado *in situ*.

Palavras-Chaves: *Allium cepa* L. Manejo de água. Evapotranspiração. Irrigação agrícola.

LOPES FILHO, A. F. **Water demand and productivity of irrigated onions grown in organic and conventional systems in Northern Bahia.** 2013. 86f. Dissertation. (Masters in Agricultural Engineering). Federal University of Vale do São Francisco - UNIVASF. Juazeiro-BA.

ABSTRACT

This research aimed to determine the crop coefficient (K_c) for each stage of development of irrigated onions, as well as to assess the water consumption and productivity, grown in conventional and organic system in North Bahia through appropriate methodologies to the climatic conditions of the region. The research was conducted in the experimental field of the DTCS/UNEB, Campus Juazeiro/BA (latitude 09° 24' 50" S, longitude 40° 30' 10" W and altitude of 368 m) in two experimental campaigns: The first held from April to September 2011 with Conventional Farming System (CMS) and the second between October 2012 and January 2013 with Organic Cultivation System (SCO). The experimental area is 1044 m² and an irrigation drip emitters spaced on 30 cm. The beds were 0,40 m wide, 40 m long and 0,20 m high. The cultivar used was 'BRS Alpha San Francisco', recommended by EMBRAPA Semiarid for cultivation in the region in the second half. In both experimental campaigns, the design was a randomized block design with three treatments and seven replications. The treatments were: Method Evapotranspirômetro (MEVA); Method Class A pan (MTCA) and Penman - Monteith method (MP&M) FAO. The results indicate that the productivity of onion in SCC exceeded the national average for the MTCA and MP & M. In contrast, for the SCO was lower, possibly due to insufficient time for stability of physical, chemical and biological aspects of soil. The K_c found in both cropping systems, organic and conventional, ON MTCA were very close to those determined by the MP&M method. There was no significant difference in yield between treatments in both cropping systems. It is recommended for the northern region of Bahia, an irrigation scheduling based on MTCA, with K_p calculated in situ.

Key Words: *Allium cepa* L. Water management. Evapotranspiration. Agricultural irrigation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Vista da área experimental e dos evapotranspirômetros. 30
- Figura 2** – Lisímetro de lençol freático constante. 31
- Figura 3** – Tanque Classe A sobre lastro de madeira e seu poço tranquilizador na Estação Meteorológica do Campus III da UNEB, em Juazeiro, BA. 31
- Figura 4** – Croqui dos canteiros definitivo. 33
- Figura 5** – Ilustração do processo de transplante das mudas para os canteiros: a - Cultivo Convencional; e b - Cultivo Orgânico. 33
- Figuras 6** – Foto do cultivar ‘BRS Alfa São Francisco’. 34
- Figura 7** – Sistema de irrigação por gotejamento: a - Cultivo Convencional; e b - Cultivo Orgânico. 35
- Figura 8** – Canteiros de produção de mudas em Sistema de Cultivo Convencional. 36
- Figura 9** – Imagens da formação de canteiros em Sistema de Cultivo Convencional. 36
- Figura 10** – Processo de cura da cebola: a - ao sol; e b - armazenamento à sombra. 37
- Figura 11** – Classificação de bulbos de cebola: a - na mesa classificadora; e b - detalhe da classificação de bulbos. 38
- Figura 12** – Estação Meteorológica Automática: a - vista geral; e b - alguns equipamentos. 39
- Figura 13** – Net-radiômetros: a - em cada área de estudo e estações meteorológicas automáticas; e b - net-radiômetros dentro do evapotranspirômetro. 39
- Figura 14** – Canteiros de produção de mudas em Sistema de Cultivo Orgânico. 40
- Figura 15** – Imagens de algumas espécies de plantas que compuseram a adubação verde: a - leguminosa; b - gramínea; e c - girassol. 41
- Figura 16** – Cobertura morta: a - formação do “mulch”; e b - incorporação da adubação verde no solo. 41
- Figura 17** – Preparo dos canteiros: a – área após escarificação cruzada; e b -

canteiros.	41
Figura 18 – Eliminação de plantas espontâneas: a - estágio inicial de plantio; e b - estágio de bulbificação.	42
Figura 19 – Processo de cura na cebola: a – exposta ao Sol; e b – armazenada à sombra.	43
Figura 20 – Classificação de bulbos: a - identificação; b - peso; e c - diâmetro.	43
Figura 21 – Temperatura do ar para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.	47
Figura 22 – Fluxo de calor no solo para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.	48
Figura 23 – Radiação Global para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.	48
Figura 24 – Albedo médio diário para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.	49
Figura 25 – Radiação emitida pela superfície para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.	50
Figura 26 – Saldo de Radiação para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.	50
Figura 27 – Evapotranspiração da cultura da cebola para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.	51
Figura 28 – Temperatura média diária ($T_{\text{méd}}$) do ar ocorrida no período de Cultivo Orgânico da cebola.	56
Figura 29 – Umidade relativa média do ar durante o ciclo do Cultivo Orgânico da cebola.	57
Figura 30 – Velocidade média do vento a 2 m de altura no Cultivo Orgânico da cebola.	57
Figura 31 – Fluxos radiativos médios diários de Radiação global (R_g) e Saldo de radiação (R_n), durante o Cultivo Orgânico da cebola.	58
Figura 32 – Evapotranspiração média diária durante o Cultivo Orgânico da cebola.	58
Figura 33 – Distribuição proporcional de peso para cada classe (kg) por tratamento.	60
Figura 34 – Peso total das classes (kg) por tratamentos.	60

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Diâmetro médio e peso médio de bulbos de cebola para as diferentes classes e tratamentos em Sistema de Cultivo Convencional: MEVA; MTCA; e MP&M. Juazeiro, BA, 2011. 52

Tabela 2 – Duração dos estádios de desenvolvimento da cebola, Juazeiro, BA, 2011. 53

Tabela 3 – Evapotranspiração média diária da cultura (ET_c), evapotranspiração média diária de referência (ET_o) determinada pelos MTCA e MP&M, e coeficientes de cultura (K_c) para os diferentes estádios de desenvolvimento da cebola. Juazeiro, BA, 2011. 53

Tabela 4 – Produtividade total (P_{Tot}), Produtividade comercial (P_{Com}), Lâmina total (L_{Tot}), Eficiência do uso da água (EUA), sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável total (ATT) para os diferentes tratamentos: MEVA; MTCA; e MP&M. Juazeiro, BA, 2011. 55

Tabela 5 – Diâmetro médio e peso médio de bulbos para as diferentes classes e tratamentos: MEVA; MTC; e MP&M. Juazeiro, BA, 2013. 59

Tabela 6 – Duração de cada estágio de desenvolvimento da cebola. Juazeiro, BA, 2013. 61

Tabela 7 – pH, sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), Acidez Titulável (ATT) e Pungência para os diferentes tratamentos: MEVA;MTC; e MP&M. Juazeiro, BA, 2013. 62

Tabela 8 – Evapotranspiração média diária da cultura (ET_c), evapotranspiração média diária de referência (ET_o) determinada pelos MTCA e MP&M e coeficientes de cultura (K_c) para os diferentes estádios de desenvolvimento da cebola. Juazeiro, BA, 2013. 63

Tabela 9 – Produtividade total (P_{Tot}), Produtividade comercial (P_{Com}), Lâmina total (L_{Tot}), Eficiência do uso da água (EUA) e produtividade média por classe de bulbo (PMCB) para os diferentes tratamentos: MEVA; MTCA; e MP&M. Juazeiro, BA, 2013. 65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AOAC** – Associação Oficial de Químicos Agrícolas
- ANA** – Agência Nacional de Águas
- DBC** – Delineamento em Blocos Casualizados
- DTCS** – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- ET_o** – Evapotranspiração de referência
- ET_c** – Evapotranspiração da cultura
- FBN** – Fixação Biológica de Nitrogênio
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPA** – Instituto Agrônomo de Pernambuco
- FAO** – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
- K_c** – Coeficiente de cultivo
- RY** – Neossolo Flúvico
- SEI** – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
- SCC** – Sistema de Cultivo Convencional
- SCO** – Sistema de Cultivo Orgânico
- SPD** – Sistema Plantio Direto
- SST** – Sólidos solúveis totais
- UNEB** – Universidade do Estado da Bahia
- UNIVASF** – Universidade Federal do Vale do São Francisco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Aspectos gerais da cultura da cebola	17
2.2. Região de estudo e suas características	18
2.3. Cultivo da cebola e irrigação	19
2.4 Cultivo convencional e orgânico da cebola	23
3. OBJETIVOS	29
3.1 Objetivo geral	29
3.2 Objetivos específicos	29
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Localização e características da área experimental	30
4.2 Delineamento experimental	32
4.3 Condução do experimento	32
4.4 Cultivo Convencional	35
4.4.1 Variáveis analisadas	38
4.4.2 Observações microclimáticas	38
4.4.3 Análises estatísticas	40
4.5 Cultivo Orgânico	40
4.5.1 Variáveis analisadas	43
4.5.2 Observações microclimáticas	44
4.6 Estimativas das exigências hídricas da cultura	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 Cultivo Convencional	47
5.1.1 Variáveis microclimáticas	47
5.1.2 Produtividade	51
5.2 Cultivo Orgânico	55
5.2.1 Variáveis climatológicas	55
5.2.2 Produtividade	59
6. CONCLUSÃO	66
7. REFERÊNCIAS	68
8. ANEXOS	81
8.1 Anexo A	81
8.2 Anexo B	82
8.4 Anexo C	83
8.5 Anexo D	84
8.6 Anexo E	85
8.7 Anexo F	86

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da cebola (*Allium cepa* L.) no Brasil tem importância socioeconômica, uma vez que cultivada por pequenos agricultores a necessidade de mão-de-obra é grande, gerando emprego e renda. Já na agricultura empresarial, a cebola tem importância significativa na geração de empregos de forma direta e indireta, sendo esta cultura, uma das mais importantes do ponto de vista econômico e a segunda hortaliça mais valiosa do mundo, atrás apenas de tomate (ABDELMAGEED, 2013).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), o Brasil, em 2012 obteve uma produção de 1.444.146 toneladas de cebola em uma área de 58.496 hectares, alcançando um rendimento médio de 24,7 t ha⁻¹. A produtividade média obtida no Nordeste foi de 25,7 t ha⁻¹, cuja produção representa 21,7% da produção nacional. Os Estados da Bahia e Pernambuco são os maiores produtores do Nordeste com produtividade média de 29,1 e 20,4 t ha⁻¹, respectivamente.

A cebola é cultivada em vários Estados brasileiros: Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Paraná. Os Estados da Bahia e Pernambuco são grandes produtores de cebola, principalmente, a região do Vale do São Francisco. Cidades como Belém do São Francisco e Cabrobó, em Pernambuco, Casa Nova, Juazeiro e Sento Sé, na Bahia, são produtoras importantes, mas também outras cidades desta Região contribuem para elevar a produção desta olerácea. No entanto, o Brasil não é autossuficiente na produção de cebola. O alto consumo deste bulbo durante o ano, associado às menores safras em algumas regiões produtoras, em determinados períodos do ano, torna essencial sua importação, principalmente da Argentina, Holanda e Espanha (SCHMITT, 2010).

Em razão das peculiaridades do clima e do solo, o cultivo da cebola no semiárido objetivando elevadas produções, é dependente de práticas de irrigação. Para Grangeiro et al. (2008), as condições edafoclimáticas do Nordeste apresenta grandes vantagens quando comparada com as demais regiões do país, uma vez que permite o plantio durante todo o ano. Portanto, no polo agrícola do Vale do São Francisco, onde está inserida a região Norte da Bahia, o cultivo da cebola pode ser realizado durante todo o ano. Entretanto, o sistema de cultivo convencional

associado ao baixo nível tecnológico, o uso de sistema de irrigação de baixa eficiência de aplicação de água e cultivares com baixo potencial genético, faz com que a região apresente baixos índices de produtividade.

Produtores assentados por programas governamentais na comunidade de Salitre, Juazeiro, Bahia, estão empregando o Sistema de Plantio Direto (SPD), com uso de irrigação por gotejamento, o que os fazem obter maiores produtividades. Esta técnica já vem sendo usada no cultivo de batata inglesa e cebola na região da Chapada Diamantina e no cultivo de cebola em Irecê, na Bahia, por médios e grandes produtores agrícolas. No entanto, apesar da expansão no cultivo desta hortaliça, são poucas as informações acerca das suas reais necessidades hídricas, para subsidiar o manejo da irrigação visando promover maiores rendimentos. O déficit hídrico é um fator limitante da produção agrícola, no caso da cultura da cebola, por ser uma olerícola que tem sistema radicular superficial e sensível ao estresse hídrico (SHOCK et al., 1998), necessita de irrigações frequentes (KORIEEM et al., 1994).

O manejo da irrigação, assim como a escolha do sistema de irrigação a ser utilizado, depende das condições climáticas da região (saldo de radiação, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento) e das características físico-químicas do solo (KUMAR et al., 2007).

O conhecimento dos fatores climáticos é de fundamental importância para o manejo adequado da irrigação. Estes fatores permitem estimar a evapotranspiração, que representa as perdas de água por uma cultura, em um determinado local, através da evaporação do solo e da transpiração das plantas. Neste contexto, a temperatura do ar está intimamente relacionada à radiação solar e correlaciona-se positivamente com a evaporação e a evapotranspiração, uma vez que este último afeta diretamente a demanda hídrica da planta. Conforme a equação de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), a umidade do ar e a evapotranspiração tendem a ter correlação negativa.

Sob o aspecto de irrigação localizada por gotejamento, mesmo para sistema de cultivo convencional, na região norte do Estado da Bahia existe poucos estudos para determinar a lâmina adequada para a cultura da cebola e em sistema de cultivo orgânico muito menos ainda.

A transferência de vapor d'água para a atmosfera da superfície do solo e pelos processos transpiratórios das plantas (transpiração) dá-se o nome de

evapotranspiração. A evapotranspiração depende, dentre outros fatores, das condições atmosféricas, da espécie vegetal, do estado fitossanitário, da idade e fase de desenvolvimento da cultura. Por outro lado, o coeficiente de cultivo (K_c) representa uma integração dos efeitos de quatro características primárias que distinguem uma cultura específica de referência, tais como: altura, albedo, propriedades aerodinâmicas e da folha e evaporação do solo (ALLEN et al., 1998). Quando se busca altas produtividades, o conhecimento da fenologia da cultura e da evapotranspiração de referência (E_{To}), associados às condições climáticas da região são fatores determinantes na implantação de um projeto de irrigação e do manejo adequado da água de irrigação.

Existem diversos métodos de estimativa da evapotranspiração de cultivos, os quais constituem basicamente dois grupos: métodos diretos e métodos indiretos. O primeiro caracteriza-se pela determinação da evapotranspiração diretamente na área, destacando-se os lisímetros e o método do balanço de água no solo. Já os métodos indiretos, se caracterizam por terem a evapotranspiração estimada através do Tanque Classe A, ou pelo uso de equações empíricas, ou modelos matemáticos, que utilizam dados meteoro-climático-fisiológicos. Dentre os métodos indiretos, dois são parametrizados pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), os quais são comumente utilizados: método do Tanque Classe A (método empírico) e o método de Penman-Monteith, uma combinação do método aerodinâmico associado ao método do balanço energético.

Por outro lado, o emprego de lisímetros ou evapotranspirômetros para estimativa da evapotranspiração direta é bastante comum em trabalhos de pesquisa. Contudo, a determinação da evapotranspiração de forma direta em propriedades agrícolas torna-se difícil, complexa e, às vezes, financeiramente inviável. Portanto, sendo a água um dos mais importantes fatores limitantes na produção agrícola, a implantação de um projeto de irrigação para o cultivo de cebola, é algo fundamental, e ainda que oneroso, compensa, pois as respostas são favoráveis, haja vista que cultivos irrigados alcançam produtividades bem superiores às obtidas em sequeiro.

Por fim é importante atentar para o fato de que, nos dias atuais, a procura de produtos de origem agroecológica pelos consumidores brasileiros está cada vez maior, uma vez que tanto o manejo do cultivo como os produtos colhidos precisam apresentar algumas especificidades que agradam os consumidores, tais como: menor efeito na degradação ambiental; serem produtos livres de agroquímicos;

apresentar melhor qualidade; entre outras. Por outro lado, a transição da agricultura convencional para a agricultura orgânica, contempla uma série de transformações quanto aos aspectos físico, químico e biológico do solo, que demandam tempo para condicionar a fertilidade do solo.

Diante do exposto, buscando alcançar a máxima eficiência de irrigação e racionalizar o uso da água na produção da cebola, este trabalho tem como objetivos determinar o coeficiente de cultivo (K_c) para cada estágio de desenvolvimento da cebola irrigada, assim como, avaliar a demanda hídrica e a produtividade da cultura da cebola em cultivo convencional e orgânico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da cultura da cebola

A cebola é largamente cultivada e consumida há mais de 5.000 anos pelos hindus, egípcios, gregos e romanos da antiguidade, pertencendo à família Alliaceae é originária da Ásia Central, especialmente do noroeste da Índia e do Afeganistão. Caracteriza-se por ser uma espécie polimórfica que exibe diferenças quanto à cor e nível de cerosidade das folhas, ao formato, tamanho e cor dos bulbos, e à reação ao comprimento do dia (MELO, 2007). A cebola é uma planta herbácea com cerca de 60 cm de altura que apresenta folhas grandes dispostas alternadamente em duas fileiras, podendo ser cerosas ou não. O caule verdadeiro está localizado abaixo da superfície do solo, sendo este um disco compacto com formato cônico, situado na base inferior do bulbo de onde partem as raízes. As bainhas foliares formam um pseudocaule cuja parte inferior é o próprio bulbo (FILGUEIRA, 2008). Devido às suas propriedades terapêuticas e características específicas quanto ao sabor, aroma e pungência, o bulbo é consumido em todos os continentes, compondo os mais diversos pratos da culinária mundial. A cebola é consumida *in natura* na forma de saladas, desidratada, processada e industrializada, dá origem a uma gama de produtos usados como condimentos na alimentação humana (COSTA & RESENDE, 2007).

Fisiologicamente, a cebola é uma espécie que necessita de dias longos para bulbificar, ou seja, dias com duração superior a 10 horas de luz. Para fotoperíodos acima do exigido pela cultivar, a taxa de bulbificação é intensificada por temperaturas altas (VINNE, 2006; STEER, 1980). A intensidade luminosa e o espectro de radiação também exercem influência no tamanho e no ciclo da cultura (AUSTIN, 1972; SOBEIH & WRIGHT, 1987). Sob fotoperíodos muito curtos, as plantas não mostram sinais de bulbificação, mesmo após períodos longos de crescimento. A temperatura do solo, particularmente as extremas, influencia negativamente, na germinação, crescimento e desenvolvimento das raízes, velocidade e duração do crescimento das plantas e ocorrência e severidade de doenças. A temperatura do ar tem uma importância preponderante sobre o

crescimento e desenvolvimento das plantas, já que muitos processos bioquímicos e fisiológicos ocorrem entre 0 e 40°C (VIEIRA & PICULI, 2009). Temperaturas acima de 35°C na fase inicial de crescimento podem provocar a bulbificação precoce indesejável e temperaturas inferiores a 10°C podem induzir o florescimento prematuro ("*bolting*"), que é indesejável, quando se visa à produção comercial de bulbos. (RESENDE et al., 2007).

Segundo a FAO (2011), China, Índia e os EUA são os principais produtores mundiais de cebola, representando 51,6% da produção mundial. No contexto continental, o Brasil é o maior produtor de cebola da América Latina (MELO, 2007); apesar disso, sua produtividade ainda é muito baixa (24,7 t ha⁻¹) quando comparado a outros países, como: Coreia do Sul (66,2 t ha⁻¹), Estados Unidos (56,1 t ha⁻¹), Espanha (55,2 t ha⁻¹), Austrália (53,9 t ha⁻¹), Holanda (51,6 t ha⁻¹) e Japão com produtividade de 46,6 t ha⁻¹ (FAO, 2011).

A interação entre temperatura e fotoperíodo favorece a formação de bulbos, sendo o fotoperíodo o fator mais importante, já que determina os limites de adaptação das diferentes cultivares. Clima quente e seco favorece a perfeita maturação do bulbo e a colheita. O efeito da baixa temperatura no florescimento é preponderante (FILGUEIRA, 2008).

A precipitação pluviométrica e a umidade do ar exercem efeito no desenvolvimento dos bulbos e estrutura floral, podendo afetar o estado fitossanitário e a qualidade dos bulbos na colheita. O excesso de chuva durante qualquer estágio de desenvolvimento, principalmente no estágio final de maturação da cebola, prejudica a produção, causando apodrecimento dos bulbos. Umidade relativa elevada proporciona o desenvolvimento de patógenos foliares e, em condições severas, aumenta o custo de produção, podendo inclusive inviabilizar totalmente a produção (RESENDE et al., 2007).

2.2. Região de estudo e suas características

A região Nordeste do Brasil, com 18,2% do território nacional, comporta a maior parte do semiárido brasileiro, cuja vegetação predominante é a caatinga, apresentando importância socioeconômica relevante para o Nordeste e para o país.

Segundo dados extraídos do XII Recenseamento Geral do Brasil do Censo Demográfico 2010, publicado pelo IBGE (2012), a região semiárida engloba 1.135 municípios, distribuídos no espaço geográfico de nove unidades da Federação: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais, totalizando uma extensão territorial de 980.133,079 km², com população de 22.598.318 habitantes, superior as das regiões Norte e Centro-Oeste, e representando, aproximadamente, 12% da população brasileira.

Segundo a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI (2012), a região Norte da Bahia é composta pelos municípios de Campo Alegre de Lourdes, Canudos, Casa Nova, Curaçá, Juazeiro, Pilão Arcado, Remanso, Sento Sé, Sobradinho e Uauá. Esses municípios encontram-se no semiárido, caracterizado por apresentar forte insolação, temperaturas relativamente altas, chuvas escassas e irregulares, concentradas em um curto período, em média de três a quatro meses (SÁ & SILVA, 2010). Segundo Costa (2006), a localização geográfica do Nordeste, próxima ao Equador, confere a esta região elevados índices de insolação, em torno de 3.000 horas por ano de brilho solar.

De acordo com o Projeto Áridas (1994), a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco disponibiliza mais de 85 bilhões de metros cúbicos de água, dos quais, cerca de 65% encontram-se nos reservatórios de Sobradinho (34,116 bilhões), Itaparica (11,782 bilhões), Xingó (3,800 bilhões), Moxoró (1,226 bilhões) e Boa Esperança (5,085 bilhões); contudo, devido às dimensões regionais, esse volume só atende às famílias localizadas próximas a esses reservatórios. Já em relação às águas subterrâneas, estas são limitadas, devido ao fato de que 70% da região semiárida a estar localizada sobre um embasamento geológico cristalino (SILVA, 2010).

2.3. Cultivo irrigado da cebola

A eficiência do uso da água é uma necessidade imperiosa, segundo dados do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, da Agência Nacional de Águas (ANA, 2012), a irrigação é responsável pela maior parcela de vazão de retirada com 54% do total, enquanto o abastecimento urbano usa 22%, a indústria

17%, o consumo animal 6%, e o abastecimento rural apenas 1%. Portanto, a agricultura irrigada apresenta o maior consumo de água entre os diversos usuários deste recurso natural, chegando, em muitos países, a constituir 80% do consumo total. No Brasil, estima-se que mais da metade da água consumida é usada na agricultura irrigada. Logo, apresenta grande impacto na disponibilidade hídrica, uma vez que grandes demandas de água são alocadas principalmente para as regiões onde se verificam altas concentrações de áreas irrigadas. Deste modo, especial atenção deve ser dada a essas regiões quanto ao gerenciamento da água, uma vez que, segundo Carvalho et al., (1998), além da alta demanda hídrica, a maioria dos projetos envolvendo recursos hídricos, em todo o mundo, não tem alcançado o nível desejado de produtividade, devido, basicamente, às dificuldades operacionais encontradas no campo, as quais, não são levadas em consideração durante o planejamento.

O manejo inadequado da irrigação incorre em prejuízos relativos a gastos excessivos com adubos, devido a lixiviação e escoamento superficial ou subsuperficial, “*run off*”, de nutrientes, trazendo como consequência a baixa disponibilidade destes à planta. Incide, ainda, em gasto com energia, devido ao desnecessário bombeamento de água, salinização do solo, implicando em maiores gastos com o cultivo e menor retorno econômico, dentre outras complicações (VILAS BOAS, 2010). Para Costa et al. (2004), este fato é agravado em regiões áridas e semiáridas, devido a pouca nebulosidade, baixos índices de umidade relativa do ar e pluviométrico, evaporação e evapotranspiração elevadas, solos propícios à salinização e problemas de drenagem.

A cultura da cebola, conforme relatam muitos autores é extremamente dependente da disponibilidade da água (SANTA OLALLA et al., 1994; ABU AWWAD, 1996; SAHA et al., 1997; KORIEM et al., 1999; SHOCK et al., 2000; AYAS & DEMIRTAS, 2009; VILAS BOAS et al., 2012). Essa dependência se deve, principalmente, às raízes dos bulbos, já que apresentam cerca de 90% de água, com enraizamento superficial e pouco desenvolvido (COSTA et al., 2007; SHOCK et al., 1998). De acordo com Anisuzzaman et al., (2009) e Koriem et al. (1994), a cebola requer irrigações frequentes porque a maior parte da demanda hídrica da cultura é extraído nos primeiros 30 cm de profundidade do solo e muito pouca água em profundidades superiores a 60 cm; assim, as camadas superficiais do solo devem ser mantidas úmidas para estimular o crescimento da raiz e fornecer

suprimento d'água adequado à planta. Shock et al., (1998, 2000), afirmam que o correto manejo da irrigação da cebola proporciona boa produtividade e salientam que o teor de água abaixo da capacidade de campo causa redução da produtividade da cultura.

Na região Norte da Bahia, a cebola é cultivada predominantemente no Vale do São Francisco, com possibilidade de se produzir durante o ano todo, com plantios concentrados nos meses de janeiro a março (MENDES et al., 2008). Esta realidade também ocorre em outras regiões do mundo, como no Norte do Sudão, onde a produção de sementes de cebola irrigada se dá através de bombeamento da água do Rio Nilo (ABDELMAGEED et al., 2013).

O sistema de irrigação localizado por gotejamento, segundo Salassier et al., 2006 baseia-se na aplicação de água ao solo, diretamente sobre a região radicular, em pequenas intensidades (1 a 20 L h^{-1}), porém com alta frequência. Segundo esses autores, uma das características deste sistema é o formato de bulbo do volume de solo molhado; entretanto, quando os gotejadores ficam próximos uns dos outros, forma-se uma faixa contínua. O sistema de gotejamento, embora apresente algumas desvantagens como entupimento de emissores e menor desenvolvimento do sistema radicular das plantas, quando bem manejado apresenta várias vantagens: maior eficiência no uso da água de irrigação; permite adubação através da fertirrigação e maior eficiência no controle fitossanitário, haja vista que não molha a folhagem das plantas; adaptação a diferentes tipos de solo e topografia; utilização de água salina e, em solos salinos, permite maior frequência de irrigação; economia com energia e mão-de-obra; resultando em maior produtividade.

Santa Olalla et al. (2004) relataram que na província de Albacete, região considerada como a maior produtora de cebola da Espanha, a aplicação de uma lâmina total de irrigação de 662 mm, através do sistema de gotejamento, durante o ciclo da cultura proporcionou uma produtividade de 75 t ha^{-1} . Por outro lado, Drost et al. (1996) verificaram que em Utah, EUA, usando o sistema de irrigação por aspersão, aplicando uma lâmina de 910 mm obteve-se um rendimento de 77 t ha^{-1} ; enquanto Ells et al. (1993) constataram que para o Vale do Rio Arkansas, Colorado, também nos EUA, a irrigação por sulco demandou uma lâmina d'água de 1.040 mm para alcançar uma produtividade de 59 t ha^{-1} . Esses resultados mostram claramente que o manejo correto da irrigação através do sistema por gotejamento pode promover o bom desenvolvimento da cultura e melhores rendimentos.

Outro fator muito importante para qualquer cultura é a disponibilidade de água no solo, tendo em vista que ela é essencial para suprir as perdas que ocorrem através da transpiração, pois o déficit hídrico altera uma série de processos fisiológicos do vegetal repercutindo negativamente na produção. Por outro lado, as perdas de água do solo através da evaporação, também devem ser levadas em consideração, principalmente quando o solo fica exposto. A transferência de água de uma determinada cultura e àquela evaporada pelo solo da área cultivada, denomina-se evapotranspiração da cultura (ET_c), a qual deve ser suprida pela chuva ou por irrigação para que o solo se mantenha com teor de água próximo da capacidade de campo e a cultura possa alcançar o seu potencial máximo da produção.

O dimensionamento hidráulico de projetos de irrigação, frequentemente, tem como referência valores de evapotranspiração médios mensais, que podem variar temporalmente até 50% e, portanto, não representam valores extremos de períodos menores, em especial os diários (DANTAS NETO, 2002). Para dimensionar a rede hidráulica de projetos de irrigação (canais, tubulações, reservatórios e estações de bombeamento) e estimar o volume total de água necessário para suprir as necessidades hídricas de uma cultura, em determinada região, é preciso conhecer as necessidades hídricas máximas diárias e a demanda total para todo o seu ciclo. Portanto, é fundamental considerar no planejamento de projetos hidroagrícolas, o gerenciamento dos recursos hídricos (FREITAS et al., 2007). Além disso, também se faz necessário conhecer as três condições agrometeorológicas que interagem para atender as necessidades hídricas da cultura durante seu ciclo de desenvolvimento: solo, planta, e atmosfera. Portanto, o conhecimento das condições físicas e hídricas do solo, tipo e exigências hídricas da cultura e as condições climáticas da região são elementos fundamentais.

Oliveira et al. (2010), afirmam que o conhecimento da evapotranspiração de culturas se torna fundamental para o correto manejo da irrigação, principalmente em regiões como o semiárido nordestino, onde a escassez e a irregularidade pluviométrica são fatores limitantes da produção agrícola. Santos et al. (2012) estudando o consumo de água em um cultivo de cebola irrigada na região Norte da Bahia, verificaram que, em média, o maior consumo de água pela cultura ocorreu nos estádios de desenvolvimento vegetativo e durante a formação dos bulbos.

O consumo hídrico de uma cultura pode ser determinado por medidas diretas, através da evapotranspiração (perdas hídricas reais da cultura), obtida por meio de

evapotranspirômetro (DOORENBOS & PRUITT, 1992) ou estimada através de métodos de estimativa. Medeiros et al. (2005), testando os métodos de Penman-Monteith FAO 56 e Tanque Classe A, em relação a medidas efetuadas em um lisímetro de lençol freático constante com grama-batatais, concluíram que o método Penman-Monteith FAO 56 superestimou em 13,4%, e o Tanque Classe A subestimou em 1,4% os valores da ET_c medidos no lisímetro.

2.4 Cultivo convencional e orgânico da cebola

Dentre os diversos sistemas de cultivo da cebola, dois se destacam: o convencional e o sistema orgânico. No primeiro, o uso de agroquímicos é bastante comum, enquanto no segundo, tal prática não é empregada. A revolução verde, uma das primeiras iniciativas de modernização do setor rural, após a segunda grande guerra, ocorreu devido à desestabilização do abastecimento de alimentos nos países europeus. A reestruturação deste continente levou ao homem do campo novas tecnologias como sementes melhoradas, uso intensivo de insumos (fertilizantes e defensivos) e vasto emprego da mecanização agrícola (PORTO-GONÇALVES, 2006). Para Tilman et al. (2001), a “Revolução Verde” ocorrida entre 1940 e o final dos anos 1970, procedeu uma série de pesquisas científicas e de soluções de manejo, como o desenvolvimento de variedades de elevada produtividade de cereais ou a expansão de infraestruturas de irrigação e a duplicação da produção global de grãos, o que reduziu imensamente o déficit de alimentos e retirou milhões de pessoas da fome.

O cultivo convencional é muito comum na olericultura brasileira, especificamente no cultivo da cebola, cuja produção visa não só abastecer o mercado interno, mas também alcançar o mercado externo. O sistema de cultivo convencional caracteriza-se normalmente, pelo preparo do solo através de aração (disco ou aiveca), seguida de gradagem e uso intensivo de agroquímicos, portanto, este sistema de plantio pode ocasionar instabilidade nas características físicas, químicas e biológicas do solo, gerando desgaste, erosão e causando maior transferência de água para a atmosfera por evaporação e evapotranspiração, podendo intervir nos aspectos qualitativos e quantitativos do produto final da cultura.

Belfort et al. (2006), ao avaliar o efeito do sistema de cultivo (convencional e orgânico) na produção de diferentes cultivares de cebola em Viçosa-MG, verificaram que o desempenho da produtividade, bulbificação, peso de bulbo e sólidos solúveis das cultivares depende do sistema de cultivo implantado e que, de dezesseis cultivares estudadas, nove cultivares no sistema convencional apresentaram produtividade superior em relação ao sistema orgânico. A produtividade média das melhores cultivares do sistema de cultivo convencional ($50,99 \text{ t ha}^{-1}$) foi maior do que a das melhores cultivares do sistema de cultivo orgânico ($44,23 \text{ t ha}^{-1}$) e em 68,75% das cultivares estudada, o teor de sólidos solúveis foi maior no sistema convencional. A utilização de bandejas na produção de bulbinhos (CARDOSO & COSTA, 1999) e na produção de mudas de cebola tem sido testada (VINCENZO & TESSARIOLI NETO, 2003). Em ambos os casos, o uso de bandejas tem sido vantajoso em comparação com o método convencional de produção de mudas de cebola em sementeiras, seguida do transplântio para o campo.

A produtividade da cebola no Brasil varia entre regiões: produtores do estado de São Paulo e de Minas Gerais têm alcançado rendimentos entre 40 e 60 t ha^{-1} ; na região do Alto Paranaíba, em Minas Gerais, cultivos com alta densidade de plantio e semeadura direta alcançaram rendimentos de até 90 t ha^{-1} (MAROUELLI, et al., 2005). Em Oregon, nos EUA, Shock et al., (2004), com aplicação de uma lâmina média de 791 milímetros alcançaram produtividade de bulbos comercial de 95 t ha^{-1} . A relação entre a produtividade das culturas e a ETc é de grande importância para a agricultura irrigada (HANKS, 1983; HOWELL, 1990), tendo em vista que pode contribuir para alcançar elevados rendimentos.

O espaçamento e, conseqüentemente, o stand no cultivo da cebola são os mais diferenciados, sendo dependente do sistema de cultivo, das condições climáticas e da cultivar utilizada. Diversas pesquisas vêm sendo realizadas pelo mundo, adotando diferentes estandes utilizados na cultura da cebola. Para Reghin et al. (2004), a densidade de plantas é bastante variável de acordo com as características do local. Na Flórida, em cultivo convencional, usa-se densidade de 197.000 plantas por hectare (STOFELLA, 1996); na Itália 800.000 plantas propiciaram produtividade de $31,0 \text{ t ha}^{-1}$ (DELLACECCA et al., 2000) e na Argentina, foi obtido rendimento máximo de 60 t ha^{-1} com 500.000 plantas por hectare (LIPINSKI et al., 2002). No Oeste de Pernambuco e no Norte da Bahia é comum encontrar densidade de 400.000 a 500.000 plantas por hectare (IPA, 2008).

De acordo com o Decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007 que regulamenta a Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, no Artigo 2º, inciso XVII, o sistema orgânico de produção agropecuária é todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante o emprego do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, o qual tem por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais [...], empregando, sempre que possível métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados [...] e a proteção do meio ambiente. Dentre os incisos referentes às diretrizes da agricultura orgânica, expressos no Artigo 3º, destacam-se, para este trabalho: XV - reciclagem de resíduos de origem orgânica, reduzindo ao mínimo o emprego de recursos não renováveis.

No que tange à comercialização dos produtos orgânicos no mercado interno, disposto no Art. 12º, os produtos orgânicos deverão ser protegidos continuamente para que não se misturem com produtos não orgânicos e não tenham contato com materiais e substâncias cujo uso não esteja autorizado para a produção orgânica. A certificação orgânica, expressa no Art. 45, do referido Decreto, compreende o procedimento realizado em unidades de produção e comercialização, a fim de avaliar e garantir sua conformidade em relação aos regulamentos técnicos.

O uso de agroquímico é muito comum em sistema de cultivo convencional; no entanto, apesar de contribuir para maiores produtividades em diversas culturas onde são muito utilizados, principalmente em monoculturas, os agroquímicos vêm provocando sérios riscos de ordem social (WADE et al., 1998; RAMOS et al., 2002; PERES & MOREIRA 2007; GIBSON & KOIFMAN, 2008) e ambiental (BERGSTROM, 2004; HARTEMINK, 2008). Não são raros os casos de contaminação de alimentos através de defensivos agrícolas (SIQUEIRA & KRUSE, 2008; CANTARUTTI et al., 2009).

Diante do exposto, o cultivo de cebola orgânica pode constituir-se em uma excelente alternativa para o agronegócio no Norte da Bahia. No entanto, para Vidigal et al. (2002), o sistema orgânico de cultivo ainda não é uma realidade, a menos que seja produzido através de um sistema que disponibilize os nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento. Para Gonçalves & Silva (2003) é possível substituir a adubação mineral pela orgânica sem comprometer a produtividade comercial e o

peso médio dos bulbos. A grande maioria da matéria orgânica apresenta todos os nutrientes essenciais às plantas. Pois, na medida em que vai ocorrendo o processo de humificação, boa parte dos nutrientes passa a fazer parte da solução do solo, do complexo coloidal e dos agregados. Esse processo é muito importante já que os nutrientes passam a ficar disponíveis para as plantas e são ofertados de forma gradual, ou seja, paulatinamente, contribuindo para que o solo se torne condicionante em temperatura, umidade e aeração, melhorando assim o aproveitamento dos nutrientes por parte das plantas e alcançando uma maior estabilidade.

Estudos desenvolvidos por Vidigal et al. (2010) demonstram que a aplicação de cerca de 43 t ha⁻¹ de composto orgânico à base de dejetos sólidos de suínos são suficientes para a produção de bulbos de cebola com ótima qualidade e produtividade em sistema orgânico.

Pinheiro et al. (2011), estudando a distribuição de pesticidas no perfil do solo, em áreas agrícolas de cebola cultivada sob plantio convencional e com rotação de culturas em Ituporanga, Santa Catarina, verificaram através das práticas de preparo do solo com revolvimento e desestruturação da camada superficial, que pesticidas foram detectados ao longo do perfil do solo, apresentando maior frequência na camada superficial.

A adubação verde é uma prática agrícola utilizada há mais de 2.000 anos pelos chineses, gregos e romanos. O emprego de adubos verdes, capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) eficientemente, pode representar contribuições consideráveis à viabilidade econômica e à sustentabilidade dos agroecossistemas (BODDEY et al., 1997), reduzindo assim a necessidade de fertilizantes químicos. Além do fornecimento natural de nitrogênio, os adubos verdes atenuam a erosão e desempenham papel fundamental na ciclagem de nutrientes, tanto os aplicados através dos fertilizantes minerais e não aproveitados pelas culturas, quanto àqueles provenientes da mineralização da matéria orgânica do solo e do próprio material vegetal.

Os benefícios do uso de resíduos orgânicos para o solo têm sido relatados através de vários estudos: Jakobsen (1995) relata aumento de Nitrogênio (N) e Fósforo (P) no solo através de aplicação de resíduos orgânicos; Joshua et al., (1998), afirmam que o emprego de matéria orgânica no solo melhora sua estrutura e capacidade de retenção de água; Leifeld et al. (2002) e Jedidi et al., (2004) relatam

que a biomassa microbiana aumenta com emprego de resíduos orgânicos; para Pinamonti (1998) a matéria orgânica reduz a necessidade de controle químico e suprimir doenças de plantas (HOITINK & BOEHM, 1999). Kiehl (1985) afirma que os adubos verdes, ao absorverem os nutrientes do solo contribuem para a redução das perdas por lixiviação; e Schroth et al., (1995) sugerem a deposição sobre o solo do material verde podado, *mulch*, do que o adubo verde incorporado, por razões de proteção do solo e economia de trabalho e destacam que ocorre menor oscilação na temperatura do solo e melhor retenção de água no solo com total cobertura.

Segundo Varejão-Silva (2006), a variação diária da temperatura do solo depende do tipo de cobertura presente à superfície, pois esta interfere no suprimento de energia oriunda do Sol. Para uma determinada profundidade do solo, a amplitude térmica diária é menor quando vegetada. A presença da vegetação ou a proteção da superfície do solo com algum tipo de cobertura (morta ou sintética) – *mulch* – contribui para reduzir substancialmente a amplitude térmica do solo (VAREJÃO-SILVA, 2006). Para Vieira & Piculli (2009), a condutividade térmica é determinada principalmente pela porosidade, teor de água e matéria orgânica do solo.

Segundo Allen et al. (1998), para uma condição com 50% de cobertura do solo com palha, a evapotranspiração das culturas pode ser reduzida em 25%, durante o estágio inicial de desenvolvimento e entre 5% e 10%, durante o estágio de máximo crescimento vegetativo. Portanto, manter os resíduos vegetais na superfície do solo pode provocar alterações na estrutura do solo e modificar o balanço hídrico das culturas, já que influencia as perdas de água por evaporação e o conteúdo de água armazenada no solo (AYDIN et al., 2005; HUBERT et al., 2007).

A manutenção de cobertura morta na superfície do solo apresenta diversas vantagens, pois além de reduzir a erosão, possibilita a manutenção de água, aumenta a atividade biológica e o estoque de carbono no solo e mantém os níveis de fertilidade por prazos mais longos (MARQUES, 2001). Estudos em sistema de cultivo orgânico demonstram o aumento do pH, das concentrações e disponibilidade de nutrientes para as plantas e aumento da população microbiana (CLARK et al., 1998; DINESH et al., 2000). Lee (2010), estudando o efeito de métodos de aplicação de adubo orgânico sobre o crescimento, as propriedades químicas do solo e densidades de microrganismos no bulbo, em produção de cebola orgânica na República da Coreia, verificou que a aplicação do adubo orgânico resultou na

diminuição da altura da planta, menor número de folhas e menor peso de bulbos, mas determinou maior absorção de nutrientes em comparação com a aplicação de fertilizantes químicos. Segundo esse autor, o efeito da adubação orgânica ocasionou aumento no teor de sólidos solúveis e não mostrou diferenças significativas de produção quando comparado com o homólogo químico nas mesmas condições de cobertura morta.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a demanda hídrica e produtividade da cultura da cebola irrigada, cultivada em sistema convencional e orgânico na Região Norte da Bahia.

3.2 Objetivos específicos

Determinar com base nas medidas obtidas nos evapotranspirômetros a demanda hídrica e o coeficiente de cultivo (K_c) para cada estágio de desenvolvimento da cebola;

Identificar o melhor método de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o);

Verificar a influência das variáveis microclimáticas durante o ciclo da cultura da cebola;

Identificar o tratamento que gerou a maior produtividade;

Identificar o tratamento que gerou a melhor produtividade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e características da área experimental

O presente trabalho foi conduzido na área experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) da Universidade Estadual da Bahia (UNEB), *Campus Juazeiro* (latitude 09° 24' 50" S; longitude 40° 30' 10" W e altitude de 368 m). A pesquisa de campo compreendeu duas campanhas experimentais: a primeira realizada de abril a setembro de 2011 com Sistema de Cultivo Convencional (SCC) e a segunda entre outubro de 2012 e janeiro de 2013 com Sistema de Cultivo Orgânico (SCO).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSw^h - tropical semiárido, ou seja, apresenta baixa e irregular distribuição da precipitação com chuvas no verão, grande incidência de radiação ao longo do ano inteiro, elevadas temperaturas, baixos índices de umidade e altas taxas de evaporação e evapotranspiração.

A área experimental onde foram desenvolvidos os experimentos de campo possui 1044 m² (23,2 m x 45 m), sendo o solo classificado como Neossolo Flúvico (RY); no centro da área estão instalados dois evapotranspirômetros de lençol freático constante de 5 m² (1,95 m x 2,57 m) e 1,30 m de profundidade (Figura 1).



Figura 1 - Vista da área experimental e dos evapotranspirômetros.

Os evapotranspirômetros de lençol freático constante utilizados são constituídos por um tanque contendo solo, e um filtro com 10 a 15 cm de espessura na parte inferior, constituído com materiais de diferentes granulações. Para confecção desse filtro empregam-se, a começar do fundo, camadas superpostas de brita, cascalho, areia grossa e areia fina. Conforme pode ser observado na Figura 2, esse tipo de lisímetro tem um sistema direto de alimentação de água para manter o nível do lençol freático constante. Deste modo, a evapotranspiração é igual ao volume de água que sai do sistema de alimentação (ASSIS, 1978).

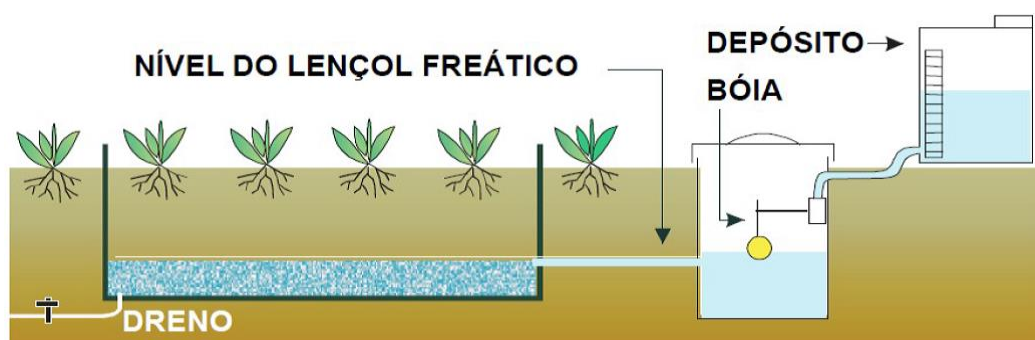


Figura 2 - Lisímetro de lençol freático constante. **Fonte:** Varejão – Silva, 2009.

O Tanque Classe A é um tanque cilíndrico de chapa de ferro galvanizado ou inox nº 22, com 121 cm de diâmetro ($1,15 \text{ m}^2$ de área evaporante) e 25,5 cm de profundidade. O mesmo é instalado a 15 cm do solo sobre um estrado de madeira em área gramada. A leitura do nível da água é feita num poço tranquilizador de 25 cm de altura e 10 cm de diâmetro, com um parafuso micrométrico de gancho com capacidade para medir variações de 0,01 mm. Para sua operação correta, a água dentro do Tanque Classe A deve ser mantida entre 5 e 7 cm, abaixo da borda (Figura 3).



Figura 3 - Tanque Classe A sobre lastro de madeira e seu poço tranquilizador na Estação Meteorológica do Campus III da UNEB, em Juazeiro, BA.

4.2 Delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com três tratamentos e sete repetições. Os tratamentos foram definidos da seguinte maneira:

- ✓ T₁ – Irrigação com base nos dados de evapotranspiração da cultura (ET_c) observados em evapotranspirômetro, doravante denominado MEVA;
- ✓ T₂ – Irrigação efetuada tomando-se como base o produto dos coeficientes de cultura (K_c) propostos por Marouelli et al., (2005) para a cultura da cebola, pela evapotranspiração de referência (ET_o) obtida pelo método do Tanque classe A, doravante denominado MTCA;
- ✓ T₃ – Irrigação efetuada tomando-se como base o produto dos coeficientes de cultura propostos por Marouelli et al., (2005) pela evapotranspiração de referência ET_o obtida pelo método de Penman-Monteith, recomendado pela FAO (ALLEN et al., 1998), doravante denominado MP&M.

4.3 Condução do experimento

Nos dois sistemas de cultivo conduzidos nesta pesquisa, convencional e orgânico, as dimensões dos canteiros, transplântio, espaçamento e profundidade de plantio, foram os mesmos, os quais tiveram: sulcos espaçados de 80 cm, camalhões com larguras de 40 cm e comprimento de 40,0 m. O espaçamento entre plantas foi de 0,10 x 0,10 m, comportando quatro fileiras por parcela, densidade de 333.333 plantas por hectare, e profundidade de plantio de 0,05 m. A área útil no sistema de cultivo convencional foi de 15 m² (7,5 m x 2,0 m) e no sistema orgânico de 2,0 m² (0,4 m x 5 m). Na Figura 4 é apresentado o croqui da área experimental.

Estudo da demanda Hídrica da cebola - Croqui da área experimental 2012

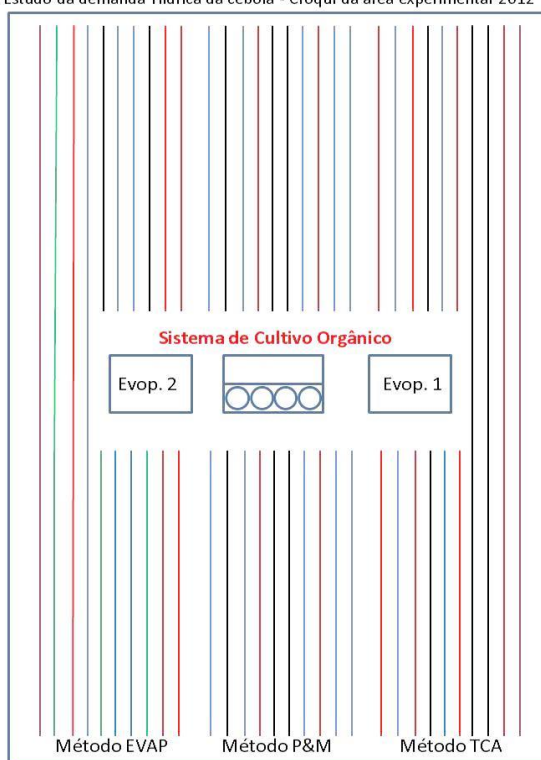


Figura 4 - Croqui do canteiro definitivo.

No cultivo convencional, a área experimental foi dividida em duas partes: a que antecede os evapotranspirômetros, forma cultivadas em bloco, onde cada bloco era representado por um tratamento. O objetivo dessa metodologia foi coletar *in loco* os dados do balanço de radiação; já na parte posterior dos evapotranspirômetros, realizou-se o delineamento de bolo ao acaso.

O transplântio para os canteiros foi realizado manualmente por pessoas especializadas para essa prática e ocorreu aos 35 dias após o semeio nos canteiros (Figuras 5), e replântio sete dias após o transplântio.



Figura 5 - Ilustração do processo de transplântio das mudas para os canteiros: a - Cultivo Convencional; e b - Cultivo Orgânico.

A cultivar utilizada nos dois sistemas de cultivo foi a 'BRS Alfa São Francisco' (Figura 6), desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Semiárido, a qual é recomendada para as condições do Vale do São Francisco (COSTA et al. 2005) e para as condições de verão das regiões Sudeste e Centro do Brasil (LEITE et al., 2009). Desenvolvida após cinco ciclos de seleção dentro da 'Alfa Tropical' nas condições agroclimáticas do Vale do São Francisco, esta cultivar apresenta bulbos firmes e arredondados, de cor amarelo baia (RESENDE, 2007).



Figura 6 - Foto do cultivar 'BRS Alfa São Francisco'.

O sistema de irrigação utilizado nos dois experimentos foi o gotejamento com espaçamento de 30 cm entre gotejadores e vazão de $1,67 \text{ L h}^{-1}$ (Figura 7). As irrigações foram efetuadas diariamente entre 07h:00min e 08h:30min, tomando como base a evapotranspiração da cultura: para o Tratamento (T_1) – tomou-se as medidas efetuadas nos evapotranspirômetros de lençol freático constante; e para os Tratamentos (T_2) e (T_3) – usou-se a equação proposta por Jensen (1968): $ET_c = ETo Kc$. Nestes dois últimos tratamentos, para cada fase de desenvolvimento da cultura utilizou-se os coeficientes de cultivo (Kc) propostos por Marouelli et al. (2005), e a evapotranspiração de referência (ETo) para T_2 foi determinada pelo método do Tanque Classe A (MTCA) e para T_3 , pelo método Penman-Monteith (MP&M), ambos recomendados pela FAO.

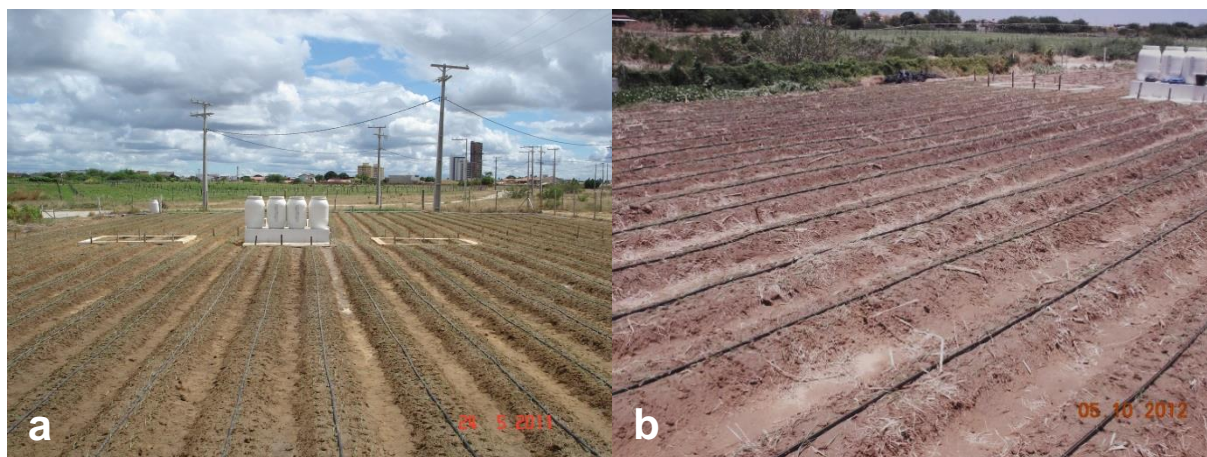


Figura 7 - Sistema de irrigação por gotejamento: a - Cultivo Convencional; e b - Cultivo Orgânico.

Para avaliação da fertilidade do solo, nos dois sistemas de cultivos, foram realizadas coletas de solo através de um trado tipo calador a uma profundidade de 20 cm e as análises laboratoriais foram realizadas utilizando a metodologia da EMBRAPA (1979).

4.4 Cultivo Convencional

O processo de produção de mudas no sistema de cultivo convencional foi realizado em sementeiras construídas manualmente cujos canteiros tinham as seguintes medidas: 0,15 m de altura, 1 m de largura e 10 m comprimento (Figura 8). Os canteiros receberam duas regas diárias, no início da manhã e no final da tarde e cobertos com folhas de coqueiro por cinco dias para manter a umidade do solo. Também foram realizados os seguintes tratos culturais: uma adubação de cobertura com ureia (5 g m^{-2}) 15 dias após o semeio; uma pulverização com Ridomil ($2,5 \text{ kg ha}^{-1}$) para controle de fungos que causam tombamento das plantas “*doping off*”; retirada de plantas espontâneas manualmente a cada 10 dias após o semeio.



Figuras 8 - Canteiros de produção de mudas em Sistema de Cultivo Convencional.

Não houve preparo do solo mecanizado na área experimental no sistema de cultivo convencional. A desagregação do solo foi efetuada manualmente com auxílio de enxadas, o qual em seguida foi preparado em sistema de canteiros para receber as mudas, conforme mostra a Figura 9.



Figura 9 - Imagens da formação de canteiros em Sistema de Cultivo Convencional.

As práticas de correção do solo, como fosfatagem e calagem, foram dispensadas, e as adubações de fundação e de cobertura foram realizados de acordo com os resultados da análise do solo realizada no Laboratório de Análises de Solo, Água e Calcário do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), *Campus Juazeiro/BA* (ANEXO A) em consonância com as Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (IPA, 2008), apresentada no ANEXO B. Para adubação de fundação, utilizaram-se como fonte de nutrientes, os seguintes fertilizantes químicos: Ureia (45% de N), Superfosfato Simples (18% de P_2O_5) e Cloreto de Potássio (57,8% de K_2O). A adubação de cobertura foi realizada apenas com nitrogênio através de fertirrigação

por meio injetor do tubo Venturi, sendo a ureia como fonte deste nutriente. Não houve adubação com micronutrientes.

A eliminação das plantas espontâneas nos canteiros definitivos foi realizada uma única vez com uma pulverização do herbicida Herbadox ($2,5 \text{ L ha}^{-1}$), 5 dias após o transplântio. Para o controle de pragas foi utilizado o Dicarzol 500 SP ($1,0 \text{ kg ha}^{-1}$), Polytrin 400 / 40 CE ($0,4 \text{ L ha}^{-1}$) e Karete Zeon 50 CS (100 ml ha^{-1}) para controle da trips (*Thrips tabaci* Lindeman, 1888), e Karete Zeon 50 CS (100 ml ha^{-1}) para o controle da lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*, Hufnagel, 1767). Para o controle de doenças utilizou-se Amistar (96 g ha^{-1}) e Manzat WG ($2,5 \text{ kg ha}^{-1}$) para o controle da mancha-purpura, também conhecida como queima das pontas ou alternaria (*Alternaria porri* (Ellis) Cif.) e Cecobin 700 WP ($0,7 \text{ kg ha}^{-1}$), para o controle do fungo causador do mal-de-setevoltas, também conhecido como “cachorro-quente” ou antracnose foliar (*Glomerella cingulata* (Stonemam) Spaud. & H. Schrenk (*Colletotrichum gloeosporioides*) (sensu V. Arx, 1975) f.sp. *cepae*).

A colheita foi realizada quando a maioria das plantas encontrava-se tombadas (estaladas). As plantas colhidas foram submetidas ao processo de cura, ficando três dias expostas ao Sol e depois, doze dias à sombra em ambiente coberto e ventilado, conforme apresenta a Figura 10.

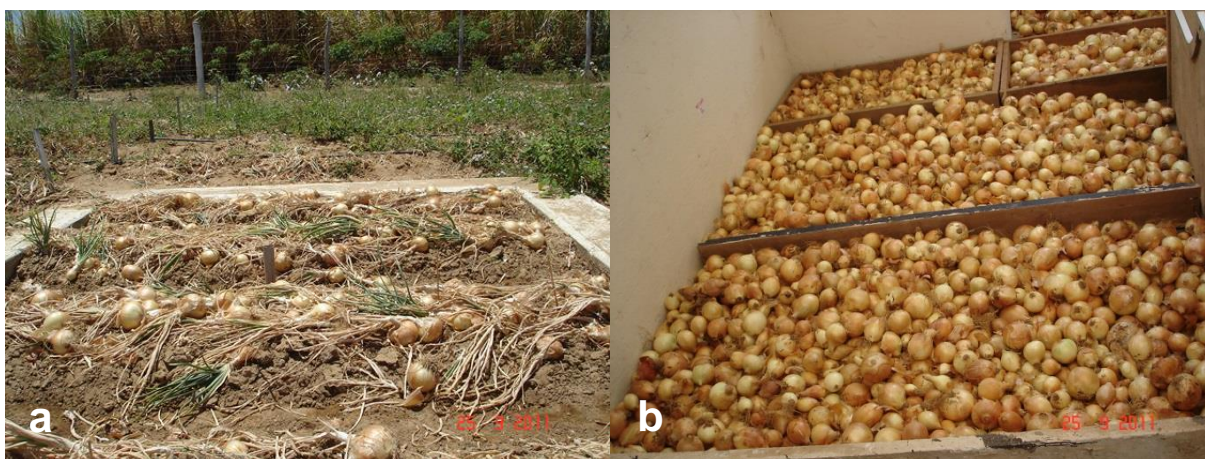


Figura 10 - Processo de cura da cebola: a - ao sol; e b - armazenamento à sombra.

Posteriormente foram realizadas a classificação e a pesagem dos bulbos. Os bulbos foram classificados de acordo com o diâmetro transversal, conforme Brasil (1995), onde classe 2 (35 e 50 mm); 3 (50 e 70 mm); 4 (70 e 90 mm) e 5 (maior que 90 mm). O peso dos bulbos foi determinado com o auxílio de balança digital, marca Filizola, modelo MF 3. A Figura 11 mostra o processo de classificação de bulbos.



Figura 11 - Classificação de bulbos de cebola: a - na mesa classificadora; e b - detalhe da classificação de bulbos.

4.4.1 Variáveis analisadas

Foram avaliadas as seguintes características:

- a) diâmetro de bulbo através de paquímetro;
- b) peso médio de bulbos com balança digital;
- c) produção total por pesagem;
- d) produção comercial por classificação e pesagem através da Portaria nº 529, de 18 de Agosto de 1995 do Ministério de Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária (MAARA);
- e) teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix), com leitura direta em refratômetros manual com compensação automática de temperatura, conforme as normas da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1998);
- f) acidez titulável total (% de ácido pirúvico), segundo as normas da AOAC (1998);

4.4.2 Observações microclimáticas

No decorrer dos experimentos foram efetuadas medidas das seguintes variáveis meteorológicas: componentes do balanço de radiação (radiação global, radiação refletida, radiação emitida pela atmosfera e radiação emitida pela superfície); temperatura do ar máxima, mínima e média; umidade relativa do ar

máxima, mínima e média; velocidade e direção do vento; fluxo de calor no solo; precipitação pluviométrica; albedo médio diário; e evapotranspiração. Todos os dados foram observados na Estação Meteorológica Automática (Figura 12) equipada com um sistema automático de coleta de dados (CR 1000), o qual foi programado para efetuar leituras a cada segundo, médias horárias e diárias.

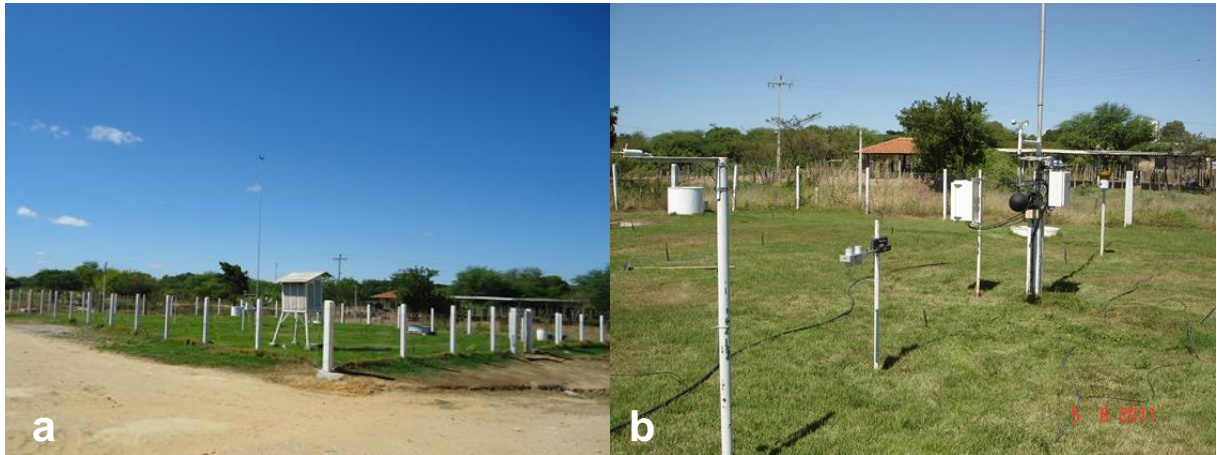


Figura 12 - Estação Meteorológica Automática: a - vista geral; e b - alguns equipamentos.

Na área experimental foram instalados quatro net-radiômetros: um em cada área de estudo e um dentro do evapotranspirômetro, todos a uma altura de 1,5 m. Instalaram-se, ainda, dois sistemas automáticos de coleta de dados (Datalogger), programados para efetuarem leituras a cada segundo, médias a cada hora e médias diárias (Figura 13).

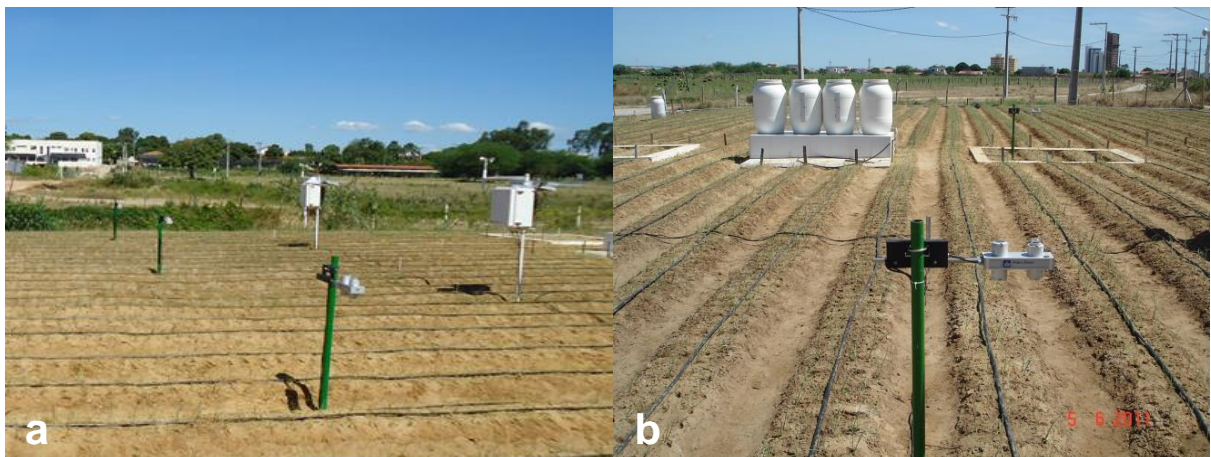


Figura 13 – Net-radiômetros: a - em cada área de estudo e estações meteorológicas automáticas; e b - net-radiômetros dentro do evapotranspirômetro.

4.4.3 Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância dos dados (teste F) e da comparação de médias dos tratamentos entre si (teste de Tukey, 5% de probabilidade).

4.5 Cultivo Orgânico

A construção e a condução das sementeiras no sistema de cultivo orgânico (Figura 14) foram realizadas da mesma forma do cultivo convencional. Porém, não houve aplicação de adubação de cobertura nem aplicação de qualquer tipo de defensivo.



Figura 14 - Canteiros de produção de mudas em Sistema de Cultivo Orgânico.

Visando efetuar uma adubação verde para enriquecer o solo com nutrientes, seis meses antes do transplântio, efetuou-se a implantação de um coquetel composto de sementes de leguminosas, gramíneas e girassol (Figura 15). Toda cobertura verde resultante do coquetel, três meses antes do transplântio, ao atingir o completo estágio vegetativo para a produção de palhada “mulch”, foi ceifada e incorporada ao solo (Figura 16). O coquetel contemplou as seguintes espécies: feijão guandu (*Cajanus cajan* L.), Crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), Crotalária espectral (*Crotalaria espectralis* Roth), Lab-lab (*Dolichos lablab* L.), Mucuna cinza (*Stylobium cinereum* Piper e Tracy), milho (*Zea mays* L.), sorgo forrageiro

(*Sorghum bicolor* L. Moench), e girassol (*Helianthus annuus* L.).



Figura 15 - Imagens de algumas espécies de plantas que compuseram a adubação verde: a - leguminosa; b - gramínea; e c - girassol.



Figura 16 – Cobertura morta: a - formação do “mulch”; e b - incorporação da adubação verde no solo.

Após a incorporação do material do coquetel no solo, aplicou-se o pó de rocha denominado comercialmente como MB-04 ($0,5 \text{ t ha}^{-1}$), e efetuou-se a escarificação cruzada em uma profundidade de 30 cm, para em seguida, preparar os canteiros definitivos com as dimensões já especificadas no item 3.3 (Figura 17). A composição química e a concentração de alguns elementos encontrados no pó de rocha estão descritos no ANEXO C.



Figura 17 – Preparo dos canteiros: a – área após escarificação cruzada; e b - canteiros.

Neste sistema de cultivo, não houve adubação de fundação. No entanto, além da aplicação do pó de rocha e da adubação verde, como condicionantes do solo, houve adubações com fontes orgânicas, tais como biofertilizante e torta de mamona. O resultado da análise do solo, após adubação verde, encontra-se na tabela do ANEXO D. As composições químicas do biofertilizante e da torta de mamona são apresentadas na tabela do ANEXO E e F, respectivamente. A partir do estágio II do ciclo da cultura aplicou-se biofertilizante a 3% na parte aérea da planta, como, adubação foliar. A aplicação de biofertilizante, também em cobertura, teve continuidade a partir do estágio III (bulbificação), com dosagens semanais de 5%, até 15 dias antes da colheita. Ainda no estágio III, foi aplicada uma dosagem de torta de mamona na proporção de uma tonelada por hectare.

Para eliminação de plantas espontâneas foram realizadas capinas manuais a cada 10 dias (Figura 18), para o controle de pragas aplicou-se, apenas uma vez, a calda sufocálcica (250 ml em 20 litros de água) e para o controle de doenças, foi aplicada a calda bordalesa da seguinte forma: a partir do estágio II (vegetativo), 1 g l^{-1} na parte aérea e 2 g l^{-1} no estágio III (bulbificação).



Figura 18 - Eliminação de plantas espontâneas: a - estágio inicial de plantio; e b - estágio de bulbificação.

Assim como no sistema de cultivo convencional, a colheita ocorreu quando a maioria das plantas encontrava-se tombada (estalada). As plantas colhidas foram submetidas ao processo de cura, ficando três dias expostas ao Sol e posteriormente, doze dias à sombra em ambiente coberto e ventilado (Figura 19).



Figura 19 - Processo de cura na cebola: a – exposta ao Sol; e b – armazenada à sombra.

Em seguida realizou-se a classificação e a pesagem dos bulbos. As classes foram definidas conforme Brasil (1995), onde classe 2 (35 e 50 mm); 3 (50 e 70 mm); 4 (70 e 90 mm) e 5 (maior que 90 mm). Na Figura 20 é possível observar o processo de classificação dos bulbos da cebola.



Figura 20 - Classificação de bulbos: a - identificação; b - peso; e c - diâmetro.

4.5.1 Variáveis analisadas

Neste sistema de cultivo, foram avaliadas as seguintes características:

- a) diâmetro de bulbo através de paquímetro;
- b) peso médio de bulbos com balança digital;
- c) produção total por pesagem;
- d) produção comercial por classificação e pesagem;
- e) teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix), com leitura direta em refratômetros manual com compensação automática de temperatura, conforme as normas da AOAC (1998);
- f) acidez titulável total (% de ácido pirúvico), segundo as normas da AOAC (1998);

- g) pH, com pHgmetro; e
- h) pungência, determinado por espectrofotometria, de acordo com a metodologia de Schwimmer & Weston (1961)

4.5.2 Observações microclimáticas

No decorrer do experimento foram efetuadas medidas das seguintes variáveis meteorológicas: componentes do balanço de radiação (radiação global, radiação refletida, radiação emitida pela atmosfera e radiação emitida pela superfície); temperatura do ar máxima, mínima e média; umidade relativa do ar máxima, mínima e média; velocidade e direção do vento; fluxo de calor no solo; precipitação pluviométrica; e evapotranspiração. Neste sistema de cultivo, não foram realizadas medidas de albedo médio diário. Os dados foram observados apenas na Estação Meteorológica Automática localizada em frente à área experimental, já que se observou uma similaridade entre dos resultados obtidos da estação meteorológica com os dados obtidos dentro da área experimental durante a condução da pesquisa com cultivo convencional (Figura 12).

4.6 Estimativas das exigências hídricas da cultura

A determinação da evapotranspiração de referência (ET_o), para o Tratamento 2 (MTCA) foi efetuada pelo método do Tanque Classe A, segundo a equação (1):

$$ET_o = K_p \times E_{TAN} \quad (1)$$

Em que:

ET_o : evapotranspiração de referência (mm d^{-1});

E_{TAN} : evaporação medida no Tanque Classe A (mm d^{-1});

K_p : coeficiente de tanque (adimensional).

O K_p foi calculado com dados climáticos obtidos *in situ* a partir da expressão proposta por Snyder (1992), conforme equação (2):

$$K_p = 0,482 + 0,024 \ln(B) - 0,000376U + 0,0045UR \quad (2)$$

Em que:

U : velocidade do vento (km dia^{-1});

UR : umidade relativa (%);

B : comprimento da bordadura (m), que representa o comprimento da bordadura em relação ao Tanque Classe A foi tomado como sendo 20 m.

Para o Tratamento 3 (MP&M) a determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) foi efetuada através do método de Penman-Monteith, (1998), o qual é recomendado pela FAO (ALLEN et al., 1998) e representado pela equação (3):

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{273 + T} \cdot u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (3)$$

Em que:

ET_o : evapotranspiração de referência (mm dia^{-1});

R_n : radiação líquida total diária ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$);

G : fluxo de calor do solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$);

T : temperatura média do ar a 1,5 m ($^{\circ}\text{C}$);

u_2 : velocidade do vento a altura de 2 m (m s^{-1});

e_s : pressão de saturação de vapor (kPa);

e_a : pressão parcial de vapor (kPa);

Δ : declividade da curva de pressão de vapor ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); e

γ : constante psicrométrica ($\gamma = 0,063 \text{ KPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Tomando-se como base os dados de ET_o obtidos pelos métodos do Tanque Classe A e Penman-Monteith, (ALLEN et al., 1998), determinou-se as perdas hídricas da cultura da cebola por evapotranspiração (ET_c), utilizando-se a equação (4):

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (4)$$

Em que:

ET_c : Evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1})

ET_o : Evapotranspiração de referência (mm dia^{-1})

K_c : Coeficiente da cultura.

Para cada um dos quatro estádios de desenvolvimento da cultura descritos abaixo, aplicou-se os coeficiente (K_c) propostos por Marouelli et al., (2005), ou seja:

- ✓ Estádio Inicial (I) - do transplante das mudas até o estabelecimento inicial das plantas (10% do crescimento vegetativo), $K_c = 0,60$;
- ✓ Estádio Vegetativo (II) - do estabelecimento inicial das plantas até o início da bulbificação, $K_c = 0,80$;
- ✓ Estádio de Bulbificação (III) - início da bulbificação até o início da maturação, $K_c = 0,95$; e
- ✓ Estádio de Maturação (IV) - início da maturação dos bulbos até a colheita, $K_c = 0,65$.

Os dados obtidos na leitura dos evapotranspirômetros, do Tanque Classe A e com os obtidos das variáveis meteorológicas, determinou-se a lâmina de aplicação em milímetro, com turno de rega diário.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Cultivo Convencional

5.1.1 Variáveis microclimáticas

A temperatura do ar nos três tratamentos estudados variou de 22,4 a 27,8°C, com a mínima ocorrendo no tratamento MP&M em 28 de julho de 2011 e a máxima no tratamento MEVA no dia 07 de julho de 2011, conforme pode ser observado na Figura 21. Verifica-se que durante todo o ciclo da cultura a temperatura foi levemente maior no tratamento MEVA quando comparado com os demais tratamentos. No entanto, tomando como base Souza & Resende (2002), os valores encontrados estão dentro da faixa de tolerância, 10°C a 32°C. Embora a temperatura do ar seja um fator meteorológico de menor importância do que a umidade para o surgimento de pragas e doenças em plantas, a combinação desses fatores é condicionante para a ocorrência de patógenos e/ou ataque de pragas (PEREIRA et al., 2007).

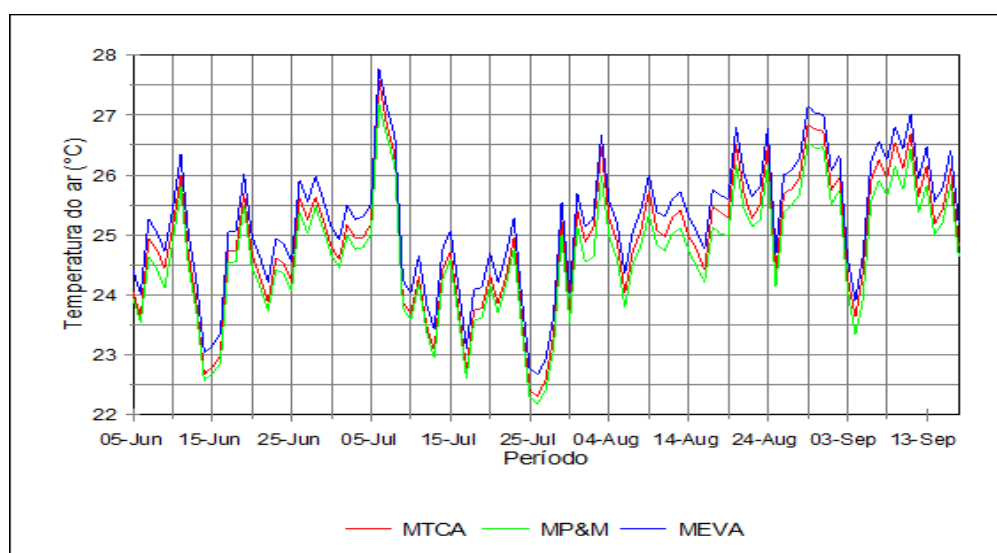


Figura 21 – Temperatura do ar para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.

Analisando o fluxo médio de calor no solo apresentado na Figura 22, verifica-

se que a área do tratamento MEVA foi a que apresentou o valor mínimo e máximo do fluxo de calor do solo, ou seja, mínimo de $0,3 \text{ MJ/m}^2/\text{dia}$, no dia 11 de julho de 2011 e máximo de $3,3 \text{ MJ/m}^2/\text{dia}$, no dia 14 de setembro de 2011. O fluxo de calor no solo, em escala diária, descendente e ascendente, tende a se anular (VIEIRA & PICULI, 2009).

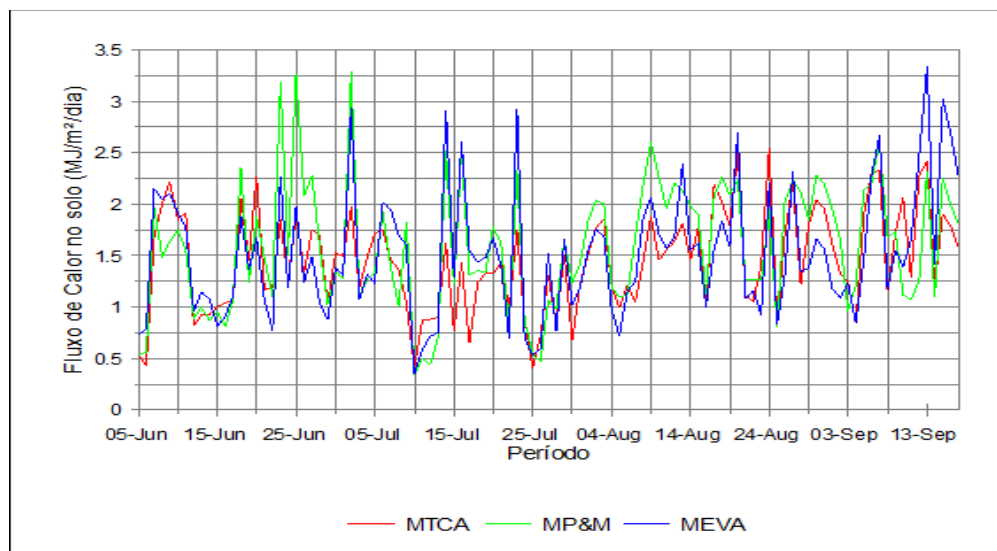


Figura 22 – Fluxo de calor no solo para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.

Verifica-se na Figura 23, que praticamente não houve diferença nos valores de Radiação Global entre os tratamentos, porém, a área do tratamento MP&M apresentou maior incidência de radiação global. Isso de certo modo era esperado, tendo em vista que as medidas foram efetuadas em pontos muito próximos.

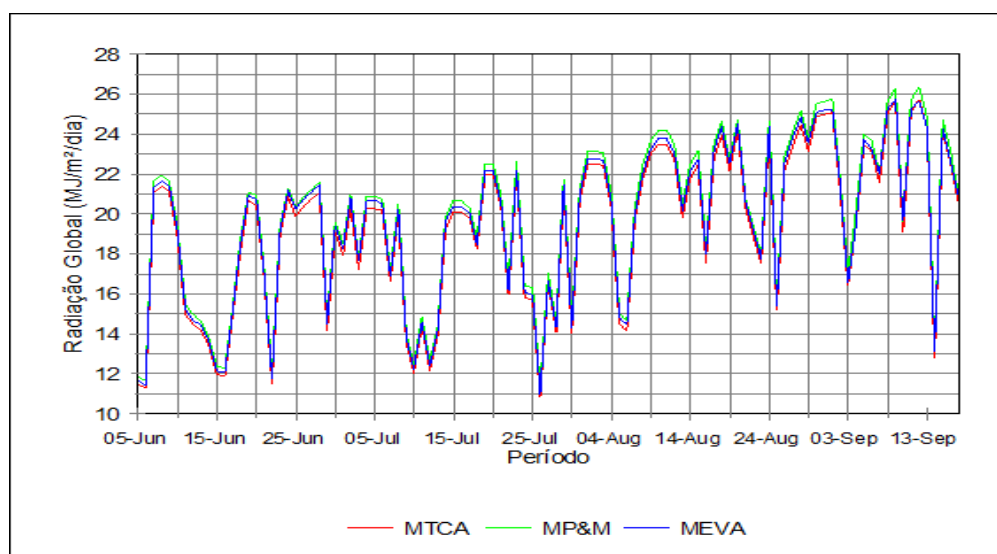


Figura 23 – Radiação Global para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.

Os albedos médios diários dos tratamentos MEVA, MTCA e MP&M foram

18,9, 21,0 e 19,0% conforme pode ser observado na Figura 24. A área do tratamento MTCA foi a que apresentou o maior albedo médio diário durante todo o ciclo, com a maior diferença no estágio inicial e durante o período de desenvolvimento e formação de bulbos. Na fase inicial, o albedo determinado com base no MTCA foi maior 16 e 12,8% do que MEVA e MP&M, respectivamente, e para todo o ciclo, 10 e 9,5%, respectivamente. Essa diferença provavelmente está associada às características da superfície. O albedo maior no tratamento MTCA provavelmente está associado ao menor desenvolvimento da cultura, conseqüentemente, maior área do solo descoberto proporcionando maior reflexão e, também, a menor umidade no solo devido declividade do terreno. A declividade, provavelmente também tenha contribuído para o menor albedo do MEVA, devido a maior umidade no solo.

Os resultados condizem com a realidade, haja vista que o albedo varia de acordo com a textura, coloração e umidade do solo, e densidade e pigmentação da vegetação. Para Leitão (1994) e Leitão et al. (2002), O albedo de uma superfície vegetada varia com o ângulo de elevação do sol, o tipo de vegetação existente, as condições de umidade do ar e da superfície, a umidade e o tipo de solo, bem como, a quantidade e o tipo de nuvens.

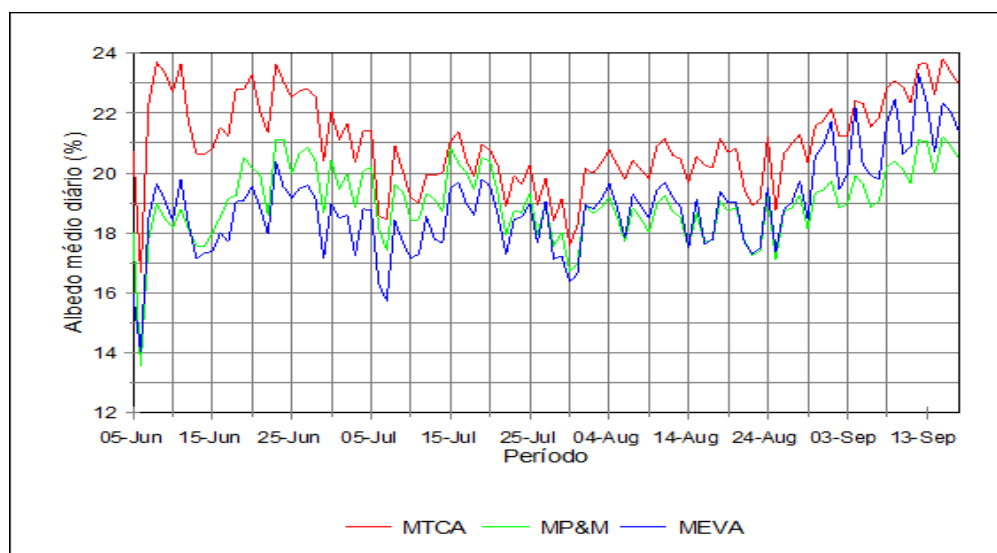


Figura 24 – Albedo médio diário para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.

Conforme pode ser observado na Figura 25, a radiação emitida pela superfície das áreas dos três tratamentos não apresentou muita variação até o início do estágio de maturação, 25 de julho de 2011, porém, a partir desta data até o final

do ciclo, constata-se uma menor emissão de radiação pela superfície do tratamento MP&M. Provavelmente, este tratamento recebeu um pouco mais de água que os outros tratamentos, ou seja, sua superfície estava um pouco mais fria que as demais. Este resultado enquadra com a Lei de Stefan-Boltzmann que estabelece que a energia total radiada por unidade de área superficial de um corpo na unidade de tempo é diretamente proporcional à quarta potência da sua temperatura.

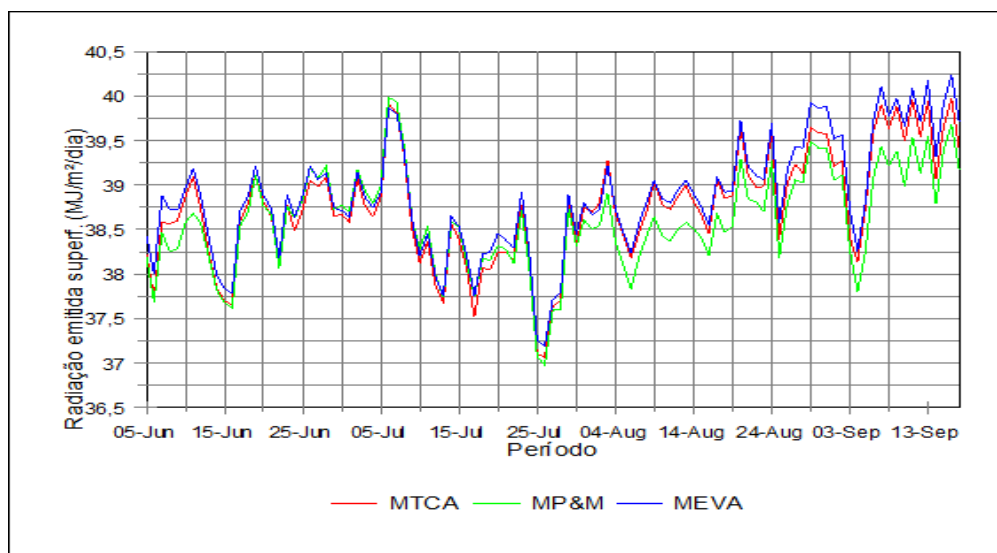


Figura 25 – Radiação emitida pela superfície para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.

Analisando-se o saldo de radiação (R_n) nas áreas dos três tratamentos apresentado na Figura 26, observa-se que, no geral, a área do MEVA apresentou uma disponibilidade de energia levemente superior a área do tratamento MTCA, enquanto que sobre a área do tratamento MP&M, a situação foi intermediária.

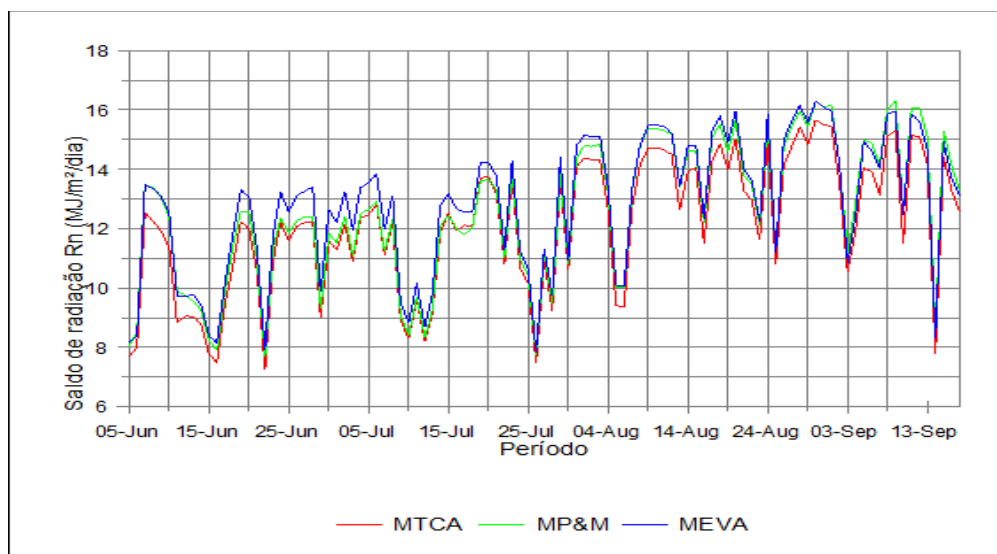


Figura 26 – Saldo de Radiação para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.

Avaliando-se a evapotranspiração da cultura da cebola para as três áreas de estudo apresentada na Figura 27, verifica-se que o tratamento MEVA apresentou uma ligeira superioridade em relação aos demais tratamentos durante todo o ciclo da cultura, e que o maior consumo, ocorreu no período de formação de bulbos (bulbificação - estágio III). Analisando-se as curvas da Figura 27, observa-se que as evapotranspirações estimadas através do método do Tanque Classe A (MTCA) e do método Penman-Monteith (MP&M), correlacionam-se muito bem com a evapotranspiração medida nos evapotranspirômetros de lençol freático constante, ou seja, com a evapotranspiração do método direto (MEVA). A lâmina total de água aplicada dos tratamentos MEVA, MTCA e MP&M foram 413,3, 427,1 e 419,7, respectivamente, não havendo, portanto, diferença significativa de consumo de água entre os tratamentos durante o ciclo da cultura.

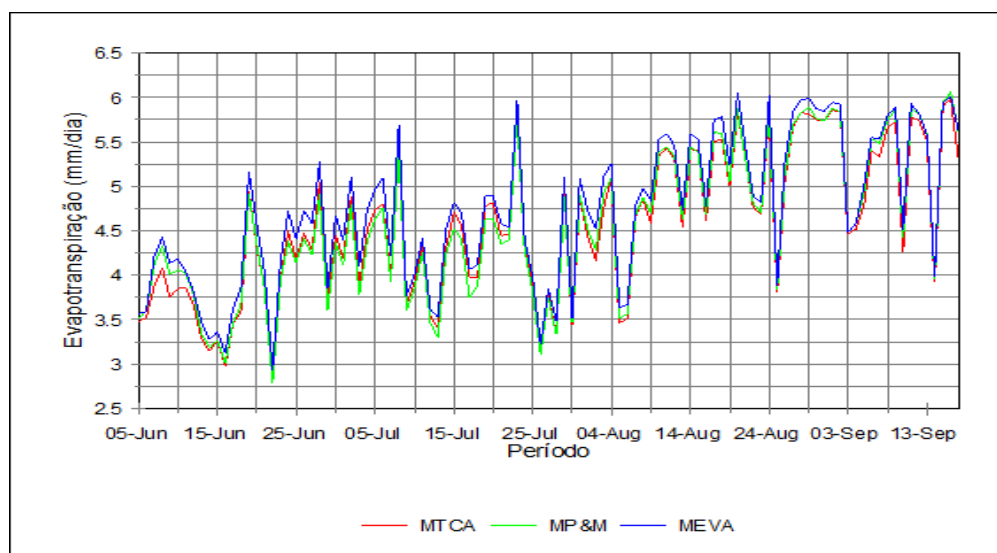


Figura 27 – Evapotranspiração da cultura da cebola para cada tratamento durante o Cultivo Convencional da cebola.

5.1.2 Produtividade

Os resultados obtidos, em função dos tratamentos impostos para diâmetro médio e peso médio de bulbos para as diferentes classes e tratamentos estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que foram encontrados, nos três tratamentos, bulbos com diâmetro inferior a 35 mm - classe 1, portanto não comercial. Para as demais classes de bulbos 2, 3 e 4, que segundo Costa et al.

(2000), são comerciáveis, verifica-se que o tratamento MP&M, foi ligeiramente superior aos demais. Segundo Souza & Rezende (2002), o mercado consumidor brasileiro prefere bulbos com diâmetro variando entre 40 e 80 mm. Em relação ao peso de bulbo, verifica-se que o tratamento MP&M foi o que apresentou maior peso em todas as classes, com exceção à classe 4 do tratamento MEVA. O peso obtido para a classe 3, do tratamento MTCA, 83,6 g, foi superior em 79,8% ao encontrado por Lima et al. (2011) ao estudar a produtividade da cebola dentro e fora de evapotranspirômetro no período mais quente do ano (outubro de 2010 a fevereiro de 2011), para mesma cultivar e região. Tomando-se como base Souza & Resende, (2002), a classe 3, em todos os tratamentos foi a que apresentou peso de maior preferência comercial para o consumidor, entre 80 e 100 g.

Tabela 1 - Diâmetro médio e peso médio de bulbos de cebola para as diferentes classes e tratamentos em Cultivo Convencional: MEVA; MTCA; e MP&M. Juazeiro, BA, 2011.

Tratamentos	Diâmetro médio (mm)				Peso médio (g)			
	Classes				Classes			
	1	2	3	4	1	2	3	4
MEVA	20,0	40,7	53,3	74,9	7,8	42,1	81,0	205,7
MTCA	20,9	41,7	54,4	73,8	8,0	40,1	83,6	194,1
MP&M	21,1	42,0	55,6	75,7	8,7	43,9	90,1	202,0

A duração dos estádios de desenvolvimento da cultura está apresentada na Tabela 2, enquanto evapotranspiração média diária da cultura (ETc), evapotranspiração média diária de referência (ETo) determinada pelos métodos do Tanque Classe A (MTCA) e Penman-Monteith (MP&M), além dos coeficientes de cultura (Kc) para os diferentes estádios de desenvolvimento da cebola são apresentados na Tabela 3. Observa-se na Tabela 2 que o estágio III (bulbificação) foi o mais longo, compreendendo 49 dias; e o que consumiu o maior volume d'água, ou seja, teve uma evapotranspiração média diária de 5,11 mm. Verifica-se, ainda, na Tabela 3, que o valor médio de ETo determinado pelo MTCA foi cerca de 0,1 mm/dia maior do que o calculado pelo MP&M, para os estádios I e II, enquanto para os estádios III e IV, foi menor 0,1 e 0,2 mm/dia, respectivamente. Comparando-se os Kc obtidos neste estudo com aqueles propostos por Marouelli et al. (2005), verifica-se que o Kc baseado no MTCA foi inferior 11,7 e 22,5%, respectivamente, nos estádios I e II, e superior 1,1 e 4,6% nos estádios III e IV, respectivamente. Já o Kc baseado

no MP&M, apresentou valor inferior nos estádios I e II, respectivamente 8,3 e 20,0%, e superior 1,1 e 1,5%, respectivamente nos estádios III e IV. Para Doorenbos & Pruitt (1997) e Allen et al. (1998), a determinação do coeficiente de cultivo *in loco* é imprescindível devido às características climáticas específicas de cada região.

Tabela 2 - Duração dos estádios de desenvolvimento da cebola, Juazeiro, BA, 2011.

Estádios	Inicial	Vegetativo	Bulbificação	Maturação	Colheita	Total
Início da fase	24/05/2011	14/06/2011	13/07/2011	31/08/2011	23/09/2011	
Período (dias)	21	29	49	24	-	123
ETc (mm)	2,44	2,98	5,11	4,15		

Tabela 3 - Evapotranspiração média diária da cultura (ETc), evapotranspiração média diária de referência (ETo) determinada pelos MTCA e MP&M, e coeficientes de cultura (Kc) para os diferentes estádios de desenvolvimento da cebola. Juazeiro, BA, 2011.

Estádio	ETc MEVA (mm)	ETo MTCA (mm)	ETo MP&M (mm)	Kc (MTCA)	Kc (MP&M)	Kc (Marouelli et al., 2005)
I (Inicial)	2,44	4,59	4,46	0,53	0,55	0,60
II (Vegetativo)	2,98	4,80	4,66	0,62	0,64	0,80
III (Bulbificação)	5,11	5,32	5,35	0,96	0,96	0,95
IV (Maturação)	4,15	6,08	6,28	0,68	0,66	0,65

A Produtividade total (P_{Tot}), Produtividade comercial (P_{Com}), Lâmina total (L_{Tot}), eficiência do uso da água (EUA), sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável total (ATT) para os diferentes tratamentos (MEVA, MTCA e MP&M) estão apresentados na Tabela 4. Verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos na produtividade total, produtividade comercial, teor de sólidos solúveis totais e acidez titulável total. Observa-se que o tratamento MP&M foi o que apresentou os maiores valores de produtividade (total e comercial), SST e ATT. Comparando-se a produtividade comercial, percebe-se que o tratamento MP&M foi superior em 0,4% e 16,5% ao tratamento MEVA e MTCA, respectivamente. Em relação à lâmina total de água aplicada, embora não tenha havido diferença significativa de consumo de água entre os tratamentos durante o ciclo da cultura já comentado, verifica-se que o tratamento que recebeu a maior lâmina foi o MTCA, 427,1 mm, sendo esta, superior ao tratamento MEVA em 3,23% e 1,73% em relação ao tratamento MP&M. Kumar et

al. (2007), ao estudar resposta da cebola a diferentes níveis de água de irrigação por microaspersão no semiárido da Índia, obteve maiores produtividades (33,6 e 34,4 t ha⁻¹) nos tratamentos que aplicou maior lâmina d'água (465,5 e 451,3 mm) e constataram que a massa média de bulbos foi influenciada positivamente pelas lâminas de irrigação aplicadas. Em relação à EUA, percebe-se que os tratamentos MEVA e MP&M foram os que apresentaram os maiores valores: 124,6 e 123,2 kg ha⁻¹ mm⁻¹, respectivamente. Comparando-se as produtividades total e comercial obtidas nesta pesquisa com aquelas obtidas por Souza et al. (2008), para a mesma região e no período maio a setembro de 2004, que obtiveram produtividade total e comercial de respectivamente 26,8 e 22,9 t ha⁻¹, tem-se que os valores de produtividade total encontrados para MEVA, MTCA e MP&M foram maiores 92,2%; 61,2% e 92,9%, respectivamente. Em termos de produtividade comercial os valores para MEVA, MTCA e MP&M foram superiores em 124,0%; 87,8% e 124,9%, respectivamente. Por outro lado, Bandeira et al. (2010), obtiveram para a mesma cultivar valores de produtividade total e comercial bem próximos 48,3 e 46,7 t ha⁻¹, respectivamente. Em relação à média da produtividade total brasileira, a produtividade total obtida nesta pesquisa no tratamento MEVA foi superior 107,7%, no tratamento MTCA, 74,1%, e no tratamento MP&M, 108,5%. Em relação ao teor de sólidos solúveis totais (°Brix), verifica-se que o tratamento MTCA, apresentou o menor valor 9,8°Brix, o mesmo valor foi encontrado por Bandeira et al. (2010) para a mesma cultivar e região, no período de maio a outubro de 2009. Grangeiro et al. (2008), obtiveram 9,2°Brix para essa mesma cultivar, e período de maio a setembro de 2004 em Mossoró, RN. Vilas Boas et al. (2010), também obtiveram para a cultivar Alfa São Francisco irrigada por gotejamento em Lavras-MG, no período de junho a outubro de 2008 um índice de 10,9°Brix, valor um pouco maior do que o encontrado nesta pesquisa. Para a acidez total titulável, os valores encontrados em todos os tratamentos foram em torno de 0,10% de ácido pirúvico. Grangeiro et al. (2008), encontraram para a cultivar em Mossoró, RN, 0,34% de ácido pirúvico. A acidez juntamente com o teor de sólidos solúveis totais são parâmetros importantes, responsáveis pelo sabor de frutas e hortaliças (CHITARRA, 1994).

Tabela 4 – Produtividade total (P_{Tot}), Produtividade comercial (P_{Com}), Lâmina total (L_{Tot}), Eficiência do uso da água (EUA), sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável total (ATT) para os diferentes tratamentos: MEVA; MTCA; e MP&M. Juazeiro, BA, 2011.

Tratamentos	P_{Tot}	P_{Com}	L_{Total}	EUA	SST	ATT
	(t ha ⁻¹)		(mm)	kg ha ⁻¹ mm ⁻¹	(°Brix)	(% Ac. pirúvico)
MEVA	51,5a	51,3a	413,3	124,6	10,3a	0,09a
MTCA	43,2a	43,0a	427,1	101,1	9,8a	0,09a
MP&M	51,7a	51,5a	419,7	123,2	10,4a	0,10a
CV%	18,04	18,19	-	-	5,22	10,65

*Médias seguidas de mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

5.2 Cultivo Orgânico

5.2.1 Variáveis microclimáticas

A evolução da temperatura média diária do ar, durante o período de condução do experimento é apresentada na Figura 28. A temperatura média do ar foi de 27,9°C, próximo ao encontrado por Lima et al. (2011), 27°C. Essa média diária de temperatura observada neste estudo está dentro da faixa indicada por Souza & Resende (2002), que consideram que as temperaturas críticas de interferência no desenvolvimento da cultura da cebola se situam abaixo de 10°C e acima de 32°C, os quais também afirmam que, condições de altas temperaturas promovem a bulbificação acelerada da cebola, enquanto que exposição das plantas por períodos prolongados a temperaturas muito baixas pode induzir o florescimento prematuro, *bolting*, situação altamente indesejável para a produção comercial de bulbos. No entanto, segundo Resende et al. (2007), temperaturas em torno de 15,5 a 21,1°C promovem a formação de melhores bulbos e maior produção.

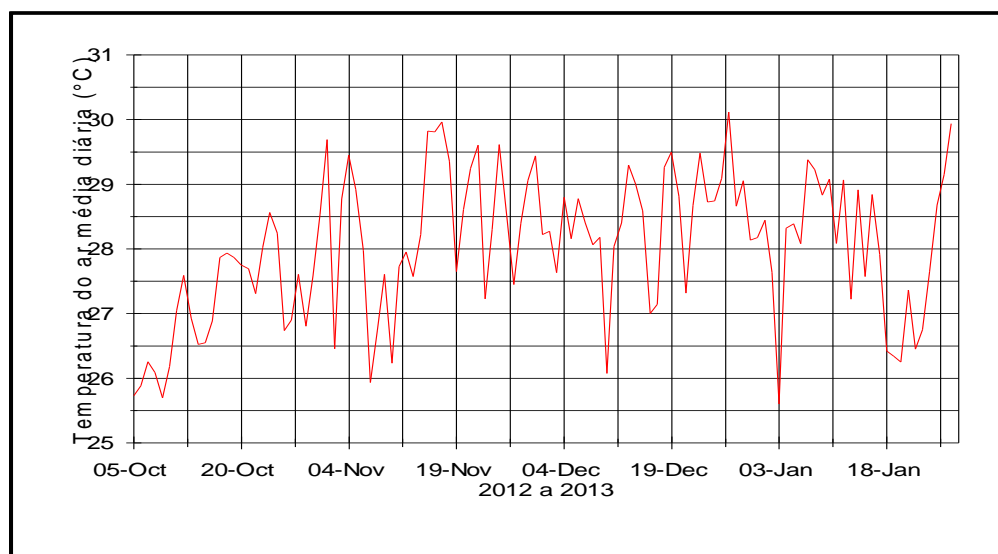


Figura 28 - Temperatura média diária ($T_{méd}$) do ar ocorrida no período de Cultivo Orgânico da cebola.

Na Figura 29 visualiza-se a evolução da umidade relativa média diária do ar para o período de estudo, a qual variou de 40% a 75%, e apresentou um índice médio diário de 51,3%. Resende et al. (2007) afirmam que umidade relativa do ar elevada favorece a incidência de doenças foliares, que poderão aumentar os custos de produção e comprometer a produção da cultura. Por outro lado, Gonçalves et al. (2004) relatam que a ocorrência de míldio é correlacionada com condições climáticas de alta umidade do ar e temperaturas amenas. Também, o aumento da umidade do ar tem relação negativa direta com a evapotranspiração, ou seja, a evapotranspiração é reduzida quando a umidade do ar é elevada. Ainda de acordo com a Figura 30, verifica-se aumento da umidade do ar nos dias 09 de novembro de e 13 de dezembro de 2012. Neste período houve manifestação de doenças e aplicação da calda bordalesa. Picos de elevada umidade do ar ocorreram também entre os dias 18 e 23 de janeiro de 2013 (colheita).

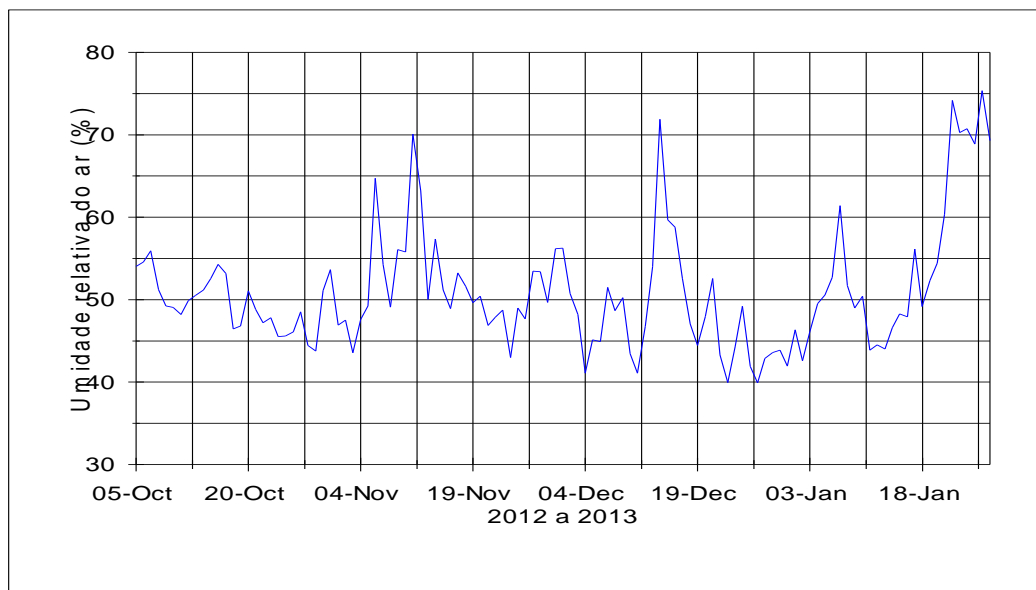


Figura 29 - Umidade relativa média do ar durante o ciclo do Cultivo Orgânico da cebola.

A velocidade média do vento a dois metros de altura, durante o ciclo da cebola foi de $1,8 \text{ m s}^{-1}$ (Figura 30). Os ventos agem como agentes de dispersão dos gases e partículas (PEREIRA et al., 2007). A ocorrência de ventos sobre uma cultura pode transportar patógenos, e comprometer a sanidade do cultivo, bem como associados às altas temperaturas, podem contribuir para o aumento da evapotranspiração da cultura.

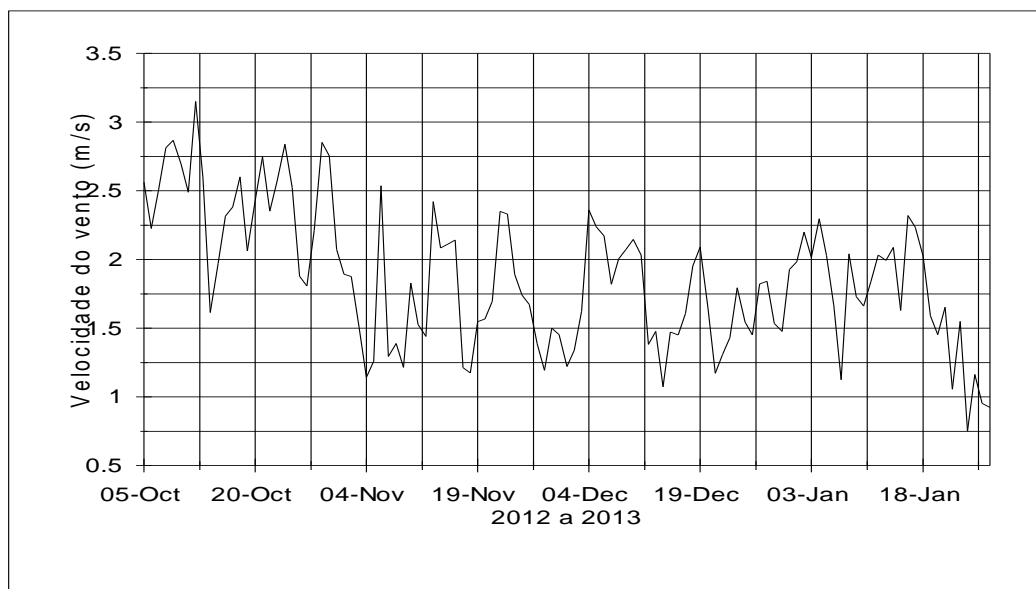


Figura 30 - Velocidade média do vento a 2 m de altura no Cultivo Orgânico da cebola.

Na Figura 31 observa-se as curvas de Radiação global (R_g) e Saldo de radiação (R_n) durante o ciclo da cultura. Verifica-se que os fluxos radiativos médios diários das duas curvas sincronizam entre si e com as curvas da evapotranspiração

(Figura 32), comprovando-se que quanto maior for a disponibilidade de energia radiante maior será a evapotranspiração.

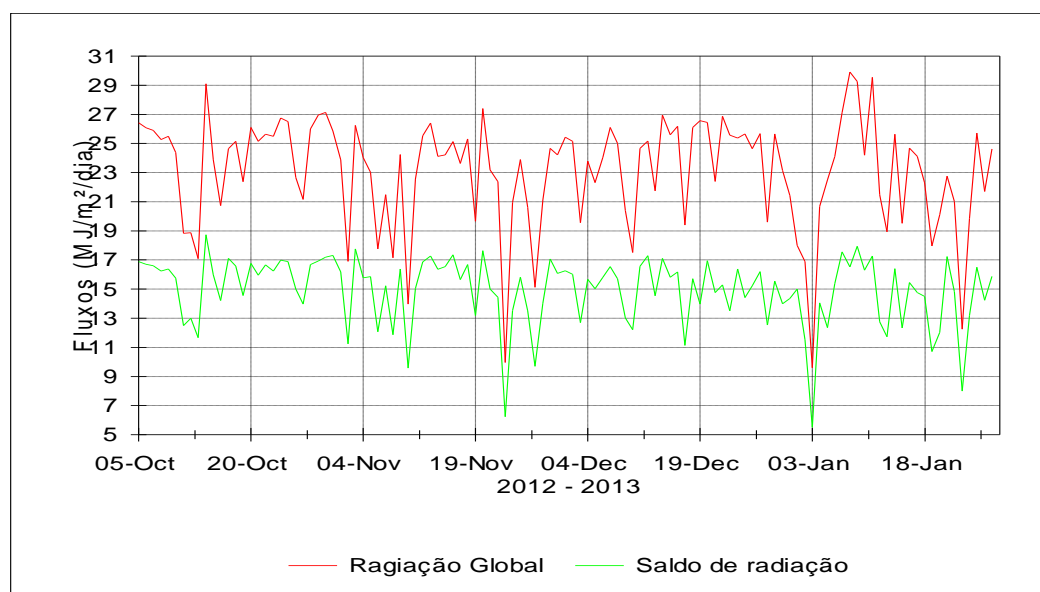


Figura 31 – Fluxos radiativos médios diários de Radiação global (Rg) e Saldo de radiação (Rn), durante o Cultivo Orgânico da cebola.

A evapotranspiração média diária da cultura da cebola nos três tratamentos: MEVA; MTCA; e MP&M; foram $4,8 \text{ mm dia}^{-1}$. Conforme pode ser observado na Figura 32, a evapotranspiração no tratamento MTCA apresentou os maiores valores durante o ciclo, atingindo o máximo de $7,6 \text{ mm dia}^{-1}$, enquanto, o tratamento MP&M apresentou o menor valor $1,9 \text{ mm dia}^{-1}$. Umidade baixa e temperatura do ar elevada com velocidade do vento mais acentuada aumenta o poder evaporativo da atmosfera, e, por conseguinte, a evapotranspiração.

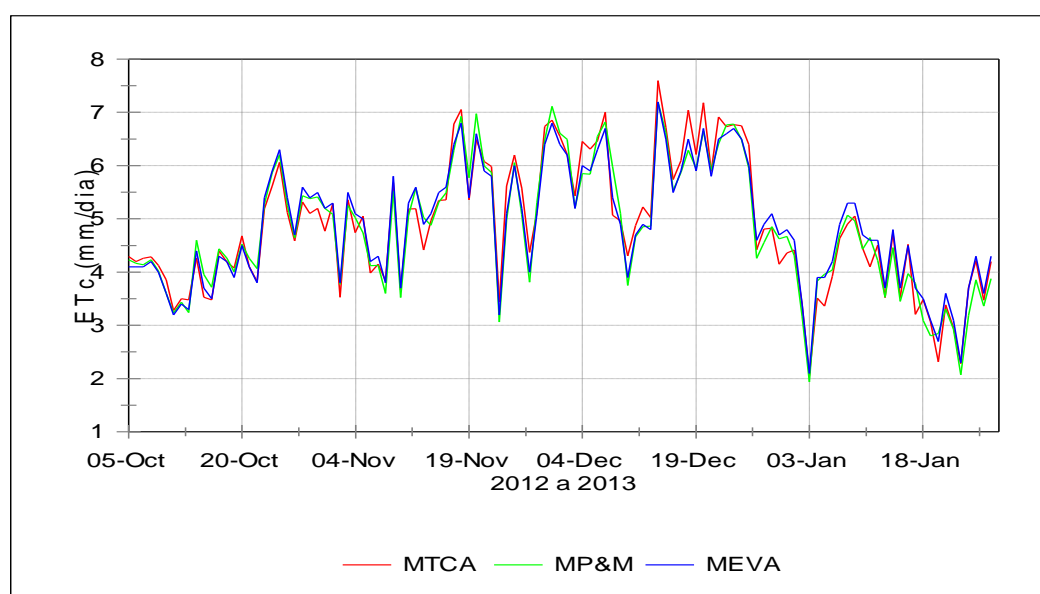


Figura 32 - Evapotranspiração média diária durante o Cultivo Orgânico da cebola.

5.2.2 Produtividade

Para todos os tratamentos foram encontrados bulbos com diâmetro menor do que 35 mm, sendo computados apenas na produtividade total. Analisando-se os dados da Tabela 5, percebe-se que houve pouca variação entre os tratamentos com relação às médias dos diâmetros das classes 1 e 2. Já para a classe 3, o tratamento MTCA apresentou o menor valor médio 52,6 mm, o tratamento MP&M 55,0 mm e o tratamento MEVA 56,2 mm. Observa-se ainda na Tabela 5, que em relação ao peso de bulbos, o tratamento MEVA apresentou o maior peso médio de bulbo para a classe 3 (80,4 g) e o tratamento MTCA, o menor peso médio de bulbo para a classe 1 (15,7 g). O tratamento MEVA, exceto para a classe 2 apresentou peso médio de bulbo superior aos dos tratamentos MTCA e MP&M 3,2% e 2,5% para a classe 1, respectivamente e 18,1 % e 14,7 % para classe 3, respectivamente.

Tabela 5 - Diâmetro médio e peso médio de bulbos para as diferentes classes e tratamentos: MEVA; MTC; e MP&M. Juazeiro, BA, 2013.

Tratamentos	Diâmetro médio (mm)			Peso médio (g)		
	Classes			Classes		
	1	2	3	1	2	3
MEVA	32,0	45,1	56,2	16,2	38,1	80,4
MTCA	31,6	45,2	52,6	15,7	38,2	68,1
MP&M	31,8	45,4	55,0	15,8	39,3	70,1

O peso total (em kg), por tratamento para cada classe está representado na Figura 33. Verifica-se que para os métodos MEVA e MP&M, a classe 2 foi a que apresentou o maior peso, 9,0 kg, enquanto que no MTCA, 8,6 kg. O menor peso total de bulbo (2,8 kg) foi observado nos tratamentos TCA e MP&M para a classe 1.

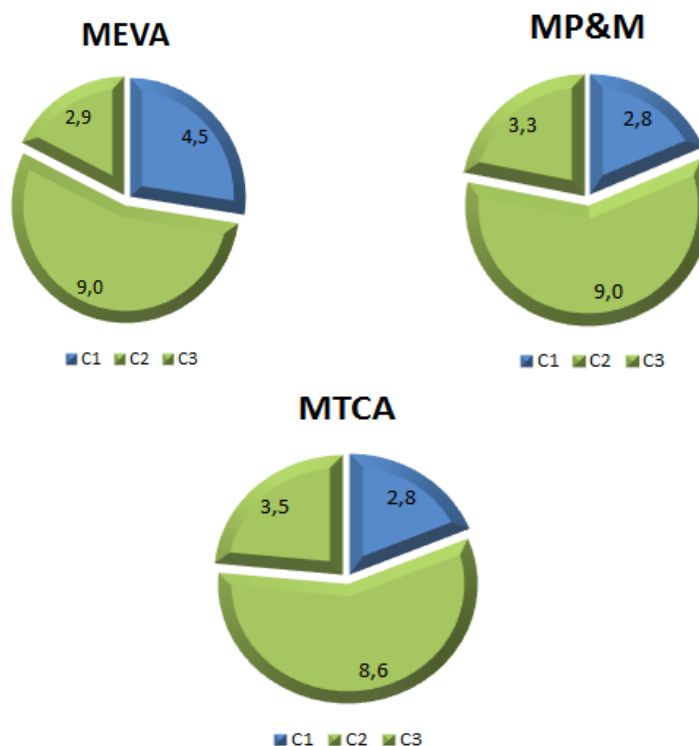


Figura 33 – Distribuição proporcional de peso para cada classe (kg) por tratamento.

Em relação ao peso total de todas as classes, conforme pode ser observado na Figura 34, o MEVA foi o que apresentou o maior peso total 16,4 kg, enquanto que o MTCA foi o que apresentou o menor peso 14,9 kg.

PESO TOTAL DAS CLASSES POR TRATAMENTO

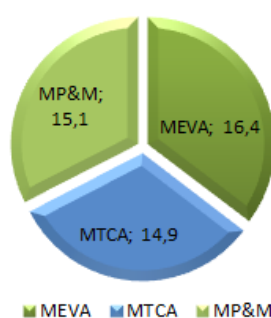


Figura 34 - Peso total das classes (kg) por tratamentos.

A Tabela 6 apresenta a duração de cada estágio de desenvolvimento da cultura da cebola, cujo ciclo totalizou 115 dias. Verifica-se que o estágio III (bulbificação) foi o que apresentou o maior período 39 dias, seguido do estágio de maturação com 33 dias. Em relação ao consumo d'água, percebe-se que o estágio de bulbificação foi o que recebeu o maior volume 5,79 mm, ou seja, foi o que apresentou maior evapotranspiração média diária. Considerando que o período de

cultivo ocorreu de outubro de 2012 a janeiro de 2013, a precocidade de produção pode ter ocorrido em função do número de horas de luz ofertado à cultura associado ao manejo adequado da água de irrigação.

Tabela 6 - Duração de cada estágio de desenvolvimento da cebola. Juazeiro, BA, 2013.

Estádios	Inicial	Vegetativo	Bulbificação	Maturação	Colheita	Total
Início da fase	05/10/2012	23/10/2012	18/11/2012	27/12/2012	28/01/2013	
Período (dias)	17	26	39	33	-	115
ETc (mm)	3,91	5,17	5,79	4,07		

A Tabela 7 apresenta os resultados do pH, teor de sólidos solúveis totais (°Brix), acidez titulável (ATT) e pungência para os diferentes tratamentos. Estatisticamente não houve diferença significativa entre os parâmetros analisados, Porém, quanto ao teor de sólidos solúveis totais (°Brix), o tratamento MTCA apresentou, em média, o maior valor 9,74°Brix, 9,3% inferior ao valor médio encontrado por Araújo et al., (2004), 10,65°Brix para a mesma cultivar e 32% superior ao genótipo Superex 6,60°Brix no município de Ponto Novo, BA, estudado por estes mesmos autores. Segundo Grangeiro et al. (2008), o alto teor de SST está ligado à alta pungência e à boa qualidade de armazenamento. Os valores de ATT encontrados nos tratamentos MEVA e MTCA foi 0,12%, e para o tratamento MP&M 0,11%. Araújo et al. (2004), ao compararem a produção e qualidade de diferentes genótipos de cebola em cultivo orgânico, cultivados entre os meses de maio e outubro de 2013, em Ponto Novo, BA, encontraram valores de ATT entre 0,16 e 0,27%. Fenneman, (1985), relata que o teor de ácidos orgânicos tende a diminuir após o amadurecimento, a colheita e durante o armazenamento, devido à oxidação para a produção de energia no ciclo de *Krebs*. Para Chitarra e Chitarra (2005), as hortaliças perdem rapidamente a acidez com o amadurecimento, e esta característica de qualidade pode ser utilizado, em conjunto com a doçura, como indicativo de maturação. Quanto à pungência, observa-se na Tabela 3 que os valores encontrados para os três tratamentos foram: MEVA = 5,86; MTCA = 5,64; e MP&M = 5,65 $\mu\text{mol mL}^{-1}$. Esses valores encontrados são similares ao encontrado por Santos et al. (2004), 5,90 $\mu\text{mol mL}^{-1}$, para o sistema de cultivo convencional em Juazeiro. Já Ramos et al. (2004), encontraram valores de 4,61 $\mu\text{mol mL}^{-1}$ na região do Submédio

São Francisco. Schwirmer & Weston (1961), classificaram a medida da pungência, em função da quantidade de ácido pirúvico, como fraca (2 a 4 $\mu\text{mol g}^{-1}$), intermediária (8 a 10 $\mu\text{mol g}^{-1}$) e forte (15 a 20 $\mu\text{mol g}^{-1}$). Conforme a referida escala, a cultivar em estudo pode ser classificada entre fraca e intermediária. Para Randle (1997), ainda que a pungência esteja relacionada aos fatores genéticos da cultivar, a baixa disponibilidade de enxofre, temperatura adequada e boa disponibilidade hídrica podem minimizar seus efeitos na cebola. Sun Yoo et al., (2006) estudando os efeitos dos fatores genéticos e ambientais sobre a pungência da cebola, verificaram que mais de 80% da variação da pungência se deu pelo fator genético e que a influência do fator ambiental foi mínima.

Tabela 7 - pH, sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$), Acidez Titulável (ATT) e Pungência para os diferentes tratamentos: MEVA;MTCA; e MP&M. Juazeiro, BA, 2013.

Tratamentos	pH	SST ($^{\circ}\text{Brix}$)	ATT (% Ac. pirúvico)	Pungência ($\mu\text{mol ác.}$ pirúvico mL^{-1})
MEVA	5,54a	9,16a	0,12a	5,86a
MTCA	5,46a	9,74a	0,12a	5,64a
MP&M	5,36a	9,12a	0,11a	5,65a
CV (%)	8,20	11,69	15,36	17,83

*Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

Na Tabela 8 são apresentados para cada estágio de desenvolvimento, a evapotranspiração média diária da cultura (ETc-MEVA) medida nos Evapotranspirômetros; a evapotranspiração de referência média diária determinada através dos métodos MTCA e MP&M, bem como os respectivos coeficientes de cultivo (Kc) obtidos nesta pesquisa e os coeficientes de cultivo (Kc) propostos para a cultura da cebola por Marouelli et al., (2005). Verifica-se que a evapotranspiração de referência média diária foi maior no estágio I do que nos demais estágios de desenvolvimento da cultura, enquanto a menor média diária ocorreu no estágio IV (Maturação). De modo geral a diferença entre a evapotranspiração de referência média diária obtida através dos dois métodos foi pequena. Em relação ao coeficiente de cultivo (Kc), os valores nos tratamentos MTCA e MP&M, não diferiram muito em relação ao referencial, proposto por Marouelli et al., (2005). Comparando-se os valores de Kc obtidos através dos métodos MTCA e MP&M, com o proposto por

Marouelli et al., (2005), percebe-se diferenças inferiores em módulo: estágio I |1,7%| e |3,3%|, respectivamente, e estágio III |3,7%| e |1,1%|, respectivamente. Porém, fazendo-se a mesma comparação para os outros dois estádios, têm-se diferenças superiores: para o estágio II 5,0% e 3,8%, respectivamente, e para o estágio IV, a mesma diferença para os dois métodos (6,2%). Essas diferenças mais acentuadas entre o Kc obtido para os estádios II e IV, em relação aos propostos por Maroueri et al., (2005), pode dever-se a ocorrência de chuva, no estágio II choveu 21,3 mm e no estágio IV 22,5 mm. Durante o estágio III choveu apenas 3,3 mm, e durante o estágio I não houve ocorrência de chuva.

Tabela 8 - Evapotranspiração média diária da cultura (ETc), evapotranspiração média diária de referência (ETo) determinada pelos MTCA e MP&M e coeficientes de cultura (Kc) para os diferentes estádios de desenvolvimento da cebola. Juazeiro, BA, 2013.

Estádios	ETc (mm)	ETo MTCA (mm)	ETo MP&M (mm)	Kc (MTCA)	Kc (MP&M)	Kc (Marouelli et al., 2005)
I (Inicial)	3,91	6,65	6,68	0,59	0,58	0,60
II (Vegetativo)	5,17	6,18	6,26	0,84	0,83	0,80
III (Bulbificação)	5,79	6,34	6,17	0,92	0,94	0,95
IV (Maturação)	4,07	5,94	5,91	0,69	0,69	0,65

De acordo com os dados apresentados na Tabela 9, não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à Produtividade total (P_{Tot}) e a Produtividade comercial (P_{Com}). Nota-se que o tratamento que apresentou a maior P_{Tot} , foi o MEVA 15,3 t ha⁻¹. Porém, o tratamento que apresentou a maior P_{Com} , foi o MP&M 12,4 t ha⁻¹. Os valores de P_{Tot} estão próximos dos encontrados por Costa et al. (2008) 13,2 t ha⁻¹ para cultivar Alfa Tropical em Juazeiro, BA. Estes mesmos autores encontraram, para a Alfa São Francisco, em Petrolina valores de P_{Tot} e P_{Com} de 27,8 e 22,3 t ha⁻¹, respectivamente. Gonçalves & Silva (2003) ao estudar o impacto da adubação orgânica sobre a incidência de tripses em cebola, em Ituporanga, SC, encontraram P_{Tot} entre 12,0 e 16,9 t ha⁻¹. Araújo et al., (2004) avaliando oito genótipos de cebola em cultivo orgânico entre os meses de maio a outubro no perímetro irrigado de Ponto Novo, BA, encontraram, para a mesma cultivar P_{Tot} e P_{Com} de 14,46 e 14,40 t ha⁻¹, respectivamente e para o genótipo IPA - 10, P_{Com} de 13,96 t ha⁻¹. Costa et al. (2008), avaliando o desempenho de cultivares de cebola em cultivo orgânico em dois tipos de solo no Vale do São Francisco

também no período de maio a outubro, verificaram que no Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, o genótipo Alfa São Francisco, alcançou P_{Tot} de 27,79 e P_{Com} de 22,31 t ha⁻¹; e para a cultivar Alfa Tropical 25,85 e 19,36 t ha⁻¹, respectivamente. Por outro lado, Costa et al. (2008), avaliando cultivares de cebola a doses de potássio em cultivo orgânico irrigado, também no Vale do São Francisco entre os meses de maio a outubro, encontraram P_{Com} de 32 t ha⁻¹ para a cultivar Alfa São Francisco.

Em relação à lâmina total d'água aplicada, verifica-se que no tratamento MEVA o consumo foi superior aos dos tratamentos MTCA e MP&M em 0,18% e 1,1%, respectivamente. Porém, embora este tratamento tenha recebido uma lâmina um pouco maior d'água, a P_{Tot} e P_{Com} , foram apenas superior em 3,3% e 1,3% em relação aos demais tratamentos. Quanto à EUA, percebe-se que os tratamentos MEVA e MP&M foram os que apresentaram os maiores valores: 27,3 e 27,2 kg ha⁻¹ mm⁻¹, respectivamente. Analisando-se os dados da Tabela 9, observa-se que a produtividade média para cada classe de bulbo (PMCB), exceto para a classe 3, o MEVA foi o tratamento que apresentou as maiores produtividades: 4,5 t ha⁻¹ para classe 1 e 9,0 t ha⁻¹ para classe 2.

Possivelmente, um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade pode ter sido pouco tempo para estabilizar os atributos do solo (aspectos físicos, químicos e biológicos), uma vez que, para olerícolas, se faz necessário, pelo menos, 18 meses de cultivo orgânico e no mínimo cinco anos para uma completa estabilidade do solo. Outro fator responsável pela baixa produtividade pode ter sido o pH elevado do solo da área experimental após a ceifa da adubação verde e aplicação do pó de rocha que variou de 7,0 a 7,6 (ANEXO D), o que provavelmente afetou a disponibilidade de muitos nutrientes essenciais para as plantas, uma vez que para as condições de cultivo da cebola a faixa adequada de pH (em água) situa-se entre 6,0 e 6,5 (SOUZA et al., 2013).

Tabela 9 - Produtividade total (P_{Tot}), Produtividade comercial (P_{Com}), Lâmina total (L_{Tot}), Eficiência do uso da água (EUA) e produtividade média por classe de bulbo (PMCB) para os diferentes tratamentos: MEVA; MTCA; e MP&M. Juazeiro, BA, 2013.

Tratamentos	P_{Tot}	P_{Com}	L_{Total} (mm)	EUA ($kg\ ha^{-1}\ mm^{-1}$)	PMCB		
	(t ha^{-1})				(t ha^{-1}) Classes		
					1	2	3
MEVA	15,3a	12,0a	560,8	27,3	4,5	9	2,9
MTCA	14,8a	12,0a	559,8	26,4	2,8	8,6	3,5
MP&M	15,1a	12,4a	554,6	27,2	2,8	9	3,3
CV (%)	19,94	23,01	--	--			

*Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que para as condições climáticas no Norte da Bahia entre abril e setembro, a produtividade da cebola em sistema de cultivo convencional, com a irrigação baseada na evapotranspiração obtida no Tanque Classe A (MTCA) e Penman-Monteith (MP&M) superou a produtividade média brasileira. Em contrapartida, a produtividade da cebola em sistema de cultivo orgânico, entre outubro de 2012 e janeiro de 2013 foi inferior à média brasileira. Provavelmente, o fato de este último cultivo ter sido o primeiro plantio orgânico nesta área é possível que o tempo tenha sido insuficiente para estabilidade dos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, o que pode ter sido decisivo para essa baixa produtividade alcançada. No cultivo convencional o manejo da irrigação baseado na evapotranspiração medida no método de Penman-Monteith (MP&M) proporcionou produtividade total e comercial praticamente igual. No entanto, não houve diferença significativa de produtividade entre os tratamentos estudados nos dois sistemas de cultivo.

No cultivo convencional a maior lâmina de água foi aplicada no tratamento que teve o manejo de irrigação baseado no Tanque Classe A (MTCA); enquanto no cultivo orgânico, a maior lâmina foi aplicada no tratamento que teve a irrigação baseada no método do evapotranspirômetro (MEVA). Porém, tanto para o sistema de cultivo convencional quanto para o sistema de cultivo orgânico, os coeficientes de cultivo encontrados com base no tratamento do MTCA são bem próximos daqueles obtidos pelo método MP&M. Os valores da evapotranspiração de referência (ET_o) determinados pelos métodos MTCA e MP&M, em todos os estádios de desenvolvimento nos dois sistemas de cultivo, não variaram mais do que 0,20 mm.

No sistema convencional, o tratamento que teve a irrigação baseada no método de MP&M, para todos os aspectos qualitativos que expressam a qualidade dos frutos, exceto o teor de sólidos solúveis totais, foi o que apresentou os melhores resultados.

Embora todos os métodos avaliados nesta pesquisa tenham proporcionado bons desempenhos, recomenda-se que na impossibilidade da obtenção da medida direta da evapotranspiração da cultura da cebola através de evapotranspirômetros, particularmente na região Norte da Bahia, devido à praticidade, o manejo de

irrigação tome como base a evapotranspiração da cultura determinada a partir dos coeficientes de cultivo (K_c) resultantes desta pesquisa e a evapotranspiração de referência obtida pelo método do MTCA, com o K_p calculado segundo *Snyder (1992)*.

7. REFERÊNCIAS

ABU AWWAD, A.M. Irrigation water management for onion trickle irrigated with saline drainage water. **Dirasat Series B. Pure and Applied Sciences, Amman**, v.23, n.1, p.46-54, 1996.

ALLEN. R. G; PEREIRA, L. S; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. FAO. Irrigation and Drainage Paper 56. Report of Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. FAO, 1998.

ANISUZZAMAN, M; ASHRAFUZZAMAN, M.; ISMAIL, M. R.; UDDIN, M. K.; RAHIM, M. A. Planting time and mulching effect on onion and seed production. **Afr. J. Biotechnol.** 8 (3), 412–416, 2009.

ARAUJO, J. F; COSTA, N. D.; LIMA, M. A. C. de; PEDREIRA, C. M; SANTOS, C. dos; LEITE, W. de M. Avaliação de genótipos de cebola em cultivo orgânico. **Horticultura brasileira**. V. 22. n. 2. Jul. 2004.

ASSIS, F.N. **O uso do evapotranspirômetro no estudo de algumas relações entre a evapotranspiração medida e estimada**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1978. 73p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-A.O.A.C. **Official methods of analysis** 16. ed. Washington: A.O.A.C. 1998.

AUSTIN, R. B. Bulb formation in onions as affected by photoperiod and spectral quality of light. **Journal of Horticultural Science**. Ashford, v. 47, n. 3, p. 493-504, 1972.

AYAS. S; DERMITAŞ, Ç. Deficit irrigation effects on onion (*Allium cepa* L. E.T. Grano 502) yield in unheated greenhouse condition. Science and Technology. **Journal of Food, Agriculture & Environment**. v. 7. 2009.

AYDIN, M. et al. Test of a simple model for estimating evaporation from bare soils in different environments. **Ecological Modeling**. v.182, p.91-105, 2005.

BAHIA. SEPLANTEC/CAR. Projeto-Áridas-Bahia (1994). **Projeto ÁRIDAS**: Marco de referência para o Estado da Bahia. Salvador: SEPLANTEC/CAR,1994.

BANDEIRA, G. R. L.; QUEIROZ, S. O. P.; ARAGÃO, C. A.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F. **Cultivares de cebola sob diferentes métodos de manejo irrigação**. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. S3187-S3192, jul. 2010. 1 CD-ROM. Suplemento. 50. Congresso Brasileiro de Olericultura, Guarapari, jul. 2010. **Disponível em:** <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18903/1/Nivaldo2_CBO_2010.pdf>. Acesso em: 10. jul. 2013.

_____. **Desempenho agrônômico de cultivares de cebola sob diferentes manejos de irrigação no Submédio São Francisco**. Irriga, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 73- 84, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82357/1/Artigo-Carlos-Antonio.pdf>>. Acesso em: 10. jul. 2013.

BELFORT G; NAKADA PG; SILVA DJH; DANTAS GG; SANTOS, R. R. H. Desempenho de cultivares de cebola nos sistemas orgânico e convencional em Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**. 24: p. 206-209, 2006.

BERGSTROM, L. F. SYMPOSIUM 2 part 2: Food production for a growing world population - The impact of food production on soils and groundwater resources. **Journal of Food Science**, v.69, p. R181-R184, 2004.

BODDEY, R. M; SÁ, J. C. de M.; ALVES, B. J. R; URQUIAGA, S. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, n.5/6, p.787-799, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária, Portaria n. 529 de 18 ago. **Diário Oficial (República Federativa do Brasil)**, Brasília, 1 set., Seção1, p. 13513. 1995.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agencia Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012**. Ed. Especial. - Brasília: ANA, 2012. 215 p.: Il. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/arquivos/Conjuntura2012.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2013.

BREGAGNOLI, M.; MELO, P. C. T.; GRATIERI, L. A.; MINCHILLO, M.; CARVALHO, C. A. M. **Desempenho da cv. Alfa Tropical em cultura de verão no Sul do Estado de Minas Gerais**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, supl, 2, 2003. 1. CD ROM.

CANTARUTTI, T. F. P.; ARAÚJO, S. L. D.; ROSSI, S. C.; DALSENTER, P. R. **Resíduos de pesticidas em alimentos. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente.** v. 18, p.9-16, 2009.

CARDOSO, A. I. I.; COSTA, C. P. Production of onion bulb sets in styrofoam trays. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 969-974, 1999.

CARVALHO, D. F. de. **Otimização do uso da água no perímetro irrigado do Gorutuba.** Viçosa: UFV, 1998. 145p. Tese Doutorado.

CHITARRA, M. I. F. Colheita e pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, 1994.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2ª edição. Lavras: ESAL, 2005. 783 p.

CLARK, M. S., HORWATH, W. R., SHENNAN, C., SCOW, K. M. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. **Agron. J.** 90, 662–671, 1998.

COSTA, H. S. **Diagnóstico do estado de funcionamento de sistemas de bombeamento de água fotovoltaico (SBFV) instalados em Pernambucano.** An. 6. Enc. Energ. Meio Rural. 2006. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100050&script=sci_arttext>. Acesso em: 06 ago. 2012.

COSTA, N. D.; PINTO, J. M.; SANTOS, C. A. F.; SANTOS, G. M.; SANTOS, C. R.; BANDEIRA, G. R. L. Comparação de métodos de irrigação em cebola no vale do São Francisco. **Horticultura brasileira.** v. 22, n. 2. 2004. Suplemento CD-ROM.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; ARAÚJO, J. F.; SANTOS, C. A.F.; LIMA, M. A. C.; PINTO, J. M.; SANTOS, G. O. C.; CANDEIA, J. A.; BANDEIRA, G. R. L.; 2008. Resposta de cultivares de cebola a doses de potássio em cultivo orgânico irrigado no Vale do São Francisco. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 48, 2008. Resumos. Maringá: ABH. p. S4022-s4028(CD –ROM).

COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; QUEIROZ, M. A. de; ARAÚJO, H. M. de; OLIVEIRA, V.R.; MENDONÇA, J. L. de; CANDEIA, J. A. Alfa São Francisco: variedade de cebola para cultivo no verão. p. 420. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 45, 2005, Fortaleza, Brasil. **Anais...** Fortaleza, CE: [s.n], 2005.

COSTA, N. D.; ARAUJO, J. F.; SANTOS, C. A. F.; RESENDE, G. M.; LIMA, M. A. C. 2008. Desempenho de cultivares de cebola em cultivo orgânico e tipos de solo no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira** 26: p. 476-480, 2008.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. **Sistemas de Produção**. Cultivo da cebola no nordeste. Embrapa Semiárido, n.3, nov. 2007. Versão Eletrônica. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cebola/CultivoCebolaNordeste/cultivares.htm>>. Acesso em: 17 set. 2013.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; DIAS, R. C. S. Avaliação de cultivares de cebola em Petrolina-PE. **Horticultura Brasileira**. 18 ed. p.57-60, 2000.

DANTAS NETO, F. S. **Recursos hídricos e suporte tecnológico a projetos hidroagrícolas**: Bacia do Alto São Francisco. Viçosa: UFV; Belo Horizonte: Ruralminas; Brasília: ANA, 2002. 258p.

DELLACECCA, V.; LOVATO, A. F. S.; STOFELLA, P.J.; CANTLIFFE, D.J.; DAMATO, G. Effects of different plant densities and planting systems on onion (*Allium cepa* L.) bulb quality and yield. **Acta Horticulturae**, n.533, p.197 - 203, 2000.

DINESH, R., DUBEY, R. P., GANESHAMURTHY, A. N., PRASAD, G. S., 2000. Organic manuring in rice-based cropping system: effects on soil microbial biomass and selected enzyme activities. **Curr. Sci.** 79, 1716–1720, 2000.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop Water Requirements**. (FAO série *Irrigation and Drainage Paper*, 24). Rome: FAO. 1992. p 144.

_____. **Necessidade hídrica das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 24)

DROST, D., GROSSL, P., KOENIG, R. Nutrient management of onions: a Utah perspective. In: **Proceedings of the International Conference on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling**. ASAE, the International Commission on Irrigation and Drainage, San Antonio, TX:1996, pp. 54–59.

EL BALLA, M. M. A; HAMID, ABDELBAGI A; ABDELMAGEED, A. H. A. Effects of time of water stress on flowering, seed yield and seed quality of common onion (*Allium cepa* L.) under the arid tropical conditions of Sudan. **Agricultural Water Management**. v.121, p.149-157. Abril, 2013.

ELLS, J. E.; MCSAY, A. E.; SOLTANPOUR, P. N.; SCHWEISSING, F. C.; BARTOLO, M. E.; KRUSE, E. G. Onion irrigation and nitrogen leaching in the Arkansas Valley of Colorado. **Hort. Tech.**, vol. 3, 2, 1993, p.184-187, 1993.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Editor técnico, Fábio Cesar da Silva. 2. ed. rev. Ampl.. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
FAO. **Agricultural production, primary crops**. 2011. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#DOWNLOAD>. Acesso em: 27 jun. 2013.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. **Manual de métodos de análises do solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979. 60p.

FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 1ª ed. New York, Marcel Dekke. 1985.

FILGUEIRA, F. A. (Org.). **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna para a produção de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.

FREITAS, W. da S.; RAMOS, M. R.; COSTA, S. L. Demanda de irrigação da cultura da banana na bacia do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.4, p.343–349. Campina Grande, PB. 2007.

GIBSON, G.; KOIFMAN, S. Agricultural toxic use and temporal distribution of male birth rate in the state of Parana, Brazil. **Revista Panamericana de Salud Publica- Pan American Journal of Public Health**. v.24, p.240-247, 2008.

GONÇALVES, P. A. de S.; SILVA, C. R. S. Impacto da adubação orgânica sobre a incidência de tripses em cebola. **Horticultura Brasileira, Brasília, DF**, v. 21, n. 3, p. 462-466, jul./set. 2003.

GONÇALVES, P. A. de S.; SILVA, C. R. S.; BOFF, P. Incidência do míldio em cebola sob adubação mineral e orgânica. **Horticultura Brasileira, Brasília, DF**, v. 22, n. 3, p. 538-542, jul-set. 2004.

GRANGEIRO, L. C.; SOUZA, J. O.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; SANTOS, G. M. Características qualitativas de genótipos de cebola. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1087-1091, jul./ago. 2008.

HANKS, R. J. Yield and water use relationships: an overview. In: Taylor, H. M., Jordan, W. R., Sinclair, T.R. (Eds.), **Limitations to Efficient Water Use in Crop Production**. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wis, pp. 393–411, 1983.

HARTEMINK, A. E. Sugarcane for bioethanol: Soil and environmental issues. **Advances in Agronomy**, v.99, p.125-182, 2008.

HOITINK, H. A. J.; BOEHM, M. J. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. **Annual Review of Phytopathology**. 37, p. 427–446, 1999.

HOWELL, T.A. Relationships between crop production and transpiration, evapotranspiration, irrigation. In: Steward, B.A., Nielson, D.R. (Eds.), **Irrigation of Agricultural Crops**. (Agronomy monograph No. 30), ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wis, pp. 391–434, 1990.

HUBERT, F; HALLAIRE, V.; SARDINI, P; CANER, L.; HEDDADJ, D. Pore morphology changes under tillage and no-tillage practices. **Geoderma**, v.142, p.226-236, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706107002455>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

IBGE. **Conjuntura Agrícola. Março, 2012**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/pesquisa/pesquisa_google.shtm?cx=001166883472422164311%3Azkjemxce8sc&cof=FORID%3A9&ie=ISO-8859-1&q=cebola+2012&sa=Pesquisar&siteurl=www.ibge.gov.br%2Fhome%2F&ref=www.ibge.gov.br%2F&ss=114433j11997768633j10>. Acesso em: 04 ago. 2012.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Abril, 2013**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201304.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2013.

IPA. Comissão estadual de Fertilidade do solo. **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco**. p. 137. Recife/PE: IPA. 2008.

JAKOBSEN, S. T. Aerobic decomposition of organic wastes 2. **Value of compost as fertilizer. Resources, Conservation and Recycling**. 13, 57–71. 1995.

JEDIDI, N., HASSEN, A., van CLEEMPUT, O., M'HIRI, A. Microbial biomass in a soil amended with different types of organic wastes. **Waste Management and Research**. 22 (2), p. 93–99, 2004.

JENSEN, M. E. Water consumption by agricultural plants. In: KOZLOWSKI, T.T. **Water deficits and plant growth**, vol. 2, Academic Press, New York, 1968.

JOSHUA, W. D.; MICHALK, D. L.; CURTIS, I. H.; SALT, M.; OSBORNE, G. J. The potential for contamination of soil and surface waters from sewage sludge (biosolids) in a sheep grazing study, **Australia. Geoderma**. 84, 135–156, 1998.

KENNEDY, A. C.; PAPENDICK, R. I. Microbial characteristics of soil quality. **Journal of Soil and Water Conservation**. 50, 243–248, 1995.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KORIEEM, S. O.; EL-KOLIEY, M. M. A.; WAHBA, M. F. Onion bulb production from “Shandwell” sets as affected by soil moisture stress”, **Assiut Journal of Agricultural Sciences**, v. 25, p.185-193, 1994.

KORIEEM, S. O.; EL-KOLIEY, M. M.; EL-SHEEKH, H. M. Effect of drought conditions on yield, quality and some water relationships of onion. **Journal of Agricultural Sciences**, Assiut, v.30, n.1, p.75-84, 1999.

KUMAR, S.; IMTIYAZ, M., KUMAR, A.; SINGH, R. Response of onion (*Allium cepa* L.) to different levels of irrigation water. **Agricultural Water Management**. v. 89, p.161-166, 2007.

LEE, J. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. **Scientia Horticulturae**. Republic of Korea, v.124. p.299–305, 2010.

LEIFELD, J.; SIEBERT, S.; KÖGEL-KNABNER, I. Biological activity and organic matter mineralization of soils amended with biowaste composts. **Journal of Plant Nutrition and Soil**. Science 165, 151–159, 2002.

LEITÃO, M. M. V. B. R. **Balanco de radiação em três ecossistemas da Floresta Amazônica: campina, campinarana e mata densa**. 1994. 135p. Tese. Micrometeorologia. Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, SP.

LEITÃO, M. M. V. B. R; SANTOS, J. M. dos, OLIVEIRA, G. M. Estimativas do albedo em três ecossistemas da Floresta Amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia**

Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, v.6, n.2, p.256-261, mai/ago. 2002.

LEITE, D. L.; OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, N. D.; FONSECA, M. E. de N.; BOITEUX, L. S.; MELO, P. E de; REIS, A.; UENO, B.; BAPTISTA, M. J. Melhoramento genético de cebola para as condições tropicais e subtropicais do Brasil. **Revista colombiana de ciências hortícolas** - Vol. 3 - No.1 - pp. 18-27, 2009.

LIMA, C. B. de A.; OLIVEIRA, G. M.; SANTOS, I. M. S.; BISPO, R. C.; SANTOS, C. A. F. Produtividade da cebola dentro e fora de evapotranspirômetros. **Horticultura Brasileira.** v. 29, n. 2. Jul. 2011.

LIPINSKI, V.M.; GAVIOLA, S.; GAVIOLA, J.C. Effect of plant density on yield of onions cv. Cobriza INTA. **Agricultura Técnica**, v.62, n.4, p.1 - 9, 2002.

MAARA. **Portaria nº 529, de 18 de Agosto de 1995.** Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e qualidade da Cebola, através da Resolução MERCOSUL/GMC/RES nº 100/94. Disponível em: <http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/cebola529_95.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2012.

MARQUELLI, W. A.; COSTA, É. L.; SILVA, H. R. **Irrigação da cultura da cebola.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 17 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 37). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/31469/1/ct_37.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2012.

MARQUES, J. J.; FERNANDES, L. A.; SILVA, M. L. N.; DIAS JUNIOR, M. D.; CURI, N.; FAQUIN, V. **Solo no contexto ambiental.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 134p.

MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Crop coefficient for irrigated beans derived using three reference evaporation methods. **Agricultural and Forest Meteorology.** 135 (1-4). 135-143, 2005.

MELO, P. C. T. **Produção de sementes de cebola em condições tropicais e subtropicais.** São Paulo: USP, maio 2007. (ESALQ/USP-Departamento de Produção Vegetal)

MENDES, A. M. S.; SILVA, D. J.; FARIA, C. M. B. de; RESENDE, G. M.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, M. S. L. **Nutrição Mineral e Adubação da Cultura da Cebola no Submédio do Vale do São Francisco.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008 (Circular técnica)

OLIVEIRA, G. M. de; LEITÃO, M. M. V. B. R. BISPO, R. C.; SANTOS, I. M. S. ALMEIDA, A. C de. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência na região norte da Bahia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.4, n.2, p.104–109, 2010.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia agrícola** (edição revista e ampliada). ESALQ, USP. Piracicaba. SP. 2007.

PERES, F.; MOREIRA, J. C. **Health, environment, and pesticide use in a farming area in Rio de Janeiro State, Brazil**. Cadernos de Saúde Pública, v.23, p.S612-S621, 2007.

PINAMONTI, F. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. **Nutrient Cycling in Agroeco-systems** 51, 148–239, 1998.

PINHEIRO, A.; MORAES, J. C. S.; SILVA, M. R. da. Pesticidas no perfil de solos em áreas de plantação de cebolas em Ituporanga, SC. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.15, n.5, p.533–538, 2011.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 2006. 461p.

RAMOS, H. H.; MAZIERO, J. V. G.; YANAI, K.; CORRÊA, I. M.; SEVERINO, F. J.; KANNO, O. Y.; MARTINS, P. S.; MURA, C.; MORGANO, M. A. Exposição dérmica do aplicador de agrotóxicos na cultura da uva, com diferentes pulverizadores. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.175-179, 2002.

RAMOS, P. S.; DALL'IGNA DEOSN, M.; SANTOS, J. S. dos.; ARAGÃO, C. A. **Desempenho e pungência de genótipos de cebola na região do Submédio São Francisco**. 2004.

RANDLE, W. M. Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity. **ACM Symposium Series**, [S.l.], v. 660, p. 41-42, 1997.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; JACOBY, C. F. S.; OLINIK, J. R.; OLIVEIRA, R. P de. Efeito da densidade de plantas no rendimento de bulbos com diferentes cultivares de cebola. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 44., 2004, Campo Grande. Horticultura Brasileira Suplemento CD., 2004. v. 22.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; SOUZA, C. A. F.; SANTOS, R. J. **Cultivo da Cebola no Nordeste**. (Sistemas de produção 3). Versão eletrônica. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. Nov. 2007.

SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Semiárido, 2010. 402 p.

SAHA, U. K.; KHAN, M. S.; HAIDER, J. SAHA, R. R. Yield and water use of onion under different irrigation schedules in Bangladesh. **Japanese Journal of Tropical Agriculture** , Tokyo, v. 41, n. 4, p. 268-274, 1997.

SALASSIER, B.; SOARES, A. A; MANTOVANI, E. S. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

SANTA OLALLA, F. M.; DOMÍNGUEZ-PADILLA, A.; LÓPEZ, R. Production and quality of the onion crop (*Allium cepa* L.) cultivated under deficit irrigation conditions in a semi-arid climate. **Agric. Water Manage.** 68, 77–89, 2004.

SANTA OLALLA, F. M.; VALERO, J. A. J.; CORTES, C. F. Growth and production of onion crop (*Allium cepa* L.) under different irrigation scheduling. **European Journal of Agronomy, Córdoba**, v.3, n.1, p. 85-92, 1994.

SANTOS, I. M. S.; OLIVEIRA, G. M. de.; LEITÃO, M. M. V. B. R; CARVALHO, A. R. P de; BISPO, R. de C.; LIMA, C. B. de A. **Evapotranspiração e coeficientes de cultura para as diferentes fases fenológicas da cebola. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 52. Anais. Salvador. BA. 2012.

SANTOS, G. M.; SOUZA, J. de O.; GRANGEIRO, L. C.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de.; SANTOS, Y. C. N. **Avaliação do teor de ácido pirúvico em genótipos de cebola no Nordeste do Brasil**. [S. l]: Embrapa Semiárido, 2004.

SCHMITT, D. R. **Cebola: produção e mercado nacional**. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina - 2010-2011. Santa Catarina, SC. 2010.

SCHROTH, G.; LEHMANN, J. Contrasting effects of roots and mulch from three agroforestry tree species on yields of alley cropped maize. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v. 54, p. 89-101, 1995.

SCHWIMMER, S.; WESTON W. J. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. **Journal Agricultural Food Chemistry**. v.9, p.301-304, 1961.

SEI. **Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia**. Disponível em:

<http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=110>. Acesso em: 12 dez. 2012.

SHOCK, C. C., FEIBERT, E. B. G., SAUNDER, L. D. Onion yield and quality as affected by soil water potential as irrigation threshold. **Hortic. Sci.** 33, p. 1188–1191, 1998.

_____. Irrigation criteria for drip-irrigated onions. **HortScience**, v.35, p.63-66, 2000.

_____. Plant population and nitrogen fertilization for subsurface drip irrigated onion. **HortScience**, v.39, p.1722–1727. 2004.

SILVA, A.S. **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa semiárido, 2010.

SIQUEIRA, S. L.; KRUSE, M. H. L. Agrochemicals and human health: contributions of healthcare professionals. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v.42, p.573-579, 2008.

SNYDER, R. L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. **Journal Irrig. and Drainage Eng.** 118: 877 – 980, 1992.

SOBEIH, W. Y.; WRIGHT, C. J. The photoperiodic regulation of bulbing in onion. III. Response to red: far-red ratio and cycle lighting. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 63, n. 3, p. 379-389, 1987.

SOUZA, J. O.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; NUNES, G. H. S. Avaliação de genótipos de cebola no semiárido nordestino. **Horticultura brasileira**. 26:097-101, fev. 2008.

SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M. **Cultura da cebola**. Lavras: UFLA. 115 p. Texto Acadêmico, n.21. 2002.

SOUZA, R. B.; RESENDE, F. V.; MADEIRA, N. R. **Preparo do solo**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_cebola/prepar>

o_do_solo.htm>. Acesso em: 12 dez. 2013.

STEER, B. T. The bulbing response do day length and temperatures of some Australian cultivars of onion. **Australian Journal of Agricultural Research, East Melbourne**, v. 31, n. 2, p. 511-518, 1980.

STOFELLA, P.J. Planting arrangement and density of transplants influence sweet spanish onion yields and bulb size. **HortScience**, v.31, n. 7, p.1129– 1130, 1996.

SUN YOO, K.; PIKE, L.; CROSBY, K.; JONES, R.; LESKOVAR, D. Differences in onion pungency due to cultivars, growth environment, and bulb sizes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 110, p. 144-149, 2006.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; WOLFF; B.; D'ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R.; SCHINDLER, D.; SCHLESINGER, W. H.; SIMBERLOFF, D.; SWACKHAMER, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**. 292, p. 281-284, 2001.

VAREJÃO-SILVA. M. A. **Meteorologia e climatologia**. Versão digital 2. Recife. PE. Março/2006.

VIDIGAL, S. M.; PEREIRA, P. R. G.; PACHECO, D. D. **Nutrição mineral e adubação da cebola**. Belo Horizonte: [s.n.], 2002. 286 p. (Informe Agropecuário, 46).

VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. R. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**. 28: 168-173. Minas Gerais. 18/01. 2010.

VIEIRA, L.; PICULLI, M. F. J. **Meteorologia e climatologia agrícola (notas de aula)**. Cidade Gaúcha. PR. 2009.

VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; CONSONI, R. **Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.117-124, 2011.

VILAS BOAS, R. C. **Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura da cebola**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras : UFLA, 2010, 114 p. : il.

VILAS BOAS, R. C.; SOUZA, R. J. Desempenho de cultivares de cenoura em função da água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.514-520, 2012.

VINCENZO, M. C. V. de; TESSARIOLI NETO, J. **Onion seedling production in styrofoam trays under controlled environment, as summer-planted onions.** *Scientia Agricola* 60: p. 65-69, 2003.

VINNE, J. van der. **Sistemas de cultivo e métodos de implantação de cebola no verão.** 2006. 60 f : Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Campus Jaboticabal, São Paulo. 2006.

WADE, H. F.; YORK, A. C.; MOREY, A. E.; PADMORE, J. M.; RUDO, K. M. The impact of pesticide use on groundwater in North Carolina. **Journal of Environmental Quality**, v.27, p.1018-1026, 1998.

8. ANEXOS

ANEXO A

Resultados da análise do solo do Sistema de Cultivo Convencional.

DETERMINAÇÕES			AMOSTRAS DE SOLO			
SIGLA	DESCRIÇÕES	UNIDADE	A1	A2	EVP 1	EVP 2
M.O.	Mat. Orgânica	g/kg	-	-	-	-
pH	H2O 1:2,25	-	5,80	5,60	7,05	6,55
C.E.	Extrato Sat.	dS/m	0,70	0,49	0,98	0,47
P	Fósforo	mg/kg	50,00	57,00	42,00	13,00
K	Potássio	cmolc/kg de TFSA	0,05	0,03	0,02	0,01
Ca	Cálcio	cmolc/kg de TFSA	2,31	2,14	2,71	1,89
Mg	Magnésio	cmolc/kg de TFSA	1,48	1,54	0,58	1,00
Na	Sódio	cmolc/kg de TFSA	0,01	0,01	0,02	0,01
Al	Alumínio	cmolc/kg de TFSA	0,05	0,05	0,00	0,05
H+Al	Ac. Potencial	cmolc/kg de TFSA	1,15	0,82	1,65	0,82
S (bases)	Soma de Bases	cmolc/kg de TFSA	3,85	3,72	3,33	2,91
T	Cap. Troca Cat	cmolc/kg de TFSA	5,00	4,54	4,98	3,73
V	Sat. Bases	%	77,00	82,00	67,00	78,00
100.Na+/T	Sat. Sódio Trocável	-	0,20	0,22	0,40	0,27
m	Sat. por Alumínio	(%)	1,00	1,00	0,00	2,00
Cu	Cobre	mg/dm ³	-	-	-	-
Fe	Ferro	mg/dm ³	-	-	-	-
Mn	Manganês	mg/dm ³	-	-	-	-
Zn	Zinco	mg/dm ³	-	-	-	-

A1 – Área que antecede os Tanques Evapotranspirométricos;
A2 – Área que sucede os Tanques Evapotranspirométricos;
EVP 1 – Tanque Evapotranspirométrico 1; e
EVP 2 - Tanque Evapotranspirométrico 2.

Fonte: Laboratório de Análises de Solo, Água e Calcário (UNEB/DTCS, Juazeiro/BA, 05/2011).

ANEXO B

Recomendação de adubação para cebola (doses de N, P₂O₅ e K₂O).

Teor no solo	Plantio	Cobertura
	-----kg ha ⁻¹ -----	
	-----Nitrogênio (N)-----	
Não considerada	30	120
	-----Fósforo (P ₂ O ₅)-----	
mg dm ⁻³ de P		
< 6	180	-
6 a 12	135	-
13 a 25	90	-
> 25	45	-
	-----Potássio (K ₂ O)-----	
cmol.dm ⁻³ de K		
< 0,08	45	135
0,08 a 0,15	45	90
0,16 a 0,30	45	45
> 0,30	-	45

Fonte: Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (IPA, 2008).

ANEXO C

Composição química de alguns elementos no pó de rocha.

SIGLA	UNIDADE	Amostra 01
M.O.	g/kg	-
pH	-	-
Sílica	% peso	67
Silício	% peso	31
Tungstênio	% peso	< 1,0
Ca	% peso	4,7
Mg	% peso	5,1
Na	% peso	0,02
Al	% peso	0,44
Cu	% peso	0,001
Fe	% peso	1,4
Mn	% peso	0,042
Zn	% peso	0,003

Fonte: CTQ Análises Químicas Ambientais S/S Ltda (01/2013).

ANEXO D

Resultados das análises do solo após a ceifa e aplicação do pó de rocha (SCO).

DETERMINAÇÕES			AMOSTRAS DE SOLO			
SIGLA	DESCRIÇÕES	UNIDADE	1	2	3	4
M.O.	Mat. Orgânica	g/kg	4,55	4,24	2,59	5,17
pH	H2O 1:2,25	-	7,59	7,64	7,03	7,00
C.E.	Extrato Sat.	dS/m	1,80	1,01	0,37	0,38
P	Fósforo	mg/dm ³	140,20	77,14	27,87	84,25
K	Potássio	cmolc/dm ³	0,31	0,22	0,43	0,48
Ca	Cálcio	cmolc/dm ³	4,0	3,9	2,0	3,0
Mg	Magnésio	cmolc/dm ³	1,80	1,40	0,60	0,50
Na	Sódio	cmolc/dm ³	0,60	0,21	0,28	0,08
Al	Alumínio	cmolc/dm ³	0,00	0,00	0,00	0,00
H+Al	Ac. Potencial	cmolc/dm ³	0,00	0,00	0,00	0,00
S (bases)	Soma de Bases	cmolc/dm ³	6,71	5,73	3,31	4,06
CTC	Cap. Troca Cat	cmolc/dm ³	6,71	5,73	3,31	4,06
V	Sat. Bases	%	100,00	100,00	100,00	100,00
Cu	Cobre	mg/dm ³	1,10	0,70	0,60	0,50
Fe	Ferro	mg/dm ³	72,00	110,00	94,40	93,00
Mn	Manganês	mg/dm ³	44,00	36,00	33,90	40,70
Zn	Zinco	mg/dm ³	20,10	9,80	37,00	9,20

EVP 1 – Tanque Evapotranspirométrico 1;
EVP 2 - Tanque Evapotranspirométrico 2;
A1 – Área que antecede os Tanques Evapotranspirométricos; e
A2 – Área que sucede os Tanques Evapotranspirométricos.

Fonte: Laboratório de análises de solo e tecido vegetal (EMBRAPA/CPATSA, 09/2012).

ANEXO E

Composição química do biofertilizante.

Identificação	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
Biofertilizante	0,29	0,39	0,37	0,15	0,30	0,23	57,93	4,00	16,00	1,00	7,00	67,62

Fonte: Laboratório de análises de solo e tecido vegetal (EMBRAPA/CPATSA, 05/2013).

ANEXO F

Composição química da torta de mamona.

DETERMINAÇÕES			COMPOSIÇÃO
SIGLA	DESCRIÇÕES	UNIDADE	
N	Nitrogênio	%	5,0
C. Org.	Carbono orgânico	%	35,0
Umid	Umidade	%	20,0
CTC	Cap. Troca Cat	cmolc/dm ³	350,0
CTC/C	Cap. Troca Cat/Carbono	-	10,0
pH	H ₂ O 1:2,25	-	6,0

Fonte: Fertilizante Torta de Mamona Biotorta. Feira de Santana/BA. (2012).