



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MESTRADO EM AGRONOMIA**

**MICHEL EMERSON MARTINS PEREIRA**

**DESEMPENHO E VIABILIDADE ECONÔMICA DA COUVE-FLOR EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO COM  
BORO NO NORDESTE PARAENSE**

**BELÉM  
2015**

**MICHEL EMERSON MARTINS PEREIRA**

**DESEMPENHO E VIABILIDADE ECONÔMICA DA COUVE-FLOR EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO COM  
BORO NO NORDESTE PARAENSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Agronomia: Área de concentração Agronomia, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Alves de Lima Júnior

**BELEM  
2015**

DSSERTAÇÃO  
635.35  
P436

---

Pereira, Michel Emerson Martins

Desempenho e viabilidade econômica da couve-flor em diferentes condições de manejo da irrigação e adubação com boro no Nordeste Paraense. / Michel Emerson Martins Pereira. - Belém, 2015.

48 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2015.

Orientador: Joaquim Alves de Lima Júnior

1. *Brassica oleracea* var. *botrytis* – viabilidade econômica  
2. Irrigação – gotejamento 3. Couve-flor – boro - adubação 4. Tensiômetro 5. Couve-flor - comercialização I. Lima Júnior, Joaquim Alves de, (Orient.) II. Título.

---

CDD – 635.35

**MICHEL EMERSON MARTINS PEREIRA**

**DESEMPENHO E VIABILIDADE ECONÔMICA DA COUVE-FLOR EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO COM  
BORO NO NORDESTE PARAENSE**


Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Agronomia: área de concentração Agronomia, para obtenção do título de Mestre.

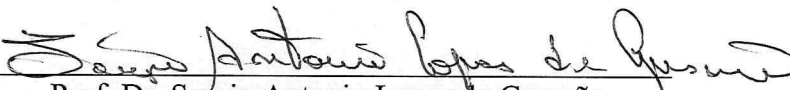
Orientador: Prof. Dr. Joaquim Alves de Lima Júnior

Aprovado em Agosto 2015.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Joaquim Alves de Lima Júnior – Orientador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Rodrigo Otávio Rodrigues de Melo Souza  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Sergio Antonio Lopes de Gusmão  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Andre Luiz Pereira da Silva  
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

*À minha família*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, pois sem ele esse trabalho não seria possível.*

*À Universidade Federal Rural da Amazônia pela oportunidade de cursar o mestrado em Agronomia e desenvolver todos os meus trabalhos.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.*

*Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio financeiro na realização deste trabalho.*

*Ao Prof. Dr. Joaquim Alves de Lima Júnior pela orientação, apoio e confiança.*

*Ao Prof. Dr. Sergio Antonio Lopes de Gusmão pelos seus conhecimentos repassados, ajuda na produção das mudas e escrita da dissertação.*

*Prof. Dr. Rodrigo Otávio Rodrigues de Melo Souza pelos conhecimentos repassados e ajuda na escrita da dissertação.*

*Ao meu amigo e parceiro de mestrado Valdeides Marques Lima - “Barba” por todo apoio.*

*Ao meu Pai, Tio e Irmão pela ajuda na montagem do sistema de irrigação.*

*Ao meu Irmão pela ajuda no transplante das mudas.*

*À minha Irmã pela ajuda em uma das colheitas.*

*À minha namorada pelo apoio incondicional ao longo de toda a pesquisa. Auxiliou-me várias vezes no experimento, mesmo em datas comemorativas, Natal e Ano Novo.*

*A todos os orientados de pós-graduação e graduação do Prof. Dr. Joaquim, pois sempre que podiam estavam lá me ajudando na condução do experimento.*

*Aos meus amigos desde a graduação Gledson Salgado, Bruna Sayuri e Michel Sato pela ajuda no trabalho e compartilhamento de seus conhecimentos.*

*A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	9
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	11
<b>2 DESEMPENHO DA COUVE-FLOR EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO COM BORO NO NORDESTE PARAENSE.</b> .....	13
<b>RESUMO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>2.1 Introdução</b> .....	14
<b>2.2 Material e Métodos</b> .....	15
<b>2.3 Resultados e Discussão</b> .....	19
<b>2.4 Conclusões</b> .....	26
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26
<b>3 VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE COUVE-FLOR IRRIGADA POR GOTEJAMENTO NO NORDESTE PARAENSE</b> .....	29
<b>RESUMO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>3.1 Introdução</b> .....	30
<b>3.2 Material e Métodos</b> .....	31
<b>3.3 Resultados e Discussão</b> .....	36
<b>3.4 Conclusões</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	41
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	43
<b>ANEXO</b> .....	44
<b>APÊNDICES</b> .....	45

## RESUMO

Devido à carência de informações técnicas e econômicas da couve-flor irrigada no Nordeste Paraense, instalou-se um experimento com o híbrido Desert na fazenda experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, localizada no município de Igarapé-Açu/Nordeste Paraense, com o propósito de fornecer conhecimentos à sociedade sobre o manejo da irrigação e adubação com boro, ou seja, qual tensão de água no solo se deve iniciar a irrigação por gotejamento e qual dose de boro que se deve aplicar para se garantir a produtividade máxima da cultura, e ainda qual o custo e o lucro dessa produção. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (15, 30, 45 e 60 kPa) como indicativo do momento de irrigar, e quatro doses de boro (0, 2, 4 e 6 kg ha<sup>-1</sup>). A irrigação foi realizada com gotejadores e o manejo da irrigação com tensiômetros. Cada parcela experimental, de 4 m<sup>2</sup>, constou de 8 plantas distribuídas no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. O híbrido mostrou-se promissor para cultivo nas condições edafoclimáticas da região em que foi avaliado, com produtividade de 17 t ha<sup>-1</sup>, massa fresca da cabeça de 0,85 kg planta<sup>-1</sup>, diâmetro da cabeça de 18 cm, dentro da média nacional, na tensão de 38 kPa. A dose ótima de boro que garantiu maior produção de massa seca foi a de 3 kg ha<sup>-1</sup>. Os custos de produção foram semelhantes entre os tratamentos avaliados, porém a tensão de 38 kPa tende a proporcionar maior rentabilidade devido à maior produtividade.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* var. *botrytis*. Gotejamento. Tensão de água no solo. Tensiômetro. Custo. Lucro.



## ABSTRACT

Due to shortage of technical and economic information of irrigated cauliflower in Northeast Pará, was installed an experiment with the hybrid desert in experimental farm of the Federal Rural University of Amazonia-UFRA, in the municipality of Igarapé-Açu / Northeast Pará, with the purpose of providing knowledge of water tension in society on the ground in which to start the drip irrigation and boron dose that should be applied to ensure maximum crop yield, and yet what the cost and profit of this production. The experimental design was a randomized block in a factorial 4 x 4, sixteen treatments with three replications. The treatments consisted of four water tensions on the ground (15, 30, 45 and 60 kPa) as indicating the time to irrigate and four boron doses (0, 2, 4 and 6 kg ha<sup>-1</sup>). Irrigation was performed with drippers and irrigation management with tensiometers. Plots, 4 m<sup>2</sup>, consisted of 8 plants located in the spacing of 1.0 m between lines and 0.5 m between plants. The hybrid is promising for cultivation in soil and climatic conditions of the region in which it was assessed, with productivity of 17.1 t ha<sup>-1</sup>, MFC 0.85 kg plant<sup>-1</sup>, DC 18 cm within the national average, in 38 kPa tension. The optimal dose of boron which ensured greater dry matter yield was 3 kg ha<sup>-1</sup>. Production costs were similar among the treatments, but the tension 38 kPa tends to provide higher profitability due to higher productivity.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *botrytis*. Drip irrigation. Water tension in the soil. Tensiometer. Cost. Profit.

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A couve-flor, *Brassica oleracea* var. *botrytis*, pertencente a família Brassicaceae, a qual abrange o maior número de culturas olerícolas, como o agrião d'água, brócolis, couve-chinesa, couve-comum, couve-de-bruxelas, couve-rábano, mostarda, nabo, rabanete, rábano, repolho, rúcula, dentre outras (MAY et al., 2007).

Oriunda da Costa do Mediterrâneo espalhou-se pela Europa no início do século XVII, donde foi trazida para o Brasil no século XIX pelos primeiros imigrantes italianos. A couve silvestre gerou sete culturas oleráceas, todas pertencentes à mesma espécie, porém classificadas como diferentes variedades botânicas: brócolis (*B. oleracea* var. *italica*), couve-de-bruxelas (*B. oleracea* var. *gemmifera*), couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*), couve-de-folhas (*B. oleracea* var. *acephala*), couve-rábano (*B. oleracea* var. *gongylodes*), couve-tronchuda (*B. oleracea* var. *tronchuda*), repolho (*B. oleracea* var. *capitata*) (FILGUEIRA, 2008).

A couve-flor possui folhas alongadas de limbo elíptico. Raízes concentradas nos primeiros 20 cm de profundidade. A cabeça (parte comestível) é formada por inflorescência que se desenvolve sobre um caule curto, podendo ter coloração branca, creme, amarela, e mais recente, roxa e verde. É uma espécie alógama, com polinização feita por insetos. A flor hermafrodita possui quatro sépalas e quatro pétalas. Os estames são em número de seis. As anteras estão receptivas somente quando se aproxima a abertura da flor. O fruto é uma síliqua com número de sementes variando entre dez a trinta, em condições normais de formação. (MAY et al., 2007; FILGUEIRA, 2008; CLAUDIO, 2013).

Nos últimos anos, a couve-flor teve seu consumo aumentado provavelmente devido a seu reconhecimento como alimento funcional (ABUL-FADL, 2012). Apresenta em sua constituição várias propriedades benéficas à saúde humana, devido à presença de antioxidantes e altas concentrações de vitaminas (SOEGAS et al., 2011).

O maior produtor mundial de couve-flor é a China, seguida da Índia, Espanha, Itália e França (FAO, 2014). No Brasil, a maior produção se encontra no estado de São Paulo (23% da nacional), seguido de Minas Gerais (18%), Paraná e Rio Grande do Sul (15%), Rio de Janeiro (12%) e Santa Catarina (8%), ou seja, a maior parte da produção (94%) concentra-se nas Regiões Sul e Sudeste e apenas 1% na Região Norte (IBGE, 2014).

A região Norte, apresenta um mercado consumidor significativo e crescente de produtos hortícolas, devido a uma maior conscientização da população, que vem percebendo que uma

alimentação mais saudável à base de hortaliças, proporciona melhor qualidade de vida e maior longevidade. O que justifica a importação destes, com bastante regularidade e um expressivo volume, das regiões Sul e Sudeste do Brasil, associada ao fato de que a região Norte apresenta pequena diversidade de produção destes produtos, o que leva ao aumento do seu valor comercial no Estado do Pará (SILVESTRE et al., 2008; IBGE, 2014).

Uma alternativa para a redução do preço da couve-flor no Estado seria o aumento da produção. Porém a carência de informações técnicas e econômicas da cultura no Estado faz com que o seu cultivo seja insuficiente para atender o mercado local.

Como a couve-flor já foi considerada cultura tipicamente de clima temperado, exigindo temperaturas amenas ou frias para passar do estágio vegetativo para o reprodutivo, ou seja, para formar inflorescências comerciais FILGUEIRA (2008), talvez esse seja o receio dos agricultores em cultivar essa cultura; mas atualmente graças ao melhoramento genético, foi possível a seleção de híbridos com ampla adaptabilidade, capazes de tolerar temperaturas acima de 30 °C (MAY et al., 2007; ZANUZO et al., 2013).

Além da escolha do híbrido mais adequado para a região de cultivo, é necessário se preocupar com o boro, micronutriente de maior demanda pelas brássicas, sendo sua deficiência um problema comum no campo, o qual pode inviabilizar a produção de inflorescências, ocasionando podridões externas e internas na planta (PIZETTA et al., 2005; MAY et al., 2007).

Também para se produzir couve-flor é necessário fazer o manejo da irrigação e a escolha adequada do sistema de irrigação, pois a produção e a qualidade das inflorescências podem ser limitadas pela deficiência de água no solo, assim como o excesso (TANGUNE, 2013; TOMASSONI et al., 2013).

Uma das estratégias mais utilizadas para definição do momento de irrigar e da quantidade de água a ser aplicada por irrigação é por meio de informações obtidas através da curva de retenção de água no solo, a qual nos permite saber o teor de água no solo existente na zona radicular das plantas, bem como sobre a força (tensão) com que a água está retida no solo, (MAROUELLI et al., 2011). Segundo EVETT (2007) a taxa de extração de água no solo pelas raízes da planta é influenciada mais diretamente pela tensão de água no solo do que pelo teor de água.

O manejo da irrigação (quando e quanto irrigar) com base na tensão de água no solo é bastante simples, a irrigação é efetuada sempre que a tensão atingir um determinado valor máximo que não afete o desenvolvimento da cultura. Para LIMA JÚNIOR (2011) a irrigação

por gotejamento deve manter o solo com maior teor de água, considerando a faixa de tensão-limite entre 7 – 20 kPa como ideal. Porém para MAROUELLI et al., (2011) a faixa de tensão crítica de água no solo está entre 20 – 40 kPa.

O sistema de irrigação por gotejamento se apresenta atualmente como o método que tende a proporcionar maior eficiente no uso da água, pois aplica água diretamente sobre a região radicular em pequenas intensidades e com alta eficiência de aplicação, sendo possível uma maior frequência de irrigação (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). Porém exige alto investimento em obras e aquisição de equipamentos para captação, condução, controle e distribuição da água, devendo ser considerados gastos com energia e mão-de-obra para operação e manejo do sistema, que representam importantes custos adicionais à produção. Desta forma, a determinação da viabilidade econômica de um empreendimento que se inicia é fundamental para que este tenha sucesso (VILLAS BOAS et al., 2011; LIMA JUNIOR et al., 2011).

Devido à carência de informações técnicas e econômicas, o presente trabalho tende a contribuir com esses conhecimentos à sociedade, pois o desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a produção da hortaliça pode ser o ponto de partida para o aumento da produtividade e diminuição da dependência de importação desta para outros Estados da Federação.

## REFERÊNCIAS

ABUL-FADL, M.M. Nutritional and chemical evaluation of white cauliflower by-products flour and the effect of its addition on beef sausage quality. **Journal of Applied Sciences Research**, Jordan, v.8, n.2, p.693-704, 2012.

BERNADO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8ª ed. atual. Ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625p.

CLAUDIO, M. de T. R. **Doses de fósforo no acúmulo de nutrientes, na produção e na qualidade de sementes de couve-flor**. 72 P. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, 2013.

EVETT, S. R. Soil water and monitoring technology. In: LASCANO, R. J.; SOJKA, R. E. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. 2ª ed. Madison: ASA: CSSA: SSSA, 2007. p. 25-84. (Agronomy Monograph, 30).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso 21 janeiro 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 242 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuária 2006**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl1.asp?c=819&n=0&u=0&z=p&o=2&i=P>. Acesso 12 fevereiro 2014.

LIMA JÚNIOR, J. A. DE. **Irrigação por gotejamento na cultura da cenoura: manejo e custos de produção**. 133 p. 2011. Tese (doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2011.

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, Á. S. DE; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. DE. **Manejo da água de irrigação**. In: SOUSA, V. F. DE; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A (Eds.). *Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças*. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

MAY, A; TIVELLI, S.W.; VARGAS, P.F.; SAMRA, A.G.; SACCONI, L.V.; PINHEIRO, M.Q. 2007. **A cultura da couve-flor**. Campinas: IAC (Boletim Técnico, 200). Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/Tecnico200.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/Tecnico200.pdf). Acesso 21 janeiro 2014.

PIZETTA, L.C.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**. v.23, n.1, p.51-56, 2005.

SILVESTRE, W. V. D.; SANTOS FILHO, B. G. DOS; MULLER, M. W.; SANTOS, D. S. B. dos. Parâmetros microclimáticos avaliados em diferentes arquiteturas de ambiente Protegido, com e sem nebulização em cultivo de couve-flor (*brassica oleraceae* var. *botritis*), sob condições climáticas de Belém (PA). **Revista de ciências agrárias**. n. 49, p.115-126, 2008.

SOEGAS, P.; SOTELO, T.; VELASCO, P.; CARTEA, M.E. Antioxidant properties of Brassica vegetable. **Functional Plant Science and Biotechnology**, Miki-Cho. v. 5, n. 2, p. 43-45, 2011.

TANGUNE, B.F. **Produção de brócolis irrigado por gotejamento, sob diferentes tensões de água no solo**. 73 p. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2013.

TOMASSONI, F.; SANTOS, R.F.; ROCHA, A.A.; GALDINO, T.S.; NADALETI, W.C.; ROSSI, E.; CARPINSKI, M. Sensibilidade da couve-flor ao excesso de água no solo. **Acta Iguazu**, v.2, n.4, p. 1-6, 2013.

VILLAS 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, n. 2, p. 117–124, 2011.

ZANUZO, M. R.; RIBEIRO, L. M.; LANGE, A; MACHADO, R. A. F.; MASSAROTO, J. A. Desempenho agrônômico de genótipos de couve-flor nas condições edafoclimáticas de Sinop. **Horticultura brasileira**, v. 31, n. 2, p. 332-337, 2013.

## 2 DESEMPENHO DA COUVE-FLOR EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO COM BORO NO NORDESTE PARAENSE<sup>1</sup>

**RESUMO:** Com o propósito de fornecer informações a respeito da produção de couve-flor irrigada no Nordeste Paraense, instalou-se um experimento na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA com o híbrido Desert sob diferentes tensões de água no solo e doses de boro, no município de Igarapé-Açu-PA. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, dezesseis tratamentos com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (15, 30, 45 e 60 kPa) como indicativo do momento de irrigar, e quatro doses de boro (0, 2, 4 e 6 kg ha<sup>-1</sup>). A irrigação foi realizada com gotejadores e o manejo da irrigação com tensiômetros. Cada parcela experimental, de 4 m<sup>2</sup>, constou de 8 plantas distribuídas no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. O híbrido mostrou-se promissor para cultivo nas condições edafoclimáticas da região em que foi avaliado, com produtividade de 17 t ha<sup>-1</sup>, massa fresca da cabeça de 0,85 kg planta<sup>-1</sup>, diâmetro da cabeça de 18 cm, dentro da média nacional, na tensão de 38 kPa. A dose ótima de boro que garantiu maior produção de massa seca foi a de 3 kg ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* var. *botrytis*, gotejamento, tensiômetro

### PERFORMANCE OF CAULIFLOWER IN DIFFERENT CONDITIONS OF MANAGEMENT OF IRRIGATION AND FERTILIZATION WITH BORO IN NORTHEAST PARAENSE

**ABSTRACT :** In order to provide information about the irrigated cauliflower production in northeast Pará, was installed an experiment in the farm of UFRA with the desert hybrid under different water tensions on the ground and boron doses in the municipality of Igarapé -Açu – PA. The experimental design was a randomized block in a factorial 4 x 4, sixteen treatments with three replications. The treatments consisted of four water tensions on the ground (15, 30, 45 and 60 kPa) as indicating the time to irrigate and four boron doses (0, 2, 4 and 6 kg ha<sup>-1</sup>). Irrigation was performed with drippers and irrigation management with tensiometers. Plots, 4 m<sup>2</sup>, consisted of 8 plants located in the spacing of 1.0 m between lines and 0.5 m between plants. The hybrid is promising for cultivation in soil and climatic conditions of the region in which it was assessed, with productivity of 17.1 t ha<sup>-1</sup>, MFC 0.85 kg plant<sup>-1</sup>, DC 18 cm within

<sup>1</sup> Este capítulo segue as normas da Revista Engenharia Agrícola.

the national average, in 38 kPa tension. The optimal dose of boron which ensured greater dry matter yield was 3 kg ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *botrytis*, drip irrigation, tensiometer

## 2.1 INTRODUÇÃO

A couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), pertence a família Brassicaceae, teve seu consumo aumentado nos últimos anos provavelmente devido a seu reconhecimento como alimento funcional (ABUL-FADL, 2012). A couve-flor possui 93% de água, é considerada boa fonte de potássio (256 mg em 100g), fósforo (57 mg em 100g), possui poucas calorias (23 kcal em 100g) e muita fibra (2,4 g em 100g) TACO-UNICAMP (2011), o que atende aos anseios da população preocupada com a saúde. Apresenta também compostos antioxidantes, como vitamina A, vitamina C e vários minerais SUNARSIH et al. (2012); SOEGAS et al. (2011), e os Glucosinolates que atuam minimizando o risco de câncer e de várias outras doenças em humanos (KUMAR E ANDY, 2012).

É uma hortaliça de grande importância no Brasil, estando entre as quinze mais cultivadas, principalmente entre os agricultores familiares. A maior parte da produção (94%) concentra-se nas Regiões Sul e Sudeste e apenas 1% na Região Norte (IBGE, 2014).

No Estado do Pará, a região nordeste possui uma posição de destaque na produção de hortaliças. Entretanto, a produção de hortaliças não tradicionais, como a couve-flor, ainda é insipiente. A pequena produção de couve-flor acaba forçando a importação desse alimento, o que leva ao aumento do seu valor comercial no Estado do Pará.

Uma alternativa para a redução do preço da couve-flor no Estado seria o aumento da produção. Porém, o sucesso de seu cultivo depende de vários fatores, sobretudo a escolha da cultivar adaptada às condições edafoclimáticas da região, já que é uma cultura sensível ao clima, a qual apresenta exigência de baixas temperaturas para formação de cabeças comerciais (MORAIS JÚNIOR et al., 2012). Entretanto, a couve-flor pode ser produzida durante o ano inteiro, em praticamente todo o Brasil, graças aos programas de melhoramento genético, que produziram cultivares e híbridos adaptados à alta temperatura (MAY et al., 2007; ZANUZO et al., 2013).

Mesmo com as cultivares mais adaptadas às condições edafoclimáticas de determinada região, a produção e a qualidade de brássicas pode ser limitada pela deficiência de água no solo, assim como o excesso dela (TANGUNE, 2013; TOMASSONI et al., 2013). Por isso torna-se importante saber o momento de irrigar e a quantidade de água a aplicar.

A importância do manejo da irrigação torna-se ainda mais evidente no Estado do Pará. Segundo SOUZA et al. (2012) o Estado possui uma concentração de áreas irrigadas em regiões que possuem problemas históricos de uso da terra, além de caracterizar-se pela utilização significativa de sistemas de irrigação que possuem baixa eficiência e pela insatisfatória assistência técnica para a maioria dos produtores.

Segundo MAROUELLI et al. (2011) a faixa de tensão crítica de água no solo em que se deve promover a irrigação por gotejamento, o qual tende a favorecer uma maior eficiência no uso da água, para obtenção da produtividade máxima da couve-flor está entre 20 – 40 kPa para solos arenosos.

Além do manejo da água, a nutrição é outro importante componente para a produção da couve-flor e exerce grande influência na produtividade e na qualidade da cabeça (ALVES et al., 2011; PIZETTA et al., 2005). Tanto a calagem quanto à adubação são fundamentais para sistemas que buscam altas produtividades. Dentre os micronutrientes, o boro atua como mais importante à cultura em solos brasileiros, que, apesar de requerido em baixas quantidades, 2 a 4 kg ha<sup>-1</sup> em solos arenosos, causam sintomas característicos e severos quando estão na faixa de deficiência ou excesso, sendo que o limite entre deficiência e toxicidade de boro nas plantas de couve-flor é bem estreito, o que pode inviabilizar em alguns casos a produção de inflorescências comercializáveis pela perda de qualidade do produto (MAY et al., 2007; PIZETTA et al., 2005). Segundo PIZETTA et al. (2005) a intensidade de resposta da adubação com boro é, normalmente, associada ao teor original deste nutriente no solo, ao tipo de solo e à cultivar.

Desta forma, tendo em vista a carência de informações técnicas sobre a produção da couve-flor na Região Norte, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tensões de água no solo e doses de boro no desenvolvimento e na produção da couve-flor irrigada por gotejamento no município de Igarapé-Açu – PA, região nordeste do Estado do Pará.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em campo nos meses de Agosto/2014 a fevereiro/2015, na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), com coordenadas geográficas de 1° 07' 48,47" S e 47° 36' 45,31" W, elevação 54 m, no município de Igarapé-Açu, Pará, Nordeste Paraense.



O solo da região foi classificado como Argissolo Amarelo distrófico, com textura arenosa. A densidade média do solo foi de  $1,60 \text{ g cm}^{-3}$  e os resultados das análises de fertilidade e granulometria da área experimental, obtidos de amostra composta de solo coletada na profundidade de 0 a 0,2 m, foram:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,2$ ;  $\text{N} = 0,06\%$ ; matéria orgânica =  $13,76 \text{ g kg}^{-1}$ ;  $\text{P} = 21 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca} = 1,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 0,013 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Na} = 0,013 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{SB} = 2,33 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{H} + \text{Al} = 2,48 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{CTC} = 4,81$ ;  $\text{V} = 48 \%$ ;  $\text{B} = 0,52 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Cu} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Fe} = 168 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Mn} = 1,9 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Zn} = 2,9 \text{ mg dm}^{-3}$ ; e 801, 19 e  $180 \text{ g kg}^{-1}$  de Areia, Silte e Argila, respectivamente.

O solo da área experimental foi preparado utilizando-se aração e gradagem após a calagem, realizada 90 dias antes do transplante das mudas buscando a elevação da saturação por bases (V) para 80%. A calagem, adubação de plantio e de cobertura foram efetuadas manualmente com base na análise química do solo, seguindo formulação utilizada por ZANUZO et al. (2013), porém com acréscimo de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e K na adubação de cobertura. Na adubação de plantio (15 dias antes do transplante), o fósforo ( $600 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) com superfosfato simples, o boro (com borax segundo os tratamentos) e o esterco de galinha ( $15 \text{ t ha}^{-1}$ ) foram todos aplicados nas covas (20 cm de profundidade), enquanto a adubação potássica ( $410 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ) com cloreto de potássio e a nitrogenada ( $310 \text{ kg ha}^{-1}$  de N) com ureia, foram fornecidas parceladamente a cada 15 dias durante o ciclo da cultura, sendo uma de plantio e quatro de cobertura.

Utilizou-se no experimento a couve-flor Híbrida Desert, cultivar de verão, com um ciclo variando entre 80 e 90 dias. As mudas de couve-flor foram formadas em bandejas de isopor com 128 células contendo composto orgânico, e foram transplantadas (04/11/2014) quando as mesmas apresentaram entre quatro e cinco folhas, cerca de 26 dias após a semeadura. Após o transplante, as mudas foram irrigadas durante 30 dias antes da diferenciação dos tratamentos com  $93 \text{ mm}$ ,  $3 \text{ mm dia}^{-1}$  para fase de adaptação. Ao longo do desenvolvimento da cultura foram realizadas: capinas manuais para controle de plantas daninhas; e limpeza manual das folhas com água e sabão neutro líquido, mais aplicação de inseticida sistêmico com uso de pulverizador costal manual para o controle de pulgão. Fez-se o tutoramento de algumas plantas até sua estabilização em campo com estacas de bambu e a amontoa para aumentar a fixação no solo, devido à observação de tombamento em dias com ventos fortes.

A colheita iniciou-se aos 120 dias após semeadura, 30 dias a mais do que o descrito pela empresa produtora das sementes, e se estendeu por 20 dias. Observou-se que do surgimento da inflorescência até sua colheita houve um tempo médio de 15 dias. Esta foi

realizada à medida que as inflorescências apresentavam desenvolvimento completo com botões florais ainda unidos, cabeças compactas e firmes.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (15, 30, 45 e 60 kPa) como indicativo do momento de irrigar – tensão crítica, e quatro doses de boro (0, 2, 4 e 6 kg ha<sup>-1</sup>). Cada parcela teve dimensões de 2 m x 2 m (4 m<sup>2</sup>). Utilizaram-se duas linhas de plantas espaçadas 0,5 m entre si e 1 m entre linhas, totalizando oito plantas por parcela. Foram consideradas úteis as plantas centrais, sendo descartadas duas no início e duas no final (parcela útil com 4 plantas).

As plantas foram irrigadas via gotejamento, com vazão de 2 L h<sup>-1</sup>, e emissores espaçados 20 cm entre si. A irrigação foi realizada através de mangueiras gotejadoras auto-compensantes de polietileno aditivado, diâmetro nominal de 16 mm, com pressão de serviço de 6 mca no final da mangueira, e com emissores do tipo in – line. As mangueiras gotejadoras ficaram posicionadas dentro da parcela na superfície do solo, de forma que cada mangueira com 10 emissores atendesse uma fileira de plantas (total de 20 emissores/parcela). Estas foram conectadas nas linhas de derivação de polietileno (DN 16) e estas aos tubos de PVC (DN 50; PN40), que estavam conectados a linha principal com registros de esfera. Foi utilizada para o sistema de irrigação uma caixa d'água de 5000 L, uma bomba elétrica de ½ cv, um filtro de disco e uma válvula reguladora de pressão de 10 mca inserida na saída da tubulação principal.

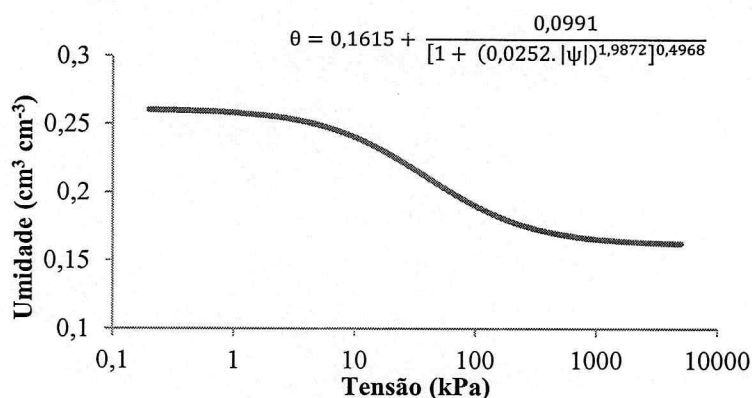
Após a instalação do sistema de irrigação, foram realizadas avaliações hidráulicas para a determinação do desempenho do mesmo, através do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD). A análise de uniformidade foi realizada em quatro parcelas, sendo uma de cada tratamento relacionado às diferentes tensões. Foram colocados recipientes coletores de 50 mL em baixo de seis emissores centrais, fazendo a coleta de água por um período de 1 min, sendo duas repetições. De posse das médias das lâminas coletadas foi calculado o CUD.

Para determinação da tensão crítica, foi instalado um conjunto com quatro tensiômetros de punção em duas parcelas de quatro tratamentos de diferentes tensões, sendo três a 15 cm de profundidade, devido a maior concentração de raízes na superfície do solo (que indicaram o momento de irrigar de acordo com os tratamentos), e um a 30 cm de profundidade (para verificar ocorrência de percolação).

Os tensiômetros ficaram posicionados no alinhamento da cultura entre duas plantas. As leituras nos tensiômetros foram realizadas duas vezes ao dia, uma às 9 h e outra às 15 h, utilizando-se um tensímetro digital de punção. O manejo da irrigação foi baseado na curva

característica de retenção obtida no perfil de 0 a 20 cm de profundidade do solo (Figura 1). As irrigações foram efetuadas quando pelo menos dois tensiômetros ou a média dos três alcançaram a tensão crítica, e sempre buscando elevar o solo a sua umidade na capacidade de campo, correspondendo a tensão de 10 kPa.

FIGURA 1. Curva de retenção da água no solo. Na equação, os símbolos  $\theta$  e  $\psi$  representam a umidade e a tensão, respectivamente, Igarapé-Açu – PA, 2015.



As lâminas de água aplicadas na diferenciação dos tratamentos e o tempo de funcionamento do sistema de irrigação foram calculados segundo CABELLO (1996), considerando-se a profundidade efetiva do sistema radicular igual a 20 cm e a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação por gotejamento igual a 95%.

Os dados meteorológicos: temperatura, umidade do ar e precipitação foram coletados de uma estação meteorológica automática modelo Vantage pro2 instalada na área experimental.

Para avaliar o efeito do manejo da irrigação e da adubação com boro foram analisados os seguintes parâmetros: biometria (altura da planta -  $A_p$ , diâmetro da planta -  $D_p$  e nº de folhas -  $NF$ ); massa seca da parte aérea sem a inflorescência ( $MSPA$ ); massa fresca e seca da cabeça ( $MFC$ ,  $MSC$ ); diâmetro da cabeça ( $DC$ ); altura da cabeça ( $AC$ ); circunferência da cabeça ( $CC$ ); e produtividade ( $PC$ ).

A biometria foi feita aos 90 DAT (Dias Após Transplântio), na formação das inflorescências. A  $A_p$  foi determinada a partir do colo da planta, rente ao solo, até a altura máxima média das folhas apicais; o  $NF$  constou da contagem do número de folhas das plantas; o  $D_p$  constou-se da média de dois diâmetros perpendiculares medindo-se a distância entre as extremidades da planta. A  $MSPA$  foi determinada utilizando apenas uma planta por parcela aos 86 DAT (início da formação das inflorescências) onde esta foi cortada rente ao

solo, e colocadas em sacos de papel e mantidas em estufa com circulação de ar a 65°C, até atingirem peso constante. O material seco foi pesado com precisão de 0,001g, obtendo-se a massa média de matéria seca.

As demais variáveis foram avaliadas à medida que foram colhidas as inflorescências, utilizando balança de precisão e estufa com circulação de ar a 65°C (para MFC e MSC), régua graduada em centímetros (para AC e DC) e fita métrica também em centímetros (para CC). A PC foi estimada em t ha<sup>-1</sup> tendo a população de plantas em um hectare mais a MFC.

Os efeitos da tensão e adubação com boro nas características das plantas e na produção de couve-flor foram avaliados por meio de análise de variância pelo teste F e, nos casos em que houve significância, foi usada análise de regressão.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de condução do experimento a temperatura diária média do ar foi de 27 °C e a umidade foi de 80%. A menor e maior temperatura registrada foi de 21 °C e 35 °C, respectivamente. A menor umidade registrada foi de 40% e a maior foi de 96 %. Esses dados mostram uma variação de mais de 10 °C na temperatura e mais de 50 % na umidade ao longo de um dia.

As lâminas de água aplicadas antes (Inic) e após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), assim como as precipitações (Precip) ocorridas durante o experimento, os totais de água fornecidos para a cultura até a colheita (Tot), o número de irrigações (NI) e a média do turno de rega (TR) durante a diferenciação dos tratamentos, são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Tensões da água no solo na profundidade de 0,15 m, lâminas aplicadas antes da diferenciação dos tratamentos (Inic), lâminas aplicadas após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), precipitações ocorridas (Precip), lâminas totais de água (Tot), número de irrigações (NI) e média do turno de rega (TR), Igarapé-Açu – PA, 2015.

Tratamentos	Tensão (kPa)	Lâmina (mm)				NI (un)	TR (dia)
		Inic	Irrig	Precip	Tot		
T15	15	93,10	49,05	143,35	285,50	32	1,62
T30	30	93,10	101,61	143,35	338,06	21	2,22
T45	45	93,10	111,34	143,35	347,79	16	3,07
T60	60	93,10	67,53	143,35	303,98	8	5,14

Observou-se que as lâminas totais aplicadas foram superiores nos tratamentos com tensões intermediárias (T30 e T45), provavelmente porque nessas tensões houve maior

demanda de água pela couve-flor para suprir suas necessidades hídricas em virtude de maior crescimento. As lâminas totais aplicadas foram menores nos tratamentos extremos (T15 e T60), devido provavelmente a uma menor exigência hídrica requerida pela planta no T15, e ao menor número de irrigações no T60. Esses dados apresentaram um comportamento quadrático em relação ao consumo de água por tratamento, diferentemente de TANGUNE (2013) em experimento com brócolis irrigado por gotejamento com diferentes tensões, que obteve comportamento linear dos seus resultados, onde a lâmina total aplicada diminuía com o aumento da tensão de água no solo, tendo atingido valor máximo de 451,6 mm na tensão de 15 kPa.

Observa-se também na Tabela 1 que a frequência de irrigação, semelhante à TANGUNE (2013), foi maior no tratamento de baixa tensão, porém o tempo de funcionamento do sistema de irrigação foi menor quando comparado aos demais tratamentos, onde o sistema tinha que funcionar por mais tempo para aplicar a lâmina de água necessária para elevar a umidade do solo a sua capacidade de campo.

Na avaliação do sistema de irrigação, obteve-se um Coeficiente de Uniformidade de Distribuição de água (CUD) de 98%, o que favorece maior eficiência na aplicação de água por gotejamento.

A quantidade total de água fornecida durante todo o ciclo da cultura da couve-flor de todos os tratamentos, mesmo com as precipitações ocorridas, está abaixo da faixa de 380 – 500 mm mencionada por MAY et al. (2007), demonstrando neste trabalho, uma possível economia de água e conseqüentemente de energia. Diferentemente de ZANUZO et al. (2013) que, utilizando um sistema de irrigação de microaspersão, aplicaram uma lâmina de 450 mm do transplântio à colheita da cultivar Piracicaba Precoce, cerca de 5 mm dia<sup>-1</sup>, entretanto para os híbridos aplicaram uma lâmina média de 327 mm. MORAIS JÚNIOR et al. (2012) utilizando sistema de irrigação por gotejamento apenas relataram que as irrigações foram feitas durante todo o ciclo da cultura, em turnos de três dias, em complementação às chuvas. O mesmo aconteceu com MONTEIRO et al. (2010), porém utilizaram sistema de aspersão convencional para irrigar.

Segundo MAY et al. (2007), a couve-flor sob condições favoráveis, como temperatura e umidade adequada, pode ter o crescimento e o desenvolvimento divididos em quatro estádios: o primeiro, de 0 a 30 dias (crescimento inicial), segundo de 30 a 60 dias (expansão das folhas), terceiro de 60 a 90 dias (diferenciação e o desenvolvimento dos primórdios florais e das folhas externas) e quarto de 90 a 120 dias (desenvolvimento da inflorescência).

Entretanto o comprimento desses estádios fenológicos não é rígido, ou seja, pode variar segundo as características da própria cultivar e também da resposta da planta às condições ambientais de cultivo.

A colheita do experimento realizou-se aos 120 dias após semeadura, 30 dias após a recomendação do fabricante das sementes, provavelmente porque as condições edafoclimáticas do Nordeste Paraense são diferentes da região de origem das sementes. As sementes são oriundas da região sul do país, e são consideradas de verão. O verão na região sul tem uma média de horas de luz de 14 h, enquanto no Norte a média é de 12 h (SILVA et al., 2010). Essa diferença de fotoperíodo também pode explicar o atraso na colheita da couve-flor no município de Igarapé-Açu/PA. Segundo SCHUSTER et al. (2012) o fotoperíodo exerce influência no florescimento, mesmo que pouca para a cultura da couve-flor (FILGUEIRA, 2008).

Períodos prolongados de temperatura, acima de 25°C, também podem retardar a formação da cabeça de plantas de couve-flor (MONTEIRO et al., 2010). Estes autores também observaram, assim com nesse trabalho, diferença de precocidade num híbrido de verão, onde este atingiu o ponto de colheita aos 119 dias após semeadura, diferentemente de MORAIS JÚNIOR et al. (2012) e ZANUZO et al. (2013) que para o mesmo híbrido obtiveram um período menor entre a semeadura e a colheita – 112 dias e 105 dias, respectivamente. Isto mostra que a precocidade é influenciada pelo ambiente, oscilando consideravelmente entre as regiões.

Os resultados obtidos com a utilização de diferentes tensões e doses de boro na cultura da couve-flor podem ser observados nas Figuras 2, 3 e 4.

FIGURA 2. Efeito da tensão na massa seca da parte aérea - MSPA (a), nº de folhas-NF (b), diâmetro da planta - Dp (c) e altura das plantas - Ap (d) (valores médios), Igarapé-Açu – PA, 2015.

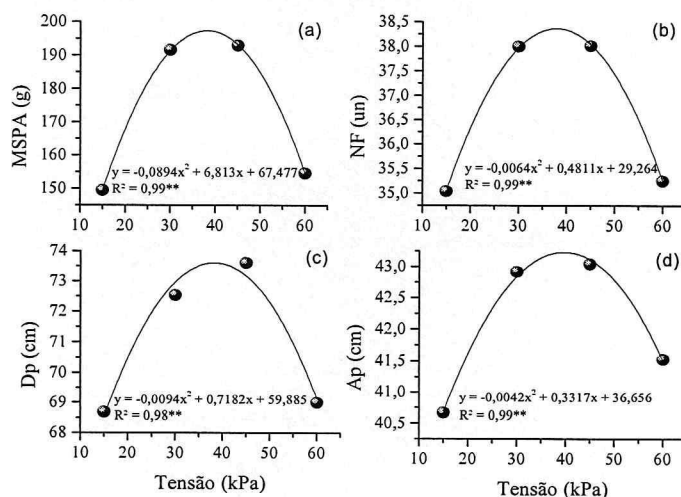


FIGURA 3. Efeito da tensão na produtividade - PC (a), massa fresca da cabeça - MFC (b), massa seca da cabeça - MSC (c), altura da cabeça - AC (d), diâmetro da cabeça - DC (e) e circunferência da cabeça - CC (f) (valores médios), Igarapé-Açu - PA, 2015.

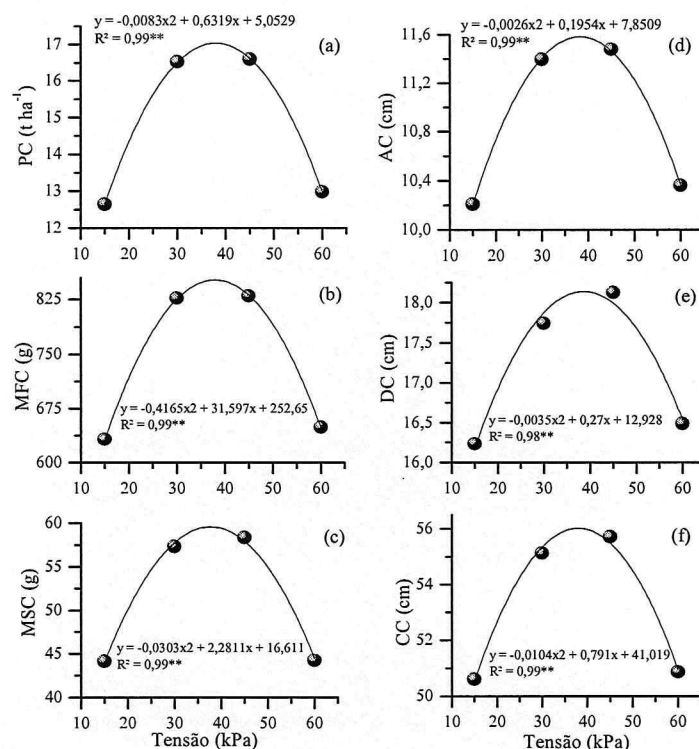
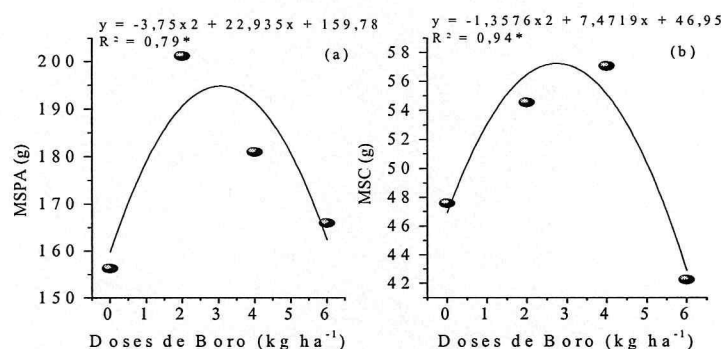


FIGURA 4. Efeito das doses de boro na massa seca da parte aérea - MSPA (a) e massa seca da cabeça - MSC (b) da couve-flor (valores médios), Igarapé-Açu - PA, 2015.



Com base nos dados obtidos durante a realização do presente trabalho, observou-se que não houve interação entre os fatores tensão e boro, porém os níveis de tensão de água no solo tiveram efeito significativo de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para as variáveis: produtividade (PC) ( $p \leq 0,01$ ), massa fresca e seca da cabeça (MFC, MSC) ( $p \leq 0,01$ ), diâmetro da cabeça (DC) ( $p \leq 0,01$ ), circunferência da cabeça (CC) ( $p \leq 0,01$ ), altura da cabeça (AC) ( $p \leq 0,01$ ), massa seca da parte aérea (MSPA) ( $p \leq 0,01$ ), nº de folhas (NF) ( $p \leq 0,05$ ), diâmetro da planta (Dp) ( $p \leq 0,01$ ), altura da planta (Ap) ( $p \leq 0,05$ ); e efeito

significativo das doses de boro, apenas nas variáveis: massa seca da parte aérea (MSPA) ( $p \leq 0,05$ ), massa seca da cabeça (MSC) ( $p \leq 0,05$ ) e altura da cabeça (AC) ( $p \leq 0,05$ ).

Pela análise de regressão do fator tensões, verifica-se um comportamento quadrático dos resultados para todas as variáveis, ou seja, houve um crescimento das variáveis até 38 kPa, a partir do qual, começou a haver um decréscimo nos valores das mesmas. Nota-se que tensões menores e maiores que 38 kPa afetaram negativamente as variáveis analisadas.

Os valores máximos estimados a partir das equações de ajuste, da massa seca da parte aérea – MSPA da couve-flor, no início da formação das inflorescências, foi de 197,3 g (Figura 2a), nº de folhas – NF foi de 38,3 un (Figura 2b), diâmetro das plantas – Dp foi de 73,6 cm (Figura 2c) e altura das plantas - Ap foi de 43,2 cm (Figura 2d). A MSPA foi maior do que as 87g de massa seca total (folhas, caule, inflorescência e raízes) do híbrido Verona encontrada por GONDIM et al. (2011) em Jaboticabal – SP, assim como o número de folhas (24,2 un planta<sup>-1</sup>) e a altura das plantas (37,1 cm). Porém para o mesmo híbrido, MONTEIRO et al. (2010) encontraram diâmetro médio das plantas de 97,1 cm, valor superior ao presente trabalho.

A porcentagem de água encontrada na cabeça foi a mesma em todos os tratamentos 93%, semelhante ao descrito pela TACO-UNICAMP (2011).

Os valores máximos estimados a partir das equações de ajuste da couve-flor para produtividade – PC foi de 17,1 t ha<sup>-1</sup> (Figura 3a), massa fresca da cabeça – MFC foi de 852 g (Figura 3b) e 59,5 g para massa seca da cabeça – MSC (Figura 3c), altura da cabeça - AC foi de 11,5 cm (Figura 3d), diâmetro da cabeça - DC foi de 18,1 cm (Figura 3e) e circunferência da cabeça - CC foi de 56,1 cm (Figura 3f) coerente com o diâmetro, demonstrando um formato circular das inflorescências.

A produtividade máxima de couve-flor obtida neste experimento esta dentro da faixa citada por MAY et al. (2007) de 15 a 25 t ha<sup>-1</sup>, assim como a tensão responsável pela máxima produtividade está dentro da faixa de 20 – 40 kPa para solos arenosos mencionada por MAROUELLI et al. (2011).

A maior produtividade obtida no presente trabalho está relacionada aos valores máximos de: massa fresca e seca da cabeça, massa seca da parte aérea, altura da cabeça, diâmetro da cabeça, circunferência da cabeça, altura da planta, diâmetro de copa e número de folhas. Estas variáveis demonstram maior crescimento morfológico, resultante de maior acúmulo de biomassa vegetal a qual é estritamente dependente do processo fotossintético, quando comparadas a valores de tensões abaixo e acima de 38 kPa.



A baixa produtividade de couve-flor, assim como os baixos valores de MFC, MSC, DC, AC, CC, MSPA, Ap, Dp e NF relacionados aos valores de tensões próximos a capacidade de campo, deve-se possivelmente a característica da própria couve-flor em responder negativamente a uma exposição prolongada à condição de baixa porosidade de aeração do solo nessas condições. A baixa porosidade de aeração pode ter implicado na redução da taxa de oxigênio absorvida pelas raízes das plantas, limitando a respiração radicular, fazendo com que os rendimentos da cultura se reduzissem. Vale ressaltar que as irrigações não foram excedidas da capacidade de campo, pois não foi observado percolação de água no solo através dos tensiômetros instalados a 30 cm de profundidade.

Já a diminuição da produtividade a partir de 38 kPa, assim como os baixos valores de MFC, MSC, DC, AC, CC, MSPA, Ap, Dp e NF provavelmente aconteceu porque a água começa a ficar mais fortemente retida no solo, e com isso diminui a disponibilidade de água às plantas, o que requer uma quantidade maior de energia despendida por elas para absorver a água necessária para atender suas necessidades metabólicas (MAROUELLI et al., 2011; LIMA JUNIOR et al., 2012; VILAS BOAS et al., 2012; TEIXEIRA et al., 2013).

Com o aumento da tensão no solo, há também um avanço do déficit hídrico, e as camadas superiores do solo são as primeiras a secar, ocasionando a perda de raízes superficiais e proliferação de raízes profundas, o que pode ser considerado como uma estratégia de defesa da planta contra a seca (RAMOS JUNIOR et al., 2013). Entretanto essa estratégia exige alocação de assimilados da fotossíntese, que também é limitada pelo déficit hídrico devido à redução do suprimento de CO<sub>2</sub> ocasionada pelo fechamento estomático ALBUQUERQUE et al. (2013), para as extremidades das raízes em crescimento, o que provavelmente fez gerar neste trabalho, competição de assimilados entre raízes e parte aérea (fase vegetativa) e entre raízes e inflorescências (fase reprodutiva), fazendo com que tanto a produtividade quanto as demais variáveis citadas fossem diminuindo com o aumento da tensão. TANGUNE (2013) em experimento com brócolis, também observou que maiores valores de tensão afetam negativamente na produtividade, massa fresca, diâmetro e circunferência da inflorescência.

ZANUZO et al. (2013), trabalhando com diferentes genótipos de couve-flor de verão em região tropical com estação seca – Aw , observaram melhor desempenho agrônômico de híbridos em comparação a cultivar Piracicaba Precocce. Os híbridos (Verona, Veneza, Sarah e First Snow) apresentaram produtividade média de 17 t ha<sup>-1</sup>, semelhante ao presente trabalho; já a Piracicaba apresentou baixa produtividade com apenas 6,67 t ha<sup>-1</sup>. O diâmetro também foi

superior para os híbridos com valor médio de 18 cm, também semelhante ao presente trabalho; e a Piracicaba com apenas 13,7 cm. A massa fresca da cabeça dos híbridos também apresentou valores médios de 0,85 kg planta<sup>-1</sup>, semelhantes ao do presente trabalho, e superiores a Piracicaba Precoce 0,32 kg planta<sup>-1</sup>.

Valores superiores aos obtidos no presente estudo de massa fresca (média de 1,07 kg planta<sup>-1</sup>), diâmetro da cabeça (média de 24,33 cm), altura da cabeça (média de 12,20 cm) e produtividade (média de 21,5 t ha<sup>-1</sup>) foram relatados por MONTEIRO et al. (2010) em Jaboticabal-SP trabalhando com os mesmos híbridos de ZANUZO et al. (2013). Estes resultados demonstram que existe uma correlação positiva com o fator temperatura, onde temperaturas mais amenas tendem a favorecer o melhor desenvolvimento da inflorescência. MORAIS JÚNIOR et al. (2012) confirmam esta afirmação, pois trabalhando com temperatura média de 21,9 °C encontraram massa média para um mesmo híbrido dos autores acima de 1,71 kg planta<sup>-1</sup>, diâmetro da cabeça com 21,49 cm, altura da cabeça com 14,10 cm e produtividade de 34,17 t ha<sup>-1</sup>; observaram também que a Piracicaba Precoce apresentou 1,37 kg planta<sup>-1</sup> de massa fresca da cabeça, 21,29 cm de diâmetro, 11,99 cm de altura e 27,45 t ha<sup>-1</sup> de produtividade.

Pela análise de regressão do fator boro, verificou-se um comportamento quadrático dos resultados para as variáveis: massa seca da parte aérea – MSPA (Figura 4a) e massa seca da cabeça – MSC (Figura 4b). A variável altura da cabeça – AC apesar de ter apresentado significância na análise de variância, não apresentou um comportamento definido em função das doses de boro aplicadas ( $p \geq 0,05$ ). Observou-se que a dose ótima de boro para garantir maior produção de MSPA (195 g) e MSC (57 g) foi de 3 kg ha<sup>-1</sup>.

O teor de boro encontrado no solo do experimento (0,57 mg dm<sup>-3</sup>) está dentro da faixa considerada média para solos do Estado do Pará (CRAVO et al., 2007). Fato este que, provavelmente fez não influenciar na maioria das variáveis avaliadas, principalmente na produtividade. CAMARGO et al. (2009) trabalhando com couve-flor ‘Sharon’ em Argissolo Vermelho Amarelo com teor de B de 0,54 mg dm<sup>-3</sup> na fazenda da APTA Centro Sul-UPD de Tietê – SP, também observou que o fornecimento de 3 kg de B ha<sup>-1</sup>, não influenciou a produtividade total, a massa e o diâmetro das cabeças. Porém PIZETTA et al. (2005) com 0,15 mg dm<sup>-3</sup> de B em 20 cm de solo, também trabalhando com diferentes doses de boro na cultura da couve flor em Santa Rita do Passa Quatro (SP) encontrou efeito quadrático na produtividade, sendo necessários 5,1 kg ha<sup>-1</sup> de B para atingir a produtividade máxima de 30 t ha<sup>-1</sup>.

No presente trabalho as doses de boro influenciaram apenas a MSPA e MSC devido possivelmente ao maior acúmulo de sólidos com a dose ótima de 3 kg ha<sup>-1</sup>, a qual provavelmente foi necessária para translocar o máximo de carboidratos das folhas para outros órgãos, fazer a divisão e o alongamento celular, e atuar na formação da parede celular. MONTEIRO et al. (2010) encontraram com a mesma dose 74,9 g planta<sup>-1</sup> (média dos híbridos avaliados) de massa seca da cabeça (considerando a massa fresca com 93% de água), superior ao presente trabalho que obteve valor máximo de 57,2 g planta<sup>-1</sup>. ZANUZO et al. (2013) encontraram com a dose de 4 kg ha<sup>-1</sup> para os mesmos híbridos, massa seca da cabeça, também considerando-a com 7% de sólidos, média igual a do presente trabalho 57,2 g planta<sup>-1</sup>. Essa diferença pode ser devido as diferentes condições edafoclimáticas da região de cultivo.

## 2.4 CONCLUSÕES

Devido ao manejo da irrigação com base na tensão de água no solo, constatou-se que para se garantir maior desenvolvimento e produção da couve-flor irrigada por gotejamento, deve-se irrigar quando a tensão atingir 38 kPa.

A dose ótima de boro para garantir maior produção de massa seca é de 3 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto mais estudos são necessários em outros solos e com outras cultivares para melhoria da eficiência da adubação com boro.

## REFERÊNCIAS

ABUL-FADL, M.M. Nutritional and chemical evaluation of white cauliflower by-products flour and the effect of its addition on beef sausage quality. **Journal of Applied Sciences Research**, Jordan, v.8, n.2, p.693-704, 2012.

ALBUQUERQUE, M.P.F.; MORAES, F.K.C.; SANTOS, R.I.N.; CASTRO, G.L.S.; RAMOS, E.M.L.S.; PINHEIRO, H.A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno-africano submetidas a deficit hídrico e reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.1, p.9-16, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000100002

ALVES, A.U.; PRADO, R.M.; CORREIA, M.A.R.; GONDIM, A.R.O.; CECÍLIO FILHO, A.B.; POLITI, L.S. Couve-flor cultivada em substrato: marcha de absorção de macronutrientes e micronutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, Lavras, 2011.

CABELLO, F.P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación**. 3ª ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 511 p.

CAMARGO, M.S.; MELLO, S.C.; FOLTRAN, D.E.; CARMELLO, Q.A.C. Produtividade e podridão parda em couve-flor 'Sharon' influenciadas pela aplicação de nitrogênio e boro. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 1, p. 030-034, 2009.

CRAVO, M.S.; VIÉGAS, I, de J.M.; BRASIL, E.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 262p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 242 p.

GONDIM, A.R.O.; PRADO, R.M.; CORREIA, M.A.R.; ALVES, A.U.; CECÍLIO FILHO, A.B.; POLITI, L.S. Curva de crescimento e acúmulo de matéria seca em couveflor cultivada em substrato. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 88-94, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuária 2006**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl1.asp?c=819&n=0&u=0&z=p&o=2&i=P>. Acesso 12 fevereiro 2014.

KUMAR, S.; ANDY, A. MiniReview Health promoting bioactive phytochemicals from Brassica. **International Food Research Journal**, v. 19, n.1, p. 141-152, 2012.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G.M.; GEISENHOFF, L.O.; SILVA, W.G.; 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, n.5, p.514–520, 2012.

MAROUELLI, W.A.; OLIVEIRA, Á.S. DE; COELHO, E.F.; NOGUEIRA, L.C.; SOUSA, V.F.. **Manejo da água de irrigação**. In: SOUSA, V.F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; COELHO FILHO, M.A (Eds.). Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

MAY, A; TIVELLI, S.W.; VARGAS, P.F.; SAMRA, A.G.; SACCONI, L.V.; PINHEIRO, M.Q. 2007. **A cultura da couve-flor**. Campinas: IAC (Boletim Técnico, 200). Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/Tecnico200.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/Tecnico200.pdf). Acesso 21 janeiro 2014.

MONTEIRO, B.C.B.A.; CHARLO, H.C.O.; BRAZ, L.T. Desempenho de híbridos de couve-flor de verão em Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**. v. 28, n. 1, p. 115-119, 2010.

MORAIS JÚNIOR, O.P.; CARDOSO, A.F.; LEÃO, E.F.; PEIXOTO, N. Desempenho de cultivares de couve-flor de verão em Ipameri. **Ciência Rural**, v.42, n.11, p.1923-1928, 2012.

PIZETTA, L.C.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**. v.23, n.1, p.51-56, 2005.

RAMOS JUNIOR, E.U.; MACHADO, R.A.F.; OLIBONE, D.; CASTOLDI, G.; RAMOS, B.M. Crescimento de plantas de cobertura sob déficit hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 47-56, 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n1p47

SCHUSTER, M.Z.; KAWAKAMI, J.; BROETTO, D.; SZYMCZAK, L.S.; RAMALHO, K.R.O. Influência do fotoperíodo e da intensidade de radiação solar no crescimento e produção de tubérculos de rabanete. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.2, p. 73-86, 2012. (DOI): 10.5777/PAeT.V5.N2.06

SOEGAS, P.; SOTELO, T.; VELASCO, P.; CARTEA, M.E. Antioxidant properties of Brassica vegetable. **Functional Plant Science and Biotechnology**, Miki-Cho. v. 5, n. 2, p. 43-45, 2011.

SOUZA, R.O.R.M.; PANTOJA, A.V.; AMARAL, M.A.C.M.; PEREIRA NETO, J.A. Cenário da agricultura irrigada no estado do Pará. **Irriga, Botucatu**, v. 17, n. 2, p. 177 - 188, 2012.

SUNARSIH, E.S.; HAKIM, L.; SUGIYANTO and SUMANTRI. Protective effect of Brassica oleracea var. botrytis L. against theophylline-induced hepatocellular abnormalities in rats. **Universa Medicina**, v.31, n.1, p. 12-19, 2012.

TACO – Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação) – UNICAMP. 4 ed. rev. ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

TEIXEIRA, R.P.; PEREIRA, G.M.; SOUZA, R.J.; GARCIA, H.H.; GAMA, G.B.N. Análise das tensões de água no solo cultivado com morangueiro sob poda. **Irriga, Botucatu**, v. 18, n. 1, p. 25-42, 2013.

TANGUNE, B.F. **Produção de brócolis irrigado por gotejamento, sob diferentes tensões de água no solo**. 73 p. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2013.

TOMASSONI, F.; SANTOS, R.F.; ROCHA, A.A.; GALDINO, T.S.; NADALETI, W.C.; ROSSI, E.; CARPINSKI, M. Sensibilidade da couve-flor ao excesso de água no solo. **Acta Iguazu**, v.2, n.4, p. 1-6, 2013.

VILAS BOAS, R.C.; PEREIRA, G.M.; SOUZA, R.J.; Luciano O. GEISENHOFF, L.O.; LIMA JÚNIOR, J.A. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de cebola irrigadas por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.7, p.706–713, 2012.

ZANUZO, M.R.; RIBEIRO, L.M.; LANGE, A; MACHADO, R.A.F.; MASSAROTO, J.A. Desempenho agrônômico de genótipos de couve-flor nas condições edafoclimáticas de Sinop. **Horticultura brasileira**, v. 31, n. 2, p. 332-337, 2013.

### 3 VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE COUVE-FLOR IRRIGADA POR GOTEJAMENTO NO NORDESTE PARAENSE<sup>2</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a viabilidade econômica da produção de couve-flor irrigada por gotejamento com base no manejo adequado da irrigação e adubação com boro. Com esse propósito, instalou-se um experimento na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA com o híbrido Desert sob diferentes tensões de água no solo e doses de boro, no município de Igarapé-Açu-PA. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, dezesseis tratamentos com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (15, 30, 45 e 60 kPa) como indicativo do momento de irrigar, e quatro doses de boro (0, 2, 4 e 6 kg ha<sup>-1</sup>). A irrigação foi realizada com gotejadores e o manejo da irrigação com tensiômetros. Cada parcela experimental, de 4 m<sup>2</sup>, constou de 8 plantas distribuídas no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. A tensão da água no solo de 38 kPa tende a proporcionar maior rentabilidade na atividade produtiva. As despesas com recursos variáveis foram as que mais oneraram o custo final da produção de couve-flor em todos os tratamentos estudados, com destaque para utilização de insumos.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* var. *botrytis*, tensão de água no solo, custo, lucro

#### ECONOMIC VIABILITY OF CAULIFLOWER PRODUCTION DRIP IRRIGATED IN NORTHEAST PARAENSE

**ABSTRACT :** In order to provide information about the irrigated cauliflower production in Northeast Pará, was installed an experiment in farm of the UFRA with the hybrid desert under different water tensions on the ground and boron doses in the municipality of Igarapé-Açu – PA. The experimental design was a randomized block in a factorial 4 x 4, sixteen treatments with three replications. The treatments consisted of four water tensions on the ground (15, 30, 45 and 60 kpa) as indicating the time to irrigate and four boron doses (0, 2, 4 and 6 kg ha<sup>-1</sup>). Irrigation was performed with drippers and irrigation management with tensiometers. Plots, 4 m<sup>2</sup>, consisted of 8 plants located in the spacing of 1.0 m between lines and 0.5 m between plants. The water tension at 38 kPa soil provides greater profitability in the productive activity. The cost with variable resources was the that most contributed in the final cost of cauliflower production in all treatments, with emphasis on use of inputs.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *botrytis*, water tension in the soil, cost, profit

---

<sup>2</sup> Este capítulo segue as normas da Revista Engenharia Agrícola.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), teve seu consumo aumentado nos últimos anos provavelmente devido a seu reconhecimento como alimento funcional Abul-Fadl (2012), mostrando que há um crescimento significativo de mercado para essa cultura, o que tende a tornar sua produção ainda mais crescente.

No contexto mundial, a China encontra-se como o maior produtor de couve-flor, seguida da Índia, Espanha, Itália e França (FAO, 2014). No Brasil, a couve-flor é mais cultivada nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e Rio de Janeiro, nessa ordem, porém a maior produção se encontra no estado de São Paulo (23% da nacional), seguido de Minas Gerais (18%), Paraná e Rio Grande do Sul (15%), Rio de Janeiro (12%) e Santa Catarina (8%); como se pode observar a maior parte da produção (94%) concentra-se nas Regiões Sul e Sudeste e apenas 1% na Região Norte (IBGE, 2014).

Na Região Norte, o nordeste do Estado do Pará possui uma posição de destaque na produção de hortaliças. Entretanto, a produção de hortaliças não tradicionais, como a couve-flor, ainda é insipiente, devido à carência de informações técnicas e econômicas da cultura no Estado, o que contribui para que o cultivo seja insuficiente para atender o mercado local. Com isso, a pequena produção de couve-flor acaba forçando a importação desse alimento, o que leva ao aumento do seu valor comercial no Estado do Pará.

Uma alternativa para a redução do preço da couve-flor no Pará seria o aumento da produção. A irrigação da couve-flor, como na maioria das olerícolas, além de ser um importante fator de produção, favorece o aumento da produtividade, bem como, o aprimoramento da qualidade do produto. No entanto, é necessário saber o momento de irrigar e a quantidade de água a aplicar, assim como o modo de aplicação (irrigação por aspersão ou localizada), pois a produção e a qualidade de brássicas podem ser limitadas pela deficiência de água no solo, assim como o excesso dela, levando à queda na produtividade dessa cultura (TANGUNE, 2013; TOMASSONI et al., 2013).

Segundo MAROUELLI et al. (2011) a faixa de tensão crítica de água no solo em que se deve promover a irrigação por gotejamento, o qual tende a favorecer uma maior eficiência no uso da água, para obtenção da produtividade máxima da couve-flor está entre 20 – 40 kPa para solos arenosos.

Além do manejo da água, a nutrição é outro importante componente para a produção da couve-flor e exerce grande influência na produtividade e na qualidade da cabeça, sendo o boro um dos principais fatores limitante (ALVES et al., 2011; PIZETTA et al., 2005).

Dentro deste contexto, torna-se importante a escolha adequada do sistema de irrigação a ser utilizado nesse cultivo, assim como, realizar um correto manejo da irrigação e adubação com boro, a fim de alcançar elevada eficiência, com maximização econômica do agronegócio e sustentabilidade ambiental.

A determinação da viabilidade econômica é fundamental para o sucesso de um empreendimento que se inicia (VILLAS BOAS et al., 2011; LIMA JUNIOR et al., 2011).

Como a irrigação por gotejamento exige alto investimento em obras e aquisição de equipamentos para captação, condução, controle e distribuição da água, o que representam importantes custos adicionais à produção, por isso é uma tecnologia que requer investimentos significativos a qual está associada à utilização intensiva de insumos agrícolas, energia e mão-de-obra para operação e manejo do sistema, torna-se importante o estudo econômico dos componentes envolvidos no sistema antes de se tomar decisões (SILVA et al., 2007; LIMA JUNIOR et al., 2012).

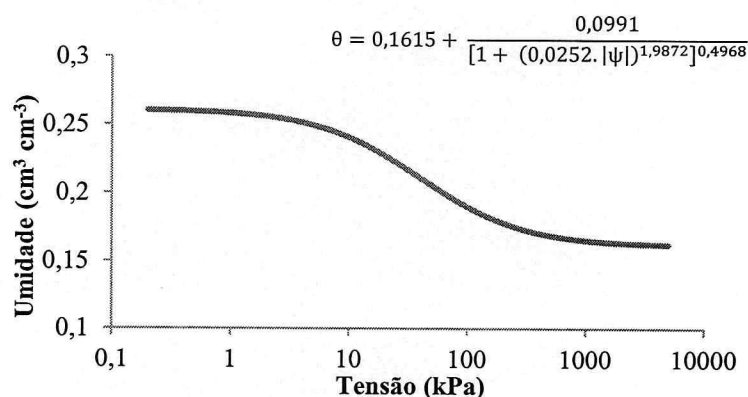
O objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade econômica da produção de couve-flor irrigada por gotejamento em Igarapé-Açu – PA, Nordeste Paraense.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo nos meses de Agosto/2014 a fevereiro/2015, na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (FEIGA), com coordenadas geográficas de 1° 07' 48,47" S e 47° 36' 45,31" W, elevação 54 m, no município de Igarapé-Açu, Pará, Nordeste Paraense.

O solo da região foi classificado como Argissolo Amarelo distrófico com textura arenosa, sendo a curva de retenção da água no solo representada pela Figura 1.

FIGURA 1. Curva de retenção da água no solo. Na equação, os símbolos  $\theta$  e  $\psi$  representam a umidade e a tensão, respectivamente.





A calagem, adubação de plantio e de cobertura foram efetuadas manualmente com base na análise química do solo, seguindo formulação utilizada por ZANUZO et al. (2013), porém com acréscimo de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e K na adubação de cobertura.

Utilizou-se no experimento a couve-flor Híbrida Desert, cultivar de verão. As mudas foram formadas em bandejas de isopor com 128 cédulas, e foram transplantadas (04/11/2014), cerca de 26 dias após a semeadura. Após o transplante, as mudas foram irrigadas durante 30 dias antes da diferenciação dos tratamentos com  $93 \text{ mm}$ ,  $3 \text{ mm dia}^{-1}$  para fase de adaptação.

A colheita iniciou-se aos 120 dias após semeadura, e se estendeu por 20 dias. Esta foi realizada à medida que as inflorescências apresentavam desenvolvimento completo com botões florais ainda unidos, cabeças compactas e firmes.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial  $4 \times 4$ , com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (15, 30, 45 e  $60 \text{ kPa}$ ) como indicativo do momento de irrigar – tensão crítica, e quatro doses de boro (0, 2, 4 e  $6 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Cada parcela teve dimensões de  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$  ( $4 \text{ m}^2$ ). Utilizaram-se duas linhas de plantas espaçadas  $0,5 \text{ m}$  entre si e  $1 \text{ m}$  entre linhas, totalizando oito plantas por parcela. Foram consideradas úteis as plantas centrais, sendo descartadas duas no início e duas no final (parcela útil com 4 plantas).

As plantas foram irrigadas via gotejamento, com vazão de  $2 \text{ L h}^{-1}$ , e emissores espaçados  $20 \text{ cm}$  entre si. A irrigação foi realizada através de mangueiras gotejadoras auto-compensantes de Polietileno Aditivado, diâmetro nominal de  $16 \text{ mm}$ , com pressão de serviço de  $6 \text{ mca}$  no final da mangueira, e com emissores do tipo in – line. As mangueiras gotejadoras ficaram posicionadas dentro da parcela na superfície do solo, de forma que cada mangueira com 10 emissores atendesse uma fileira de plantas (total de 20 emissores/parcela). Estas foram conectadas nas linhas de derivação de Polietileno (DN 16) e estas aos tubos de PVC (DN 50; PN40), que estavam conectados a linha principal com registros de esfera. Foi utilizada para o sistema de irrigação uma caixa d'água de  $5000 \text{ L}$ , uma bomba elétrica de  $\frac{1}{2} \text{ cv}$ , um filtro de disco e uma válvula reguladora de pressão de  $10 \text{ mca}$  inserida na saída da tubulação principal.

Para determinação da tensão crítica, foi instalado um conjunto com quatro tensiômetros de punção em duas parcelas de quatro tratamentos de diferentes tensões, sendo três a  $15 \text{ cm}$  de profundidade (que indicaram o momento de irrigar de acordo com os tratamentos), e um a  $30 \text{ cm}$  de profundidade (para verificar ocorrência de percolação).

Os tensiômetros ficaram posicionados no alinhamento da cultura entre duas plantas. As leituras nos tensiômetros foram realizadas duas vezes ao dia, uma às 9 h e outra às 15 h, utilizando-se um tensímetro digital de punção. O manejo da irrigação foi baseado na curva característica de retenção obtida no perfil de 0 a 20 cm de profundidade do solo (Figura 1). As irrigações foram efetuadas quando pelo menos dois tensiômetros ou a média dos três alcançaram a tensão crítica, e sempre buscando elevar o solo a sua umidade na capacidade de campo, correspondendo a tensão de 10 kPa.

As lâminas de água aplicadas na diferenciação dos tratamentos e o tempo de funcionamento do sistema de irrigação foram calculados segundo CABELLO (1996), considerando-se a profundidade efetiva do sistema radicular igual a 20 cm MAY et al. (2007) e a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação por gotejamento igual a 95%. Na avaliação do sistema de irrigação, obteve-se um Coeficiente de Uniformidade de Distribuição de água (CUD) de 98%.

O custo de produção foi estimado usando um procedimento econômico que considera o cálculo da depreciação e do custo alternativo (REIS, 2007).

Para estimar o custo de produção, neste trabalho, foram utilizados valores aproximados em reais (R\$), com base nas seguintes informações: área cultivada com couve-flor de 1 ha, período de uma safra, custos fixos e variáveis.

A depreciação foi definida como o custo necessário que substitui os bens de capital tornados inútil pelo desgaste físico ou econômico. O método utilizado foi o linear, considerando-se o prazo de 120 dias (0,3 anos), referente ao ciclo médio de produção (período de cultivo da cultura no campo) podendo ser mensurado pela Equação 1.

$$D = \left( \frac{V_a - V_r}{V_u} \right) \cdot P \quad (1)$$

Em que:

D – depreciação (R\$);

V<sub>a</sub> – valor atual do recurso (R\$);

V<sub>r</sub> – valor residual (valor de revenda ou valor final do bem após utilizado racionalmente) (R\$);

V<sub>u</sub> – vida útil (período em que determinado bem é utilizado na atividade) (anos) e P – período de análise (anos).

Considerou-se, para efeito da análise do custo alternativo dos recursos fixos de produção alocados no cultivo da couve-flor, a taxa de juros real de 6% a.a. Em seu cálculo utilizou-se a Equação 2.

$$CA_{\text{fixo}} = \left( \frac{V_u - I}{V_u} \right) \cdot V_a \cdot T_j \cdot P \quad (2)$$

Em que:

$CA_{\text{fixo}}$  – custo alternativo fixo (R\$);

$I$  – idade média de uso do bem (anos) e

$T_j$  – taxa de juros (decimal).

Considerou-se, para o cálculo do custo alternativo dos recursos variáveis aplicados na cultura estudada, a taxa de juros real de 6% a.a. e utilizada a Equação 3.

$$CA_{\text{var}} = \frac{V_{\text{gasto}}}{2} \cdot T_j \quad (3)$$

Em que:

$CA_{\text{var}}$  – custo alternativo variável (R\$) e

$V_{\text{gasto}}$  – desembolso financeiro realizado pelo produtor, para adquirir insumos e serviços necessários para a produção agrícola (R\$).

Para o cálculo de cada recurso fixo foram somados à depreciação e o custo alternativo do fator produtivo, os valores (preços) comerciais utilizados foram baseados no mercado local. Os itens considerados nos custos fixos e o procedimento de operacionalização foram:

a) Terra: não se deprecia, uma vez que, parte da hipótese de que o agricultor adota um manejo de solo adequado, repõe à terra todos os elementos químicos extraídos pelas plantas, por meio de adubações e realizando práticas conservacionistas, que mantêm as suas características. O valor considerado foi o custo alternativo, baseado no aluguel da terra explorada. O valor do aluguel foi de R\$ 80,00 para um hectare e por um mês.

b) Calagem: o gasto com calagem neste trabalho foi de R\$ 638,50 ha<sup>-1</sup> a cada 2 anos.

c) Imposto Territorial Rural (ITR): este recurso não é alterado em curto prazo, pois, seu valor é constante no ano. O valor considerado foi de R\$ 0,80 para um hectare e por um ano.

d) Sistema de irrigação: o custo de um sistema de irrigação é muito variável, pois, depende das condições do local e dos equipamentos utilizados. Neste trabalho, o custo foi de R\$ 7500,00 ha<sup>-1</sup> a cada 15 anos, considerou-se um projeto com as seguintes características: conjunto motobomba de 1,5 cv, Controlador Lógico Programável, bomba injetora de fertilizantes, válvulas de ar e vácuo, válvulas de comando elétrico (solenoides), válvula de alívio, tubulação de PVC do cabeçal até os setores, tubo gotejador auto-compensante com

vazão nominal de  $1,20 \text{ L h}^{-1}$  e DN 16 mm (distanciados entre si a 0,20m), 2 filtros de disco com retrolavagem automática.

e) Custo alternativo: o cálculo do custo alternativo, para cada um dos recursos do custo fixo, foi feito considerando a taxa de juros real de 6% a.a., taxa essa próxima a uma remuneração mínima obtida no mercado financeiro.

O desembolso realizado para a aquisição de produtos e serviços, somado ao custo alternativo, serviu como base de cálculo para o custo de cada recurso variável. Os valores (preços) comerciais utilizados foram baseados no mercado local. Os recursos variáveis e a forma de operacionalização utilizada foram:

a) Insumos: corresponde ao gasto com a aquisição de sementes, fertilizantes químicos e orgânicos, defensivos (inseticida e herbicida).

b) Mão-de-obra: os custos com mão-de-obra referem-se à operação do sistema de irrigação, implantação da cultura (semeadura, adubação de plantio), condução (adubações de cobertura, aplicação de defensivos e capinas), colheita (corte e acondicionamento nos caixotes de comercialização).

c) Máquinas e implementos: foram computados os gastos com aluguel de máquinas e implementos para preparo do terreno (aração e gradagem), levantamento de canteiros, aplicação de defensivos, e no transporte dentro da propriedade.

d) Despesas com administração: foram considerados os gastos com mão-de-obra administrativa, assistência técnica e impostos (2,3% da receita total).

e) Despesas gerais: referem-se aos gastos com caixotes para o acondicionamento e transporte da couve-flor e gastos com combustível.

f) Energia: o custo com energia foi calculado, conforme a equação 4, sugerida por Mendonça (2001).

$$CE = V_{\text{kWh}} \cdot T \cdot \frac{736 \cdot \text{Pot}}{1000 \cdot \eta} \quad (4)$$

Em que:

CE – custo com energia (R\$);

$V_{\text{kWh}}$  – valor do kWh (R\$);

T – tempo total de funcionamento do sistema de irrigação (h), variável para cada tratamento; Pot – potência do conjunto motobomba (cv) e

$\eta$  – rendimento do conjunto motobomba (decimal).

O valor do kWh utilizado foi de R\$ 0,28 para zona rural, conforme sugerido pelas Centrais Elétricas do Pará S.A. – CELPA.

g) Custo alternativo: para o cálculo do custo alternativo, a cada item dos recursos variáveis, utilizados no processo produtivo da couve-flor, foi considerada a taxa de juros real de 6% a.a.

O custo econômico foi obtido pela soma entre o custo operacional e o custo alternativo ( $CT = CFT + CVT$ ). O custo operacional foi dividido em custo operacional fixo (CopF), composto pelas depreciações e custo operacional variável (CopV), constituído pelos desembolsos. O custo operacional total (CopT) constituiu-se da soma do custo operacional fixo e operacional variável. Para se transformar em custo médio (CTMe, CopMe) dividiu-se o CT e o CopT pela quantidade (q) produzida por cada tratamento nessa safra (ciclo).

A receita foi obtida multiplicando a quantidade produzida por cada tratamento pelo preço do produto em determinada data, que neste caso, foi em fevereiro de 2015, quando o preço estava R\$ 46,81 por caixa de 12 kg, ou seja, R\$ 3,90 kg<sup>-1</sup> conforme sugerido pelas Centrais de Abastecimento do Pará – CEASA. O lucro obteve-se subtraindo o custo total da receita total.

Para a interpretação da análise econômica da atividade produtiva foram consideradas as situações de análise econômica e operacional descritas por Reis (2007).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os tratamentos ( $p \geq 0,05$ ) nem influência das doses de boro na produção de couve-flor ( $p \geq 0,05$ ), o que fez com que se considerassem no presente trabalho apenas os tratamentos referentes às tensões de água no solo ( $p \leq 0,01$ ).

As lâminas de água aplicadas antes (Inic) e após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), assim como as precipitações (Precip) ocorridas durante o experimento, os totais de água fornecidos para a cultura até a colheita (Tot), o número de irrigações (NI), a média do turno de rega (TR) durante a diferenciação dos tratamentos e a produtividade (PC) são apresentados na Tabela 1.

Observou-se que a produtividade de couve-flor foi maior nos tratamentos com tensões intermediárias (T30 e T45) onde as lâminas totais aplicadas foram superiores, provavelmente porque nessas tensões houve maior demanda de água pela couve-flor para suprir suas necessidades hídricas em virtude de maior produção. A produtividade foi menor nos

tratamentos extremos (T15 e T60), devido às lâminas totais aplicadas serem menores em virtude provavelmente de uma menor exigência hídrica requerida pela planta no T15, e ao menor número de irrigações no T60.

TABELA 1. Tensões da água no solo na profundidade de 0,15 m, lâminas aplicadas antes da diferenciação dos tratamentos (Inic), lâminas aplicadas após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), precipitações ocorridas (Precip), lâminas totais de água (Tot), número de irrigações (NI), média do turno de rega (TR) e Produtividade (PC) da couve-flor, Igarapé-Açu – PA, 2015.

Tratamentos	Tensão (kPa)	Lâmina (mm)				NI (un)	TR (dia)	PC t ha <sup>-1</sup>
		Inic	Irrig	Precip	Tot			
T15	15	93,10	49,05	143,35	285,50	32	1,62	12,7
T30	30	93,10	101,61	143,35	338,06	21	2,22	16,5
T45	45	93,10	111,34	143,35	347,79	16	3,07	16,6
T60	60	93,10	67,53	143,35	303,98	8	5,14	12,9

A produtividade apresentou um comportamento quadrático em função da água aplicada por tratamento, ou seja, houve um crescimento da produtividade até 38 kPa (onde atingiu a máxima de 17 t ha<sup>-1</sup>), a partir da qual começou haver um decréscimo no valor da mesma; diferentemente de TANGUNE (2013) em experimento com brócolis irrigado por gotejamento com diferentes tensões em Lavras-MG, que obteve comportamento linear decrescente da produtividade, onde esta juntamente com a lâmina total aplicada (máxima de 451,6 mm na tensão de 15 kPa) diminuía com o aumento da tensão de água no solo até 90 kPa.

A produtividade máxima de couve-flor obtida neste experimento esta dentro da faixa citada por MAY et al. (2007) de 15 a 25 t ha<sup>-1</sup>, assim como a tensão responsável pela máxima produtividade está dentro da faixa de 20 – 40 kPa para solos arenosos mencionada por MAROUELLI et al. (2011).

A quantidade total de água fornecida durante todo o ciclo da cultura da couve-flor de todos os tratamentos, mesmo com as precipitações ocorridas, está abaixo da faixa de 380 – 500 mm mencionada por MAY et al. (2007), demonstrando neste trabalho, uma possível economia de água e conseqüentemente de energia.

A frequência de irrigação, semelhante à TANGUNE (2013), foi maior no tratamento de baixa tensão (Tabela 1), porém o tempo de funcionamento do sistema de irrigação foi menor quando comparado aos demais tratamentos, onde o sistema tinha que funcionar por mais tempo para aplicar a lâmina de água necessária para elevar a umidade do solo a sua

capacidade de campo. Os tratamentos T30 e T45 foram os que tiveram maior gasto com energia elétrica representando 0,28 e 0,30 %, respectivamente do custo total médio (Tabela 2).

O custo total, representado pela soma dos custos fixos e dos custos variáveis, teve maior contribuição dos custos variáveis, com mais de 97% em todos os tratamentos, os custos fixos representaram menos de 3% (Tabela 2). O mesmo aconteceu com o custo total médio e com o custo operacional total médio, ambos com maior contribuição dos custos variáveis (Tabela 3).

TABELA 2. Percentagem dos custos fixos e variáveis da produção de couve-flor em diferentes tratamentos de tensão da água no solo, Igarapé-Açu – PA, 2015.

Custo fixos e variáveis totais	% Custo total			
	T15	T30	T45	T60
Terra	1,72	1,69	1,69	1,72
Calagem	0,42	0,41	0,41	0,42
ITR	0,00	0,00	0,00	0,00
Sistema de irrigação	0,77	0,76	0,76	0,77
<b>CFT</b>	<b>2,92</b>	<b>2,87</b>	<b>2,87</b>	<b>2,91</b>
Insumos	59,10	58,15	58,12	58,99
Mão-de-obra	14,32	14,10	14,10	14,31
Maquinas e implementos	7,66	7,54	7,53	7,65
Despesas com administração	7,18	8,55	8,57	7,30
Despesas gerais	7,69	7,57	7,57	7,68
Energia	0,19	0,28	0,30	0,22
Custo alternativo	0,95	0,95	0,95	0,95
<b>CVT</b>	<b>97,08</b>	<b>97,13</b>	<b>97,13</b>	<b>97,09</b>
<b>CT</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

TABELA 3. Custos econômicos e operacionais médios da produção de Couve-flor em R\$ kg<sup>-1</sup>, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo, Igarapé-Açu – PA, 2015.

Tratamentos	CFMe	CVMe	CTMe	CopFMe	CopVMe	CopTMe
T15	0,05	1,78	1,84	0,02	1,77	1,79
T30	0,04	1,39	1,43	0,01	1,37	1,39
T45	0,04	1,38	1,42	0,01	1,37	1,38
T60	0,05	1,74	1,79	0,02	1,72	1,74
Média	0,05	1,57	1,62	0,02	1,56	1,57

CFMe – custo fixo médio; CVMe – custo variável médio; CTMe – custo total médio; CopFMe – custo operacional fixo médio; CopVMe – custo operacional variável médio; CopTMe – custo operacional total médio.

Na tabela 2, é possível observar que dentre os custos fixos, em todos os tratamentos, a terra foi a que teve maior participação no custo total com 1,72% (no T15 e T60) e 1,69% (no T30 e T45), seguido do sistema de irrigação com 0,77% (no T15 e T60) e 0,76% (no T30 e T45) do custo total; e calagem com 0,42% (no T15 e T60) e 0,41% (no T30 e T45) do custo total; o Imposto Territorial Rural (ITR) foi o item de menor participação com 0,003% (no T30 e T45) e 0,004% (no T15 e T60).

Já nos custos variáveis, em todos os tratamentos, destaque para os insumos com mais de 58% do custo total, seguido da mão-de-obra com mais de 14%. Rezende et al. (2009) em trabalho realizado em Jaboticabal-SP, mostra que o gasto com insumos foi o que também representou maiores impactos no custo total, sendo 60,1%; 55,3% e 62,0% para os cultivos de repolho, rúcula e rabanete, respectivamente.

Entre os insumos, os adubos (químico e orgânico) foram os itens que mais oneraram o custo variável, sendo responsável por 80,29%, seguido da aquisição de sementes com 18,44% e dos defensivos com 1,27%. Considerando a Mão-de-Obra, os custos com plantio e colheita foram os que mais contribuíram para o custo variável com 27,03% cada.

Os custos com máquinas e implementos que participaram com mais de 7,5% do custo total em todos os tratamentos, teve como maior contribuinte o aluguel de máquinas para preparo da área e levantamento de canteiros, representando 62,92% desse item. Já nas despesas gerais, os caixotes para o acondicionamento e transporte da couve-flor tiveram participação de 78,30%.

Os tratamentos T30 e T45, comparados com o T15 e T60, apresentaram menores custos fixos e maiores custos variáveis (Tabela 2), e também menores custos econômicos e operacionais médios (Tabela 3), decorrente da máxima produtividade encontrada entre esses tratamentos, por isso maiores foram os custos com impostos (representando mais de 73% das despesas com administração) e energia.

Os custos fixos e variáveis médios pagos para produzirem 1 kg de couve-flor foram menores nos tratamentos de maior produtividade (T30 e T45), ou seja, quanto maior a produtividade (como a encontrada na tensão de 38 kPa) menor serão os custos, e consequentemente maiores serão os lucros.

Para a realização do estudo econômico simplificado, foram utilizados os dados contidos na Tabela 3, considerando como preço médio do kg da couve-flor o valor de R\$ 3,90, correspondente ao período de fevereiro de 2015.



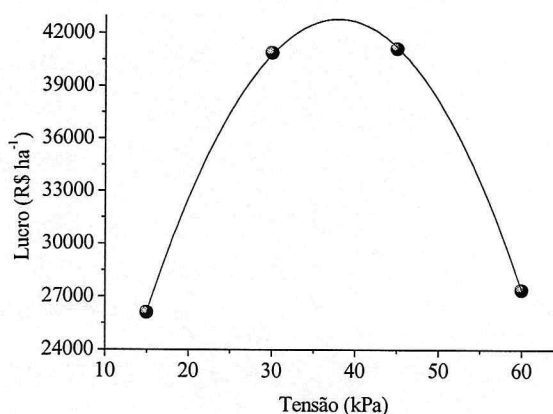
No estudo econômico efetuado, observa-se que todos os tratamentos apresentaram receita média (RMe) superior aos custos totais médios (CTMe), indicando haver situações de lucro supernormal ( $RMe > CTMe$ ). Esta é uma situação em que o investimento paga todos os recursos aplicados na atividade econômica e ainda proporciona um lucro adicional.

Na Tabela 4 é possível observar que o tratamento T15 teve um lucro maior que 112%; o T30 maior que 173%; o T45 maior que 174%; e o T60 maior que 117%. A superioridade da rentabilidade dos tratamentos T30 e T45 deve-se as suas maiores receitas obtidas por causa da produtividade elevada, referentes a um melhor manejo da irrigação. O maior lucro estimado a partir da equação de ajuste foi de R\$ 42.780,00 na tensão de 38 kPa (Figura 1).

TABELA 4. Produtividade (Prod), custo total (CT), receita total (RT) e lucro da produção de Couve-flor em diferentes tratamentos de tensão da água no solo, Igarapé-Açu – PA, 2015.

Tratamentos	Prod.	CT	RT	Lucro
	kg ha <sup>-1</sup>	-----R\$ ha <sup>-1</sup> -----		
T15	12.650	23.250,00	49.335,00	26.085,00
T30	16.535	23.614,26	64.486,50	40.872,24
T45	16.598	23.624,17	64.732,20	41.108,03
T60	12.985	23.278,00	50.641,50	27.363,50

FIGURA 1. Efeito da tensão de água no solo no lucro da produção de Couve-flor, Igarapé-Açu – PA, 2015.



Rezende et al. (2009) também obtiveram lucros elevados, com índice de lucratividade de 90,05%, 89,65% e 80,38% para repolho, rúcula e rabanete, respectivamente; ou seja, da sua receita total, apenas 9,95% do repolho; 10,35% da rúcula e 19,62% do rabanete são de custo total, o restante é lucro.

### 3.4 CONCLUSÕES

Houve viabilidade econômica em todos os tratamentos, entretanto a tensão da água no solo de 38 kPa tende a proporcionar maior rentabilidade na atividade produtiva.

As despesas com os recursos variáveis foram as que mais oneraram o custo final da produção de couve-flor em todos os tratamentos estudados, com destaque para utilização de insumos.

### REFERÊNCIAS

ABUL-FADL, M.M. Nutritional and chemical evaluation of white cauliflower by-products flour and the effect of its addition on beef sausage quality. **Journal of Applied Sciences Research**, Jordan, v.8, n.2, p.693-704, 2012.

ALVES, A.U.; PRADO, R.M.; CORREIA, M.A.R.; GONDIM, A.R.O.; CECÍLIO FILHO, A.B.; POLITI, L.S. Couve-flor cultivada em substrato: marcha de absorção de macronutrientes e micronutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, Lavras, 2011.

CABELLO, F.P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación**. 3ª ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 511 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso 21 janeiro 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuária 2006**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl1.asp?c=819&n=0&u=0&z=p&o=2&i=P>. Acesso 12 fevereiro 2014.

LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; COSTA, G. G.; REIS, R. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Avaliação econômica da produção de alface americana em função de lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 392-398, 2011.

LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; SILVA, W. G.; VILLAS 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, n. 5, p. 514-520, 2012.

MAROUELLI, W.A.; OLIVEIRA, Á.S. DE; COELHO, E.F.; NOGUEIRA, L.C.; SOUSA, V.F.. **Manejo da água de irrigação**. In: SOUSA, V.F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; COELHO FILHO, M.A (Eds.). Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

MAY, A; TIVELLI, S.W.; VARGAS, P.F.; SAMRA, A.G.; SACCONI, L.V.; PINHEIRO, M.Q. 2007. **A cultura da couve-flor**. Campinas: IAC (Boletim Técnico, 200). Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/Tecnico200.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/Tecnico200.pdf). Acesso 21 janeiro 2014.

MENDONÇA, F. C. **Evolução dos custos e avaliação econômica de sistemas de irrigação utilizados na cafeicultura**. In: SANTOS, C. M.; MENDONÇA, F. C.; BENJAMIN, M.; TEODORO, R. E. F.; SANTOS, V. L. M. Irrigação da cafeicultura no cerrado. 1. ed. Uberlândia: UFU, 2001. cap. 5, p.45-78.

PIZETTA, L.C.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**. v.23, n.1, p.51-56, 2005.

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. 2. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. p. 95.

REZENDE, B.L.A.; BARROS JÚNIOR, A.P.; CECÍLIO FILHO, A.B.; PÔRTO, D.R.Q.; MARTINS, M.I.E.G. Custo de produção e rentabilidade das culturas de alface, rabanete, rúcula e repolho em cultivo solteiro e consorciadas com pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 305-312, 2009.

SILVA, M. L. O.; FARIA, M. A.; REIS, R. P.; SANTANA, M. J.; MATTIOLI, W. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n. 1, p. 200-205, 2007.

TANGUNE, B.F. **Produção de brócolis irrigado por gotejamento, sob diferentes tensões de água no solo**. 73 p. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2013.

TOMASSONI, F.; SANTOS, R.F.; ROCHA, A.A.; GALDINO, T.S.; NADALETI, W.C.; ROSSI, E.; CARPINSKI, M. Sensibilidade da couve-flor ao excesso de água no solo. **Acta Iguazu**, v.2, n.4, p. 1-6, 2013.

VILLAS 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, n. 2, p. 117–124, 2011.

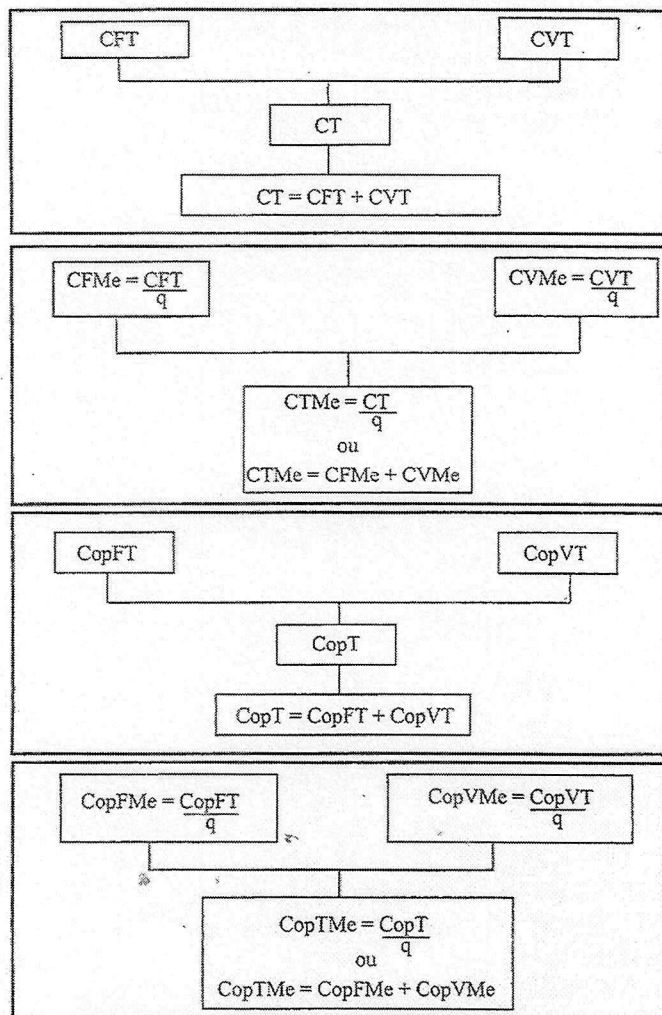
ZANUZO, M.R.; RIBEIRO, L.M.; LANGE, A; MACHADO, R.A.F.; MASSAROTO, J.A. Desempenho agrônomico de genótipos de couve-flor nas condições edafoclimáticas de Sinop. **Horticultura brasileira**, v. 31, n. 2, p. 332-337, 2013.

## CONCLUSÕES GERAIS

- Com o trabalho de manejo da irrigação baseado na tensão de água no solo na cultura da couve-flor no município de Igarapé-Açu-PA, pode-se constatar que para garantir maior desenvolvimento e produção da couve-flor irrigada por gotejamento, deve-se irrigar quando a tensão atingir 38 kPa, pois valores abaixo e acima deste tendem a afetar negativamente nas variáveis avaliadas neste trabalho.
- A dose ótima de boro para garantir maior produção de massa seca é de 3 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto mais estudos são necessários em outros solos e com outras cultivares para melhoria da eficiência da adubação com boro.
- Houve viabilidade econômica em todos os tratamentos de tensão da água no solo, entretanto a tensão de 38 kPa tende a proporcionar maior rentabilidade na atividade produtiva.
- As despesas com os recursos variáveis foram as que mais oneraram o custo final da produção de couve-flor em todos os tratamentos estudados, com destaque para utilização de insumos.

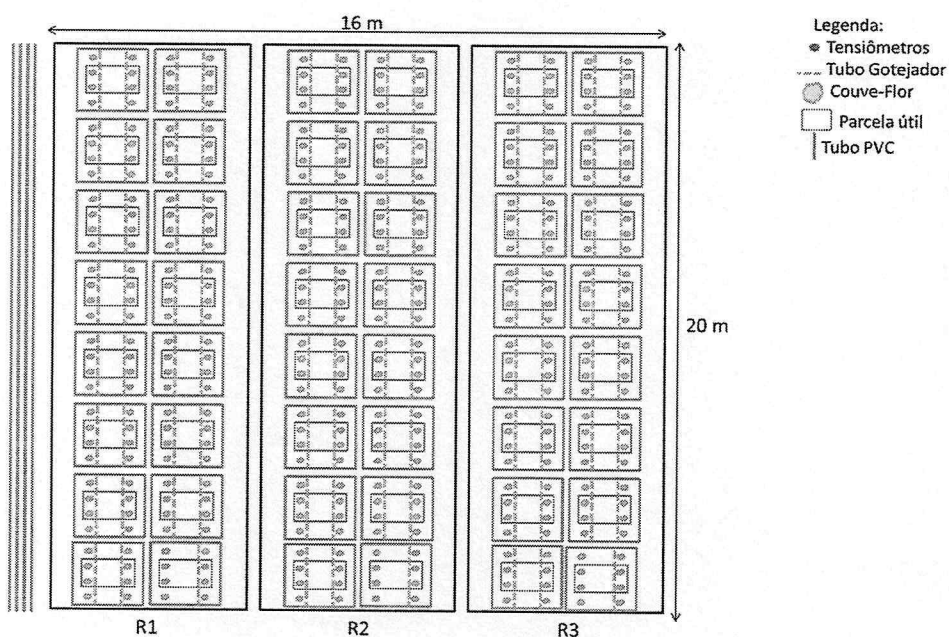
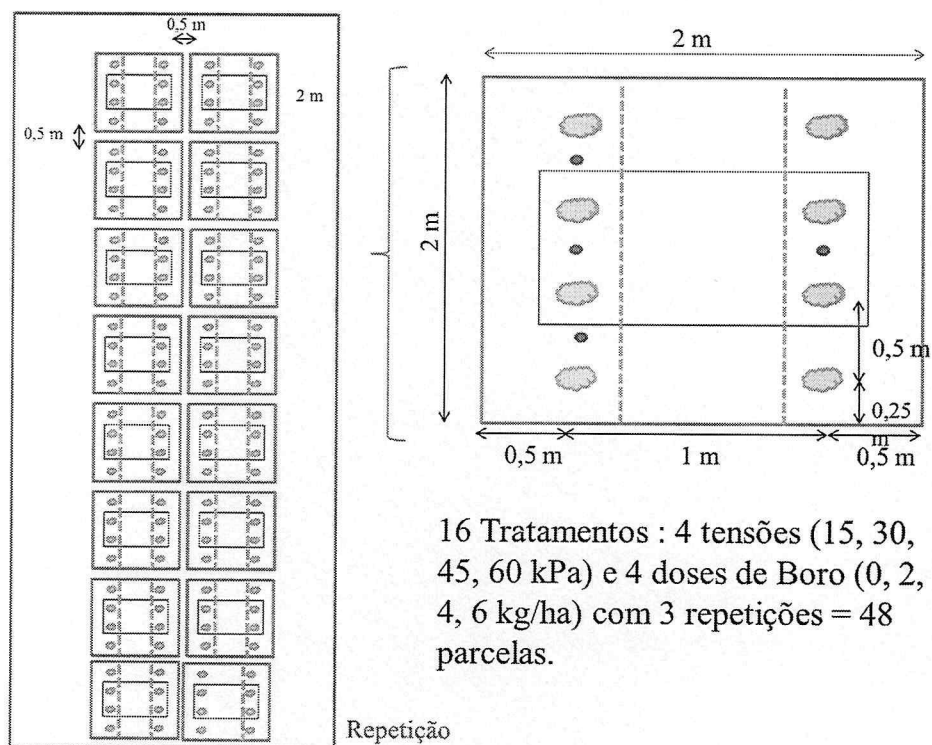
## ANEXO

**Figura 1** – Representação esquemática dos custos de produção. CFT – custo fixo total; CVT – custo variável total; CT – custo total; CFMe – custo fixo médio; CVMe – custo variável médio; CTMe – custo total médio; CopFT - custo operacional fixo total; CopVT - custo operacional variável total; CopT - custo operacional total; CopFMe – custo operacional fixo médio; CopVMe – custo operacional variável médio e CopTM – custo operacional total médio.

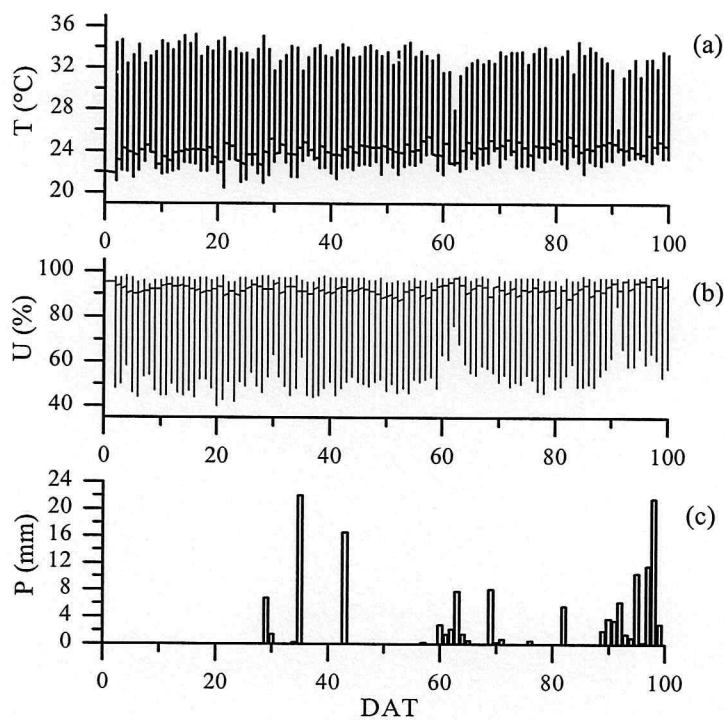


## APENDICES

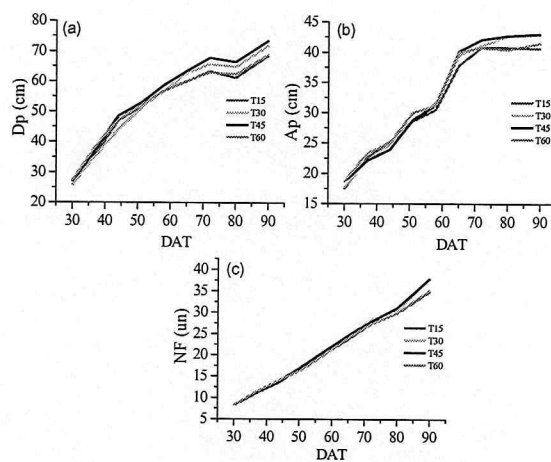
**Figura 1** – Esquema das parcelas experimentais com o sistema de irrigação implantado e croqui da área do experimento. Repetição (R).



**Figura 2** – Valores diários de temperatura – T (a), Umidade – U (b) e precipitação – P (c) durante o experimento.



**Figura 3** – Diâmetro de copa – Dp (a), altura das plantas – Ap (b) e n° de folhas – NF (c) em função dos dias após transplântio – DAT (valores médios correspondentes ao fator tensão). Tratamentos (T15,T30,T45,T60) correspondem as tensões 15, 30, 45 e 60 kPa, respectivamente.



**Tabela 1** – Resumo da análise de variância para PC, MFC, MSC, DC, AC e CC da couve-flor híbrida desert, em função de tensões de água no solo e doses de boro. Igarapé-Açu-PA, 2015.

FV	GL	F					
		PC (t ha <sup>-1</sup> )	MFC ------(g)-----	MSC -----	DC -----	AC (cm)-----	CC -----
Bloco	2	1,0356 <sup>ns</sup>	1,0346 <sup>ns</sup>	3,8720*	0,0993 <sup>ns</sup>	0,6749 <sup>ns</sup>	0,1213 <sup>ns</sup>
Tensões	3	14,2784**	14,2827**	17,6218**	9,1599**	7,6442**	9,4349**
Boro	3	1,2147 <sup>ns</sup>	1,2132 <sup>ns</sup>	3,8816*	1,9512 <sup>ns</sup>	3,4251*	1,9463 <sup>ns</sup>
Tensões X Boro	9	1,0356 <sup>ns</sup>	1,0352 <sup>ns</sup>	1,6044 <sup>ns</sup>	0,5480 <sup>ns</sup>	0,8870 <sup>ns</sup>	0,5103 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	-	-	-	-	-	-
CV (%)		13,53	13,53	12,74	6,19	7,71	5,78

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; ns: não significativo.

**Tabela 2** – Resumo da análise de variância para MSPA, Ap, Dp, NF e EUA da couve-flor híbrida desert, em função de tensões de água no solo e doses de boro. Igarapé-Açu-PA, 2015.

FV	GL	F				
		MSPA (g)	Ap ------(cm)-----	Dp -----	NF (un)	EUA (kg ha <sup>-1</sup> . mm <sup>-1</sup> )
Bloco	2	1,4706 <sup>ns</sup>	1,3731 <sup>ns</sup>	0,5678 <sup>ns</sup>	3,0531 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
Tensões	3	11,4075**	4,1529*	5,1313**	4,5716*	2,82 <sup>ns</sup>
Boro	3	3,5046*	0,8568 <sup>ns</sup>	0,4457 <sup>ns</sup>	0,6553 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>
Tensões X Boro	9	0,3298 <sup>ns</sup>	0,7897 <sup>ns</sup>	0,4538 <sup>ns</sup>	1,2675 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	-	-	-	-	-
CV (%)		13,24	4,62	5,35	7,33	13,86

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; ns: não significativo.



**Tabela 3** – Valores dos custos fixos, custos variáveis, custo total, receita e lucro em reais (R\$) da produção de couve-flor em diferentes tratamentos de tensão da água no solo, Igarapé-Açu – PA, 2015.

Custo Fixos e Variáveis Totais	Custos (R\$.ha <sup>-1</sup> )			
	T15	T30	T45	T60
Terra	400,00	400,00	400,00	400,00
Calagem	97,66	97,66	97,66	97,66
ITR	0,82	0,82	0,82	0,82
Sistema de irrigação	179,38	179,38	179,38	179,38
<b>Custo Fixo Total<sup>1</sup></b>	<b>677,86</b>	<b>677,86</b>	<b>677,86</b>	<b>677,86</b>
Insumos	13740,61	13730,61	13730,61	13730,61
Mão-de-obra	3330,00	3330,00	3330,00	3330,00
Maquinas e implementos	1780,00	1780,00	1780,00	1780,00
Despesas com administração	1669,71	2018,19	2023,84	1699,75
Despesas gerais	1788,00	1788,00	1788,00	1788,00
Energia	43,36	65,58	69,74	51,04
Custo alternativo	220,45	224,01	224,11	220,73
<b>Custo Variável Total</b>	<b>22572,14</b>	<b>22936,40</b>	<b>22946,30</b>	<b>22600,14</b>
<b>Custo Total</b>	<b>23250,0</b>	<b>23614,3</b>	<b>23624,2</b>	<b>23278,0</b>
<b>Custo Total (R\$.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>1,84</b>	<b>1,43</b>	<b>1,42</b>	<b>1,79</b>
<b>Receita Total (R\$.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>49335,0</b>	<b>64486,5</b>	<b>64732,2</b>	<b>50641,5</b>
<b>Lucro (R\$.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>26085,00</b>	<b>40872,24</b>	<b>41108,03</b>	<b>27363,50</b>