



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

WILLIAM LEE CARRERA DE AVIZ

**PRODUÇÃO E VIABILIDADE ECONÔMICA DA CULTURA DO JAMBU
IRRIGADO POR GOTEJAMENTO, SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO
SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO**

**BELÉM
2017**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

WILLIAM LEE CARRERA DE AVIZ

**PRODUÇÃO E VIABILIDADE ECONÔMICA DA CULTURA DO JAMBU
IRRIGADO POR GOTEJAMENTO, SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO
SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO**

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

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Alves de Lima Júnior

**BELÉM
2017**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

WILLIAM LEE CARRERA DE AVIZ

**PRODUÇÃO E VIABILIDADE ECONÔMICA DA CULTURA DO JAMBU
IRRIGADO POR GOTEJAMENTO, SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO
SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre.

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. Dra. Luciana da Silva Borges
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

Dr. André Luiz Pereira da Silva
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

AGRADECIMENTOS

A Deus, provedor de todo o bem, pela minha existência e força para alcançar meus objetivos, pois sem Ele nada é possível.

Aos meus pais e irmã, Valdemar, Edna e Carol, pelo grande amor que recebo deles, pelo apoio nos estudos e por sempre me erguerem nos momentos de dificuldades.

A minha avó e minha Antônia, tia Renir e tia Celeste, por me acolherem e me fizeram sentir em casa.

A todos os meus amigos que me ajudaram de forma direta e indireta, orientação, compreensão que me deram durante todo esse projeto.

Aos amigos da pós que sempre tiveram presente em todos os momentos, apoiando e incentivando nas dificuldades.

Aos meus familiares que estiveram torcendo por mim.

Ao Núcleo de Pesquisa Básica Aplicada em Agricultura Irrigada por toda a ajuda e apoio em todo o experimento em campo e pela amizade criada nesse período.

Ao meu orientador, Professor Dr. Joaquim Alves de Lima Junior, pela confiança depositada em mim, pelo exemplo de ética profissional e pela amizade.

À Coordenação do Programa de Pós-graduação em Agronomia, aos professores e funcionários, por estarem prontamente disponíveis durante todas as atividades.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	9
1.1 A CULTURA DO JAMBU.....	9
1.2 NOVA TECNOLOGIA E MANEJO O CULTIVO DO JAMBU	10
OBJETIVO GERAL.....	12
REFERÊNCIAS	12
2 POTENCIAL PRODUTIVO DO JAMBU CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO, SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO.	13
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
2.1 INTRODUÇÃO.....	14
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	16
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
2.4 CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS	27
3 REDIMENTO PRODUTIVO DA CULTURA DO JAMBU CULTIVADO SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO.	28
RESUMO.....	28
ABSTRACT.....	29
3.1 INTRODUÇÃO.....	29
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.4 CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS	42
4 VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE JAMBU IRRIGADO, SOB CULTIVO PROTEGIDO E EM CAMPO NO NORDESTE PARAENSE.....	43
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	44
4.1 INTRODUÇÃO.....	44
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	46
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.4 CONCLUSÕES.....	58

REFERÊNCIAS.....	58
CONCLUSÕES GERAIS	60

RESUMO

Tendo em vista a carência de informações técnicas sobre a lâmina de água que proporcione o uso racional da água, a adubação com nitrogênio que promova o melhor desenvolvimento de plantas, e análise econômica que forneça ao produtor dados de manejo relacionados ao fator água e adubação nitrogenada, onde ele possa analisar e buscar maior rentabilidade na produção de jambu em cultivo protegido e em campo, o presente trabalho tem como objetivo contribuir com esses conhecimentos aos produtores, visando melhoria no sistema de produção do jambu no Estado do Pará, produzindo informações e tecnologias para a sociedade. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e em campo, na fazenda experimental de Igarapé-açu – UFRA. Foi utilizado nos experimentos a variedade jamburana no espaçamento 10 x 10 cm, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x4 com três repetições. Cada parcela teve dimensão de 0,4 x 0,5 m (0,2 m²) totalizando 20 plantas em 4 filas e considerando úteis as plantas das filas centrais. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) como indicativo do momento de irrigar (tensão crítica), utilizando a irrigação por gotejamento, e por quatro doses (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) de nitrogênio. Houve interação entre os fatores tensão de água no solo e doses de nitrogênio para as variáveis massa fresca, produtividade e eficiência no uso da água nos dois experimentos, onde no cultivo realizado em casa de vegetação foi obtido melhores índices com a combinação de 13 kPa e 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, alcançando 40,6 g planta⁻¹, 4.087,6 g m⁻² e 79,6 g m⁻² mm⁻¹, e em cultivo realizado em campo foi obtido melhores resultados com a combinação de 12 kPa e 150 kg ha⁻¹, alcançando 39,3 g planta⁻¹, 3.926,7 g m⁻² e 22,3 g m⁻² mm⁻¹, respectivamente. Para a altura de plantas não houve interação entre os fatores, havendo diferença significativa apenas para as doses de nitrogênio, nos dois experimentos, onde em casa de vegetação se obteve 25,3 cm com a dose de nitrogênio de 81,5 kg ha⁻¹, e em campo se obteve 15,28 cm com a dose de 49,12 kg ha⁻¹. A análise econômica demonstrou que para os dois experimentos, os custos variáveis tiveram maior participação nos custos totais, destacando-se a mão-de-obra. O lucro máximo encontrado no cultivo realizado em casa de vegetação foi de R\$ 1.287,56, com a combinação 13 kPa e 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, e o lucro máximo encontrado no cultivo realizado em campo foi de R\$ 2.260,24, com a combinação 12 kPa e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Palavras-chave: *acmella oleracea* (L.)R.K., casa de vegetação, tensiometria, adubação nitrogenada, rentabilidade do jambu.

ABSTRACT

Given the lack of technical information on the water table that provides the rational use of water, fertilization with nitrogen that promotes the best development of plants, and economic analysis that provides to the producer management data related to water factor and nitrogen fertilization, Where it can analyze and seek greater profitability in the production of jambu in protected cultivation and in the field, the present work aims to contribute with this knowledge to the producers, aiming at improvement in the jambu production system in the State of Pará, producing information and technologies for the society. The experiments were conducted at the experimental farm of Igarapé-Açu - UFRA in Para was used in the experiment to cultivate Jamburana spacing 10x10 cm, using a randomized block in factorial 4x4, with three replications. Each plot had a dimension of 0.4 x 0.5 m (0.2 m²) totaling 20 plants in 4 rows and considering plants of the central rows. The treatments consisted of four water tensions in soil (12, 18, 24 and 30 kPa) as indicative of time to irrigate (critical tension) using drip irrigation, and for four rates (0, 50, 100 and 150 ha¹ kg) of nitrogen. There was interaction between the soil water tension factors and nitrogen rates for fresh mass, productivity and water use efficiency in the two experiments, where in the greenhouse cultivation better indexes were obtained with the combination of 13 kPa and 50 kg ha¹ of nitrogen, reaching 40.6 g plant¹, 4,087.6 g m² and 79.6 g m² mm¹, and in field cultivation the best results were obtained with the combination of 12 kPa and 150 kg ha¹, reaching 39, 3 g plant¹, 3,926.7 g m² and 22.3 g m² mm¹, respectively. For plant height there was no interaction between the factors, and there was a significant difference only for the nitrogen rates, in the two experiments, where 25.3 cm were obtained in the greenhouse with the nitrogen rate of 81.5 kg ha¹, And in the field it was obtained 15.28 cm with the rate of 49.12 kg ha¹. The economic analysis showed that for the two experiments, the variable costs had greater participation in the total costs, highlighting the labor force. The maximum profit found in the greenhouse cultivation was R\$ 1,287.56, with the combination of 13 kPa and 50 kg ha¹ of nitrogen, and the maximum profit found in the field crop was R\$ 2,260.24, with The combination of 12 kPa and 150 kg ha¹ of nitrogen.

Keywords: *Acmella oleracea* (L.) R.K., Greenhouse, tensiometry, nitrogen fertilization, jambu profitability.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 A CULTURA DO JAMBU

A *Acmella oleraceae* (L.) R.K. Jansen, mais conhecida como jambu, é uma hortaliça da família Asteraceae podendo também ser encontrado em citações como *Spilanthus oleraceae* L. e *Spilanthus acmella* var. *oleraceae* (L.) C.B. Clarke ex Hook. F. (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013).

A *acmella oleraceae* é uma espécie amazônica que se multiplica por sementes e por hastes adultas. É uma planta herbácea de ciclo c3, semi ereta ou quase rasteira, podendo atingir até 50 cm de altura. A raiz é axial e possui intenso enraizamento secundário, alcançando a profundidade de 20 cm no solo e em hidroponia pode alcançar até 30 cm. O caule é rastejante, ramificado em dicásio, e quando em contato com o solo pode formar raízes adventícias e possui coloração verde ou verde arroxeadada. Possuem folhas opostas, pecioladas, alongadas e ovais, com margens denteadas ou serrilhadas, com coloração verde, podendo variar de verde intenso a pálido. As flores são hermafroditas e estão agrupadas em capítulos globosos amarelos, dependendo da variedade, e o aquênios possuem coloração negra, com aproximadamente 2 mm de comprimento, ladeados pela pálea e brácteas (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013).

O jambu tem grande importância na culinária na região amazônica, por apresentar uma sensação de “dormência” característica e alta diversidade de nutrientes e vitaminas, sendo componente principal em vários pratos típicos da região, é utilizado na fitoterapia pelos povos tradicionais em infusões ou decocção para vários tratamentos (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013). Além do jambu se destacar na culinária paraense, ele tem conquistado maior importância devido as substâncias oriundas do seu metabolismo secundário, onde se destaca o espilantol, que atrai o interesse da indústria de farmacologia e cosméticos. FAVORETO & GILBERT (2010) citam que o jambu possui atividade anti-inflamatória, diurética, antimicrobiana, afrodisíaca e larvívica.

O cultivo do jambu é realizado preferencialmente em locais que apresentem clima quente e úmido, com temperatura média acima de 25°C e umidade superior a 80%, favorecendo o seu desenvolvimento. Porém, em São Paulo já há alguns cultivos de jambu em certas épocas do ano em que a temperatura seja superior a 15°C. Os solos indicados para o seu cultivo devem ser argilo-arenosos e ricos em matéria orgânica (HOMMA, 2015).

De acordo com HOMMA et al. (2015) os produtores, que são em grande maioria “pequenos” produtores, e não se dedicam exclusivamente a produção do jambu, e sim a uma grande variedade de hortaliças, com intuito de promover rotação de canteiros, ter várias

opções de renda e devido o mercado do jambu ter caráter sazonal, sendo limitado pelas festividades regionais e datas comemorativas, mesmo apresentando potencial para ter demanda ao longo do ano.

1.2 NOVA TECNOLOGIA E MANEJO O CULTIVO DO JAMBU

O jambu por ser uma hortaliça de ciclo curto e crescimento rápido, podendo ser influenciado pelas condições climáticas, disponibilidade de água e nutrientes para que durante o seu ciclo ocorra um acelerado incremento de massa fresca. Com isso, para justificar a produção do jambu com uma dedicação maior do que a atual, é necessária maior eficiência no uso dos insumos para promover um menor custo de produção ao produtor e conseqüentemente maior lucro.

Dentre os insumos utilizados no cultivo de jambu, a irrigação é extremamente importante por ser uma tecnologia que visa fornecer água as culturas, promovendo aumento de produtividade, melhoria na qualidade dos produtos e, principalmente, produzir na entressafra. Entretanto, se deve realizar o manejo de forma adequada, evitando o aumento nos custos com irrigações desnecessárias e promovendo uma maior eficiência do uso da água. Segundo BASTOS et al., (2014), dentre os sistemas de irrigação, a irrigação localizada por gotejamento tem se destacado por aplicar água no solo, de forma localizada, na área de maior concentração do sistema radicular, em pequena intensidade e alta frequência, mantendo o solo próximo à capacidade de campo, utilizando baixa pressão de serviço e menor demanda de energia.

Para que a irrigação seja realizada de forma adequada, o manejo pode ser baseado em alguns indicadores, como o solo, planta e atmosfera. O manejo utilizando o solo com indicador vem sendo um dos mais utilizados para definir o momento de irrigar (tensão crítica), podendo através da tensão de água no solo e a curva característica do solo, encontrar a quantidade de água necessária para elevar a umidade do solo a capacidade do campo. Vários equipamentos são utilizados para medir a tensão de água no solo, porém, segundo EVETT (2007), o de tensiômetros, mesmo sendo um método antigo, ainda é o mais utilizado.

Promover uma reposição hídrica correta afeta diretamente o crescimento vegetal e a produtividade agrícola, por ter grande importância ecofisiológica para os vegetais, não somente por ser o seu constituinte em maior proporção, cerca de 95%, mas por possuir propriedades que promovem a estabilidade térmica nos tecidos das plantas e no ambiente, realizar o controle térmico através da transpiração, servir como solvente natural e como meio onde ocorre as reações bioquímicas, auxiliar no transporte de nutrientes e ser o meio na planta responsável por interligar o sistema solo-planta-atmosfera. Com isso é necessário realizar o manejo correto,

evitando o desperdício e o déficit, principalmente em culturas de ciclo curto, com as hortaliças, pois são mais sensíveis ao déficit hídrico (COELHO FILHO, 2014). Em estudos realizados por LIMA JUNIOR et al. (2010) e LIMA JUNIOR et al. (2012) avaliando a produtividade de alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação, os autores encontraram o efeito quadrático de resposta, alcançando valor máximo de produtividade próximo do fator de reposição de 100%, nos dois casos, nos tratamentos com fator de reposição maior a produtividade diminuiu.

Além da disponibilidade de água à cultura, a adubação é outro fator que essencial para se obter uma boa produtividade. De acordo com SOUSA et al. (2014) a aplicação de fertilizantes sem base numa recomendação correta acarretará na má utilização dos nutrientes pela cultura, podendo causar desequilíbrio ambiental e prejuízos econômicos ao produtor.

Para a produção de hortaliças, o nitrogênio é um nutriente essencial, sendo constituinte de aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos. De acordo com FILGUEIRA (2008), o fornecimento adequado de nitrogênio favorece o crescimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura, beneficiando, principalmente, as hortaliças herbáceas por constituírem de folhas, hastes tenras e inflorescências. Com isso, na produção de hortaliças o nitrogênio é um dos principais nutrientes, influenciando diretamente na produtividade. BORGES et al. (2013) analisando produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral, encontraram produtividade máxima de 4,40 kg m², com adubação mineral utilizando a ureia, onde as doses maiores demonstraram um decréscimo na produtividade.

Entretanto, o uso de forma eficiente da água e de adubos é influenciado pelas condições climáticas, e fatores como temperatura e luminosidade podem interferir de forma benéfica ou maléfica no desenvolvimento das plantas. O cultivo protegido se caracteriza pela utilização de estruturas que protegem as plantas das condições meteorológicas, permitindo a passagem da luz, onde essa é essencial para a realização de fotossíntese (SANTOS et al. 2010). Em regiões com alto índice de pluviosidade e altas temperaturas, o cultivo protegido permite produzir nos períodos de maiores dificuldades para a condução do cultivo de hortaliças, resultando numa maior quantidade safras realizadas pelo produtor, e produzir no período de entressafra onde os preços se encontram maiores.

Com isso, tendo em vista a carência de informações técnicas sobre a lâmina de água e a adubação com nitrogênio em cultivo protegido e em campo, e econômicas que proporcionem maior rentabilidade na produção de jambu na região norte, o presente trabalho espera contribuir

com esses conhecimentos aos produtores, visando melhoria no sistema de produção do jambu no Estado do Pará, produzindo informações e tecnologias para a sociedade.

OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeitos da irrigação com diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio na nutrição do cultivo do jambu em duas condições de cultivo, e avaliar economicamente em quais condições ele obtém maior rentabilidade.

REFERÊNCIAS

BORGES, L.S.; GUERRERO, A.C.; GOTO, R.; LIMA, G.P.P. **Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 83-94, jan./fev. 2013.

BASTOS, E.A.; NOGUEIRA, C.C.P.; VELOSO, M.E.C.; ANDRADE JUNIOR, A.S.; SOUSA, V.F.; PAZ, V.P.S. **Métodos e sistemas 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, 2014.

COELHO FILHO, M.A.; BASSOI, L.H.; ANGELOCCI, L.R.; COELHO, E.F.; PEREIRA, F.A.C. **Relação solo-planta-atmosfera**. 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, 2014.

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

FAVORETO, R.; GILBERT, B. *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen (Asteraceae) – **Jambu**. Revista Fitos, Vol.5 N°01 Março 2010.

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

GUSMÃO, M.T.A.; GUSMÃO, S.A.L. **Jambu da Amazônia (acmella oleraceae [(L.) R.K. Jansen] Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. 1. Ed. Belém, PA: UFRA, 2013. 135 p.

HOMMA, A.K.O.; SANCHES, R.S.; MENEZES, A.J.E.A; GUSMÃO, S.A.L. **Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de belém, estado do Pará**. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v. 10, n. 20, jan./jun. 2015.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G.M.; GEISENHOF, L.O.; COSTA, G.G.; VILAS BOAS, R.C.; YURI, J.E. **Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.8, p.797–803, 2010.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G.M.; GEISENHOFF, L.O.; VILAS BOAS, R.C.; SILVA, W.G.; SILVA, A.L.P. **Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2681-2688, 2012.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. **Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambiente de cultivo protegido.** Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83- 93, 2010.

SOUSA, V.F.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; COELHO, M.A.; ARAUJO, A.R. **Manejo da fertirrigação em fruteiras e hortaliças.** 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, 2014.

2 POTENCIAL PRODUTIVO DO JAMBU CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO, SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO.

RESUMO: O jambu *Acmella oleraceae* (L.) R.K. é uma hortaliça não convencional nativa da região amazônica, originada na bacia amazônica, muito utilizada na culinária regional e para fins medicinais no tratamento de várias doenças. Apresenta uma substância ativa, “Espilantol”, que vem despertando o interesse do mercado farmacêutico e de cosmético. Com isso, o objetivou-se estudar o efeito diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio no cultivo do jambu no Estado do Pará. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na fazenda experimental de Igarapé-açu – UFRA. Foi utilizado no experimento a variedade jamburana no espaçamento 10 x 10 cm, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x4 com três repetições em casa de vegetação. Cada parcela teve dimensão de 0,4 x 0,5 m (0,2 m²) totalizando 20 plantas em 4 filas e considerando úteis as plantas das filas centrais. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) como indicativo do momento de irrigar (tensão crítica), utilizando a irrigação por gotejamento, e por quatro doses (0, 50, 100 e 150 kg ha¹) de nitrogênio. As variáveis analisadas foram massa fresca, altura de plantas, produtividade e eficiência no uso da água. Houve interação entre os fatores tensão de água no solo e doses de nitrogênio para as variáveis massa fresca, produtividade, e eficiência no uso da água, onde a combinação que obteve melhores índices para todas as variáveis massa fresca e produtividade foi a combinação com tensão de 13 kPa e dose de nitrogênio de 50 kg ha¹, obtendo 40,6 g planta¹ e 4087,6 g m¹. Para a eficiência no uso da água a melhor combinação foi a tensão de 15 kPa com a dose de nitrogênio de 50 kg

ha¹, alcançando 79,6 g m² mm¹. A variável altura obteve melhor resultado na dose de nitrogênio de 81,5 kg ha¹, alcançando 25,3 cm.

Palavras-chave: *acmella oleracea* (L.)R.K., casa de vegetação, tensiometria, gotejamento, adubação nitrogenada.

ABSTRACT: The jambu is an unconventional vegetable native to the Amazon region, originated in the Amazon basin, widely used in regional cooking and for medicinal purposes in the treatment of various diseases. It features an active substance, "Espilantol" which has aroused the interest of the pharmaceutical market and cosmetic. The aim of this study was to study the effect of different soil water tensions and nitrogen rates on jambu cultivation in the State of Pará. The experiment was conducted in a greenhouse at the experimental farm of Igarapé-Açu -. UFRA in Para. Was used in the experiment to cultivate Jamburana spacing 10x10 cm, using a randomized block in factorial 4x4, with three replications. Each plot had a dimension of 0.4 x 0.5 m (0.2 m²) totaling 20 plants in 4 rows and considering plants of the central rows. The treatments consisted of four water tensions in soil (12, 18, 24 and 30 kPa) as indicative of time to irrigate (critical tension) using drip irrigation, and for four rates (0, 50, 100 and 150 ha¹ kg) of nitrogen. The variables analyzed were fresh mass, plant height, productivity and water use efficiency. There was interaction between the factors soil water stress and nitrogen rates for the variables fresh mass, productivity, and water use efficiency, where the combination that obtained the best indexes for all fresh mass and productivity variables was the combination with tension of 13 kPa and nitrogen rate of 50 kg ha¹, obtaining 40.6 g plant¹ and 4087.6 g m¹. For the water use efficiency the best combination was the tension of 15 kPa with the nitrogen rate of 50 kg ha¹, reaching 79.6 g m² mm¹. The height variable obtained the best result in the nitrogen rate of 81.5 kg ha¹, reaching 25.3 cm.

Keywords: *acmella oleracea* (L.) R.K., Greenhouse, tensiometry, dripping, nitrogen fertilization.

2.1 INTRODUÇÃO

O jambu é uma hortaliça não convencional nativa da região amazônica, originada na bacia amazônica, pertencente à família Asteraceae e muito utilizada na culinária regional e para fins medicinais no tratamento de várias doenças (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013). Apresenta uma

substância ativa, “Espilantol”, que vem despertando o interesse do mercado farmacêutico e de cosmético.

Devido a alta variabilidade temporal e espacial da precipitação na região Norte, em certas épocas do ano a produção e a qualidade de Jambu pode ser limitada pela deficiência de água no solo, assim como o excesso de água.

A água é uns dos fatores determinantes para a produção de alimentos e, por isso, a sua falta ou excesso influencia diretamente a produtividade de uma cultura, tornando indispensável o seu manejo racional para se conseguir a maximização da produção (COELHO FILHO et al., 2014). Com isso, a irrigação é destacadamente uma das práticas agrícolas que possibilitam maior impacto no aumento da produtividade na agricultura, viabilizando, inclusive, a produção em regiões com baixa disponibilidade hídrica. Apesar de ser uma tecnologia incorporada aos diversos sistemas produtivos de hortaliças, especialmente nas regiões onde a água é um fator limitante, o manejo de irrigação no Brasil é ainda realizado de forma inadequada, geralmente com grande desperdício de água. Tais perdas são inaceitáveis, principalmente, quando se sabe que em muitas regiões no Brasil e no mundo a água é um fator altamente limitante (MAROUELLI et al., 2014).

Por isso torna-se importante saber o momento de irrigar e a quantidade de água a aplicar, pois se fornecerá água às plantas em quantidade suficiente para prevenir o estresse hídrico, favorecendo incremento de produtividade e qualidade da produção, minimizando o desperdício de água, a lixiviação de nutrientes e a degradação do meio ambiente (MAROUELLI et al., 2014). Também a irrigação adequada permite um crescimento vigoroso da planta, tornando-a menos suscetível ao ataque de agentes patogênicos. Visando obter a lâmina ideal de água e alcançando produtividade satisfatória, GEISENHOF et al. (2016) avaliaram a produtividade de alface americana submetida a diferentes tensões de água no solo e alcançaram valor máximo de produtividade na tensão de 12 kPa, porém, obteve maior eficiência no uso da água com as tensões intermeddiárias (34 e 45 kPa), alcançando 579,87 e 471,71 kg ha¹ mm¹, respectivamente.

Entretanto, além da disponibilidade de água como fator fundamental para se alcançar alta produtividade, a nutrição também é outro fator indispensável na produção de hortaliças folhosas. Nas hortaliças folhosas o efeito do nitrogênio se reflete diretamente na produtividade, pois o fornecimento de doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2008). Em estudos realizados por RODRIGUES et al. (2014) em Pariqueira-açu, São Paulo, verificaram

aumento significativo no aumento da produção de jambu, no tratamento com maior dose de nitrogênio o qual proporcionou aumento de 90% para a produção de massa fresca em relação ao tratamento com omissão total do elemento. BORGES et al., (2013) analisando produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral, encontraram produtividade máxima de 4,40 kg m², com adubação mineral utilizando a ureia, onde as doses superiores demonstraram um decréscimo na produtividade.

Entretanto, o uso de forma eficiente da água e de fertilizantes é influenciado pelas condições climáticas, e fatores como temperatura e luminosidade podem interferir de forma benéfica ou maléfica no desenvolvimento das plantas, e em regiões com alto índice de pluviosidade e altas temperaturas, o cultivo protegido permite produzir nos períodos de maiores dificuldades para a condução do cultivo de hortaliças, resultando numa maior quantidade safras realizadas pelo produtor, e produzir no período de entressafra onde os preços se encontram maiores.

Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio no desenvolvimento e na produção de jambu irrigado por gotejamento no município de Igarapé-Açu – PA.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em cultivo protegido nos meses de maio/2016 a julho/2016, 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 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 (12, 18, 24 e 30 kPa) como indicativo do momento de irrigar – tensão crítica, e quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹). Cada parcela teve dimensões de 0,4 m x 0,5 m (0,2 m²). Utilizaram-se quatro linhas de plantas espaçadas 0,1 m entre si e 0,1 m entre linhas, totalizando vinte plantas por parcela. Foram consideradas úteis as plantas centrais (área útil com 10 plantas).

O solo da região foi classificado como Argissolo Amarelo distrófico, com textura arenosa. A densidade média do solo foi de 1,60 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: pH_{H2O}= 6,5; N= 0,08%; matéria orgânica= 13,76 g kg⁻¹; P=

192 mg dm⁻³; Ca= 2,4 cmol_c dm⁻³; Mg= 1,3 cmol_c dm⁻³; K= 263 mg dm⁻³; Na= 44 mg dm⁻³; SB= 3,08 cmol_c dm⁻³; e 801, 19 e 180 g kg⁻¹ de Areia, Silte e Argila, respectivamente.

Na área realizou-se os canteiros de forma manual, não havendo necessidade de realização de calagem. A adubação foi efetuada manualmente com base na análise química do solo e de acordo com a recomendação da análise feita por CRAVO et al. (2007). A adubação de plantio foi feita com superfosfato triplo (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅), enquanto a adubação de cobertura foi feita em três parcelas, com 10, 17 e 24 DAT, utilizando o cloreto de potássio (60 kg ha⁻¹ de K₂O) e uréia (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N).

Utilizou-se no experimento a cultivar Jamburana, com um ciclo de aproximadamente 70 a 80 dias, segundo o fabricante. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 128 células contendo composto orgânico com transplante em (11/06/2016) quando as mesmas apresentaram entre quatro e seis folhas definitivas, cerca de 32 dias após a semeadura. Após o transplante, as mudas foram irrigadas durante 10 dias antes da diferenciação dos tratamentos para ocorrer o melhor “pegamento” das mudas, totalizando uma lâmina de 31,9 mm (3,19 mm dia⁻¹). Ao longo do desenvolvimento da cultura foram realizadas capinas manuais dentro dos canteiros e com enxada entre os canteiros para controle de plantas daninhas. Não houve incidência significativa de pragas e doenças durante a realização condução do experimento.

A colheita iniciou-se aos 62 dias após semeadura, 30 dias após o transplante, indicado pelo início da fase reprodutiva dos tratamentos onde foi realizado a adubação de nitrogênio recomendada de acordo com a análise de solo.

As plantas foram irrigadas via gotejamento, com vazão de 1,2 L h⁻¹, 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, cada mangueira atendeu duas filas de plantas (4 plantas/gotejador). Estas foram conectadas nas linhas de derivação de polietileno (DN 16) e estas aos tubos de PVC (DN 50; PN40), que estavam conectados à linha principal através de válvulas solenoides de comando elétrico via controlador instalado no cabeçal de controle. Foi utilizada para o sistema de irrigação uma caixa d’água de 5000 L, uma bomba elétrica de 1,5 cv acionada pelo controlador, um filtro de disco e uma válvula reguladora de pressão de regulada para trabalhar com 6 mca na linha secundária 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 doze parcelas, sendo três de cada tratamento relacionado às diferentes tensões. Foram colocados recipientes coletores de 100 ml em baixo dos quatro emissores, 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 de dois tensiômetros de punção em duas parcelas de quatro tratamentos de diferentes tensões a 15 cm de profundidade indicando o momento de irrigar.

Os tensiômetros ficaram posicionados no alinhamento da cultura entre duas plantas. As leituras nos tensiômetros foram realizadas uma vez ao dia, por volta das 09:00 h, utilizando-se um tensímetro digital de punção. O manejo da irrigação foi baseado na curva característica de água no solo obtida no perfil de 0 a 20 cm de profundidade do solo (Figura 1). As irrigações foram efetuadas quando a média dos tensiômetros alcançava a tensão crítica, e sempre buscando elevar o solo a sua umidade na capacidade de campo, correspondendo a tensão de 10 kPa (0,240 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), onde pode se observar a variação dos tratamentos de tensão durante o experimento na figura 2.

FIGURA 1. Curva de retenção da água no solo, Igarapé-Açu – PA, 2017.

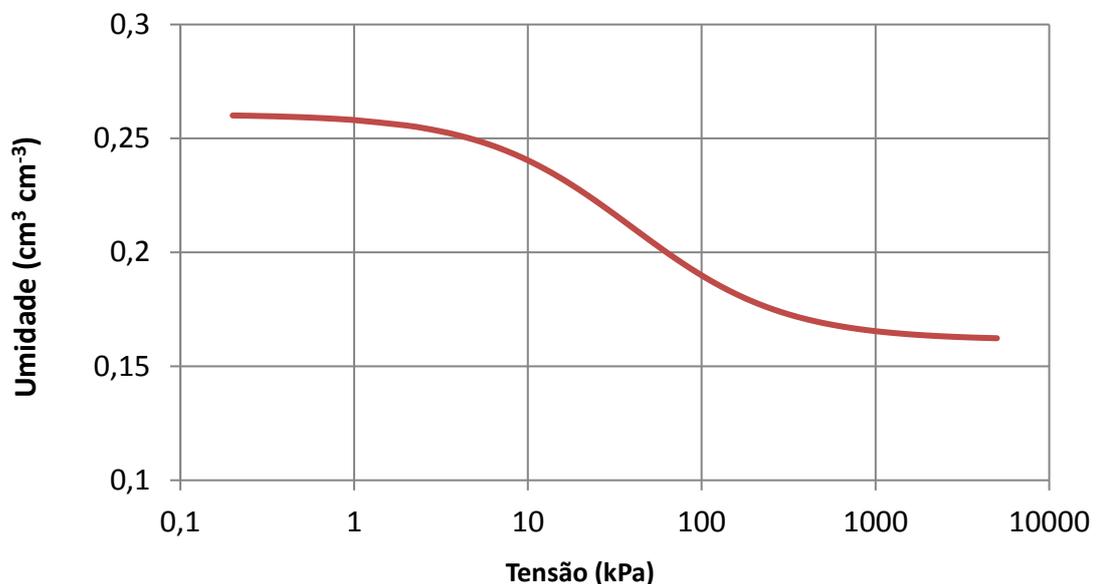
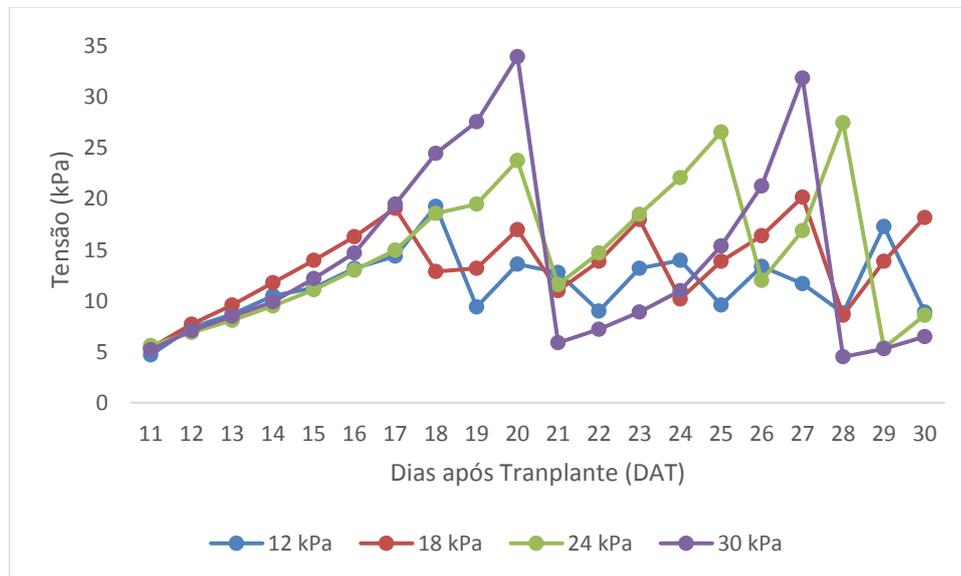


FIGURA 2. Valores diários de tensão de água no solo dos tratamentos 12, 18, 24 e 30 kPa, Igarapé-Açu – PA, 2017.



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, segundo GUSMÃO & GUSMÃO (2013), 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 das diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio foram analisados os seguintes parâmetros: altura da planta (ALT), massa fresca da parte aérea (MFPA), produtividade (PRODUT) e eficiência do uso da água (EUA).

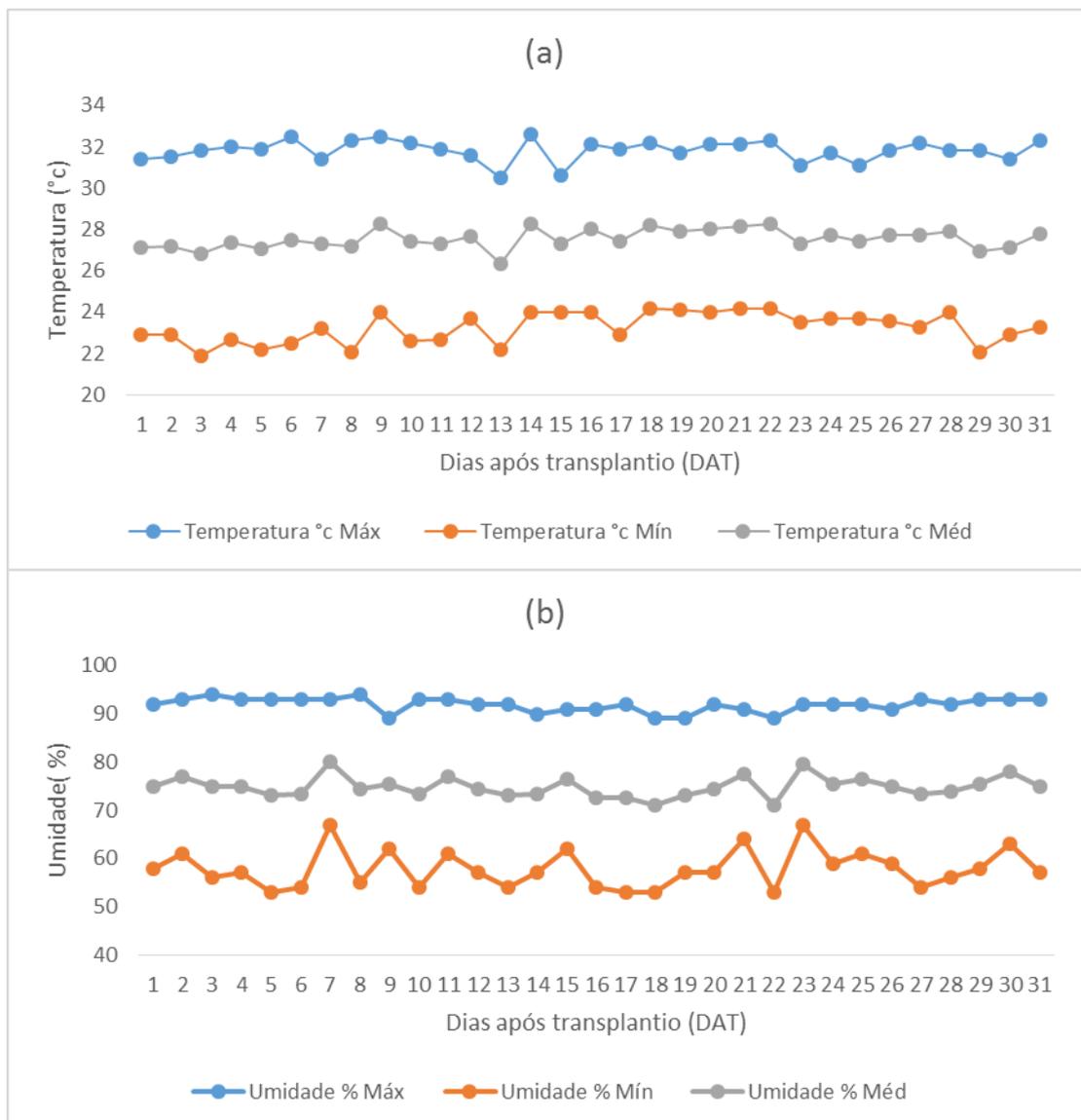
A altura de planta foi mensurada no momento da colheita, sendo determinada a partir do colo da planta com auxílio de um fita métrica; a massa fresca da parte aérea foi determinada com auxílio de uma balança de precisão, sendo realizada logo após a colheita; a produtividade foi estimada em g m² através do produto da massa fresca da parte aérea pela população de plantas em um metro quadrado, e a eficiência do uso da água foi obtida através da produtividade com a lâmina total de água aplicada por tratamento.

Os efeitos da tensão e adubação nitrogenadas variáveis avaliadas foram deferidos por meio de análise de variância pelo teste de Tukey utilizando o assistat 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 27,5 °C e a umidade foi de 74,8%. A menor e maior temperatura registrada foi de 21,9 °C e 32,6 °C, respectivamente. A menor umidade registrada foi de 53% e a maior foi de 94 %. Esses dados mostram uma variação de mais de 10 °C na temperatura e mais de 40 % na umidade ao longo de um dia. O jambu desenvolve-se bem em climas quentes e úmidos, com temperaturas médias de 25,9° C, precipitação anual de 2.761 mm ao ano, evapotranspiração potencial de 1.455 mm, umidade relativa do ar 86% e 2.389 horas anuais de luz solar (VILLACHICA et al., 1996). Com isso, o experimento foi realizado em condições ideais para o bom desenvolvimento da cultura conforme mostra a figura 3.

FIGURA 3. Valores máximos, médios e mínimos diários de temperatura (a) e umidade relativa (b), Igarapé-açu, 2017.



As lâminas de água aplicadas antes (Inic) e após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), ocorridas durante o experimento, os totais de água fornecidos para a cultura até a colheita (Total), o número de irrigações (NI) e a média do turno de rega (TR) e demanda hídrica diária (DH) 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), lâminas totais de água (Total), número de irrigações (NI) e média do turno de rega (TR), demanda hídrica diária (DH), Igarapé-Açu – PA, 2017.

Tratamentos	Tensão	Lâmina (mm)			NI (um)	TR (dia)	DH (mm/dia)
		Inic	Irrig	Total			
T12N0	12 kPa	31,9	13,74	45,64	11	1,82	1,52
T12N50	12 kPa	31,9	13,74	45,64	11	1,82	1,52
T12N100	12 kPa	31,9	13,74	45,64	11	1,82	1,52
T12N150	12 kPa	31,9	13,74	45,64	11	1,82	1,52
T18N0	18 kPa	31,9	11,43	43,33	5	4,00	1,44
T18N50	18 kPa	31,9	11,43	43,33	5	4,00	1,44
T18N100	18 kPa	31,9	11,43	43,33	5	4,00	1,44
T18N150	18 kPa	31,9	11,43	43,33	5	4,00	1,44
T24N0	24 kPa	31,9	10,43	42,33	3	6,67	1,41
T24N50	24 kPa	31,9	10,43	42,33	3	6,67	1,41
T24N100	24 kPa	31,9	10,43	42,33	3	6,67	1,41
T24N150	24 kPa	31,9	10,43	42,33	3	6,67	1,41
T30N0	30 kPa	31,9	8,84	40,74	2	10,00	1,36
T30N50	30 kPa	31,9	8,84	40,74	2	10,00	1,36
T30N100	30 kPa	31,9	8,84	40,74	2	10,00	1,36
T30N150	30 kPa	31,9	8,84	40,74	2	10,00	1,36

Observou-se que as lâminas totais aplicadas foram decrescente, onde o tratamento T12 que apresentou maior consumo hídrico em decorrência do maior número de irrigações, já que a tensão controle encontra-se praticamente na capacidade de campo adotada neste experimento. Esses dados apresentaram um comportamento linear em relação ao consumo de água por tratamento, semelhante a GEISENHOFF et al. (2016) em experimento com alface irrigado por gotejamento com diferentes tensões, que obtiveram comportamento linear dos seus resultados, onde a lâmina total aplicada diminuiu de acordo com o aumento da tensão de água no solo.

TABELA 2. Resumo da análise de variância para Altura de plantas (ALT), Massa fresca da parte aérea (MFPA), Produtividade (PRODUT) e eficiência do uso da água (EUA), em função de tensões de água no solo e doses de nitrogênio. Igarapé-Acu-PA, 2017.

FV	GL	F			
		ALT	MFPA	PRODUT	EUA
Tensão	3	1,5392ns	60,7995**	60,7982**	43,5515**
Nitrogênio	3	3,2005*	18,7095**	18,7108**	19,0737**
TensãoxNitrogênio	9	1,0662ns	3,6399**	3,6403**	3,7817**
Tratamentos	15	1,5876ns	18,0857**	18,0860**	14,7941**
Blocos	2	1,7286ns	0,0084*	0,0084*	0,0190*
Resíduo	30				
CV%		10,91	10,97	10,96	10,98

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

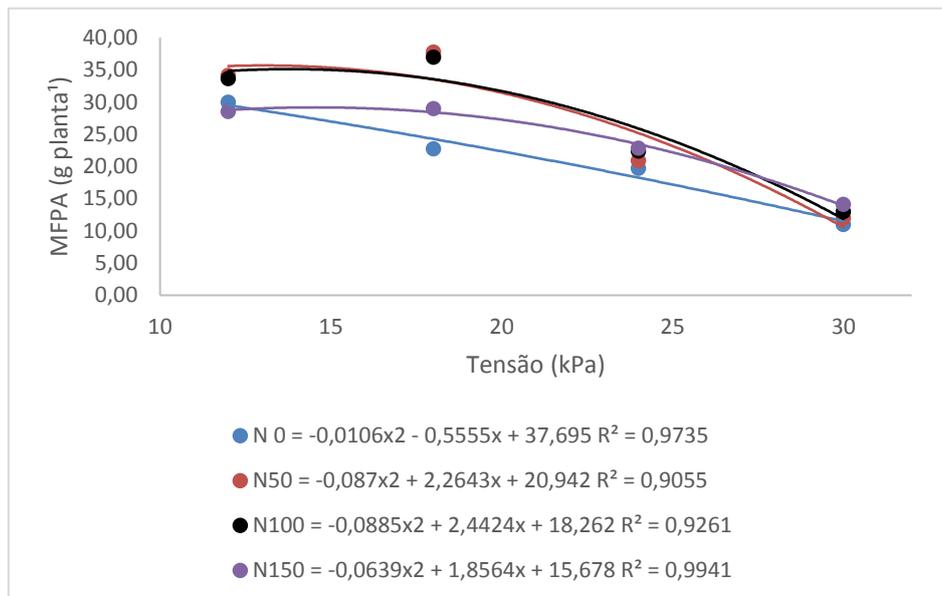
Com base nos dados obtidos durante a realização do presente trabalho, observou-se que houve interação entre os fatores tensão e doses de nitrogênio para as variáveis massa fresca da parte aérea, produtividade e eficiência no uso da água, onde os níveis de tensão de água no solo e as doses de nitrogênio tiveram efeito significativo de 1% de probabilidade pelo teste Tukey para essas variáveis analisadas. Para a variável altura não houve diferença significativa para a interação entre os fatores tensão e de água no solo e doses de nitrogênio, nem para a variável tensão, somente para o fator doses de nitrogênio. A interação entre os fatores tensões de água no solo e as doses de nitrogênio, evidenciaram um comportamento linear em que a lâmina total de água aplicada influenciou a absorção de nitrogênio, onde, para as variáveis massa fresca da parte aérea, produtividade e eficiência no uso da água, os tratamentos que foram submetidos a tensão de 12 kPa e as doses de nitrogênio de 50 kg ha⁻¹ obtiveram médias superiores aos demais, havendo uma redução nas médias a medida que as tensões e as doses de nitrogênio aumentavam. Para a altura, não houve interação entre os fatores e nem diferença significativa entre tensões, havendo diferença apenas para o fator doses de nitrogênio, onde a dose de 81,5 kg ha⁻¹ foi a que obteve melhor média, 25,3 cm.

Observa-se que as lâminas de água e as doses de nitrogênio influenciaram no desenvolvimento do jambu, evidenciando a necessidade de uma quantidade de água considerável para que seja obtido um bom desenvolvimento da cultura. A umidade do solo mantida próxima a capacidade de campo favoreceu uma maior eficiência na utilização da adubação nitrogenada. Tendo em vista que a água é o meio de transporte de nutrientes até a planta, via solo, o manejo que forneceu a distribuição de água em maior quantidade e menor turno de rega, provavelmente promoveu a diminuição das perdas do nitrogênio por lixiviação

e a manutenção de um ótimo potencial de água na folha, favorecendo a condutância estomática e do fluxo de CO₂, apresentando resultado positivo no acúmulo de biomassa e produtividade.

A produção de massa fresca se comportou de forma quadrática para interação entre os fatores, onde o tratamento que obteve máximo resultado fo submetido a tensão de 13 kPa e A dose de 50 kg ha¹ de nitrogenio com obtenção de 40,6 g planta¹, figura 4, onde podemos observarque esse tratamento promoveu maior eficiência no uso do nitrogênio para o incremento de massa fresca, em seguida ocorre a redução de materia fresca de acordo com o aumento das tensões e doses de nitrogênio, podendo este efeito ser atribuido a dificuldade que a cultura teve para absorver a água retido nos colóides do solo, ocorrendo maior gasto de energia pelas raízes.

FIGURA 4. Massa fresca da parte aérea (MFPA) em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha¹), Igarapé-açu – PA, 2017.

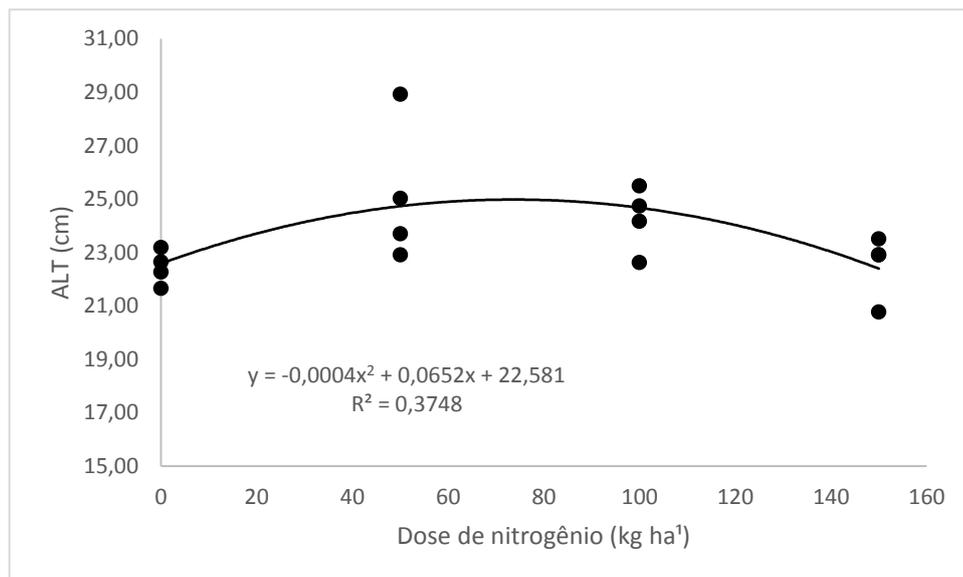


O resultado de massa fresca obtido nesse trabalho se apresentaram de forma diferente ao encontrado por SILVA et al. (2013), que trabalharam com beterreba sob diferentes tensões de água no solo, onde encontraram modelo linear na massa fresca, porém, também encontrou resultado máximo na tensão mais próxima da capacidade de campo. Esse comportamento comprova que a disponibilidade hídrica é de fundamental importância para o incremento de massa fresca na cultura do jambu, sendo essa característica muito sensível a variação de água.

A altura de plantas obteve diferença significativa apenas para o fator doses de nitrogênio e apresentando comportamento quadrático, como podemos ver na Figura 5 . De acordo com a análise de regressão, a altura máxima foi encontrada na dose de nitrogênio de 81,5 kg ha¹, resultando na altura de 25,3 cm, onde com aumento das doses de nitrogênio a partir 81,5 kg ha¹ houve diminuição na altura de plantas. A variável altura de plantas não apresentou diferença

para o fator tensões de água no solo, isso pode ser atribuído a diferença entre as lâminas de água totais apresentarem uma diferença menor que 5 mm entre as tensões que apresentaram maior e menor lâmina. Os resultados encontrados estão de acordo com os dados citados por FAVORETO & GILBERT (2010), que realizaram um estudo da arte do jambu, citam que o mesmo atinge em torno de 20 a 40 cm de altura.

FIGURA 5. Altura de plantas em função das diferentes doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹), Igarapé-açu – PA, 2016.

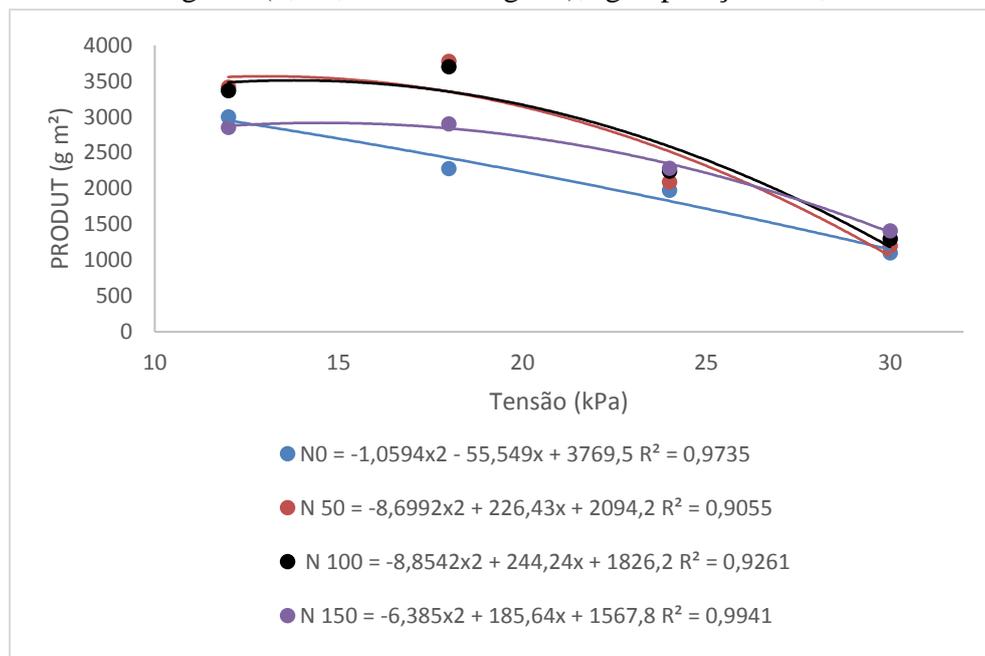


BORGES et al. (2013) trabalhando com a cultura do jambu com adubação orgânica e mineral e BORGES (2014) avaliando índices morfo-fisiológicos e produtividade de diferentes variedades de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral, obtiveram números superiores aos encontrados neste trabalho, obtendo 43,58 cm e 37,36 cm, respectivamente, na região de São Manuel – SP. Esses valores encontrados pelos autores, foram obtidos com adubação mineral, assim como neste trabalho, onde a principal adubação foi a nitrogenada, com a dose de 120 g m², que é responsável diretamente pelo crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular, sendo evidenciado pela resposta das plantas com o aumento da altura em consequência do aumento das doses de nitrogênio. Esta diferença pode ser explicada pela formação das mudas, onde esses autores utilizaram 5 sementes por célula e neste trabalho utilizou-se uma planta por célula, o que acarretou em menor competição entre plantas.

A variável produtividade, semelhante a variável massa fresca da parte aérea, foi afetada significativamente pelas tensões de água no solo e doses de nitrogênio e a interação entre os dois apresentou comportamento quadrático, onde podemos ver na figura 6, alcançando produtividade máxima de 4.087,6 g m² com a tensão de 13 kPa e a dose de nitrogênio de 50 kg

ha¹. O aumento da adubação a partir do dose que obteve a máxima produtividade, acarretou na redução da produtividade, resultando no desperdício do fertilizante e mostrando a importância de uma correta adubação no rendimento da cultura do jambu. O tratamento com tensão de água no solo de 13 kPa manteve o solo próximo a umidade de capacidade de campo, demonstrando comportamento semelhante aos resultados encontrados por GEISENHOF et al. (2016) trabalhando com alface, VILAS BOAS et al. (2012) avaliando cebola e LIMA JUNIOR et al. (2012) avaliando cenoura, que obtiveram máxima produtividade nas tensões próximas a capacidade de campo. A produção de hortaliças é beneficiada pelo tensão que mantém a umidade do solo próximo a capacidade de campo, favorecendo a produção de fotoassimilados e aeração do solo, e conseqüentemente, melhor desenvolvimento vegetativo sendo constatado na produtividade.

FIGURA 6. Produtividade em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha¹), Igarapé-açu – PA, 2017.

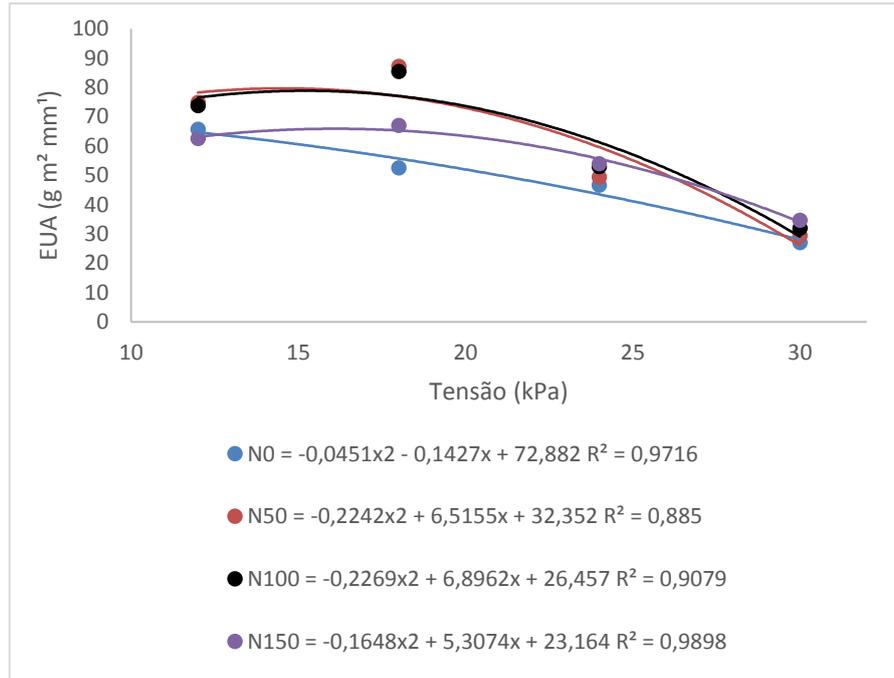


BORGES et al. (2014), avaliando índices morfo-fisiológicos e produtividade em variedades de jambu sob adubação de orgânica e mineral, encontraram produtividade inferior que a obtida neste trabalho, 2.980 g m². Porém, essa diferença pode estar relacionada ao espaçamento do jambu adotado pelos autores, já que a massa fresca obtida por eles, 210,13 g, foi superior a encontrado neste trabalho.

A eficiência no uso da água é a variável que mostra a relação produção da cultura e o consumo de água. As lâminas totais das tensões aplicadas neste trabalho apresentaram variação menor que 5 mm¹ entre a tensão de 12 kPa, que foi a que obteve maior lâmina, e a tensão 30

kPa, que foi a que obteve menor. Com isso, a eficiência seguiu o mesmo comportamento da produtividade, já que as lâminas foram muito próximas, e a máxima obtida foi encontrada na tensão de 15 kPa e de dose de nitrogênio de 50 kg ha¹, 79,6 g m² mm¹, onde a adubação nitrogenada influenciou diretamente na eficiência no uso da água do jambu.

FIGURA 7. Eficiência no uso da água em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha¹), Igarapé-açu – PA, 2017.



Nota-se que as demais tensões combinadas com a adubação de 50 kg ha¹ obtiveram menores eficiências no uso da água. Este resultado está de acordo com o encontrado por GEISENHOFF et al. (2016), que avaliaram a eficiência de uso da água em alface americana sob diferentes tensões de água no solo, que demonstrou comportamento quadrático, havendo a redução da eficiência no uso da água conforme ocorre o aumento de tensão. Porém, a eficiência no uso da água encontrado neste trabalho se encontra próximo a capacidade de campo (10 kPa), demonstrando que a cultura do jambu responde de forma positiva a disponibilidade de água.

2.4 CONCLUSÕES

Para o melhor desenvolvimento e produção de jambu, a tensão de 13 kPa e a dose de 50 kg ha¹ de nitrogênio foi a combinação que obteve melhor resultado para as variáveis massa fresca da parte aérea e produtividade, 40,6 g planta¹ e 4087,6 g m², respectivamente.

A eficiência no uso da água obteve máxima eficiência com a combinação de 15 kPa e dose 50 kg ha¹ de nitrogênio, sendo 79,6 g m² mm¹.

A variável altura obteve melhor resultado com a dose de 81,5 kg ha¹ de nitrogênio, alcançando 25,3 cm.

REFERÊNCIAS

BORGES, L.S.; GUERRERO, A.C.; GOTO, R.; LIMA, G.P.P. **Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 83-94, jan./fev. 2013.

BORGES, L.S.; GOTO, R.; LIMA, G.P.P. **Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1768-1778, Nov./Dec. 2014.

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

COELHO FILHO, M.A.; BASSOI, L.H.; ANGELOCCI, L.R.; COELHO, E.F.; PEREIRA, F.A.C. **Relação solo-planta-atmosfera**. 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, 2014.

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

FAVORETO, R.; GILBERT, B. *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen (Asteraceae) – **Jambu**. Revista Fitos, Vol.5 Nº01 Março 2010.

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

GEISENHOFF, L.O.; PEREIRA, G.M.; LIMA JUNIOR, J.A.; SILVA, A.L.P.; AVIZ, W.L.C. **Greenhouse crisphead lettuce grown with mulching and under different soil water tensions**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.36, n.1, p.46-54, jan./fev. 2016.

GUSMÃO, M.T.A.; GUSMÃO, S.A.L. **Jambu da Amazônia (acmella oleraceae [(L.) R.K. Jansen] Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. 1. Ed. Belém, PA: UFRA, 2013. 135 p.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G.M.; GEISENHOFF, L.O.; COSTA, G.G.; VILAS BOAS, R.C.; YURI, J.E. **Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.8, p.797–803, 2010.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G.M.; GEISENHOFF, L.O.; VILAS BOAS, R.C.; SILVA, W.G.; SILVA, A.L.P. **Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2681-2688, 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. 2. Ed. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2014.

RODRIGUES, D.S.; CAMARGO, M.S.; NOMURA, E.S.; GARCIA, V.A.;; CORREA, J.N., VIDAL, T.C.M. **Influencia da adubação com nitrogênio e fósforo na produção de Jambu, *Acmella oleracea* (L) R.K. Jansen.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v.16, n.1, p.71-76, 2014.

SILVA, A. O.; FRANÇA e SILVA, E. F.; KLAR, A. E. **Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões de água no solo.** Water Resources and Irrigation Management, v.2, n.1, p.27-36, 2013.

VILAS BOAS, R.C.; PEREIRA, G.M.; SOUZA, R.J.; GEISENHOFF, L.O.; LIMA JUNIOR, 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.

VILLACHICA, H. et al. **Frutales y hortalizas promissórios de la Amazônia.** Lima: TCA; Secretaria Protempore, p. 322- 327, 1996.

3 REDIMENTO PRODUTIVO DA CULTURA DO JAMBU CULTIVADO SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO.

RESUMO: O jambu *Acmella oleraceae* (L.) R.K. é uma hortaliça não convencional nativa da região amazônica, originada na bacia amazônica, muito utilizada na culinária regional e para fins medicinais no tratamento de várias doenças. Apresenta uma substância ativa, “Espilantol”, que vem despertando o interesse do mercado farmacêutico e de cosmético. Com isso, o objetivou-se estudar o efeito diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio no cultivo do jambu no estado, estado do Pará. O experimento foi conduzido na Fazenda experimental de Igarapé-açu - UFRA, no município de Igarapé-açu. Foi utilizado no experimento a variedade jamburana no espaçamento 10x10 cm, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x4 e três repetições. Cada parcela teve dimensão de 0,4 x 0,5 m (0,2 m²) totalizando 20 plantas em 4 filas e considerando úteis as plantas das filas centrais. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) como indicativo do momento de irrigar (tensão crítica), utilizando a irrigação por gotejamento, e por quatro doses (0, 50, 100 e 150 kg ha¹) de nitrogênio. As variáveis analisadas foram massa fresca, altura de plantas, produtividade e eficiência no uso da água. Houve interação entre os fatores tensão de água no solo e doses de nitrogênio para as variáveis massa fresca, produtividade e eficiência no uso da água, onde a combinação que obteve melhores

índices para todas as variáveis foi a tensão de 12 kPa e dose de nitrogênio de 150 kg ha¹, 39,3 g planta¹, 3926,72 g m² e 22,3 g m² mm¹, respectivamente. A variável altura obteve melhor resultado na dose de nitrogênio de 49,12 kg ha¹, alcançando 15,28 cm.

Palavras-chave: *acmella oleracea* (L.)R.K., tensiometria, gotejamento, adubação nitrogenada.

ABSTRACT: The jambu is an unconventional vegetable native to the Amazon region, originated in the Amazon basin, widely used in regional cooking and for medicinal purposes in the treatment of various diseases. It features an active substance, "Espilantol" which has aroused the interest of the pharmaceutical market and cosmetic. The aim of this study was to study the effect of different soil water tensions and nitrogen rates on jambu cultivation in the State of Pará. The experiment was conducted at the experimental farm of Igarapé-Açu -. UFRA in Para was used in the experiment to cultivate Jamburana spacing 10x10 cm, using a randomized block in factorial 4x4, with three replications. Each plot had a dimension of 0.4 x 0.5 m (0.2 m²) totaling 20 plants in 4 rows and considering plants of the central rows. The treatments consisted of four water tensions in soil (12, 18, 24 and 30 kPa) as indicative of time to irrigate (critical tension) using drip irrigation, and for four rates (0, 50, 100 and 150 ha¹ kg) of nitrogen. The analyzed variables were fresh mass, plant height, productivity and water use efficiency. There was interaction between the factors soil water tension and nitrogen rates for the variables fresh mass, productivity and water use efficiency, where the combination that obtained the best indexes for all variables was the tension of 12 kPa and nitrogen dose of 150 kg ha¹, 39.3 g plant¹, 3926.72 g m² and 22.3 g m² mm¹, respectively. The height variable obtained a better result in the nitrogen dose of 49.12 kg ha¹, reaching 15.28 cm.

Keywords: *Acmella oleracea* (L.) R.K., tensiometry, dripping, nitrogen fertilization.

3.1 INTRODUÇÃO

O jambu é uma hortaliça não convencional nativa da região amazônica, originada na bacia amazônica, pertencente à família Asteraceae e muito utilizada na culinária regional e para fins medicinais no tratamento de várias doenças (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013). Apresenta uma substância ativa, "Espilantol", que vem despertando o interesse do mercado farmacêutico e de cosmético.

Devido a alta variabilidade temporal e espacial da precipitação na região Norte, em certas épocas do ano a produção e a qualidade de Jambu pode ser limitada pela deficiência de água no solo, assim como o excesso dela.

A água é uns dos fatores determinantes para a produção de alimentos e, por isso, a sua falta ou excesso influencia diretamente a produtividade de uma cultura, tornando indispensável o seu manejo racional para se conseguir a maximização da produção (COELHO FILHO et al., 2014). Com isso, a irrigação é destacadamente uma das práticas agrícolas que possibilitam maior impacto no aumento da produtividade na agricultura, viabilizando, inclusive, a produção em regiões com baixa disponibilidade hídrica. Apesar de ser uma tecnologia incorporada aos diversos sistemas produtivos de hortaliças, especialmente nas regiões onde a água é um fator limitante, o manejo de irrigação no Brasil é ainda realizado de forma inadequada, geralmente com grande desperdício de água. Tais perdas são inaceitáveis, principalmente, quando se sabe que em muitas regiões no Brasil e no mundo a água é um fator altamente limitante (MAROUELLI et al., 2014).

Por isso torna-se importante saber o momento de irrigar e a quantidade de água a aplicar, pois se fornecerá água às plantas em quantidade suficiente para prevenir o estresse hídrico, favorecendo incremento de produtividade e qualidade da produção, minimizando o desperdício de água, a lixiviação de nutrientes e a degradação do meio ambiente (MAROUELLI et al., 2014). Também a irrigação adequada permite um crescimento vigoroso da planta, tornando-a menos suscetível ao ataque de agentes patogênicos. Visando obter a lâmina ideal de água e alcançando produtividade satisfatória, LIMA JUNIOR et al. (2010) e LIMA JUNIOR et al. (2012) avaliaram a produtividade de alface americana submetida a diferentes laminas de irrigação, alcançaram valor máximo de produtividade próximo do fator de reposição de 100% da evapotranspiração.

Entretanto, além da disponibilidade de água como fator fundamental para se alcançar alta produtividade, a nutrição também é outro fator indispensável na produção de hortaliças folhosas. Nas hortaliças folhosas o efeito do nitrogênio se reflete diretamente na produtividade, pois o fornecimento de doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2008). Em estudos realizados por RODRIGUES et al. (2014) em Pariqueira-açu, São Paulo, verificaram aumento significativo no aumento da produção de jambu, no tratamento com maior dose de nitrogênio o qual proporcionou aumento de 90% para a produção de massa fresca em relação ao tratamento com omissão total do elemento. BORGES et al., (2013) analisando produtividade

e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral, encontraram produtividade máxima de 4,40 kg m², com adubação mineral utilizando a ureia, onde as doses superiores demonstraram um decréscimo na produtividade.

Tendo em vista a carência de informações técnicas sobre irrigação e a adubação que proporcionem maior eficiência na produção de jambu na região norte, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio no desenvolvimento e na produção de jambu irrigado por gotejamento no município de Igarapé-Açu – PA, região nordeste do Estado do Pará.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo nos meses de julho/2016 a setembro/2016, 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, com densidade média de 1,60 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: pH_{H2O}= 5,9; N= 0,07%; matéria orgânica= 13,76 g kg⁻¹; P= 37 mg dm⁻³; Ca= 2,1 cmol_c dm⁻³; Mg= 0,9 cmol_c dm⁻³; K= 19 mg dm⁻³; Na= 0,03 cmol_c dm⁻³; SB= 3,08 cmol_c dm⁻³; e 801, 19 e 180 g kg⁻¹ de Areia, Silte e Argila, respectivamente.

Para o preparo da área foi realizado aração e gradagem e os canteiros foram feitos de forma manual, não havendo necessidade de realização de calagem, pois a saturação de bases esta ideal para o cultivo. A adubação foi efetuada manualmente com base na análise química do solo e de acordo com a recomendação da análise feita pela CRAVO et al. (2007). A adubação de plantio foi feita com superfosfato triplo (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅), enquanto a adubação de cobertura foi feita em três parcelas, com 10, 17 e 24 DAT, utilizando o cloreto de potássio (120 kg ha⁻¹ de K₂O) e uréia (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N).

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 (12, 18, 24 e 30 kPa) como indicativo do momento de irrigar – tensão crítica, e quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹). Cada parcela teve dimensões de 0,4 m x 0,5 m (0,2 m²). Utilizaram-se quatro linhas de plantas espaçadas 0,1 m entre si e 0,1 m entre linhas, totalizando vinte plantas por parcela. Foram consideradas úteis as plantas centrais (área útil com 10 plantas).

Utilizou-se no experimento a variedade Jamburana, com um ciclo de aproximadamente 70 a 80 dias. As mudas de jambu foram semeadas em uma sementeira e depois separadas individualmente para bandejas de isopor com 200 células contendo composto orgânico, foram transplantadas (15/08/2016) quando as mesmas apresentaram entre quatro e seis folhas definitivas, cerca de 31 dias após a semeadura. Após o transplante, as mudas foram irrigadas durante 10 dias antes da diferenciação dos tratamentos para ocorrer o melhor “pegamento” das mudas, totalizando uma lâmina de 31,9 mm ($3,19 \text{ mm dia}^{-1}$). Ao longo do desenvolvimento da cultura foram realizadas capinas manuais dentro dos canteiros e com enxada entre os canteiros para controle de plantas daninhas. Não houve incidência significativa de pragas e doenças durante a realização condução do experimento.

A colheita iniciou-se aos 77 dias após semeadura, 46 dias após o transplante, indicado pelo início da fase reprodutiva dos tratamentos onde foi realizado a adubação de nitrogênio recomendada de acordo com a análise de solo.

As plantas foram irrigadas via gotejamento, com vazão de $1,2 \text{ L h}^{-1}$, 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, cada mangueira atendeu duas filas de plantas (4 plantas/gotejador). Estas foram conectadas nas linhas de derivação de polietileno (DN 16) e estas aos tubos de PVC (DN 50; PN40), que estavam conectados à linha principal através de válvulas solenoides de comando elétrico via controlador instalado no cabeçal de controle. Foi utilizada para o sistema de irrigação uma caixa d’água de 5000 L, uma bomba elétrica de 1,5 cv acionada pelo controlador, um filtro de disco e uma válvula reguladora de pressão de regulada para trabalhar com 6 mca na linha secundaria 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 doze parcelas, sendo três de cada tratamento relacionado às diferentes tensões. Foram colocados recipientes coletores de 100 ml em baixo dos quatro emissores, 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 uma dupla de tensiômetros de punção em duas parcelas de quatro tratamentos de diferentes tensões a 15 cm de profundidade indicando o momento de irrigar.

Os tensiômetros ficaram posicionados no alinhamento da cultura entre duas plantas. As leituras nos tensiômetros foram realizadas uma vez ao dia, por volta das 9:00 h, utilizando-se um tensiômetro 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 8). As irrigações foram efetuadas quando a média dos tensiômetros alcançava a tensão crítica, e sempre buscando elevar o solo a sua umidade na capacidade de campo, correspondendo a tensão de 10 kPa (0,240 cm³ cm⁻³), podendo observar na figura 9 a variação diária de tensão durante o experimento.

FIGURA 8. Curva de retenção da água no solo, Igarapé-Açu – PA, 2017.

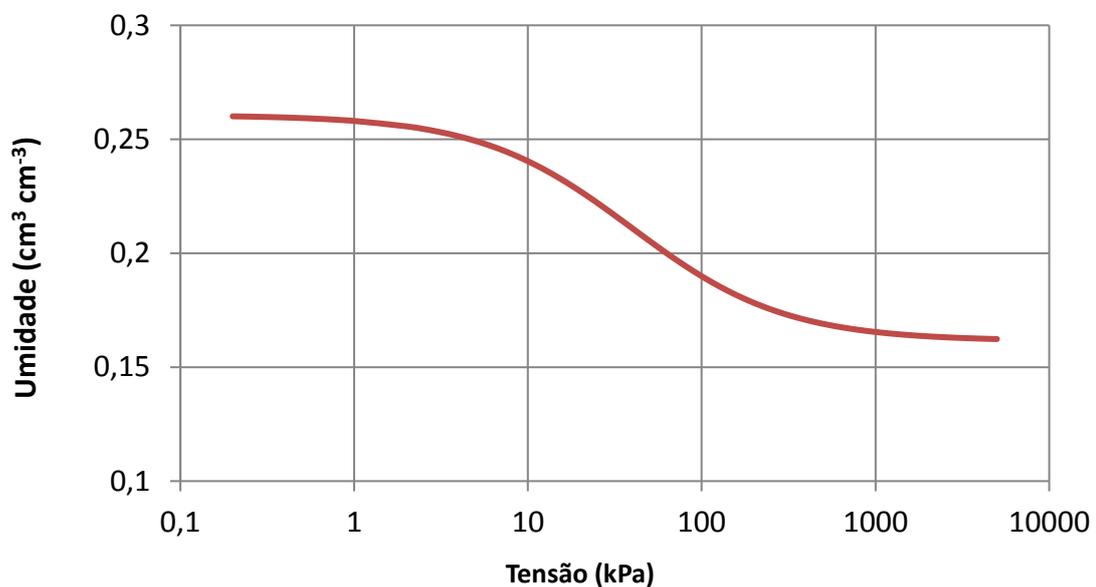
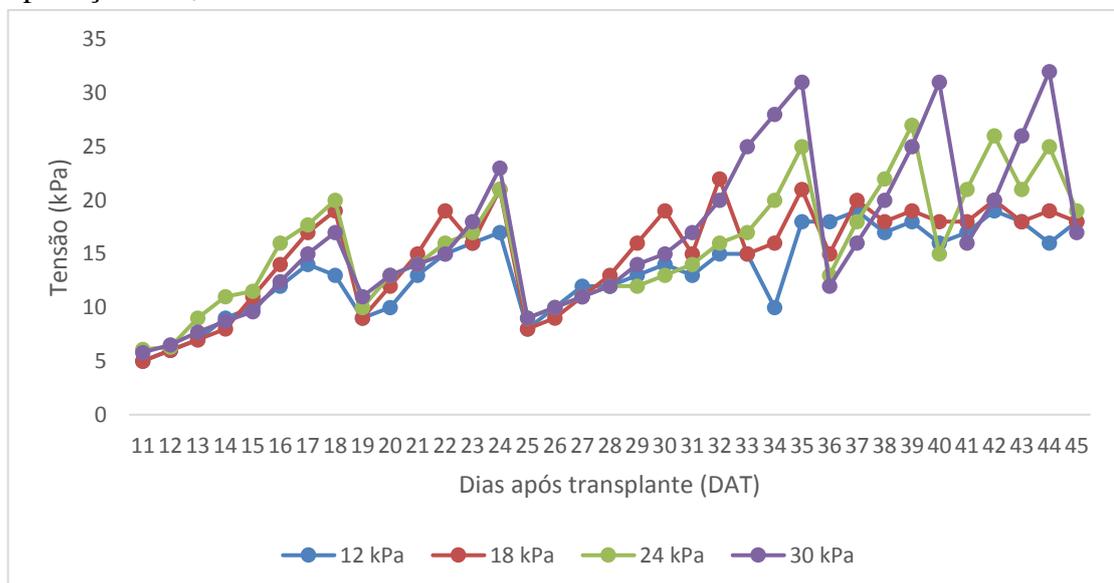


FIGURA 9. Valores diários de tensão de água no solo dos tratamentos 12, 18, 24 e 30 kPa, Igarapé-Açu – PA, 2016.



As lâminas de água aplicadas na diferenciação dos tratamentos e o tempo de funcionamento do sistema de irrigação foram calculadas segundo CABELLO (1996), considerando-se a profundidade efetiva do sistema radicular igual a 20 cm, segundo GUSMÃO & GUSMÃO (2013), 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 dos diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio foram analisados os seguintes parâmetros: altura da planta (ALT), massa fresca da parte aérea (MFPA), produtividade (PRODUT) e eficiência do uso da água (EUA).

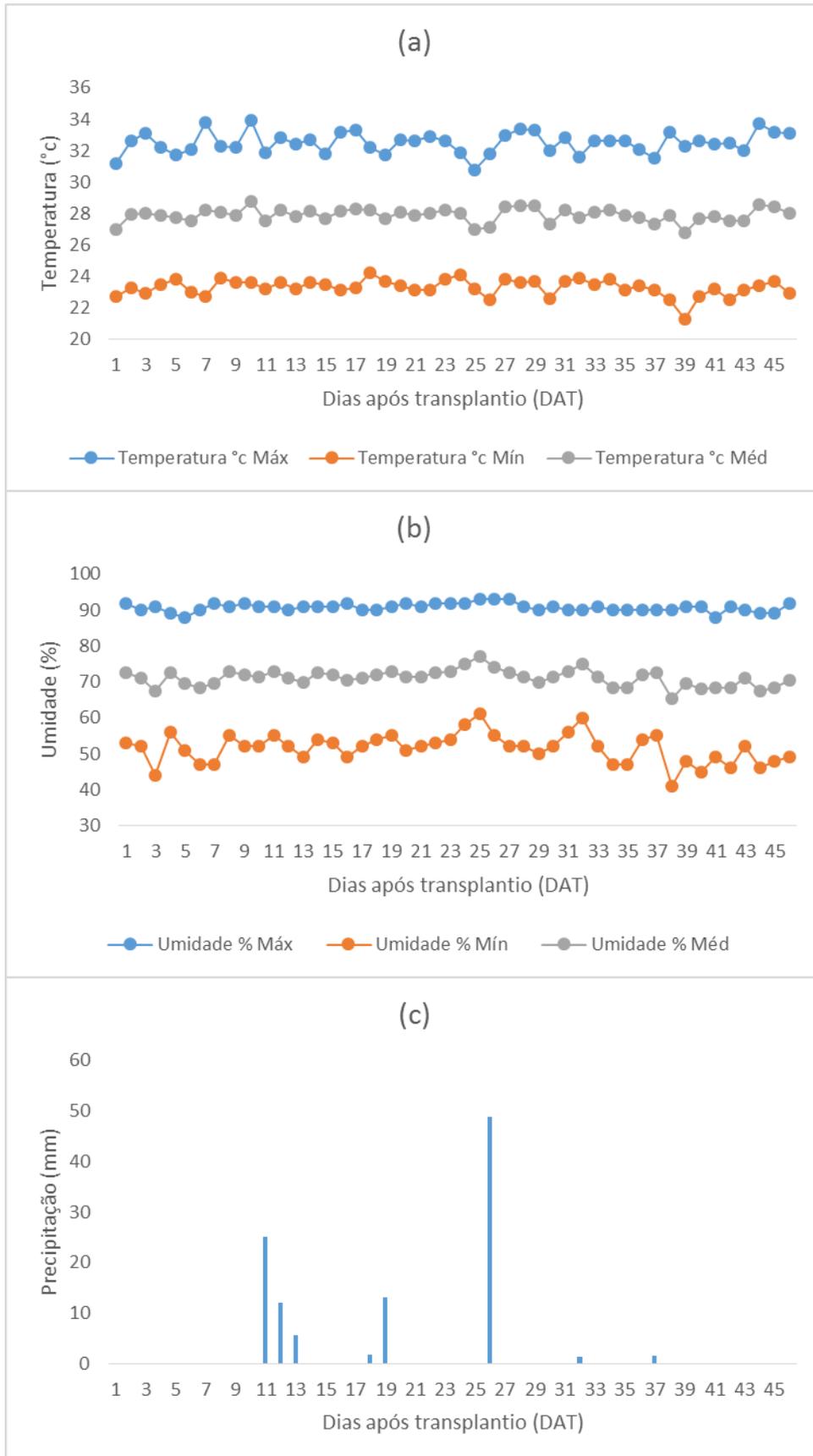
A altura de planta foi mensurada no momento da colheita, sendo determinada a partir do colo da planta com auxílio de uma fita métrica; a massa fresca da parte aérea foi determinada com auxílio de uma balança de precisão, sendo realizada logo após a colheita; a produtividade foi estimada em g m² através do produto da massa fresca da parte aérea pela população de plantas em um metro quadrado, e a eficiência do uso da água foi obtida através da relação entre produtividade e lâmina total de água aplicada.

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

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de condução do experimento a temperatura diária média do ar foi de 27,8 °C e a umidade foi de 71,1%. A menor e maior temperatura registrada foi de 21,3 °C e 33,9 °C, respectivamente. A menor umidade registrada foi de 41% e a maior foi de 93 %. Esses dados mostram uma variação de mais de 12 °C na temperatura e mais de 50 % na umidade ao longo de um dia. O jambu desenvolve-se bem em climas quentes e úmidos, com temperaturas médias de 25,9° C, precipitação anual de 2.761 mm ao ano, evapotranspiração potencial de 1.455 mm, umidade relativa do ar 86% e 2.389 horas anuais de luz solar (VILLACHICA et al., 1996). Com isso, o experimento foi realizado em condições ideais para o bom desenvolvimento da cultura.

FIGURA 10. Valores máximos, médios e mínimos diários de temperatura (a), umidade relativa (b) e precipitação, Igarapé-açu, 2017.



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 (Total), o número de irrigações (NI), média do turno de rega (TR) e demanda hídrica diária durante a diferenciação dos tratamentos, são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. 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), lâminas totais de água (Total), número de irrigações (NI) e média do turno de rega (TR), demanda hídrica diária (DH), Igarapé-Açu – PA, 2017.

Tratamentos	Tensão	Lâminas (mm)				NI (um)	TR (dia)	DH (mm/dia)
		Inic	Irrig	Precip	Total			
T12N0	12 kPa	31,9	36,98	109,2	178,08	24	1,46	3,96
T12N50	12 kPa	31,9	36,98	109,2	178,08	24	1,46	3,96
T12N100	12 kPa	31,9	36,98	109,2	178,08	24	1,46	3,96
T12N150	12 kPa	31,9	36,98	109,2	178,08	24	1,46	3,96
T18N0	18 kPa	31,9	29,49	109,2	170,59	14	2,50	3,79
T18N50	18 kPa	31,9	29,49	109,2	170,59	14	2,50	3,79
T18N100	18 kPa	31,9	29,49	109,2	170,59	14	2,50	3,79
T18N150	18 kPa	31,9	29,49	109,2	170,59	14	2,50	3,79
T24N0	24 kPa	31,9	13,79	109,2	154,89	4	8,75	3,44
T24N50	24 kPa	31,9	13,79	109,2	154,89	4	8,75	3,44
T24N100	24 kPa	31,9	13,79	109,2	154,89	4	8,75	3,44
T24N150	24 kPa	31,9	13,79	109,2	154,89	4	8,75	3,44
T30N0	30 kPa	31,9	12,52	109,2	153,62	3	11,67	3,41
T30N50	30 kPa	31,9	12,52	109,2	153,62	3	11,67	3,41
T30N100	30 kPa	31,9	12,52	109,2	153,62	3	11,67	3,41
T30N150	30 kPa	31,9	12,52	109,2	153,62	3	11,67	3,41

Observou-se que as lâminas totais aplicadas foram decrescente, onde o tratamento a tensão de 12 kPa apresentou maior consumo hídrico em decorrência do maior número de irrigações, já que a tensão controle encontra se praticamente na capacidade de campo adotada neste trabalho. Esses dados apresentaram um comportamento linear em relação ao consumo de água por tratamento, semelhante a GEISENHOFF et al. (2016) em experimento com alface irrigado por gotejamento com diferentes tensões, que obtiveram comportamento linear dos seus resultados, onde a lâmina total aplicada diminuía de acordo com o aumento da tensão de água no solo.

Com base nos dados obtidos durante a realização do presente trabalho, observou-se que houve interação entre os fatores tensão e doses de nitrogênio, observados na tabela 4, para as

varáveis massa fresca da parte aérea, produtividade e eficiência no uso da água, onde os níveis de tensão de água no solo e as doses de nitrogênio tiveram efeito significativo de 1% de probabilidade pelo teste Tukey para essas variáveis analisadas. Para a variável altura não houve diferença significativa para a interação entre os fatores tensão e de água no solo e doses de nitrogênio, nem para a variável tensão, somente para o fator doses de nitrogênio.

TABELA 4. Resumo da análise de variância para Altura de plantas (ALT), Massa fresca da parte aérea (MFPA), Produtividade (PRODUT) e eficiência do uso da água (EUA), em função de tensões de água no solo e doses de nitrogênio. Igarapé-Acu-PA, 2017.

FV	GL	F			
		ALT	MFPA	PRODUT	EUA
Tensão	3	1,9607ns	97,5352**	97,5352**	50,8912**
Nitrogênio	3	4,4224*	97,0198**	96,9937**	90,2463**
TensãoxNitrogênio	9	0,3567ns	17,9004**	17,8891**	15,7485**
Tratamentos	15	1,4907ns	49,6582**	49,6393**	37,6766**
Blocos	2	2,7456ns	1,7002ns	1,6984ns	1,5107ns
Resíduo	30				
CV%		15,74	9,11	9,11	9,31

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

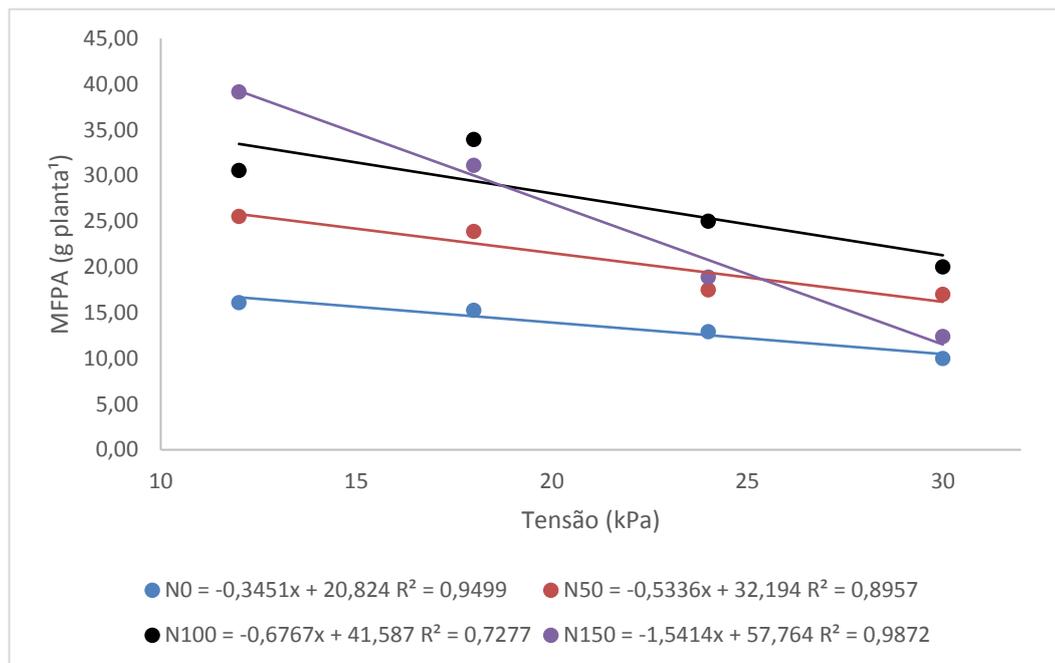
De acordo com a análise de variância, houve interação entre os fatores tensões de água no solo e as doses de nitrogênio, evidenciando um comportamento linear em que a lâmina total de água aplicada influenciou a absorção de nitrogênio, onde, para as variáveis massa fresca da parte aérea, produtividade e eficiência no uso da água, os tratamentos que foram submetidos a tensão de 12 kPa e as doses de nitrogênio de 150 kg ha¹ obtiveram médias superiores aos demais, havendo uma redução nas médias a medida que as tensões aumentam. Para a altura, não houve interação entre os fatores e nem diferença significativa entre tensões, havendo diferença apenas para o fator doses de nitrogênio, onde a dose de 49,12 kg ha¹ foi a que obteve maior altura.

Pode-se observar que as lâminas de água e as doses de nitrogênio influenciaram no desenvolvimento do jambu, evidenciando a necessidade de uma quantidade de água considerável para que seja obtido um bom desenvolvimento da cultura. A umidade do solo mantida próxima a capacidade de campo favoreceu uma maior eficiência na utilização da adubação nitrogenada. Tendo em vista que a água é o meio de transporte de nutrientes até a planta, via solo, o manejo que forneceu a distribuição de água em quantidade maior e menor turno de rega, provavelmente promoveu a diminuição das perdas do nitrogênio por lixiviação

e a manutenção de um ótimo potencial de água na folha, favorecendo a condutância estomática e do fluxo de CO₂, apresentando resultado positivo no acúmulo de biomassa e produtividade

A produção de massa fresca se comportou de forma linear para interação entre os fatores, tensão de água no solo e as doses de nitrogênio, onde o tratamento que obteve máximo resultado foi o submetido a combinação entre tensão de 12 kPa e dose de nitrogênio de 150 kg ha⁻¹ que obteve 39,3 g planta⁻¹, onde podemos concluir que esse tratamento promoveu maior eficiência no uso do nitrogênio para o incremento de massa fresca. Em seguida ocorre a redução de matéria fresca de acordo com o aumento das tensões, podendo este efeito ser atribuído a dificuldade que a cultura teve para absorver a água retido nos colóides, ocorrendo maior gasto de energia pelas raízes.

FIGURA 11. Massa fresca da parte aérea (MFPA) em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹), Igarapé-açu – PA, 2017.

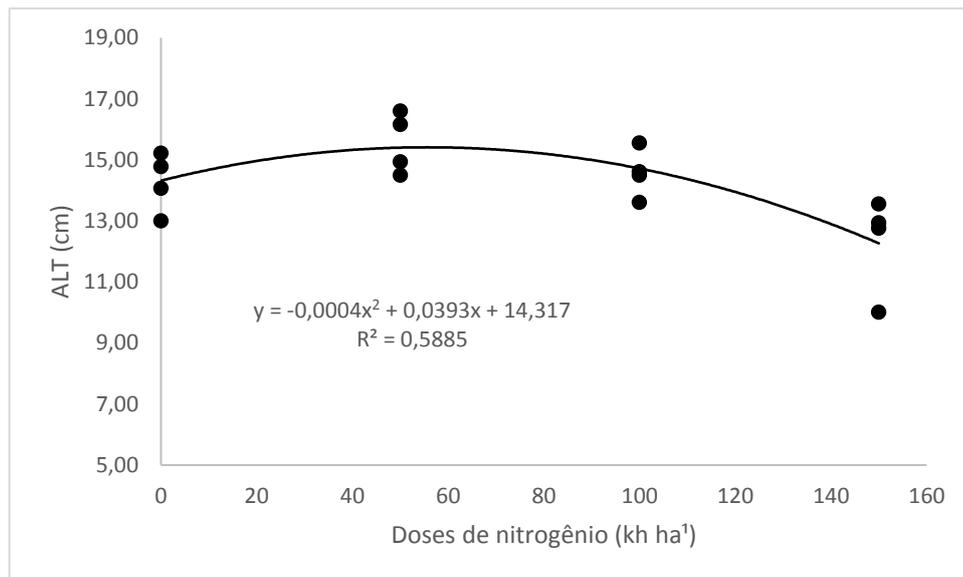


O resultado de massa fresca obtido nesse trabalho se apresentaram de forma semelhante ao encontrado por SILVA et al. (2013), que trabalharam com beterraba sob diferentes tensões de água no solo, encontraram modelo linear na massa fresca e resultado máximo na tensão mais próxima da capacidade de campo. Esse comportamento comprova que a disponibilidade hídrica é de fundamental importância para o incremento de massa fresca na cultura do jambu, sendo essa característica muito sensível a variação de água.

A altura de plantas obteve diferença significativa apenas para o fator doses de nitrogênio e apresentando comportamento quadrático. De acordo com a análise de regressão, a altura

máxima foi encontrada na dose de nitrogênio de 49,12 kg ha¹, resultando na altura de 15,28 cm, onde aumento das doses de nitrogênio apresentaram a diminuição na altura de plantas. Os resultados encontrados estão abaixo dos dados citados por FAVORETO & GILBERT (2010), que cita que o jambu atinge em torno de 20 a 40 cm de altura. Isso pode ser explicado por ter sido utilizado uma planta por cova, provocando maior ramificação lateral do jambu.

FIGURA 12. Altura de plantas em função das diferentes doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha¹), Igarapé-açu – PA, 2017.

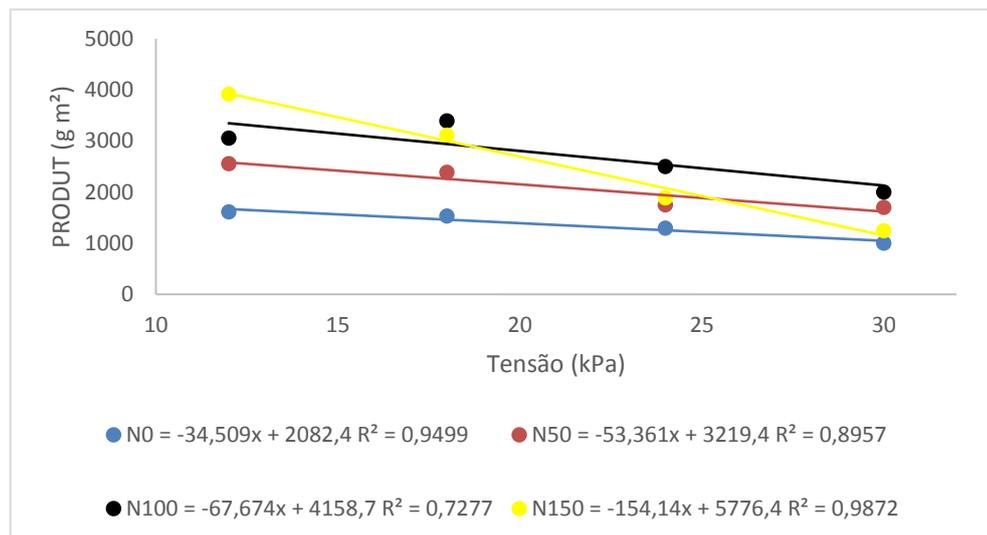


Trabalhando na mesma linha de pesquisa, BORGES et al. (2013) trabalhando o jambu com adubação orgânica e mineral e BORGES (2014) avaliando índices morfo-fisiológicos e produtividade de diferentes variedades de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral, obtiveram números superiores aos encontrados neste trabalho, obtendo 43,58 cm e 37,36 cm, respectivamente, na região de São Manuel – SP. Esses valores encontrados pelos autores, foram obtidos com adubação mineral, assim como neste trabalho, onde a principal adubação foi a nitrogenada, que é responsável diretamente pelo crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular, e utilizando a dose de 120 g m² de nitrogênio. Esta diferença pode ser explicada pela formação das mudas, onde esses autores utilizaram 5 sementes por célula e neste trabalho utilizou-se uma planta por célula, o que acarretou em menor competição entre plantas.

A variável produtividade, semelhante a variável massa fresca da parte aérea, foi afetada significativamente pela interação dos fatores e apresentou comportamento linear, alcançando produtividade máxima de 3926,7 g m² com a tensão de 12 kPa e a dose de nitrogênio de 150 kg ha¹, apresentados na figura 13. O tratamento de 12 kPa favoreceu a utilização da adubação nitrogenada pela planta, onde a produtividade corresponde ao aumento da adubação, obtendo

máxima produtividade na maior dose de nitrogênio utilizada. O tratamento com tensão de água no solo de 12 kPa manteve o solo sempre próximo a umidade de capacidade de campo, demonstrando comportamento semelhante aos resultados encontrados por GEISENHOF et al. (2016) trabalhando com alface, VILAS BOAS et al. (2012) avaliando cebola e LIMA JUNIOR et al. (2012) avaliando cenoura, que obtiveram máxima produtividade nas tensões próximas a capacidade de campo. A produção de hortaliças é beneficiada pelo tensão que mantém a umidade do solo próximo a capacidade de campo, favorecendo a absorção de fotoassimilados e aeração do solo, e conseqüentemente, melhor desenvolvimento vegetativo sendo constatado na produtividade. A dose de nitrogênio de 150 kg ha¹ foi muito beneficiada pelo manejo com a tensão de 12 kPa, que promoveu um maior parcelamento na fornecimento de água a planta e favorecendo maior absorção de de nitrogênio. Nas seguintes tensões, a produtividade reduz drasticamente, devido ao manejo fornecer a aplicação de uma lâmina de água maior em cada irrigação, onde nas maiores tensões (24 e 30 kPa) a baixa produtividade pode ser explicada através da lixiviação ocorrida quando se é realizado a irrigação, já que a dose de 150 kg ha¹ de nitrogênio proporciona maior concentração do mesmo no solo.

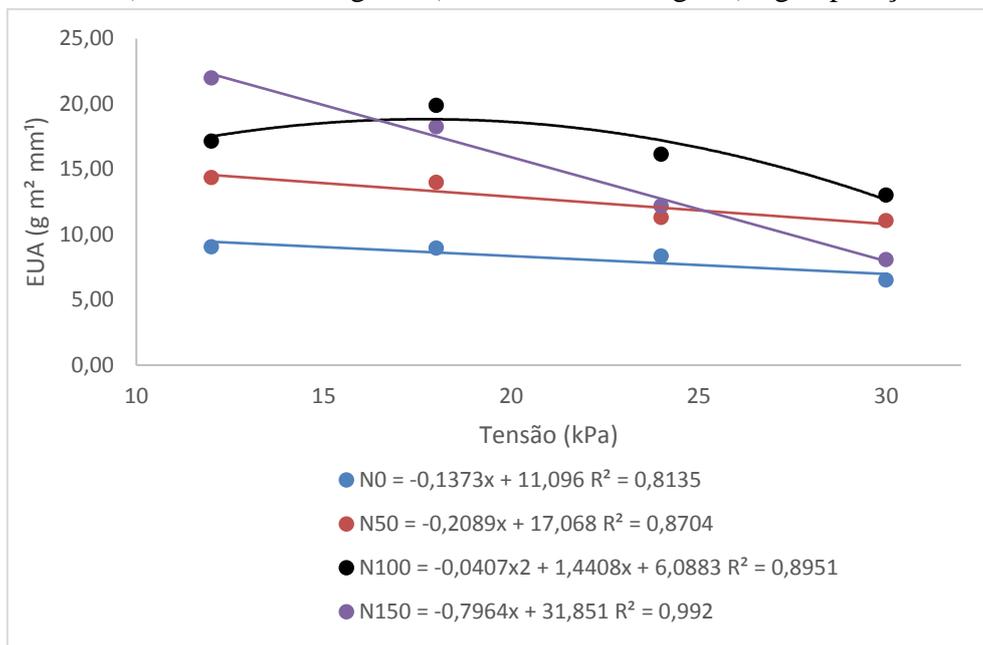
FIGURA 13. Produtividade em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha¹), Igarapé-açu – PA, 2017.



Também estudando o cultivo do jambu, BORGES et al. (2014), avaliando índices morfofisiológicos e produtividade em variedades de jambu sob adubação de orgânica e mineral, encontraram produtividade inferior que a obtida neste trabalho, 2,98 kg m². Porém, essa diferença pode estar relacionada ao espaçamento do jambu adotado pelos autores, já que a massa fresca obtida por eles foi superior a encontrado neste trabalho.

A eficiência no uso da água é a variável que mostra a relação produção da cultura e o consumo de água, e de acordo com a figura 14, a eficiência o uso da água apresentou comportamento linear decrescente com o aumento de tensão de água no solo a 1% de significância para quase todas as combinações, exceto para a combinação com a dose de nitrogênio de 100 kg ha¹, que apresentou comportamento quadrático. O valor máximo obtido para a eficiência no uso da água foi de 22,3 g m² mm¹, obitido na entre a tensão de 12 kPa, no qual foi o que apresentou maior lâmina total, e a dose de nitrogênio de 150 kg ha¹.

FIGURA 14. Eficiência no uso da água em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha¹), Igarapé-açu – PA, 2017.



Nota-se que as demais tensões combinadas com a adubação de 150 kg ha¹ obtiveram menores eficiências, ou seja, as tensões de 18, 24 e 30 kPa, atingiram 17,51, 12,74 e 7,96 g m² mm¹, respectivamente. Este resultado está de acordo com o encontrado por SILVA et al. (2013), que avaliaram a eficiência de uso da água em cultivares de beterraba sob diferentes tensões de água no solo, que demonstrou comportamento linear, reduzindo a eficiência conforme aumenta a tensão.

3.4 CONCLUSÕES

Para o melhor desenvolvimento e produção de jambu, a tensão de 12 kPa e a dose de 150 kg ha¹ de nitrogênio foi a combinação que obteve melhor resultado para as variáveis massa fresca da parte aérea, produtividade e eficiência no uso da água, 39,3 g planta¹, 3926,72 g m², 22,3 g m² mm¹, respectivamente, devendo ser adotada essa combinação para o cultivo do jambu.

A variável altura obteve melhor resultado com a dose de 49,12 kg ha¹ de nitrogênio, alcançando 15,28 cm.

REFERÊNCIAS

BORGES, L.S.; GUERRERO, A.C.; GOTO, R.; LIMA, G.P.P. **Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 83-94, jan./fev. 2013.

BORGES, L.S.; GOTO, R.; LIMA, G.P.P. **Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1768-1778, Nov./Dec. 2014.

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

COELHO FILHO, M.A.; BASSOI, L.H.; ANGELOCCI, L.R.; COELHO, E.F.; PEREIRA, F.A.C. **Relação solo-planta-atmosfera**. 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, 2014.

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

FAVORETO, R.; GILBERT, B. ***Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen (Asteraceae) – Jambu**. Revista Fitos, Vol.5 N°01 Março 2010.

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

GEISENHOFF, L.O.; PEREIRA, G.M.; LIMA JUNIOR, J.A.; SILVA, A.L.P.; AVIZ, W.L.C. **Greenhouse crisphead lettuce grown with mulching and under different soil water tensions**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.36, n.1, p.46-54, jan./fev. 2016.

GUSMÃO, M.T.A.; GUSMÃO, S.A.L. **Jambu da Amazônia (*acmella oleraceae* [(L.) R.K. Jansen] Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. 1. Ed. Belém, PA: UFRA, 2013. 135 p.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G.M.; GEISENHOFF, L.O.; COSTA, G.G.; VILAS BOAS, R.C.; YURI, J.E. **Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.8, p.797–803, 2010.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G.M.; GEISENHOFF, L.O.; VILAS BOAS, R.C.; SILVA, W.G.; SILVA, A.L.P. **Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2681-2688, 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. 2. Ed. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2014.

RODRIGUES, D.S.; CAMARGO, M.S.; NOMURA, E.S.; GARCIA, V.A.;; CORREA, J.N., VIDAL, T.C.M. **Influencia da adubação com nitrogênio e fósforo na produção de Jambu, *Acmella oleracea* (L) R.K. Jansen.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v.16, n.1, p.71-76, 2014.

SILVA, A. O.; FRANÇA e SILVA, E. F.; KLAR, A. E. **Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões de água no solo.** Water Resources and Irrigation Management, v.2, n.1, p.27-36, 2013.

VILAS BOAS, R.C.; PEREIRA, G.M.; SOUZA, R.J.; GEISENHOFF, L.O.; LIMA JUNIOR, 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.

VILLACHICA, H. et al. **Frutales y hortalizas promissórios de la Amazônia.** Lima: TCA; Secretaria Protempore, p. 322- 327, 1996.

4 VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE JAMBU IRRIGADO, SOB CULTIVO PROTEGIDO E EM CAMPO NO NORDESTE PARAENSE

RESUMO: O jambu é uma hortaliça de extrema importância na região norte por ser ingrediente dos principais pratos típicos da região, ser utilizado na fitoterapia de povos tradicionais e cada vez mais vem ganhando mercado com a utilização de substâncias extraídas do jambu na fabricação de anestésicos e cosméticos. Com isso, o objetivou-se estudar a viabilidade econômica da produção de jambu em casa de vegetação e em campo, sob efeito diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio. O experimento foi conduzido na Fazenda experimental de Igarapé-açu - UFRA, no município de Igarapé-açu-PA. Foi utilizado no experimento a variedade jamburana no espaçamento 10x10 cm, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x4 e três repetições. Cada parcela teve dimensão de 0,4 x 0,5 m (0,2 m²) totalizando 20 plantas em 4 filas e considerando úteis as plantas das filas centrais. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) como indicativo do momento de irrigar (tensão crítica), utilizando a irrigação por gotejamento, e por quatro doses (0, 50, 100 e 150 kg ha¹) de nitrogênio. A tensão da água no solo de 13 kPa com a dose de nitrogênio de 50 kg ha¹ tende a proporcionar maior rentabilidade na atividade produtiva no cultivo em casa de vegetação, gerando um lucro de R\$ 1.287,56, e a tensão de 12 kPa com a dose de nitrogênio de 150 kg ha¹ tende a proporcionar

maior rentabilidade no cultivo em campo, com lucro de R\$ 2.260,24. As despesas com recursos variáveis foram as que mais oneraram o custo final da produção de jambu nos dois cultivos para todos os tratamentos estudados, com destaque para utilização de mão-de-obra.

Palavras-chave: *acmella oleracea* (L.)R.K., tensiometria, rentabilidade do jambu, adubação nitrogenada.

ABSTRACT: Jambu is a vegetable of extreme importance in the northern region because it is an ingredient of the main typical dishes of the region, to be used in the phytotherapy of traditional people and increasingly has been gaining market with the use of substances extracted from jambu in the manufacture of anesthetics and cosmetics. This study aimed to study the economic viability of jambu production in greenhouse and in the field under different soil water stresses and nitrogen rates. The experiment was conducted at the experimental farm of Igarapé-Açu -. UFRA in Para was used in the experiment to cultivate Jamburana spacing 10x10 cm, using a randomized block in factorial 4x4, with three replications. Each plot had a dimension of 0.4 x 0.5 m (0.2 m²) totaling 20 plants in 4 rows and considering plants of the central rows. The treatments consisted of four water tensions in soil (12, 18, 24 and 30 kPa) as indicative of time to irrigate (critical tension) using drip irrigation, and for four rates (0, 50, 100 and 150 ha¹ kg) of nitrogen. The soil water tension of 13 kPa with the nitrogen rate of 50 kg ha¹ tends to provide greater profitability in the productive activity in greenhouse cultivation, generating a profit of R\$ 1,287.56, and the tension of 12 kPa with The nitrogen rate of 150 kg ha¹ tends to provide greater profitability in field cultivation, with a profit of R\$ 2,260.24. The expenditures with variable resources were the ones that most burdened the final cost of jambu production in the two crops for all the treatments studied, with emphasis on the use of labor.

Keywords: *Acmella oleracea* (L.) R.K., Tensiometry, profitability of jambu, nitrogen fertilization.

4.1 INTRODUÇÃO

O jambu tem grande importância culinária na região amazônica, sendo componente importante em vários pratos típicos, como o tacacá e o pato no tucupí. Apresenta sabor característico por apresentar uma sensação “dormência” e alta diversidade de nutrientes e vitaminas, e é utilizado na fitoterapia pelos povos tradicionais em infusões ou decoção para vários tratamentos (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013).

Quanto ao uso culinário, o jambu como ingrediente dos pratos típicos regionais, por muito tempo fez com a sua comercialização fosse restrita as datas festivas. Porém, o aumento de restaurantes especializados em comidas regionais, onde o jambu em quase todos os pratos se torna imprescindível, tem contribuído para o aumento do mercado consumidor, sendo necessário maior produção para abastecer o mercado local (HOMMA, 2015).

De 2000 a 2009 a produção de jambu teve um aumento de preço de 82,1%, podendo ser explicado pelo aumento de fluxo turístico na região paraense e conseqüentemente aumento pela demanda de comidas típicas, já que são consideradas tradições dos paraenses (ISSHIKI, 2011).

No entanto, além do aumento no fluxo turístico da região, o jambu vem despertando o interesse do mercado farmacêutico e de cosméticos devido a uma substância produzida no seu metabolismo secundário, o espilantol. No âmbito farmacêutico, ele se destaca pelo efeito anestésico, já existindo registro de patentes de produtos com essa característica, e na indústria de cosméticos, é utilizado na fabricação de cremes faciais rejuvenescedores (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013).

Além da utilização da culinária e de outras alternativas de utilização do jambu, a produção em grande parte é comercializada na região, apresentando características de um produto sazonal, havendo variação de preço durante o ano e sendo limitado pelas festividades populares da região, onde ocorrem maiores busca pelo produto. Porém, o produto se encontra com preço baixo, e com isso o produtor tem que buscar estratégias para produzir em períodos em que consiga obter maiores preços, e assim, aumentar a rentabilidade da sua produção (HOMMA, 2015).

A rentabilidade é o principal objetivo de uma empresa agrícola, e está associada em grande parte com a utilização dos recursos disponíveis para o processo de produção buscando obter os máximos índices de rendimento econômico. Na produção agrícola, uns dos principais fatores que interferem na busca de maior rendimento econômico são a água e os nutrientes, onde estes são fundamentais para se obter sucesso na produção (SILVA et al., 2008).

A disponibilidade hídrica e a adubação são fatores determinantes para a produção de jambu na região norte, por se tratar de uma região com alto índice de pluviosidade em certas épocas do ano tornando o cultivo do jambu extremamente difícil pelas grandes quantidades de chuva, tornando a planta susceptível a doenças e ocorrendo perda de nutrientes por lixiviação, afetando a produtividade e qualidade do jambu. ISSHIKI (2011) afirma que o jambu apresenta maiores preços no primeiro semestre, onde o mês com maior preço é janeiro que é o momento de menor oferta de jambu.

Com isso, o cultivo protegido é uma tecnologia de extrema utilidade para os produtores de jambu produzirem durante o ano todo e obterem produto nos períodos de maiores preços, que acarretará e maior receita durante o ano, entretanto, no uso de cultivo protegido torna imprescindível a utilização da irrigação para a reposição de água ao cultivo, onde esse sistema de irrigação causará um aumento nos custos com implementação do mesmo e no uso de energia.

Dentro deste contexto, é de fundamental importância a escolha de um manejo e dosagem adequada de nutrientes, principalmente o nitrogênio, para que se seja obtida máxima rentabilidade na produção de jambu e maior lucro para o produtor.

Com isso, o objetivo trabalho foi avaliar a viabilidade econômica da produção de jambu sob diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio, cultivados em casa de vegetação e em campo irrigados por gotejamento no município de Igarapé-açu – PA.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em campo nos meses de maio a julho de 2016 em casa de vegetação e no período de julho a setembro de 2016 em campo, 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, com densidade média de 1,60 g cm⁻³ e 801, 19 e 180 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente, resultados das análises de fertilidade da área experimental, obtidos de amostra composta de solo coletada na profundidade de 0 a 0,2 m, foram: na casa de vegetação pH_{H2O}= 5,9; N= 0,07%; matéria orgânica= 13,76 g kg⁻¹; P= 37 mg dm⁻³; Ca= 2,1 cmol_c dm⁻³; Mg= 0,9 cmol_c dm⁻³; K= 19 mg dm⁻³; Na= 0,03 cmol_c dm⁻³; SB= 3,08 cmol_c dm⁻³, e em campo pH_{H2O}= 6,5; N= 0,08%; matéria orgânica= 13,76 g kg⁻¹; P= 192 mg dm⁻³; Ca= 2,4 cmol_c dm⁻³; Mg= 1,3 cmol_c dm⁻³; K= 263 mg dm⁻³; Na= 44 mg dm⁻³; SB= 3,08 cmol_c dm³.

A adubação foi efetuada manualmente com base na análise química do solo e de acordo com a recomendação da análise feita por CRAVO et al. (2007). Na casa de vegetação foi realizada a adubação de plantio com superfosfato triplo (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅), enquanto a adubação de cobertura foi feita em três parcelas, com 10, 17 e 24 dias após o transplante, utilizando o cloreto de potássio (60 kg ha⁻¹ de K₂O) e uréia (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N), e em campo a adubação de plantio foi feita com superfosfato triplo (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅), enquanto a adubação de cobertura foi feita em três parcelas, com 10, 17 e 24 dias após o

transplante, utilizando o cloreto de potássio (120 kg ha^{-1} de K_2O) e uréia ($0, 50, 100$ e 150 kg ha^{-1} de N).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4×4 , com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo ($12, 18, 24$ e 30 kPa) como indicativo do momento de irrigar – tensão crítica, e quatro doses de nitrogênio ($0, 50, 100$ e 150 kg ha^{-1}). Cada parcela teve dimensões de $0,4 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ ($0,2 \text{ m}^2$). Utilizaram-se quatro linhas de plantas espaçadas $0,1 \text{ m}$ entre si e $0,1 \text{ m}$ entre linhas, totalizando vinte plantas por parcela. Foram consideradas úteis as plantas centrais (área útil com 10 plantas).

Utilizou-se no experimento a variedade Jamburana, onde as mudas de jambu foram semeadas em uma sementeira e depois separadas individualmente para bandejas de isopor com 200 células contendo composto orgânico, foram transplantadas quando as mesmas apresentaram entre quatro e seis folhas definitivas, cerca de 32 e 31 dias após a semeadura para as áreas de casa de vegetação e em campo, respectivamente. Após o transplante, as mudas foram irrigadas durante 10 dias antes da diferenciação dos tratamentos para ocorrer o melhor “pegamento” das mudas, totalizando uma lâmina de $31,9 \text{ mm}$ ($3,19 \text{ mm dia}^{-1}$). Ao longo do desenvolvimento da cultura foram realizadas capinas manuais dentro dos canteiros e com enxada entre os canteiros para controle de plantas daninhas. Não houve incidência de pragas e doenças durante a realização condução dos experimentos.

As colheitas iniciaram-se aos 62 (casa de vegetação) e 77 (campo) dias após semeadura, indicado pelo início da fase reprodutiva dos tratamentos onde foi realizado a adubação de nitrogênio recomendada de acordo com a análise de solo.

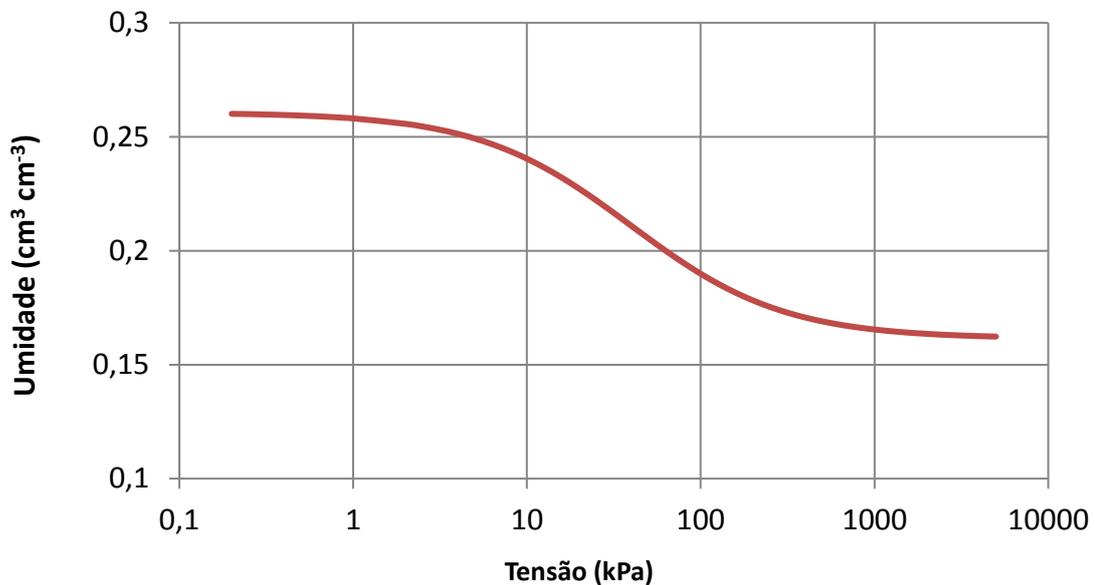
As plantas foram irrigadas via gotejamento, com vazão de $1,2 \text{ L h}^{-1}$, e emissores espaçados 20 cm entre si. A irrigação foi realizada através de mangueiras gotejadoras auto-compensantes de polietileno aditivado, diâmetro nominal de 16 mm , com pressão de serviço de 6 mca no final da mangueira, e com emissores do tipo in – line. As mangueiras gotejadoras ficaram posicionadas dentro da parcela, cada mangueira atendeu duas filas de plantas (4 plantas/gotejador). Estas foram conectadas nas linhas de derivação de polietileno (DN 16) e estas aos tubos de PVC (DN 50; PN40), que estavam conectados à linha principal através de válvulas solenoides de comando elétrico via controlador instalado no cabeçal de controle. Foi utilizada para o sistema de irrigação uma caixa d’água de 5000 L , uma bomba elétrica de $1,5 \text{ cv}$ acionada pelo controlador, um filtro de disco e uma válvula reguladora de pressão de regulada para trabalhar com 6 mca na linha secundária 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 doze parcelas, sendo três de cada tratamento relacionado às diferentes tensões. Foram colocados recipientes coletores de 100 ml em baixo dos quatro emissores, 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 uma dupla de tensiômetros de punção em duas parcelas de quatro tratamentos de diferentes tensões a 15 cm de profundidade indicando o momento de irrigar.

Os tensiômetros ficaram posicionados no alinhamento da cultura entre duas plantas. As leituras nos tensiômetros foram realizadas uma vez ao dia, por volta das 9 h, utilizando-se um tensiômetro 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 15). As irrigações foram efetuadas quando a média dos tensiômetros alcançava a tensão crítica, e sempre buscando elevar o solo a sua umidade na capacidade de campo, correspondendo a tensão de 10 kPa (0,240 cm³ cm³).

FIGURA 15. Curva de retenção da água no solo (0 – 20 cm). Igarapé-Açu – PA, 2017.



As lâminas de água aplicadas na diferenciação dos tratamentos e o tempo de funcionamento do sistema de irrigação foram calculadas 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%.

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 jambu de 1.000 m², 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 os prazos de 62 dias (0,17 anos) e 77 dias (0,21 anos), referente ao ciclo de produção (período de cultivo da cultura em casa de vegetação e em campo) mensurado pela Equação 1.

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

(1)

Em que:

D – depreciação (R\$);

V_a – valor atual do recurso (R\$);

V_r – valor residual (valor de revenda ou valor final do bem após utilizado racionalmente) (R\$);

V_u – 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 do jambu, a taxa de juros 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_{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 no cultivo do jambu, 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_{var} – custo alternativo variável (R\$) e

V_{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: partido da premissa de que o agricultor adotará um manejo de solo adequado, não ocorrerá depreciação. Com isto o valor considerado foi o custo alternativo com base no aluguel de R\$ 80,00 para um hectare por mês;
- b) Calagem: os gastos com calagem foram de R\$ 63,85, com vida útil de 2 anos, considerando que foi realizada a calagem em experimentos anteriores e não para este;
- c) Sistema de irrigação localizada: o valor gasto por ano foi de R\$ 252,99, com vida útil de 8 anos.
- d) Imposto Territorial Rural (ITR): de acordo com a lei que rege o ITR, Lei 9.393/1996, com relação a imunidade e isenção de impostos, optou-se por não contabilizar este custo;
- e) Casa de vegetação: foi considerado um valor médio para 1.000 m² de casa de vegetação, sendo R\$ 20.000,00, com vida útil de 10 anos;
- f) Custo alternativo: aplicado com base nos custos fixos, sendo que para cada bem adquirido, adicionaram-se juros de 6% a.a., a mesma utilizada para remunerar os títulos públicos ou a caderneta de poupança.

Nos resultados encontrados para os custos variáveis, basearam-se na soma do custo alternativo adicionado ao valor de cada produto ou serviço adquirido. Os recursos variáveis e formas de operacionalização utilizados foram:

- a) Insumos: correspondem aos gastos ocorridos na compra de sementes, adubos minerais e defensivos em geral. As quantidades utilizadas para os cálculos basearam-se nas quantidades e tipos utilizados no experimento;
- b) Mão-de-obra: refere-se às diárias necessárias para realização de atividades operacionais como: produção de mudas, implantação da cultura no

campo, tratos culturais, controle de pragas e doenças, operacionalização do sistema de irrigação, e colheita;

c) Despesas com máquinas e implementos: gastos com aluguel de máquinas e implementos utilizado nas atividades de: preparo de área;

d) Despesas com administração: refere-se à mão-de-obra especializada durante a implantação e ciclo vegetativo e os impostos, adotando-se o valor de 2,3% da receita total produzido, recomendado no manual de crédito rural (CMR) e adotado pelas empresas de assistência técnicas e extensão rural na elaboração e prestação de assistência técnica nos projetos via Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf);

e) Despesas gerais: neste grupo está a aquisição de sacos para embalagem, carro de mão, tanque de higienização para condicionamento dos maços colhidos e transporte realizada com base na produtividade média de cada tratamento.

f) Energia: foi calculada conforme a equação 4 (Mendonça, 2001).

$$CE = V.T \frac{736.Pot}{1000.\eta} \quad (4)$$

em que:

CE – custo com energia (R\$);

V – valor do kWh em (R\$);

T – tempo total de funcionamento do sistema de irrigação (h);

Pot – potência do conjunto motobomba (cv);

η – eficiência do conjunto motobomba.

g) Custo alternativo: a cada item dos recursos variáveis foi considerado uma taxa de juros real de 6% a.a., taxa utilizada para juros de ativos isentos de risco que no nosso país refere-se a que remunera os títulos públicos ou a caderneta de poupança.

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 julho e setembro de 2016, quando o preço estava R\$ 0,79 e 0,90 por maço de 600g, respectivamente, 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).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

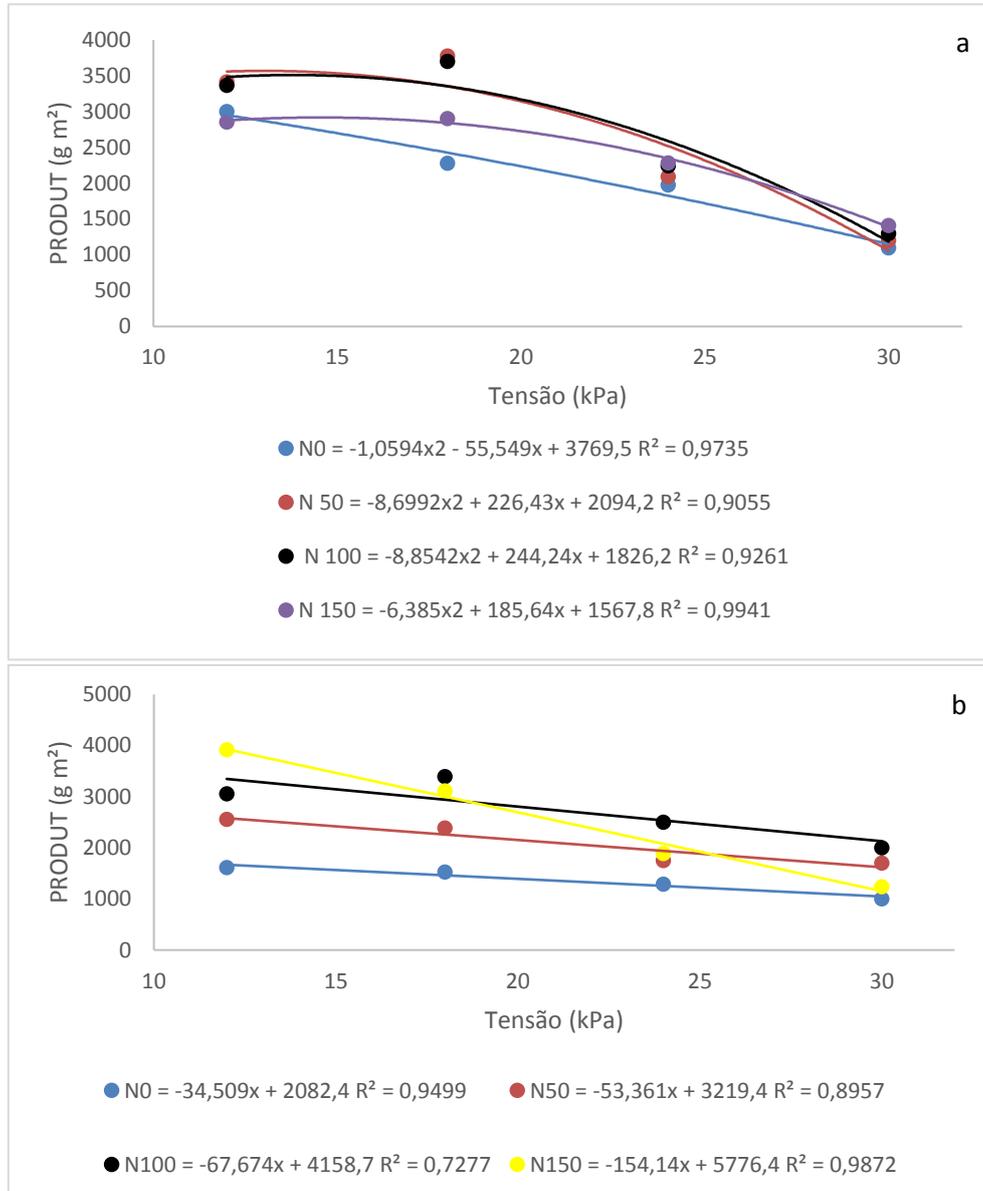
Houve interação entre os fatores tensão de água no solo e doses de nitrogênio na produção de jambu a 1% de significância para a variável produtividade. As lâminas de água totais aplicadas (mm) e a produtividade (g m^2) são apresentados na Tabela 5.

TABELA 5. Tensões da água no solo na profundidade de 0,15 m e doses de nitrogênio, lâminas totais e produtividade sob casa de vegetação (CV) e em campo (CMP) do jambu, Igarapé-Açu – PA, 2017.

Tratamentos	Tensão	Lâmina Total (mm)		Produtividade (g m^2)	
		CV	CMP	CV	CMP
T12N0	12 kPa	45,64	178,08	3000	1611,33
T12N50	12 kPa	45,64	178,08	3416,66	2555,33
T12N100	12 kPa	45,64	178,08	3366,66	3055,44
T12N150	12 kPa	45,64	178,08	2855,33	3916,66
T18N0	18 kPa	43,33	170,59	2277,55	1528
T18N50	18 kPa	43,33	170,59	3777,68	2388,66
T18N100	18 kPa	43,33	170,59	3700	3394,44
T18N150	18 kPa	43,33	170,59	2902,55	3111,33
T24N0	24 kPa	42,33	154,89	1975	1291,44
T24N50	24 kPa	42,33	154,89	2091,66	1750,33
T24N100	24 kPa	42,33	154,89	2241,66	2500,33
T24N150	24 kPa	42,33	154,89	2283,33	1888,77
T30N0	30 kPa	40,74	153,62	1100	1000
T30N50	30 kPa	40,74	153,62	1200	1700,89
T30N100	30 kPa	40,74	153,62	1300	2000
T30N150	30 kPa	40,74	153,62	1411,11	1241,44

Observou-se na tabela 5, que a produtividade de jambu no cultivo realizado em casa de vegetação foi maior no tratamento com a tensão intermediária (18 kPa) onde a lâmina total aplicada foi inferior ao tratamento que obteve maior lâmina de água total aplicada (12 kPa) e com a dose de nitrogênio de 50 kg ha^{-1} . Já a produtividade de jambu realizado em campo foi maior no tratamento com a tensão de 12 kPa, provavelmente porque nessa tensão houve maior demanda de água pela jambu para suprir suas necessidades hídricas, e a dose de nitrogênio de 150 kg ha^{-1} .

FIGURA 16. Produtividade de jambu em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) cultivados em casa de vegetação (a) e em campo (b), Igarapé-açu – PA, 2017.



A variável produtividade foi afetada significativamente pelas tensões de água no solo (Figura 16), doses de nitrogênio e interação entre os dois para os dois cultivos, onde no cultivo realizado em casa de vegetação a variável apresentou comportamento quadrático, alcançando produtividade máxima de 4087,6 g m² com a tensão de 13 kPa e a dose de nitrogênio de 50 kg ha¹, de acordo com a função gerada pela análise de regressão, e para o cultivo realizado em campo a variável apresentou comportamento linear e alcançou produtividade máxima, 3926,7 g m², com a tensão de 12 kPa e dose de nitrogênio de 150 kg ha¹. O aumento da dose de nitrogênio a partir da que obteve a máxima produtividade, acarretou na redução da produtividade, resultando no desperdício do fertilizante e mostrando a importância de uma

correta adubação no rendimento da cultura do jambu. O tratamento com tensão de água no solo nos dois cultivos, demonstraram resultados semelhantes aos resultados encontrados por GEISENHOFF et al. (2016) trabalhando com alface, VILAS BOAS et al. (2012) avaliando cebola LIMA JUNIOR et al. (2012) avaliando cenoura, que obtiveram máxima produtividade nas tensões próximas a capacidade de campo. Com isso, conclui-se que a produção de jambu é beneficiada pela tensão que mantém a umidade do solo próximo a capacidade de campo, favorecendo a absorção de fotoassimilados e aeração do solo, e conseqüentemente, melhor desenvolvimento vegetativo sendo constatado na produtividade.

O custo total, representado pela soma dos custos fixos e dos custos variáveis, teve maior contribuição dos custos variáveis para os dois cultivos, com um pouco mais de 90% para o cultivo em casa de vegetação e até 99% para o cultivo em campo, para todos os tratamentos, os custos fixos representaram menos de 11% para o cultivo em casa de vegetação e menos de 2% para o cultivo realizado em campo (Tabela 6 e 7). O mesmo aconteceu com o custo total médio e com o custo operacional total médio, ambos com maior contribuição dos custos variáveis (Tabela 8).

TABELA 6- Custo fixo em % para a produção de jambu realizado em casa de vegetação (CV) e em campo (CMP), sobre diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio, Igarapé-Açu-PA, UFRA, 2017.

Tratamentos	Custo fixo total %											
	Terra		Calagem		ITR		Sist. Irrigação		C. vegetação		CFT%	
	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP
T12N0	0,51	0,63	0,18	0,21	0,00	0,00	0,22	0,25	9,36	0,00	10,3	1,1
T12N50	0,50	0,62	0,17	0,21	0,00	0,00	0,21	0,25	9,22	0,00	10,1	1,1
T12N100	0,50	0,62	0,17	0,21	0,00	0,00	0,21	0,24	9,19	0,00	10,1	1,1
T12N150	0,50	0,63	0,17	0,20	0,00	0,00	0,22	0,24	9,28	0,00	10,2	1,1
T18N0	0,51	0,64	0,18	0,21	0,00	0,00	0,22	0,25	9,42	0,00	10,3	1,1
T18N50	0,50	0,62	0,17	0,21	0,00	0,00	0,21	0,25	9,19	0,00	10,1	1,1
T18N100	0,50	0,62	0,17	0,21	0,00	0,00	0,21	0,24	9,17	0,00	10,0	1,1
T18N150	0,50	0,63	0,17	0,21	0,00	0,00	0,22	0,24	9,27	0,00	10,2	1,1
T24N0	0,52	0,64	0,18	0,21	0,00	0,00	0,22	0,25	9,52	0,00	10,4	1,1
T24N50	0,51	0,63	0,18	0,21	0,00	0,00	0,22	0,25	9,41	0,00	10,3	1,1
T24N100	0,51	0,63	0,18	0,21	0,00	0,00	0,22	0,25	9,36	0,00	10,3	1,1
T24N150	0,51	0,63	0,18	0,21	0,00	0,00	0,22	0,25	9,33	0,00	10,2	1,1
T30N0	0,52	0,65	0,18	0,22	0,00	0,00	0,22	0,26	9,60	0,00	10,5	1,1
T30N50	0,52	0,64	0,18	0,21	0,00	0,00	0,22	0,25	9,56	0,00	10,5	1,1
T30N100	0,52	0,64	0,18	0,21	0,00	0,00	0,22	0,25	9,52	0,00	10,4	1,1
T30N150	0,51	0,64	0,18	0,21	0,00	0,00	0,22	0,25	9,48	0,00	10,4	1,1

TABELA 7- Custo variável em % da produção de jambu realizado em casa de vegetação (CV) e em campo (cmp), sobre diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio, Igarapé-Açu-PA, UFRA, 2017.

Tratamentos	Insumos		Mão-de-obra		Maquinas		Administração		Gerais		Energia		C. alternativo		CVT%	
	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP
T12N0	13,99	14,27	54,61	67,25	2,40	2,38	2,73	1,66	15,78	12,83	0,02	0,04	0,45	0,49	90,0	98,9
T12N50	14,03	14,10	53,49	64,99	2,36	2,30	3,05	2,54	16,81	14,48	0,02	0,04	0,45	0,49	90,2	99,0
T12N100	14,32	14,10	53,38	63,55	2,35	2,25	3,00	2,97	16,70	15,57	0,02	0,04	0,45	0,49	90,2	99,0
T12N150	14,89	14,08	54,26	62,08	2,39	2,20	2,58	3,72	15,46	16,40	0,02	0,04	0,45	0,49	90,0	99,0
T18N0	14,24	14,30	55,58	67,39	2,45	2,39	2,11	1,57	14,96	12,74	0,01	0,04	0,45	0,49	89,8	98,9
T18N50	13,91	14,16	53,03	65,26	2,34	2,31	3,34	2,38	17,19	14,30	0,01	0,04	0,45	0,49	90,3	99,0
T18N100	14,21	13,99	52,96	63,05	2,33	2,24	3,27	3,27	17,05	15,92	0,01	0,04	0,45	0,49	90,3	99,0
T18N150	14,87	14,45	54,20	63,72	2,39	2,26	2,62	3,03	15,52	14,99	0,01	0,04	0,45	0,49	90,1	99,0
T24N0	14,46	14,39	56,44	67,81	2,49	2,40	1,86	1,34	13,94	12,46	0,01	0,02	0,45	0,49	89,6	98,9
T24N50	14,59	14,50	55,65	66,81	2,45	2,37	1,94	1,79	14,69	12,96	0,01	0,02	0,45	0,49	89,8	98,9
T24N100	14,83	14,40	55,26	64,89	2,43	2,30	2,07	2,48	14,82	14,38	0,01	0,02	0,45	0,49	89,9	99,0
T24N150	15,09	15,00	55,02	66,15	2,42	2,35	2,09	1,91	14,82	13,03	0,01	0,02	0,45	0,49	89,9	98,9
T30N0	14,78	14,61	57,71	68,85	2,54	2,44	1,06	1,05	12,87	11,44	0,01	0,02	0,44	0,49	89,4	98,9
T30N50	15,04	14,52	57,36	66,89	2,53	2,37	1,15	1,74	12,95	12,90	0,01	0,02	0,45	0,49	89,5	98,9
T30N100	15,30	14,68	57,01	66,18	2,51	2,35	1,24	2,02	13,02	13,20	0,01	0,02	0,45	0,49	89,5	98,9
T30N150	15,54	15,25	56,66	67,23	2,50	2,38	1,33	1,28	13,12	12,28	0,01	0,02	0,45	0,49	89,6	98,9

TABELA 8. Custos econômicos e operacionais médios da produção de um maço de jambu (600g) realizados em casa de vegetação (CV) e em campo (CMP), em diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio, Igarapé-Açu – PA, 2017.

Tratamentos	CFMe		CVMe		CTMe		CopFMe		CopVMe		CopTMe	
	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP
T12N0	0,07	0,01	0,60	1,24	0,67	1,25	0,04	0,00	0,60	1,23	0,63	1,23
T12N50	0,06	0,01	0,54	0,81	0,60	0,82	0,03	0,00	0,54	0,80	0,57	0,81
T12N100	0,06	0,01	0,55	0,69	0,61	0,70	0,03	0,00	0,54	0,69	0,58	0,69
T12N150	0,07	0,01	0,63	0,55	0,70	0,56	0,04	0,00	0,63	0,55	0,67	0,55
T18N0	0,09	0,01	0,77	1,30	0,86	1,31	0,05	0,01	0,77	1,29	0,82	1,30
T18N50	0,05	0,01	0,49	0,86	0,54	0,87	0,03	0,00	0,49	0,86	0,52	0,86
T18N100	0,05	0,01	0,50	0,63	0,56	0,63	0,03	0,00	0,50	0,62	0,53	0,63
T18N150	0,07	0,01	0,62	0,68	0,69	0,68	0,04	0,00	0,62	0,67	0,66	0,68
T24N0	0,10	0,02	0,88	1,53	0,98	1,55	0,05	0,01	0,87	1,52	0,93	1,53
T24N50	0,10	0,01	0,84	1,15	0,94	1,16	0,05	0,00	0,84	1,14	0,89	1,14
T24N100	0,09	0,01	0,79	0,83	0,88	0,83	0,05	0,00	0,79	0,82	0,84	0,82
T24N150	0,09	0,01	0,78	1,07	0,87	1,08	0,05	0,00	0,78	1,07	0,82	1,07
T30N0	0,18	0,02	1,54	1,94	1,72	1,97	0,10	0,01	1,53	1,93	1,63	1,94
T30N50	0,17	0,01	1,42	1,18	1,58	1,19	0,09	0,00	1,41	1,17	1,50	1,18
T30N100	0,15	0,01	1,32	1,01	1,47	1,02	0,08	0,00	1,31	1,01	1,39	1,01
T30N150	0,14	0,02	1,22	1,60	1,36	1,62	0,08	0,01	1,22	1,60	1,29	1,60

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

Na tabela 6, é possível observar que dentre os custos fixos da produção feita em casa de vegetação, em todos os tratamentos, a casa de vegetação foi o que obteve maior participação no custo total sendo pouco mais que 9%, seguidos da terra (0,5%), sistema de irrigação (0,2%) e calagem (0,1%). Para os custos fixo da produção realizada em campo, a terra foi o que obteve maior participação no custo total sendo (0,6%), seguidos de sistema de irrigação (0,2%) e calagem (0,2%).

Já nos custos variáveis, em todos os tratamentos, destaque para a mão-de-obra que chegou a alcançar um pouco mais que 57% do custo total para a produção em cultivo protegido pouco mais de 68% para a produção em campos, ambos seguido do insumo com pouco mais que 15% para os dois cultivos. LIMA JUNIOR et al. (2014) em trabalho realizado em Lavras – MG com duas cultivares de cenoura em diferentes tensões de água no solo, diferentemente do encontrado neste trabalho, mostra que o gasto com insumos foi o que representou maiores impactos no custo total, chegando até 64%.

Entre os insumos, os adubos (químico e orgânico) foram os itens que mais oneraram o custo variável, sendo responsável por cerca de 66%, seguido da aquisição de sementes com 15%.

Os custos com máquinas e implementos, foram os mesmos para os dois cultivos, participando com menos de 3% do custo total em todos os tratamentos. Já nas despesas gerais, que teve participação em torno de 17% dos custos variáveis para os dois cultivos, tendo o transporte maior participação, sendo 31%, seguido do tanque para higienização do jambu foi o que teve maior participação, com 29%, seguidos de ferramentas com 22% e sacos para embalagem 18%, aproximadamente, para cultivo na casa de vegetação e campo.

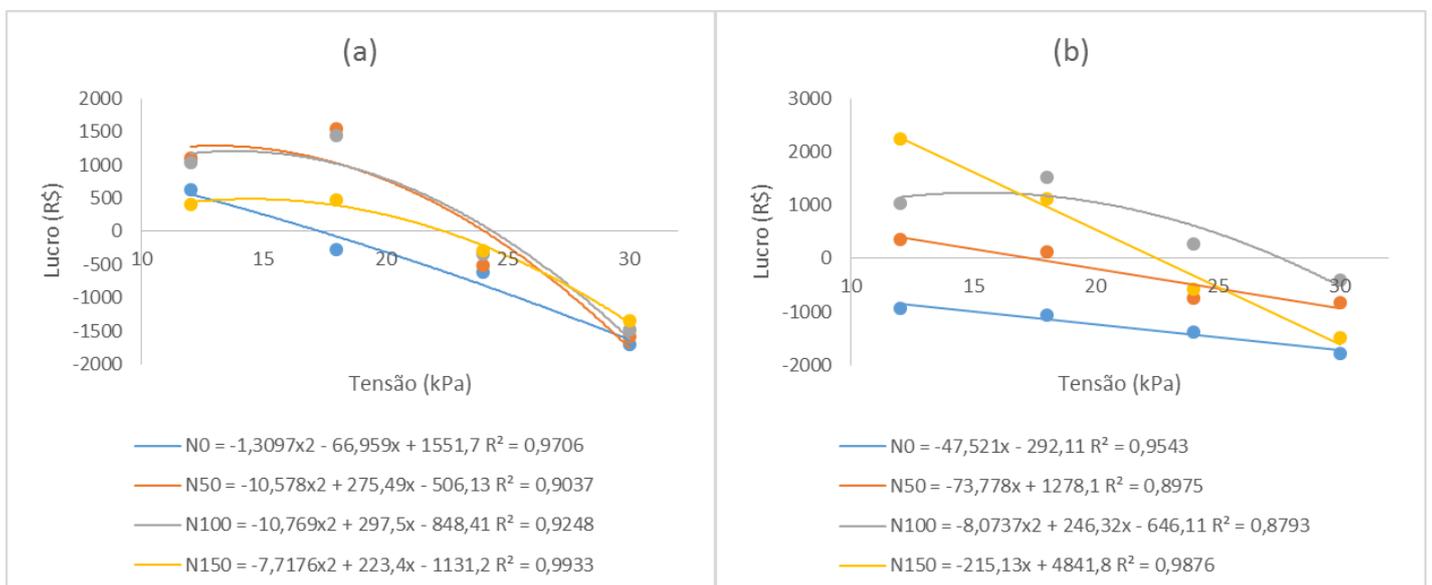
O tratamento com a combinação de tensão de água no solo de 18 kPa e dose de nitrogênio de 50 kg ha¹ obtiveram menores custos médio e operacional, para o cultivo realizado em casa de vegetação e para o cultivo realizado em campo foi encontrado menor custo total médio e operacional na combinação com tensão de 12 kPa e dose de nitrogênio de 150 kg ha¹, ou seja, foi necessário menor custos para esses tratamentos para produzir 1 maço (600 g) de jambu, evidenciando que quanto maior a produtividade menores serão os custos. Foram considerados os preços para do maço do jambu de acordo com o centro de abastecimento do Pará – CEASA, onde foram encontrados o preço de R\$ 0,79 para o mês de julho, período em que foi realizado a colheita do cultivo em casa de vegetação, e R\$ 0,90 para o mês de setembro, quando foi realizado a colheita do cultivo feito em campo.

No estudo econômico efetuado, observa-se que nem 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.

TABELA 8. Produtividade, custo total (CT), receita total (RT) e lucro da produção de jambu realizados em casa de vegetação (CV) e em campo (CMP) sob diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio em 1000 m², Igarapé-Açu – PA, 2017.

Tratamentos	Produtividade em maços (600 g)		CT		RT		Lucro	
	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP	CV	CMP
T12N0	5000,00	2685,55	3326,59	3354,85	3950,00	2417,00	623,41	-937,85
T12N50	5694,43	4258,88	3396,39	3471,20	4498,60	3833,00	1102,21	361,80
T12N100	5611,10	5092,40	3403,41	3549,85	4432,77	4583,16	1029,36	1033,31
T12N150	4758,88	6527,77	3348,08	3634,04	3759,52	5874,99	411,44	2240,95
T18N0	3795,92	2546,67	3268,19	3347,68	2998,77	2292,00	-269,41	-1055,68
T18N50	6296,13	3981,10	3425,41	3456,95	4973,95	3582,99	1548,54	126,04
T18N100	6166,67	5657,40	3430,19	3578,54	4871,67	5091,66	1441,47	1513,12
T18N150	4837,58	5185,55	3351,78	3540,43	3821,69	4667,00	469,91	1126,56
T24N0	3291,67	2152,40	3218,64	3326,87	2600,42	1937,16	-618,23	-1389,71
T24N50	3486,10	2917,22	3264,24	3376,89	2754,02	2625,50	-510,22	-751,40
T24N100	3736,10	4167,22	3287,39	3476,77	2951,52	3750,50	-335,87	273,73
T24N150	3805,55	3147,95	3301,81	3410,76	3006,38	2833,16	-295,43	-577,61
T30N0	1833,33	1666,67	3147,98	3276,92	1448,33	1500,00	-1699,65	-1776,92
T30N50	2000,00	2834,82	3167,11	3372,62	1580,00	2551,34	-1587,11	-821,29
T30N100	2166,67	3333,33	3186,23	3409,08	1711,67	3000,00	-1474,56	-409,08
T30N150	2351,85	2069,07	3206,25	3355,72	1857,96	1862,16	-1348,29	-1493,56

Figura 17. Efeito das tensões de água no solo e doses de nitrogênio no lucro da produção de jambu em casa de vegetação (a) e em campo (b), Igarapé-Açu – PA, 2017.



Na Tabela 8 é possível observar que no cultivo em casa de vegetação o tratamento T18N50 teve um lucro maior que 45% e no cultivo em campo o tratamento T12N150 teve lucro maior que 61%. A superioridade da rentabilidade dos tratamentos T18N50 e T12N150 estão atribuídos a maior produtividade alcançado pelos mesmos, e conseqüentemente maior receita total, sendo esses tratamentos os que proporcionaram melhor desenvolvimento a cultura do jambu. Os tratamentos submetidos as tensões de 24 30 kPa, em grande maioria obtiveram rentabilidade negativa, devido essas tensões proporcionarem baixas produtividades para os dois cultivos O lucro máximo estimado para o cultivo em casa de vegetação a partir da equação de ajuste foi de R\$ 1.287,56 na tensão de 13 kPa com a dose de nitrogênio de 50 kg ha¹ e o lucro máximo estima para o cultivo em campo foi de R\$ 2.260,24 com a tensão de 12 kPa e dose de nitrogênio de 150 kg ha¹ (Figura 17).

LIMA JUNIOR et al. (2014), estudando a viabilidade econômica de diferentes variedades de cenoura sob diferentes tensões no solo, obtiveram resultado semelhantes ao encontrado neste, onde os maiores lucros foram obtidos nas menores tensões.

A rentabilidade da produção de jambu foi maior para o cultivo realizado em campo, devido o cultivo protegido fornece um gasto elevado com a casa de vegetação e conseqüentemente aumento os custos da produção do jambu, e a época de colheita onde houve diferença nos preços para os dois cultivos. Porém, o cultivo protegido possibilita ao produtor produzir durante o ano todo e obter excelentes produções nos períodos em que o jambu alcança maior preço, que é no primeiro semestre, período este em que a região norte se encontra com altos índices pluviométricos, o que dificulta o cultivo de jambu.

4.4 CONCLUSÕES

Para que se alcance maior rentabilidade na cultura no jambu produzido em casa de vegetação, deve se utilizar o manejo de irrigação com tensão crítica de 13 kPa e dose de nitrogênio de 50 kg ha¹, obtendo lucro de R\$ 1.287,56 para 1.000 m² produzidos de jambu.

Para o cultivo realizado em campo, deve se utilizar o manejo de irrigação baseado na tensão crítica de 12 kPa e dose de nitrogênio de 150 kg ha¹, obtendo lucro de R\$ 2.260,24 para 1.000m² produzidos de jambu.

REFERÊNCIAS

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

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

GEISENHOFF, L.O.; PEREIRA, G.M.; LIMA JUNIOR, J.A.; SILVA, A.L.P.; AVIZ, W.L.C. **Greenhouse crisphead lettuce grown with mulching and under different soil water tensions.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.36, n.1, p.46-54, jan./fev. 2016.

GUSMÃO, M.T.A.; GUSMÃO, S.A.L. **Jambu da Amazônia (acmella oleraceae [(L.) R.K. Jansen] Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico.** 1. Ed. Belém, PA: UFRA, 2013. 135 p.

HOMMA, A.K.O.; SANCHES, R.S.; MENEZES, A.J.E.A; GUSMÃO, S.A.L. **Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de belém, estado do pará.** Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v. 10, n. 20, jan./jun. 2015.

ISSHIKI, H. **Análise estacional de preços do jambu no mercado atacadista de Belém no período 2000-2009.** Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/producao-academica/analiseestacional-de-precos-do-jambu-no-mercado-atacadista-de-belem-no-periodo-2000-2009/3643/>>. Acesso em: 05 janeiro 2017.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G.M.; GEISENHOFF, L.O.; VILAS BOAS, R.C.; SILVA, W.G.; SILVA, A.L.P. **Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2681-2688, 2012.

LIMA JUNIOR, J.A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; SILVA, W. G.; SOUZA, R. O. R. M.; VILAS BOAS, R. C. **Economic viability of a drip irrigation system on carrot crop.** Revista de Ciências Agrárias, v. 57, n. 1, p. 15-21, jan./mar. 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.

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

SILVA, P. A.M.; PEREIRA, G.M.; REIS, R. P.; LIMA, L. A.; TAVEIRA, J. H. S. **Função de resposta da alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada.** Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1266-1271, jul./ago., 2008.

VILAS BOAS, R.C.; PEREIRA, G.M.; SOUZA, R.J.; GEISENHOFF, L.O.; LIMA JUNIOR, 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.

CONCLUSÕES GERAIS

- Para o desenvolvimento e produção de jambu, a tensão de 13 kPa e a dose de 50 kg ha¹ de nitrogênio foi a combinação que obteve melhor resultado para as variáveis massa fresca da parte aérea e produtividade, 40,6 g planta¹ e 4087,6 g m², respectivamente. A eficiência no uso da água obteve máxima eficiência com a combinação de 15 kPa e dose 50 kg ha¹ de nitrogênio, sendo 79,6 g m² mm¹. A variável altura obteve melhor resultado com a dose de 81,5 kg ha¹ de nitrogênio, alcançando 25,3 cm.
- Para o desenvolvimento e produção de jambu em campo, a tensão de 12 kPa e a dose de 150 kg ha¹ de nitrogênio foi a combinação que obteve melhor resultado para as variáveis massa fresca da parte aérea, produtividade e eficiência no uso da água, 39,3 g planta¹, 3926,72 g m², 22,3 g m² mm¹, respectivamente, devendo ser adotada essa combinação para o cultivo do jambu. A variável altura obteve melhor resultado com a dose de 49,12 kg ha¹ de nitrogênio, alcançando 15,28 cm.
- Para que se alcance maior rentabilidade na cultura no jambu produzido em casa de vegetação, deve se utilizar o manejo de irrigação com tensão crítica de 13 kPa e dose de nitrogênio de 50 kg ha¹, obtendo lucro de R\$ 1.287,56 para 1.000 m² produzidos de jambu, e para o cultivo realizado em campo, deve se utilizar o manejo de irrigação baseado na tensão crítica de 12 kPa e dose de nitrogênio de 150 kg ha¹, obtendo lucro de R\$ 2.260,24 para 1.000m² produzidos de jambu.