



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

WILLIAM LEE CARRERA DE AVIZ

**PRODUÇÃO DE JAMBU IRRIGADO SOB DIFERENTES TENSÕES 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 DE JAMBU IRRIGADO SOB DIFERENTES TENSÕES 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 DE JAMBU IRRIGADO SOB DIFERENTES TENSÕES 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**

**Prof. Dra. Rafaelle Fazzi Gomes
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA**

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-graduação 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 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	6
ABSTRACT.....	7
1 CONTEXTUALIZAÇÃO	8
1.1 A CULTURA DO JAMBU	8
1.2 MANEJO DA IRRIGAÇÃO, ADUBAÇÃO E AMBIENTE PROTEGIDO EM HORTALIÇAS	9
OBJETIVO GERAL	11
REFERÊNCIAS.....	11
2. PRODUTIVIDADE DE JAMBU IRRIGADO EM AMBIENTE PROTEGIDO, SOB TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO.	14
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
2.1 INTRODUÇÃO	15
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	17
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
2.4 CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS.....	26
3 PRODUTIVIDADE DE JAMBU IRRIGADO SOB TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO	28
RESUMO.....	28
ABSTRACT.....	28
3.1 INTRODUÇÃO	29
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.4 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS.....	44
CONCLUSÕES GERAIS	47

RESUMO

Visando reduzir a carência de informações técnicas sobre a cultura do jambu, o presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes tensões e doses de nitrogênio submetidos em diferentes ambientes de cultivo. 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, utilizando a irrigação por gotejamento, e por quatro doses (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) de nitrogênio. Para o cultivo em ambiente protegido foram obtidos melhores índices com a tensão de 18 kPa e a dose de nitrogênio de 50 kg ha⁻¹, e para o cultivo em campo a combinação com a tensão de 12 kPa e a dose de 150 kg ha⁻¹ apresentaram os melhores índices.

Palavras-chave: *Acmella oleracea* (L.)R.K., ambiente protegido, tensiometria, adubação nitrogenada, irrigação localizada.

ABSTRACT

Aiming to reduce the lack of technical information on the jambu crop, the present study aimed to study the effects of different strains and nitrogen levels submitted to different cultivation environments. The experiments were conducted in a greenhouse and in the field at the experimental farm of Igarapé-açu - UFRA. The experiment was carried out in a 10 x 10 cm spacing using the experimental design of randomized blocks in a 4x4 factorial scheme with three replicates. Was used in the experiment the variety Jamburana. Each plot had a dimension of 0.4 x 0.5 m (0.2 m²) totaling 20 plants in 4 rows and considering the plants in the central rows. The treatments consisted of four soil water stresses (12, 18, 24 and 30 kPa) as indicative of the moment of irrigation, using drip irrigation, and four doses (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹) of nitrogen. For the cultivation in protected environment, better indices were obtained with the tension of 18 kPa and the dose of nitrogen of 50 kg ha⁻¹, and for field cultivation the combination with the tension of 12 kPa and the dose of 150 kg ha⁻¹ presented the best indexes.

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

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 A CULTURA DO JAMBU

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

A *Acmella oleracea* 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 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; FAVORETO & GILBERT, 2010).

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 (SAMPAIO et al. 2018). 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, por possuir atividade anti-inflamatória, diurética, antimicrobiana, afrodisíaca e larvicida (BARBOSA et al., 2016).

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 MANEJO DA IRRIGAÇÃO, ADUBAÇÃO E AMBIENTE PROTEGIDO EM HORTALIÇAS

O jambu é uma hortaliça de ciclo curto e crescimento rápido, sendo influenciado pelas condições climáticas, disponibilidade de água e nutrientes para que durante o seu ciclo ocorra um acelerado incremento de massa fresca. 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 hortaliças, 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, deve se realizar o manejo de forma adequada, evitando o aumento nos custos com irrigações desnecessárias e promover maior eficiência do uso da água.

Segundo BASTOS et al., (2014), dentre os sistemas de irrigação utilizados, a irrigação 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 racional, 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, 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 tensiômetro mesmo sendo um equipamento antigo, ainda é bastante utilizado.

Promover uma reposição hídrica correta afeta diretamente o crescimento vegetal e a produtividade agrícola. Possui grande importância ecofisiológica para os vegetais, não somente por ser o seu constituinte em maior proporção, 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 ocorrem as reações bioquímicas, auxiliar no transporte de nutrientes e ser o meio na planta responsável por

interligar o sistema solo-planta-atmosfera (TAIZ et al. 2017). Com isso é necessário realizar o manejo correto evitando o desperdício e o déficit, principalmente em culturas de ciclo curto como as hortaliças, pois são mais sensíveis ao déficit hídrico (COELHO FILHO et al., 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 comportamento quadrático da produtividade, alcançando valor máximo de produtividade próximo do fator de reposição de 100%. Nos dois casos o aumento dos fatores de reposição da lâmina de água acima de 100% diminuiu a produtividade.

Além da disponibilidade de água à cultura, a adubação é outro fator que essencial para se obter uma boa produtividade. Para se obter altos índices de produtividades é necessário a aplicação considerável de fertilizantes, no qual as maiorias das culturas vegetais apresentam aumento linear conforme há aumento de fertilizantes (TAIZ et al. 2017; CARDOSO & USTULIN FILHO, 2013; VIEIRA FILHO et al. 2016).

Entretanto, de acordo com SOUSA et al. (2014) a aplicação de fertilizantes sem base numa recomendação de adubação acarretará na má utilização dos nutrientes pela cultura, podendo causar desequilíbrio ambiental e prejuízos econômicos ao produtor. Metade dos nutrientes aplicados ao solo não são absorvidos pelas plantas, e esses nutrientes restantes podem ser lixiviados para as águas superficiais, causando poluição (TAIZ et al. 2017).

Para a produção de hortaliças folhosas, o nitrogênio é um nutriente essencial por ser 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.

Diversos autores obtiveram resultados no qual a produtividade aumenta com o aumento das doses de nitrogênio (CARDOSO & USTULIN FILHO, 2013; VIEIRA FILHA et al. 2016; REZENDE et al. 2017). Porém, o aumento linear da produtividade em relação as doses de nitrogênio nem sempre apresentará comportamento semelhante ao dos autores citados. 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 apresentaram redução na produtividade.

Além da necessidade de se usar de forma eficiente a água e os fertilizantes, é importante destacar que os mesmos são influenciados 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). Interfere diretamente em fatores como a luz, temperatura e umidade relativa, que são fundamentais para obtenção de altos índices de produtividade, pois influenciam a absorção de CO₂, fotossíntese, controle da velocidade das reações químicas, transpiração e condutância estomática (ANDRIOLO, 1999).

O cultivo em ambiente protegido tem se destacado bastante na produção de hortaliças, se tornando amplamente usada na década de 90. Alguns fatores como ajustar o ambiente as plantas e estender a produção para épocas do ano no qual as condições climáticas dificultam o cultivo, são atrativos no qual o produtor busca cultivar em ambiente protegido (GRANDE et al. 2003).

Nas condições climáticas amazônicas, 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.

Vários estudos tem demonstrado a importância que o ambiente protegido tem no aumento da produtividade e qualidade de produção, promover a precocidade da produção e melhoria na qualidade na produção de mudas (ÁSCOLI et al. 2015; RADIN et al. 2004; NEVES et al. 2016).

OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeitos de diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio na produção de jambu em diferentes condições de cultivo.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 142 p, 1999.

ÁSCOLI, A.A.; PEREIRA, A.C.; COSTA, E.; JORGE, M.H.A.; MARUYAMA, W.I. **Ambientes protegidos e substratos para mudas de bocaiuva oriundas do campo**. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 2, n. 3, p. 23-28, jul./set. 2015.

BARBOSA, A, F.; CARVALHO, M, G.; SMITH, R, E.; SABAA-SRUR, A, U, O. **Spilanthol: occurrence, extraction, chemistry and biological activities**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 26, p. 128–133, 2016.

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.

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.

CARDOSO A.I.I.; USTULIN FILHO A.J. **Produção de chicória em função de doses de nitrogênio e potássio aplicadas na fase de mudas**. Horticultura Brasileira 31: 654-658, 2013.

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.

GRANDE, L.; LUZ, J.M.Q.; MELO, B.; LANA, R.M.Q.; CARVALHO, J.O.M. **O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2, p. 241-244, abril/junho 2003.

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.; GEISENHOF, 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.

NEVES, J.F.; NODARI, I.D.E.; SEABRA JUNIOR, S.; DIAS, L.D.E.; SILVA, L.B.; DALLACORT, R. **Produção de cultivares de alface americana sob diferentes ambientes**

em condições tropicais. Revista Agro@mbiente On-line, v. 10, n. 2, p. 130 - 136, abril - junho, 2016.

RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. **Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.2, p.178-181, abril-junho 2004.

REZENDE, R.; SOUZA, R.S.; MALLER, A.; FREITAS, P.S.L.; GONÇALVES, A.C.A.; REZENDE, G.S. **Produção e qualidade comercial de alface fertirrigada com nitrogênio e potássio em ambiente protegido.** Revista ceres, Viçosa, v. 64, n.2, p. 205-211, mar/abr, 2017.

SAMPAIO, I.M.G.; GUIMARÃES, M.A.; LEMOS NETO, H.S.; MAIA, C.L.; VIANA, C.S.; GUSMÃO, S.S.L. **Pode o uso de mudas agrupadas e a maior densidade de plantio aumentar a produtividade de jambu?** Revista ciências agrárias, v. 61, 2018.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6° ed. Porto alegre: Artmed, 2017.

VIEIRA FILHO, P.S.; OLIVEIRA, G.Q.; BISCARO, G.A.; MOTOMIYA, A.V.A.; GEISENHOFF, L.O. **Fertirrigação com nitrogênio na cultura da rúcula.** Revista agrarian, v.10, n.38, p. 304, Dourados, 2017.

2. PRODUTIVIDADE DE JAMBU IRRIGADO EM AMBIENTE PROTEGIDO, SOB TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO.

RESUMO: A *Acmella oleraceae* (L.) R.K. é uma hortaliça não convencional nativa da região amazônica, conhecida como jambu, 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 ha⁻¹) de nitrogênio. As variáveis analisadas foram massa fresca, altura de plantas, produtividade e eficiência no uso da água. Não houve interação entre os fatores tensão de água no solo e doses de nitrogênio para todas as variáveis. A variável altura não apresentou diferença significativa em nenhum dos fatores. As variáveis massa fresca e produtividade em relação as doses de nitrogênio, foram superiores nas doses de 79 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹, alcançando 32,4 g planta⁻¹ e 3.268,94 g m², respectivamente. Em relação as tensões de água no solo, massa fresca e produtividade, foram superiores na tensão de 18 kPa, alcançando 30,53 g planta⁻¹ e 3.054,11 g m², respectivamente. A eficiência no uso da água foi maior na tensão de 18 kPa, obtendo 70,34 g m² mm⁻¹.

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

ABSTRACT: *Acmella oleraceae* (L.) R.K. is an unconventional vegetable native to the Amazon region known as jambu, widely used in regional cooking and for medicinal purposes in the treatment of various diseases. It presents an active substance, "Espilantol", that has aroused the interest of the pharmaceutical and cosmetic market. With this, the objective was to study the effect of different soil water stresses and nitrogen rates on jambu cultivation in the State of Pará. The experiments were conducted in a greenhouse and in the field at the experimental farm of Igarapé-açu - UFRA. The experiment was carried out in a 10 x 10 cm spacing using the experimental design of randomized blocks in a 4x4 factorial scheme with three replicates. Was used in the experiment the variety Jamburana. Each plot had a dimension of 0.4 x 0.5 m (0.2 m²) totaling 20 plants in 4 rows and considering the plants in the central rows. The treatments consisted of four soil water stresses (12, 18, 24 and 30 kPa) as indicative of the moment of irrigation (critical tension), using drip irrigation, and four doses (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹) of nitrogen. The analyzed variables were fresh mass, plant height, productivity and water use efficiency. There was not interaction between the water stress factors in the soil and nitrogen rates for all variables. The height variable did not present significant difference in any of the factors. The variables fresh mass and productivity in relation to the nitrogen doses were higher in the doses of 79 kg ha⁻¹ and 80 kg ha⁻¹, reaching 32.4 g plant⁻¹ and 3 268.94 g m², respectively. In relation to soil water stress, fresh mass and productivity, were higher in the tension of 18 kPa, reaching 30.53 g plant⁻¹ and 3,054.11 g m², respectively. The efficiency in the use of water was higher in the tension of 18 kPa, obtaining 70,34 g m² mm⁻¹.

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

2.1 INTRODUÇÃO

O jambu é uma hortaliça não convencional nativa da região amazônica, originada na bacia amazônica, pertencente à família Asteraceae de extrema importância culinária regional e para fins medicinais no tratamento de várias doenças (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013). Além disso, apresenta uma substância chamada Espilantol”, que tem despertado o interesse do mercado farmacêutico e de cosmético por possuir atividades biológicas como analgésicos, antinociceptivos, antioxidantes, anti-inflamatórios, antimutagênicos, antiarrugas, antifúngicos, bacteriostáticos, inseticidas, antimaláricos, atividades anti larvicidas contra os neonatos de *Aedes aegypti* e *Helicoverpa zea* e anti-moluscicidas. Podendo ser absorvido através da pele, intestino endotelial, mucosa oral e barreira hematoencefálica (BARBOSA et al., 2016).

Em certas épocas do ano, devido a alta variabilidade temporal e espacial da precipitação na região Norte, a produção e a qualidade de Jambu pode ser limitada pela deficiência de água no solo, assim como o excesso de água. Como o uso de forma eficiente da água e de fertilizantes é diretamente influenciado pelas condições climáticas, e fatores como temperatura, pluviosidade e luminosidade podem interferir de forma benéfica ou maléfica no desenvolvimento das plantas, em regiões com alto índice de pluviosidade e altas temperaturas o cultivo protegido se torna uma prática de extrema importância permitindo ao produtor 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.

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, GEISENHOFF 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 intermediárias (34 e 45 kPa), alcançando 579,87 e 471,71 kg ha⁻¹ mm⁻¹, 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, expandindo a área fotossinteticamente ativa e elevando 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.

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

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em cultivo protegido, tipo arco, nos meses de maio/2016 a julho/2016 na Fazenda Experimental de Igarapé-açu (FEIGA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), com coordenadas geográficas de 1° 07' 48,47'' S e 47° 36' 45,31'' W, elevação 54 m, no município de Igarapé-Açu, Pará, Nordeste Paraense.

O solo da região foi classificado como Argissolo Amarelo distrófico, com textura arenosa. A densidade média do solo foi de 1,60 g cm⁻³ e os resultados das análises de fertilidade e granulometria da área experimental foram obtidos de amostra composta de solo coletada na profundidade de 0 a 0,2 m.

TABELA 1. Propriedades física e química do solo do experimento.

Granulometria			Análise química do solo							
Areia	Silte	Argila	pH H ₂ O	M.O	N	P	K	Na	Ca	Mg
g kg ⁻¹				g kg ⁻¹	%	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		
801	19	180	6,5	13,76	0,08	192	263	44	2,4	1,3

Na área foram levantados canteiros, não havendo necessidade de realização de calagem. A adubação foi efetuada 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, enquanto a adubação de cobertura foi feita utilizando o cloreto de potássio e uréia.

TABELA 2. Adubações realizadas no experimento.

	Adubação		
	N (kg ha ¹)	P2O5 (kg ha ¹)	K2O (kg ha ¹)
Plantio	0	100	0
Cobertura	0, 50, 100 e 150	0	60

* Parcelada em 3 aplicações com 10, 17 e 24 dias após o transplante (DAT).

O delineamento experimental adotado foi de 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) e quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹).

Utilizou-se no experimento a cultivar Jamburana, com um ciclo de aproximadamente 70 a 80 dias. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 128 cédulas contendo composto orgânico com transplantio sendo realizado com 32 dias após a semeadura no espaçamento de 10 cm x 10 cm, onde cada parcela teve dimensões de 0,4m x 0,5 m (0,2 m²), totalizando vinte plantas, sendo consideradas úteis as plantas centrais (área útil com 10 plantas).

Após o transplantio, as mudas foram irrigadas durante 10 dias antes da diferenciação dos tratamentos para ocorrer a adaptação 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 teve início aos 62 dias após semeadura.

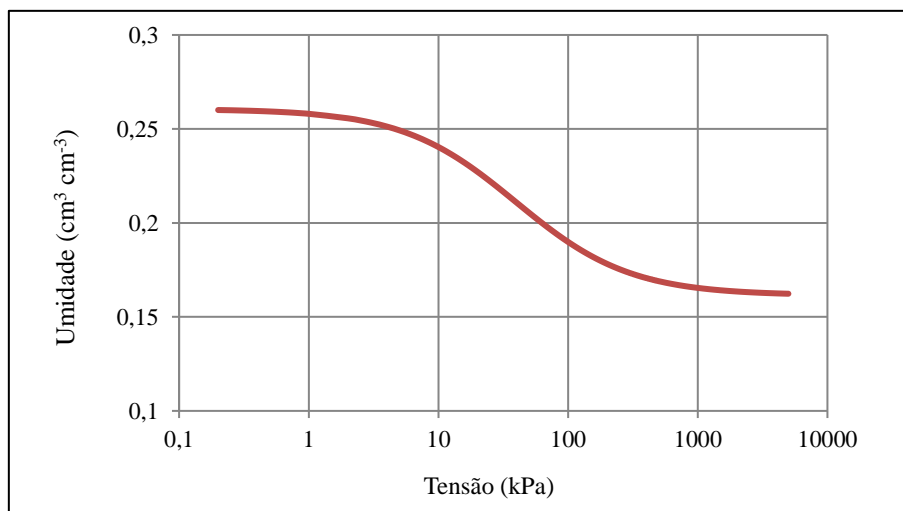
As plantas foram irrigadas via gotejamento, com vazão de 1,2 L h⁻¹, e emissores espaçados 20 cm entre si. A irrigação foi realizada através de mangueiras gotejadoras auto-compensantes de polietileno aditivado, diâmetro nominal de 16 mm, com pressão de serviço de 6 mca no final da mangueira, e com emissores 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 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) (CALGARO & BRAGA, 2008).

Para determinação da tensão crítica, foram instalados dois tensiômetros em cada tratamento a 15 cm de profundidade indicando o momento de irrigar.

Os tensiômetros ficaram posicionados na linha de plantio entre duas plantas. As leituras de tensão foram realizadas uma vez ao dia as 09:00 h da manhã, utilizando um tensímetro digital de punção. As irrigações foram efetuadas quando a média dos tensiômetros dos respectivos tratamentos alcançava a tensão crítica, e foram realizadas para elevar a umidade a capacidade de campo, correspondente a 10 kPa ($0,240 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$). 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).

FIGURA 1. Curva de retenção da água no solo.



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 dentro da casa de vegetação.

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 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 produtividade com a lâmina total de água aplicada por tratamento.

Os efeitos da tensão e adubação nitrogenada nas variáveis avaliadas foram deferidos por meio de análise de variância pelo teste de Tukey utilizando o assistat 7.7 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.

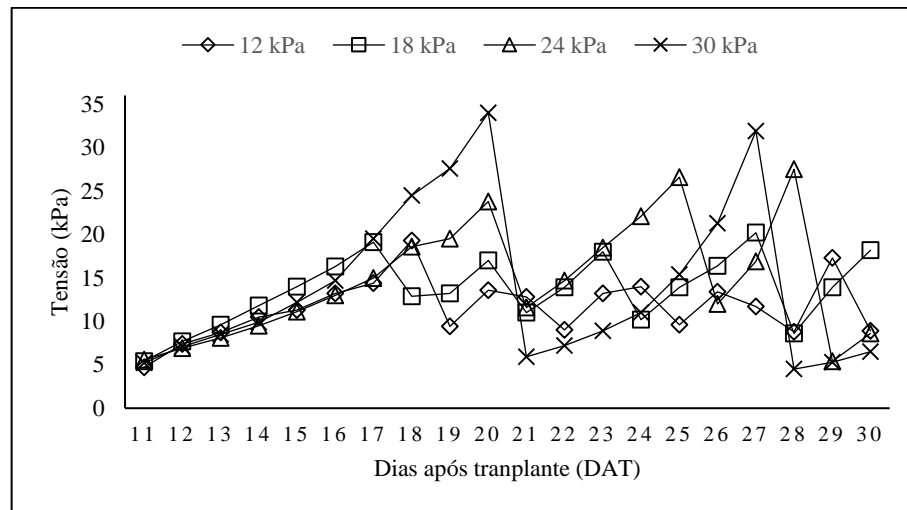
As lâminas de água aplicadas antes (Inic) e após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), ocorridas durante o experimento, os totais de água fornecidos para a cultura até a colheita (Total), o número de irrigações (NI) e a média do turno de rega (TR) e demanda hídrica diária (DH) durante a diferenciação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

Tensão	Lâmina (mm)			NI (um)	TR (dia)	DH (mm/dia)
	Inic	Irrig	Total			
12 kPa	31,9	13,74	45,64	11	1,8	1,52
18 kPa	31,9	11,43	43,33	5	4	1,44
24 kPa	31,9	10,43	42,33	3	6,7	1,41
30 kPa	31,9	8,84	40,74	2	10	1,36

Observou-se que as lâminas totais aplicadas foram decrescente em relação ao aumento de tensão, onde o tratamento de 12 kPa apresentou maior lâmina total aplicada, já que a tensão controle encontra se praticamente na capacidade de campo adotada neste experimento (Figura 2).

FIGURA 2. Valores diários de tensão de água no solo dos tratamentos 12, 18, 24 e 30 kPa.



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 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.

FV	GL	F			
		ALT	MFPA	PRODUT	EUA
Tensão	3	0,6235ns	28,7366**	28,7366**	20,8328**
Nitrogênio	3	1,7289ns	61,0821**	61,0821**	64,0419**
TensãoxNitrogênio	9	1,7572ns	1,2222ns	1,2222ns	1,0193ns
Tratamentos	15	1,5249ns	18,6971**	18,6971**	17,5865**
Blocos	2	1,9229ns	0,2191ns	0,2191ns	0,2128ns
Resíduo	30				
CV%		12,61	8,94	8,94	8,68

** significativo a $p < 0,01$; * significativo a $p > 0,05$; ns: não significativo.

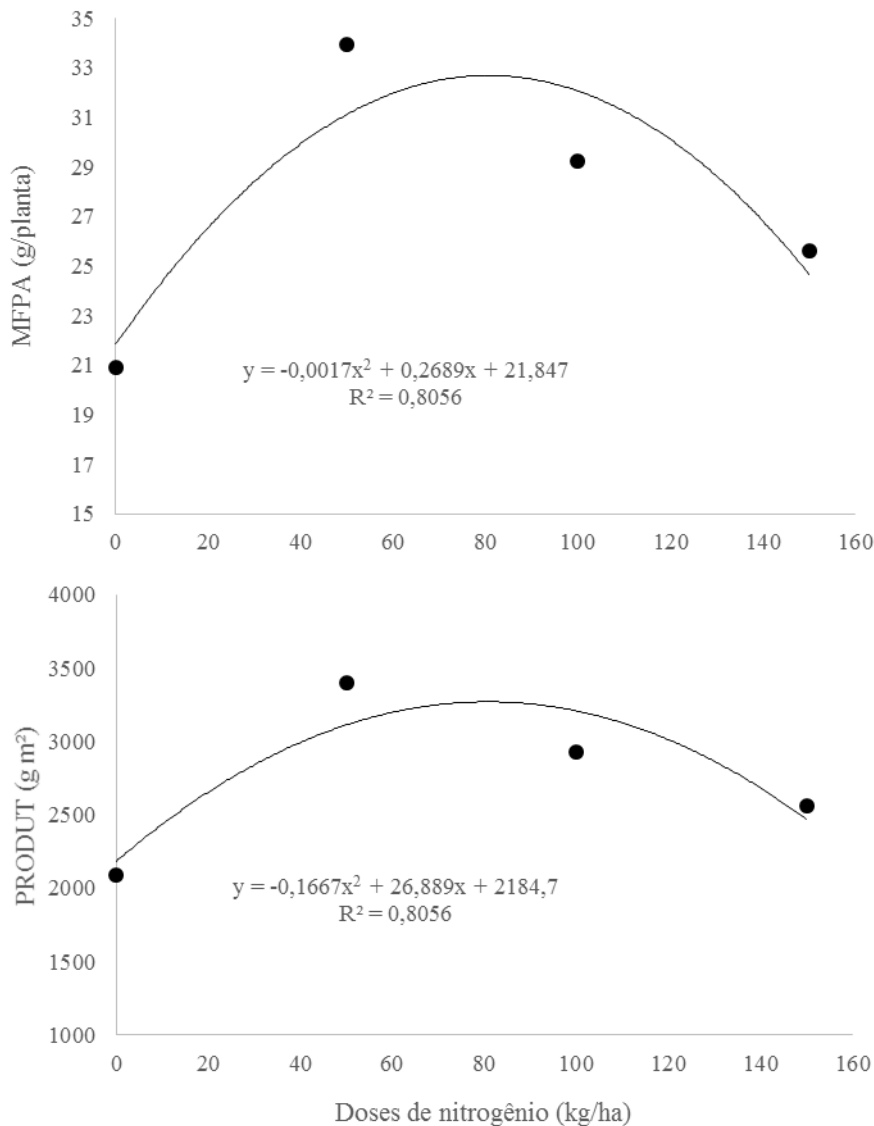
Com base nos dados obtidos durante a realização do presente trabalho, observou-se que não houve interação entre os fatores tensão e doses de nitrogênio para todas as varáveis. Para

as variáveis massa fresca da parte aérea, produtividade e eficiência no uso da água, houve diferença significativa para a tensão e doses de nitrogênio, ao nível de significância de 1%. Para a variável altura não houve diferença significativa para nenhum dos fatores.

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 uma boa distribuição de água e um turno de rega intermediário, 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, e mantendo uma boa oxigenação do solo próximo ao sistema radicular efetivo da planta, apresentando resultado positivo no acúmulo de biomassa e produtividade.

A produção de massa fresca e produtividade se comportaram de forma quadrática para as doses de nitrogênio, onde para a produção de massa fresca da parte aérea foi encontrado máximo resultado com a dose de 79 kg ha⁻¹ de nitrogênio com obtenção de 32,4 g planta⁻¹ (figura 3a), e para a produtividade (Figura 3b), semelhante a massa fresca da parte aérea, alcançou máxima produtividade na dose de nitrogênio de 80 kg ha⁻¹, obtendo produtividade de 3.268,94 g m². Podemos observar que a dose próxima 80 kg ha⁻¹ promoveu maior eficiência no uso do nitrogênio para o incremento de massa fresca e produtividade, onde em seguida ocorre a redução de matéria fresca de acordo com o aumento das doses de nitrogênio, podendo este efeito ser atribuído as doses superiores a encontrada neste trabalho estarem acima da faixa de absorção do nutriente pela planta.

FIGURA 3. Massa fresca da parte aérea (MFPA) (a) e Produtividade (PRODUT) (b) em função das diferentes doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹).

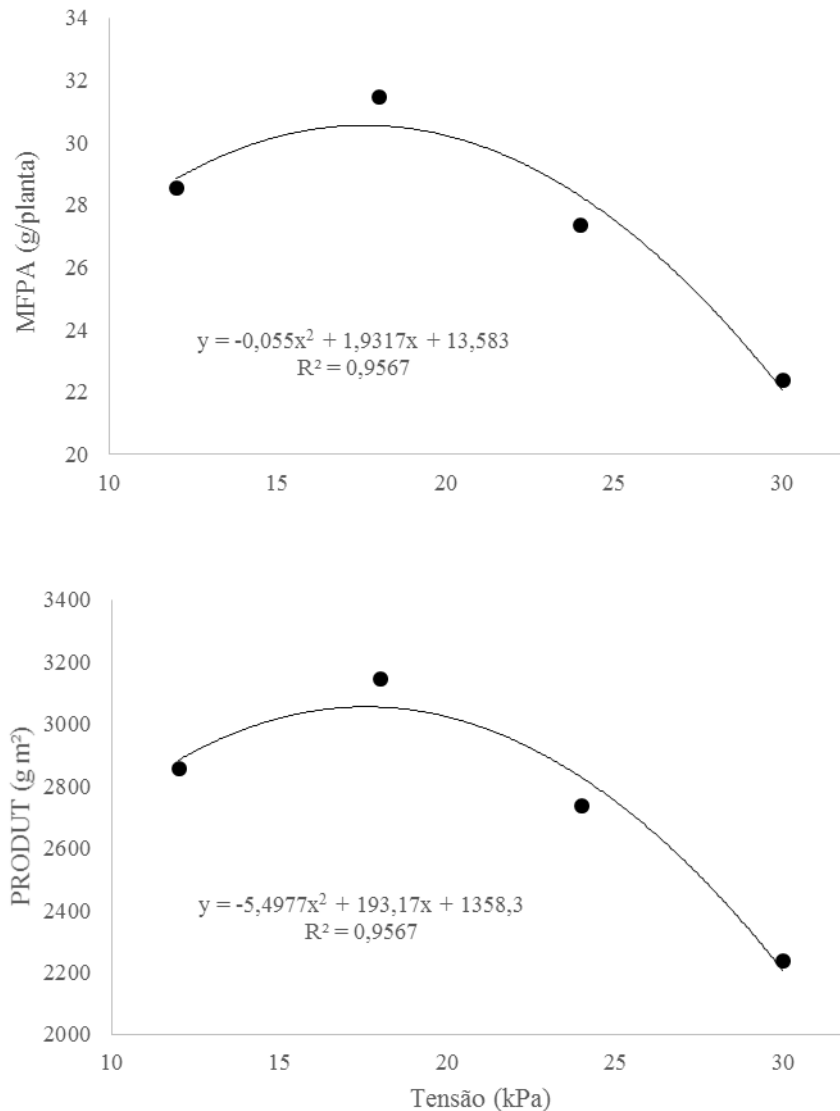


BORGES et al. (2013) trabalhando com a cultura do jambu com adubação orgânica e mineral e BORGES (2014) avaliando índices morfo-fisiológicos e produtividade de diferentes variedades de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral, obtiveram de massa fresca da parte aérea superiores aos encontrados aqui neste trabalho, obtendo 87,11 g e 210,13 g, respectivamente. Entretanto, a produtividade encontrada neste trabalho foi superior ao encontrado por BORGES et al. (2013) e BORGES et al. (2014), que foram 4,4 kg m² e 2,98 kg m², respectivamente. Esses valores encontrados pelos autores, foram obtidos com adubação mineral, assim como neste trabalho, onde a principal adubação foi a nitrogenada, utilizando 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 na produção

de matéria fresca e produtividade em consequência do aumento das doses de nitrogênio. A diferença entre os trabalhos citados e este pode estar relacionada a densidade de plantio, espaçamento do jambu adotado pelos autores, já que a massa fresca obtida por eles foi superior a encontrado neste trabalho.

Para as tensões de água no solo as variáveis massa fresca da parte aérea e produtividade se comportaram de forma quadrática. A variável massa fresca da parte aérea obteve máxima produção na tensão de 18 kPa, alcançando 30,53 g planta⁻¹ (Figura 4a). A variável produtividade, semelhante a variável massa fresca da parte aérea, foi afetada significativamente pelas tensões de água no solo apresentando comportamento quadrático, onde podemos ver na figura 4b, alcançando produtividade máxima de 3.054,11 g m² com a tensão de 18 kPa.

FIGURA 4. Massa fresca da parte aérea (a) e produtividade (b) em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa).

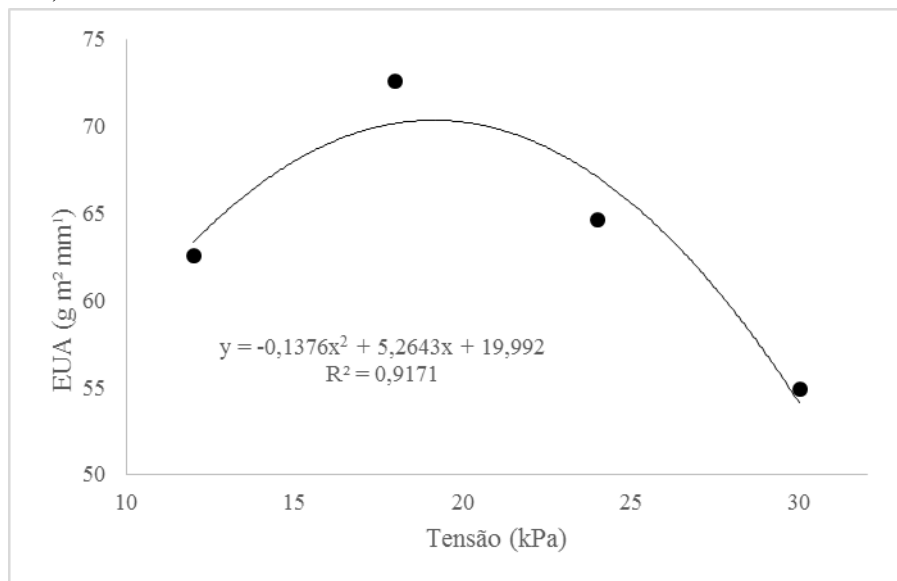


O tratamento com tensão de água no solo de 18 kPa manteve o solo próximo a umidade de capacidade de campo (10 kPa), demonstrando que a disponibilidade hídrica é de fundamental importância para o incremento de massa fresca e produtividade na cultura do jambu, sendo essa característica muito sensível a variação de água.

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, principalmente de hortaliças folhosas. O comportamento das variáveis foi 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 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 mm entre a tensão de 12 kPa, que foi a que obteve maior lâmina, e a tensão 30 kPa, que foi a que obteve menor (Tabela 3), evidenciando a sensibilidade da cultura do jambu com o pequenas variações no conteúdo de água. 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 18 kPa e corresponde a $70,34 \text{ g m}^2 \text{ mm}^{-1}$ (Figura 5).

FIGURA 5. Eficiência no uso da água em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa).



Nota-se que as demais tensões, com maiores e menores lâminas totais de água, obtiveram menores eficiências no uso da água. Este resultado está de acordo com o encontrado por GEISENHOF 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 em uma tensão de água no solo intermediária, porém, próxima a capacidade campo, 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 18 kPa foi o tratamento obteve melhor resultado para as variáveis massa fresca da parte aérea e produtividade, 30,53 g planta⁻¹ e 3.054,11 g m², respectivamente.

Para o melhor desenvolvimento e produção de jambu, a dose de nitrogênio de 80 kg ha⁻¹ foi o tratamento obteve melhor resultado para as variáveis massa fresca da parte aérea e produtividade, 32,44 g planta⁻¹ e 3.268,94 g m², respectivamente.

A eficiência no uso da água obteve máxima eficiência com a combinação de 19 kPa alcançando 70,34 g m² mm⁻¹.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A. F.; CARVALHO, M. G.; SMITH, R. E.; SABAA-SRUR, A. U. O. **Spilanthol: occurrence, extraction, chemistry and biological activities**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 26, p. 128–133, 2016.
- 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.
- CALGARO, M.; BRAGA, M. B. **Determinação da Uniformidade de Distribuição de Água em Sistema de Irrigação Localizada**. Petrolina, PE: Embrapa semi-árido, 2008.
- 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.
- 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.

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

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.; VILAS BOAS, R.C.; SILVA, W.G.; SILVA, A.L.P. **Desempenho de cultivares de cenoura em função da água no solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.5, p.514–520, 2012.

MARQUELLI, W.A.; OLIVEIRA, Á.S. DE; COELHO, E.F.; NOGUEIRA, L.C.; SOUSA, V.F. **Manejo da água de irrigação**. In: SOUSA, V.F.; MARQUELLI, 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.

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 PRODUTIVIDADE DE JAMBU IRRIGADO SOB 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, muito utilizada na culinária regional e para fins medicinais. 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. Os experimentos foram conduzidos na fazenda experimental de Igarapé-açu – UFRA. Foi utilizada a variedade jamburana no espaçamento de 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, onde a combinação que obteve melhores índices para todas as variáveis foi a tensão de 12 kPa e dose de nitrogênio de 150 kg ha⁻¹, 39,03 g planta⁻¹, 3.902,8 g m² e 22,08 g m² mm⁻¹, respectivamente. A variável altura obteve melhor resultado na dose de nitrogênio de 57,13 kg ha⁻¹, alcançando 15,46 cm.

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

ABSTRACT: The jambu is an unconventional vegetable native to the Amazon region, widely used in regional cooking and for medicinal purposes in the treatment of various diseases. 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 ha⁻¹ kg) of nitrogen. 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 ha⁻¹, 39.03 g plant⁻¹, 3902.8 g m² and 22.08 g m² mm⁻¹, respectively. The height variable obtained a better result in the nitrogen dose of 57.13 kg ha⁻¹, reaching 15.46 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 de extrema importância culinária regional e para fins medicinais no tratamento de várias doenças (Gusmão & Gusmão, 2013). Além disso, apresenta uma substância chamada Espilantol”, que tem despertado o interesse do mercado farmacêutico e de cosmético por possuir atividades biológicas como analgésicos, antinociceptivos, antioxidantes, anti-inflamatórios, antimutagênicos, antiarrugas, antifúngicos, bacteriostáticos, inseticidas, antimaláricos, atividades anti larvicidas contra os neonatos de *Aedes aegypti* e *Helicoverpa zea* e anti-moluscicidas. Podendo ser absorvido através da pele, intestino endotelial, mucosa oral e barreira hematoencefálica (Barbosa et al., 2016).

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 tem influência direta na produção agrícola, sendo importante realizar a reposição hídrica ideal para se obter

maiores índices de produtividade (Dutra et al., 2018). Com isso, a irrigação é uma das práticas agrícolas que proporciona a produção em locais com baixa disponibilidade hídrica e o aumento de produção por área em regiões em que a técnica já é utilizada.

Entretanto, o aumento do uso da irrigação nos sistemas agrícolas vem ocasionando problemas ambientais devido ao mal uso da técnica, principalmente pelo desperdício de água, tornando imprescindível realizar o manejo adequado da irrigação (Foley et al., 2011). Conhecer o momento de irrigar e a quantidade ideal de água a ser aplicada para cada cultura é fundamental para se prevenir o estresse hídrico e favorecer o aumento de produtividade. Além de minimizar o desperdício de água, a lixiviação de nutrientes e a maximização da eficiência no uso da água (Azevedo et al. 2014).

Visando obter a lâmina ideal de água e alcançando produtividade satisfatória, Valeriano et al. (2012) avaliando a produtividade de alface americana e Araujo et al. (2018) avaliando rúcula, submetidos a diferentes lâminas de irrigação, alcançaram valor máximo de produção próximo do fator de reposição de 100% da evapotranspiração. Geisenhoff et al. (2016) também avaliando a produtividade de alface americana submetida a diferentes tensões de água no solo alcançaram valor máximo de produtividade na tensão de 12 kPa, porém, obteve maior eficiência no uso da água com as tensões intermediárias (34 e 45 kPa), alcançando 579,87 e 471,71 kg ha⁻¹ mm⁻¹, 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. Nas hortaliças folhosas há o efeito direto do nitrogênio no crescimento vegetal, e conseqüentemente na produtividade (Mota et al. 2016; Rezende et al. 2017; Farias et al. 2015; Vieira Filho et al. 2017).

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. (2014) analisando produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral, encontraram produtividade máxima de 2,98 kg m² utilizando adubação mineral com a dose de 69,9 g m² de nitrogênio.

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

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo nos meses de julho/2016 a setembro/2016 em plantios consecutivos, na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), com coordenadas geográficas de 1° 07' 48,47" S e 47° 36' 45,31" W, elevação 54 m, no município de Igarapé-Açu, Pará, Nordeste Paraense.

O solo da região foi classificado como Argissolo Amarelo distrófico, com textura arenosa. A densidade média do solo foi de 1,60 g cm⁻³ e os resultados das análises de fertilidade e granulometria da área experimental foram obtidos de amostra composta de solo coletada na profundidade de 0 a 0,2 m.

TABELA 1. Propriedades física e química do solo do experimento.

Granulometria			Análise química do solo							
Areia	Silte	Argila	pH H ₂ O	M.O	N	P	K	Na	Ca	Mg
g kg ⁻¹				g kg ⁻¹	%	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		
801	19	180	5,9	13,76	0,07	37	19	30	2,1	0,9

Para o preparo da área foi realizado aração e gradagem, e em seguida foram feitos os canteiros com 0,2 m de altura e uma área de 0,25 m². Não houve a necessidade da realização de

calagem, pois a saturação de bases se encontra na faixa ideal para o cultivo. A adubação foi feita com base na análise química do solo e de acordo com a recomendação feita por Cravo et al. (2007). Na preparação das covas foi aplicado superfosfato triplo, com a dosagem para fornecer 100kg ha¹ de P₂O₅. A adubação de cobertura foi parcelada em três aplicações e realizadas com 10, 17 e 24 dias após o plantio das mudas. Os adubos utilizados foram o cloreto de potássio e uréia, fornecendo 120 kg ha¹ de K₂O e as dosagens de nitrogênio estabelecidas nos tratamentos, que foram 0, 50, 100 e 150 kg ha¹ de nitrogênio.

O delineamento experimental adotado foi de 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) e quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹).

Utilizou-se no experimento a cultivar Jamburana, com um ciclo de aproximadamente 70 a 80 dias. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 128 células contendo composto orgânico e o transplante foi realizado com 31 dias após a semeadura. O espaçamento utilizado foi de 10 cm x 10 cm, onde cada parcela teve dimensões de 0,4m x 0,5 m (0,2 m²), totalizando vinte plantas, dispostas em quatro fileiras de cinco plantas. Foram consideradas úteis as plantas centrais (área útil com 10 plantas).

Após o transplante, as plantas foram irrigadas 10 dias seguidos para melhor se adaptarem às condições de campo. Nesse período foi aplicada uma lâmina de água de 3,19 mm por dia.

Ao longo do desenvolvimento da cultura foram realizadas capinas manuais dentro dos canteiros e com enxada entre os canteiros para controle de plantas invasoras. Não houve incidência significativa de pragas e doenças durante a condução do experimento. A colheita foi realizada aos 77 dias após o plantio.

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. 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, filtro de disco de 120 mash e uma válvula reguladora de pressão, regulada para trabalhar com 6 mca inserida na saída da tubulação principal.

Para determinação da tensão crítica, foram instalados dois tensiômetros de punção para todas as tensões estabelecidas nos tratamentos (12, 18, 24 e 30 kPa) combinados com a dose de 100 kg ha¹ de nitrogênio. Os tensiômetros foram instalados a 15 cm de profundidade, indicando o momento de irrigar. Os tensiômetros ficaram posicionados entre duas plantas na fileira central da parcela. As leituras nos tensiômetros foram realizadas uma vez ao dia, por volta das 09:00 h, utilizando 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 cm³ cm⁻³).

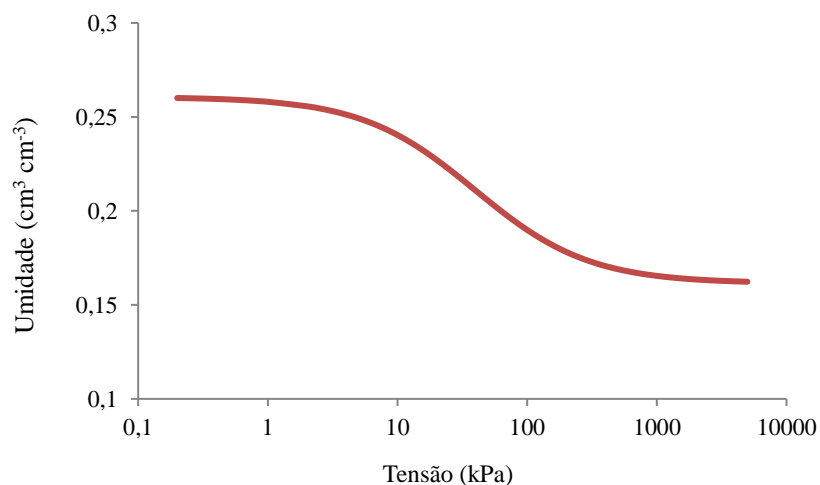


FIGURA 1. Curva de retenção da água no solo.

Após a instalação do sistema de irrigação foram calculados o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e eficiência de aplicação, seguindo a metodologia proposta por Calgaro & Braga (2008).

Considerando a profundidade efetiva do sistema radicular igual a 20 cm (Gusmão & Gusmão 2013), foi calculada a lâmina líquida de irrigação pela equação 1.

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{atual}) \cdot z \quad (1)$$

Em que

LL – lâmina líquida, mm;

θ_{cc} – umidade do solo na capacidade de campo, $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$;

θ_{atual} – umidade do solo no momento de irrigar, $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$;

z – profundidade efetiva do sistema radicular, mm.

Em seguida foi calculado a lâmina bruta pela equação 2.

$$LB = \frac{LL}{Ea \cdot CUD} \quad (2)$$

Em que

LB – lâmina bruta, mm;

Ea – eficiência de aplicação;

CUD – coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação.

Após realizar os cálculos de lâminas líquida e bruta, foi calculado o tempo de funcionamento do sistema de irrigação para realizar a reposição de água nos tratamentos pela equação 3.

$$T = \frac{LB \cdot A}{e \cdot qa} \quad (3)$$

Em que

T – tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento, visando elevar a umidade a capacidade de campo, horas;

A – área ocupada por parcela, m^2 ;

e – número de emissores por parcela, unidade;

qa – vazão média dos emissores, L h⁻¹.

Os dados de 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 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 produtividade com a lâmina total de água aplicada por tratamento.

Os efeitos da tensão e adubação nitrogenada nas variáveis avaliadas foram realizados por meio de análise de variância pelo teste de Tukey, e nos casos em que houve significância, foi utilizada a 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. De acordo com Gusmão & Gusmão (2013), o jambu desenvolve-se bem em climas quentes e úmidos, com temperaturas variando de 25° C a 35°C, umidade relativa em torno de 80%, 2.600 horas anuais de luz solar e uma das poucas hortaliças que não é prejudicada pelo

excesso de chuvas. Com isso, o experimento foi realizado em condições ideais para o bom desenvolvimento da cultura.

As lâminas de água aplicadas antes (Inic) e após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), assim como as precipitações (Prec) 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 (DH) 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), precipitação (Prec), lâminas totais de água (Total), número de irrigações (NI) e média do turno de rega (TR), demanda hídrica diária (DH).

Tensão	Lâmina (mm)					NI (um)	TR (dia)	DH (mm/dia)
	Inic	Irrig	Prec	Total				
12 kPa	31,9	36,98	109,2	178,08		24	1,46	3,96
18 kPa	31,9	29,49	109,2	170,59		14	2,5	3,79
24 kPa	31,9	13,79	109,2	154,89		4	8,75	3,44
30 kPa	31,9	12,52	109,2	153,62		3	11,67	3,41

Observou-se que as lâminas totais aplicadas reduzem conforme há o aumento de tensão. O tratamento com a tensão de 12 kPa foi o que apresentou maior consumo hídrico em decorrência do maior número de irrigações realizadas, já que a mesma manteve o solo próximo a capacidade de campo. 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 o experimento, observou-se que houve interação entre os fatores tensão e doses de nitrogênio (Tabela 4) para as variáveis massa fresca da parte aérea, produtividade e eficiência no uso da água, com efeito significativo de 1% de probabilidade pelo teste Tukey. 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.

FV	GL	F			
		ALT	MFPA	PRODUT	EUA
Tensão	3	2,0462ns	127,9796**	127,9796**	52,4037**
Nitrogênio	3	5,0501**	274,7800**	274,7800**	268,5446**
TensãoxNitrogênio	9	0,3788ns	11,7051**	11,7051**	8,3287**
Tratamentos	15	1,6465ns	87,5750**	87,5770**	69,1869**
Blocos	2	2,9448ns	3,0270ns	3,0270ns	2,8160ns
Resíduo	30				
CV%		15,74	6,03	6,03	6,04

** 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. 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 ha⁻¹ obtiveram médias superiores aos demais, ocorrendo redução nas variáveis a medida que as tensões aumentam.

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 e nutriente ideal para que seja obtido um bom desenvolvimento da cultura. A umidade do solo mantida próxima a capacidade de campo favoreceu a eficiência na utilização da adubação nitrogenada. Tendo em vista que a água é o meio de transporte de nutrientes até a planta, o manejo que forneceu água em maior quantidade e menor turno de rega, promoveu a diminuição das perdas do nitrogênio por lixiviação e manteve o solo constantemente úmido, o que favoreceu a condutância estomática e do fluxo de CO₂, resultando no acúmulo de biomassa.

O jambu apresentou resposta positiva ao aumento das doses de nitrogênio, evidenciando a importância do nutriente em hortaliças folhosas. A doses de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou maior incremento de massa fresca em todas as tensões de água no solo, sendo maior a resposta da adubação nitrogenada nas menores tensões de água no solo.

A produção de massa fresca apresentou comportamento linear para interação entre os fatores tensão de água no solo e as doses de nitrogênio, e o tratamento que obteve máxima produção de massa fresca foi a combinação entre a tensão de 12 kPa e dose de nitrogênio de 150 kg ha⁻¹, com 39,0 g planta⁻¹ (Figura 2). Os resultados evidenciaram que as plantas submetidas a esse tratamento absorveram mais nitrogênio, devido a a umidade do solo se manter próximo a capacidade de campo, o que favoreceu o fluxo de massa.

Conforme ocorre o aumento de tensão de água no solo a massa fresca diminui, independente da dose de nitrogênio utilizada. Este efeito deve-se a dificuldade que a planta tem para absorver a água retida no cóloide do solo nas maiores tensões, sendo necessário maior gasto de energia pela planta.

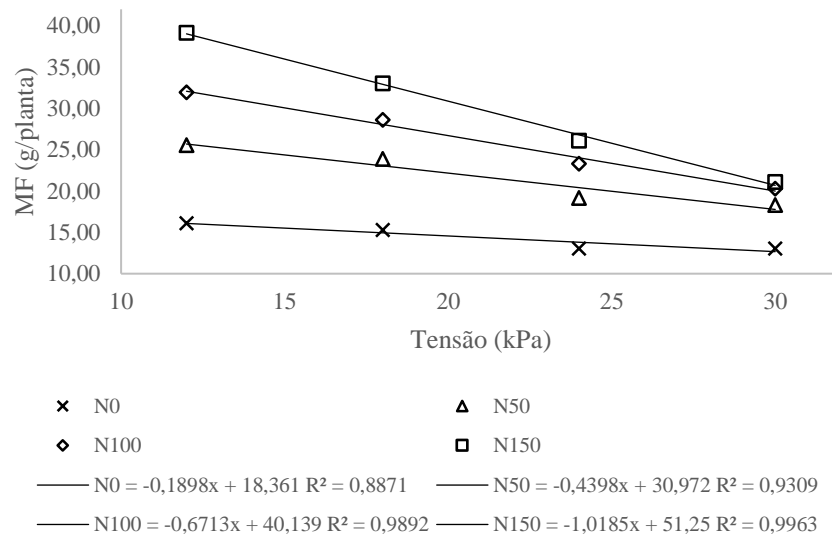


FIGURA 2. Massa fresca da parte aérea (MFPA) em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹), Igarapé-açu – PA, 2017.

O resultado de massa fresca encontrado nesse trabalho apresentou comportamento semelhante ao encontrado por Silva et al. (2013), que trabalharam com beterraba sob diferentes tensões de água no solo, e encontraram um modelo linear para a massa fresca, com máxima produção de massa fresca na tensão mais próxima da capacidade de campo (15 kPa). Com relação as doses de nitrogênio, Rodrigues et al. (2013) avaliando a influencia da adubação de nitrogênio e fósforo na produção de jambu, encontraram máxima produção de massa fresca (folhas e flores) de 4.012,4 g m² com a dose de 112,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Esses resultados confirmam que a disponibilidade hídrica e nutricional é fundamental para o incremento de massa fresca em jambu.

A altura de plantas obteve diferença significativa apenas para o fator doses de nitrogênio e apresentando comportamento quadrático (Figura 3). De acordo com a análise de regressão, a altura máxima foi encontrada na dose de nitrogênio de 57,13 kg ha⁻¹, resultando na altura de 15,46 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.

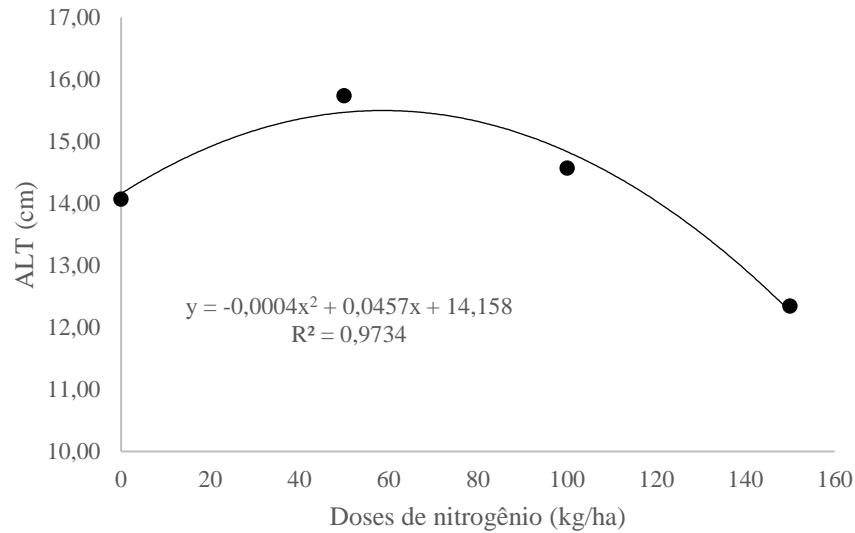


FIGURA 3. Altura de plantas em função das diferentes doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹).

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 37,36 cm na região de São Manuel – SP. O valor citado foi obtido com adubação mineral, utilizando a dose de 120 g m². Esta diferença pode ser explicada pela quantidade de nitrogênio utilizada entre os trabalhos, já que a adubação nitrogenada é imprescindível na produção de hortaliças folhosas, devido a influência no crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular.

A variável produtividade, semelhante a variável massa fresca, foi afetada significativamente pela interação dos fatores e apresentou comportamento linear, alcançando produtividade máxima de 3.902,8 g m² com a tensão de 12 kPa e a dose de nitrogênio de 150 kg ha⁻¹ (figura 4). O tratamento de 12 kPa favoreceu a utilização da adubação nitrogenada pela planta, onde o jambu correspondeu ao aumento das doses com máxima produtividade na maior dose utilizada. O tratamento com tensão de água no solo de 12 kPa manteve o solo próximo a

umidade de capacidade de campo, demonstrando comportamento semelhante aos resultados encontrados por Geisenhoff et al. (2016) trabalhando com alface e Lima junior et al. (2012) avaliando cenoura, que realizando o manejo da irrigação com base no solo obtiveram máxima produtividade nas tensões próximas a capacidade de campo.

A produção de jambu é beneficiada pela tensão que mantém a umidade do solo próximo a capacidade de campo, corroborando com Gusmão & Gusmão (2013) que afirmam que o jambu ocorre de forma natural em condições úmidas, sendo um importante fator para o seu desenvolvimento.

No tratamento com tensão de 12 kPa a umidade do solo foi mantida com a aplicação de pequenas lâminas de água e com o menor turno de rega, o que favoreceu a absorção de fotoassimilados e aeração do solo, e conseqüentemente, melhor desenvolvimento vegetativo. A dose de nitrogênio de 150 kg ha⁻¹ foi beneficiada pelo manejo com a tensão de 12 kPa, que promoveu um maior parcelamento na fornecimento de água a planta, favorecendo a absorção do nutriente e diminuindo a perda por lixiviação. A redução da produtividade pode estar relacionada com a maior quantidade de água aplicada a cada irrigação e o aumento do turno de rega, ocasionando a lixiviação do nutriente.

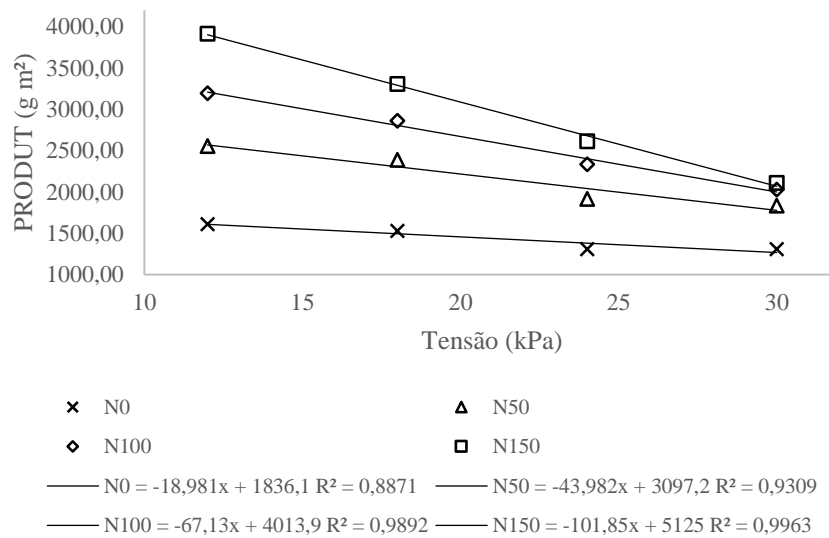


FIGURA 4. Produtividade em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹).

Borges et al. (2014) encontraram produtividade de 2,98 kg m² utilizando uma dose de nitrogênio de 69,9 g m². Essa produtividade foi inferior a encontrada neste trabalho e ainda utilizou maior quantidade de fertilizante nitrogenado na condução do experimento. A diferença de produtividade entre os trabalhos pode estar relacionada a densidade de plantio adotada por Borges et al. (2014), já que a massa fresca citada por eles foi superior a encontrado neste trabalho.

A dose ótima (150 kg ha⁻¹) encontrada neste trabalho é superior ao recomendado por Cravo et al. (2007) no livro de recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará, evidenciando que hortaliças folhosas em condições tropicais, climáticas e de solo, apresentam maior exigência hídrica e nutricional.

A eficiência no uso da água é a variável que mostra a relação produção e o consumo de água. De acordo com a figura 5, a eficiência o uso da água apresentou comportamento linear decrescente conforme há o aumento de tensão de água no solo a 1% de significância para os tratamentos. O valor máximo obtido para a eficiência no uso da água foi de 22,08 g m² mm⁻¹, obtido com a tensão de 12 kPa, no qual foi o que apresentou maior lâmina total, e a dose de nitrogênio de 150 kg ha⁻¹.

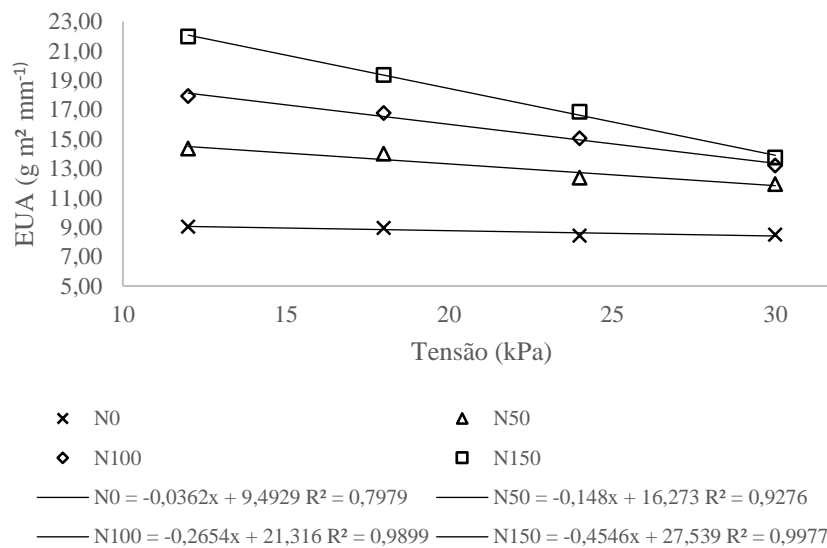


FIGURA 5. Eficiência no uso da água em função das diferentes tensões de água no solo (12, 18, 24 e 30 kPa) e doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹).

Nota-se que as demais tensões combinadas com a adubação de 150 kg ha⁻¹ obtiveram menores eficiências no uso da água, ou seja, as tensões de 18, 24 e 30 kPa atingiram 19,4, 16,6 e 13,9 g m² mm⁻¹, respectivamente.

A eficiência no uso da água é uma estratégia para o uso racional dos recursos hídricos, entretanto, a produtividade de jambu diminui com a redução da lâmina total de água aplicada. Esse comportamento demonstra a resposta positiva do jambu ao aumento de lâminas de água aplicada. Semelhante aos resultados encontrados neste experimento, Silva et al. (2013) que avaliaram a eficiência de uso da água em cultivares de beterraba sob diferentes tensões de água no solo, e Sahin et al. (2016) que avaliaram a produção de alface submetida a diferentes níveis

de irrigação, evidenciaram que a eficiência no uso da água reduz com diminuição das lâminas de água aplicadas.

3.4 CONCLUSÕES

Para melhor desenvolvimento e produção de jambu, a tensão de 12 kPa e a dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio foi o tratamento que obteve melhor resultado para massa fresca da parte aérea e produtividade, 39,03 g planta⁻¹ e 3.902,8 g m², respectivamente.

A variável altura obteve melhor resultado com a dose de 57,13 kg ha⁻¹ de nitrogênio, alcançando 15,46 cm.

A eficiência no uso da água obteve máxima eficiência com a tensão de 12 kPa alcançando 22,08 g m² mm⁻¹.

REFERÊNCIAS

- Araújo BA, Demontiêzo FLL, Araújo DA, Silva ES, Valnir Junior M, Moreira FJC (2018) Desenvolvimento de *eruca sativa* l. sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.12, n°4, p. 2731 – 2739. DOI: 10.7127/rbai.v12n400964
- Azevedo BM, Sousa GG, Paiva TFP, Mesquita JBR, Viana TVA (2014) Manejo da irrigação na cultura do amendoim. Magistra v. 26, n. 1, p. 11 – 18.
- Barbosa AF, Carvalho MG, Smith RE, Sabaa-Srur AUO (2016) Spilanthol: occurrence, extraction, chemistry and biological activities. Revista Brasileira de Farmacognosia v. 26, p. 128–133. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2015.07.024>
- Borges LS, Goto R, Lima GPP (2014) Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral. Bioscience Journal v. 30, n. 6, p. 1768-1778.
- Calgaro M, Braga MB (2008) Determinação da Uniformidade de Distribuição de Água em Sistema de Irrigação Localizada. Embrapa semi-árido.

Cravo MS, Viégas IJM, Brasil EC (2007) Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. Embrapa Amazônia Oriental.

Farias MF, Meneses KC, Soares FA, Santos RA, Dias RM, Bonfim MAD (2015) Produtividade de cultivares de alface sob adubação nitrogenada e borrotada. *Acta Iguazu* v.4, n.3, p. 116-125.

Favoreto R, Gilbert B (2010) *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen (Asteraceae) – Jambu. *Revista Fitos*, Vol.5 N°01.

Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, Mueller ND, O'Connell C, Ray DK, West PC, Balzer C, Bennett EM, Carpenter RS, Hill J, Monfreda C, Polasky S, Rockstro MJ, Sheehan J, Siebert S, Tilman D, Zaks DPM (2011) Solutions for a cultivated planet. *Nature*, vol 478, 337-342.

Geisenhoff LO, Pereira GM, Lima Junior JA, Silva ALP, Aviz WLC (2016) Greenhouse crisphead lettuce grown with mulching and under different soil water tensions. *Engenharia Agrícola* v.36, n.1, p.46-54. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n1p46-54/2016>

Gusmão MTA, Gusmão SAL (2013) Jambu da Amazônia (*acmella oleraceae* [(L.) R.K. Jansen] Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico. 1. Ed. UFRA, 135 p.

Lima Junior JA, Pereira GM, Geisenhoff LO, Vilas Boas RC, Silva WG, Silva ALP (2012) Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação. *Semina: Ciências Agrárias* v. 33, suplemento 1, p. 2681-2688. DOI: DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33Sup1p2681

Mota JH, Silva CCR, Yuri JE, Resende GM (2016) Produção de alface americana em função da adubação nitrogenada nas condições de primavera em jataí-go. *Revista de Agricultura* v.91, n.2, p. 156 - 164.

Rezende R, Souza RS, Maller A, Freitas PSL, Gonçalves ACA, Rezende GS (2017) Produção e qualidade comercial de alface fertirrigada com nitrogênio e potássio em ambiente protegido.

Revista Ceres v. 64, n.2, p. 205-211. DOI: 10.1590/0034-737X201764020014

Rodrigues DS, Camargo MS, Nomura ES, Garcia VA, Correa JN, Vidal TCM (2014) Influência da adubação com nitrogênio e fósforo na produção de Jambu, *Acmella oleracea* (L) R.K. Jansen.

Revista Brasileira de Plantas Mediciniais v.16, n.1, p.71-76.

Sahin U, Kuslu Y, Kiziloglu FM, Cakmakci T (2016) Growth, yield, water use and crop quality response of lettuce to different irrigation quantities in a semi-arid region of high altitude.

Journal of applied horticulture 18 (3), 195-202.

Silva AO, Silva EF, Klar AE (2013) 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000100003>

Valeriano TTB, Santana MJ, Oliveira AF, Machado LJM (2016) Alface americana cultivada em ambiente protegido submetida a doses de potássio e lâminas de irrigação. Irriga v. 21, n. 3, p. 620-630.

Vieira Filho OS, Oliveira GQ, Biscaro GA, Motomiya AVA, Geisenhoff LA (2017)

Fertirrigação com nitrogênio na cultura da rúcula. Revista Agrarian v.10, n.38, p. 304-310.

CONCLUSÕES GERAIS

- Para o desenvolvimento e produção de jambu em ambiente protegido, a tensão de 18 kPa apresentou massa fresca de 30,53 g planta⁻¹ e produtividade de 3.054,11 g m². A dose de nitrogênio de 80 kg ha⁻¹ apresentou massa fresca de 32,44 g planta⁻¹ e produtividade de 3.268,94 g m². A eficiência no uso da água obteve máxima eficiência na tensão de 19 kPa com 70,34 g m² mm⁻¹.
- Para o desenvolvimento e produção de jambu em campo, a tensão de 12 kPa e a dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio foi a combinação que obteve melhor resultado para as variáveis massa fresca da parte aérea, produtividade e eficiência no uso da água, com 39,03 g planta⁻¹, 3.902,80 g m² e 22,08 g m² mm⁻¹, respectivamente. A variável altura obteve melhor resultado com a dose de 57,13 kg ha⁻¹ de nitrogênio com 15,46 cm.