

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**CRESCIMENTO INICIAL DO JAMBU SOB INFLUÊNCIA DE DOSES
DE NITROGÊNIO**

DANIEL OLIVEIRA DIAS

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
SETEMBRO – 2023**

CRESCIMENTO INICIAL DO JAMBU SOB INFLUÊNCIA DE DOSES DE NITROGÊNIO

DANIEL OLIVEIRA DIAS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Girlene Santos de Souza

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

Setembro – 2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO DE DANIEL OLIVEIRA DIAS**



Prof^a. Dr^a. Gilrene Santos de Souza
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientadora)



Prof. Dr. Daniel Melo de Castro
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Documento assinado digitalmente

gov.br

GILVANDA LEAO DOS ANJOS
Data: 31/10/2023 09:10:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Gilvanda Leão dos Anjos
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

Setembro – 2023

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Descrição Botânica de <i>Acmella oleracea</i> (L.) R.K.Jansen	12
2.1.1 Classificação Botânica	12
2.1.2 Morfologia	12
2.2. Planta alimentícia não convencional (PANC)	13
2.3. Solução nutritiva Hoagland & Arnon (1950)	13
2.4. Nitrogênio	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

AGRADECIMENTOS

Agradeço infinitamente a DEUS, meu guia e meu salvador. Nas horas mais difíceis da minha vida você estava lá para me dar a força necessária que precisei para seguir meu caminho. Se cheguei até aqui é porque o SENHOR ouviu minhas orações que vinham do fundo do meu coração, me fez ir pelo caminho estreito, arduo e difícil, pois sabe que sou capaz. “Antes da sua queda, o coração do homem se envaidece, mas a humildade antecede a honra.”- Provérbios 18:12

A minha mãe JOCELIA, e ao meu pai ANTÔNIO, que sempre acreditaram em minha pessoa e no meu potencial, mesmo passando por dificuldades, essa vitória compartilho com vocês, pois sem essa ajuda jamais chegaria tão longe. A minha irmã BEATRIZ, a quem me faz sorrir. Aos meus avós e avôs que sempre entenderam o papel da educação como sendo o caminho da sabedoria e conhecimento, destaco meu avô por parte de pai, o Sr. TUNA que comprou meu primeiro laptop, assim que recebi o resultado do qual fui aprovado na lista de chamada para ingressar no ensino superior.

A minha noiva MICHELE, pelo carinho, apoio e confiança por sempre acreditar em mim, mesmo nos momentos mais difíceis que a distância pôde proporcionar. Sobretudo pelo amor que nos uniu e nos fortalece cada dia mais.

Ao professor e minha orientadora que me conduziram para o sucesso ANACLETO RANULFO DOS SANTOS e GIRLENE SANTOS DE SOUZA, sou grato pelo compromisso, dedicação e por todo conhecimento passado por vocês além da oportunidade de fazer parte do seleto grupo de pesquisa do qual são responsáveis. Ao professor JOSE FERNANDES por elogiar minhas competências me incentivando no caminho da disciplina. Ao professor MARCOS ROBERTO oportunidade de estágio e pelo empenho no ensino para com os alunos. Ao professor NIELSON MACHADO pelo compromisso com a educação e pelo esforço de mesclar os conhecimentos passados com visitas técnicas.

Sou grato aos colegas e amigos, que fizeram da minha graduação uma jornada mais leve com muitas gargalhadas e alegrias. Aos amigos REGINALDO NETO, RHUAN e GILDEON, por serem verdadeiros e pelos momentos em que passávamos a noite toda estudando. A MATEUS SANTOS, por ser mais do que um amigo, um irmão! Dividindo o mesmo teto e os mais variados tipos de

conversas. A MATEUS SOARES por ser um amigo que sempre soube da minha capacidade. Ao amigo e professor ALEX do ensino médio que me disse com ênfase “você pode ser tudo que quiser, só depende de você correr atrás”.

“Eu não aprendi lendo jornais nem lendo notícias. Eu estudei!” - Dr. Enéias Carneiro

RESUMO

Acmella oleracea (L.) R.K.Jansen, conhecida como jambu, é uma hortaliça, típica da região Norte do país, utilizada na culinária e em bebidas alcoólicas por seu sabor único e a sensação de dormência que causa na boca. No entanto, há poucos estudos sobre a planta, sendo evidenciada como uma planta alimentícia não convencional (PANC). Deste modo, alguns fatores podem afetar o crescimento do jambu, destacando-se o efeito das baixas e altas doses de nitrogênio que pode retardar alguns processos fisiológicos causando efeito nocivo para a cultura. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio no crescimento vegetativo do jambu sob condições de casa de vegetação. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) com sete repetições. Foram utilizados cinco tratamentos com diferentes doses de nitrogênio (0; 105; 210; 315 e 420 mg. L⁻¹) aplicadas através da solução proposta por Hoagland e Arnon (1950) com modificações. Aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos foi avaliado as seguintes variáveis: altura, diâmetro do caule, número de folhas, massa da matéria fresca da folha, massa da matéria seca da (folha, caule, raiz e total), índices de clorofila a, b e total. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com significância de ($p < 0,05$), em seguida foi realizado o teste de regressão polinomial, utilizando o programa estatístico computacional "SISVAR" (Ferreira, 2019). As plantas de jambu responderam à aplicação de doses crescentes de nitrogênio até certo ponto, a partir do qual, houve redução, todas as variáveis aumentaram até uma certa dose de N (entre 210 e 315 mg. L⁻¹) onde atingiram seu ponto de máximo desempenho. A dose recomendada para a produção de massa da matéria seca da folha é de 272 mg. L⁻¹ de nitrogênio.

Palavras-chave: *Acmella oleracea*, adubação nitrogenada, produção, hortaliça não convencional.

ABSTRACT

Acmella oleracea (L.) R.K.Jansen, known as jambu, is a vegetable, typical of the northern region of the country, used in cooking and alcoholic beverages for its unique flavor and the numb sensation it causes in the mouth. However, there are few studies on the plant, and it is considered an unconventional food plant (PANC). Therefore, some factors can affect jambu growth, highlighting the effect of low and high doses of nitrogen, which can slow down some physiological processes, causing a harmful effect on the crop. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of different doses of nitrogen on the vegetative growth of jambu under greenhouse conditions. The design was completely randomized (DIC) with seven replications. Five treatments were used with different doses of nitrogen (0; 105; 210; 315 and 420 mg. L⁻¹) applied through the solution proposed by Hoagland and Arnon (1950) with modifications. At 30 days after applying the treatments, the following variables were evaluated: height, stem diameter, number of leaves, fresh leaf matter mass, dry matter mass (leaf, stem, root and total), chlorophyll indices a, b and total. The data obtained were subjected to analysis of variance with significance of ($p < 0.05$), then the polynomial regression test was performed, using the statistical computer program "SISVAR" (Ferreira, 2019). The jambu plants responded to the application of increasing doses of nitrogen up to a certain point, after which, there was a reduction, all variables increased up to a certain dose of N (between 210 and 315 mg. L⁻¹) where they reached their stopping point. maximum performance. The recommended dose for mass production of leaf dry matter is 272 mg. L⁻¹ of nitrogen.

Keywords: *Acmella oleracea*, nitrogen fertilization, production, unconventional vegetable.

INTRODUÇÃO

Acmella oleracea (L.) R. K. Jansen é planta tem uma presença significativa na cultura e na culinária da região Norte do Brasil, com destaque para o Pará, onde sua demanda atinge o auge durante festividades como o Círio de Nazaré e nas comemorações de fim de ano. Além de sua popularidade na culinária, a planta é amplamente reconhecida por suas propriedades medicinais, com as folhas e flores sendo recomendadas, com base no conhecimento tradicional, para a elaboração de infusões utilizadas no tratamento de anemia, dores de dente e garganta, e também como alternativas com propriedades antibióticas e anestésicas (Borges, 2013).

O uso tradicional do jambu na gastronomia paraense é especialmente associado ao preparo do pato-no-tucupi e tacacá. Contudo, nas últimas duas décadas, houve uma expansão notável na utilização do jambu, incluindo sua combinação com arroz (conhecido como arroz paraense), sua incorporação em pizzas, bem como a aplicação na indústria cosmética, criação de saladas com folhas de jambu frescas e até mesmo sua utilização como ingrediente de pickles por descendentes de japoneses, entre outros usos (Homma, 2011).

Ainda assim, o jambu por se tratar de uma planta alimentícia não convencional (PANC), é muito pouco conhecido em outras regiões brasileiras. Mesmo assim, as plantas alimentícias não convencionais (PANCs) vêm ganhando espaço em pesquisas e estudos científicos, tendo suas propriedades funcionais identificadas e reveladas, sendo reconsiderada a sua classificação dentre a diversidade da flora brasileira, passando a serem cultivadas, assim como muitas PANCs (Saldanha, 2015 *apud* Ferreira e Marques, 2019, p. 10).

Embora o jambu tenha ampla praticidade tanto na indústria farmacêutica quanto na gastronomia, ainda existem obstáculos para superar em relação ao seu cultivo, especialmente no que diz respeito à escassez de informações sobre a disponibilidade de nutrientes, como o nitrogênio (Sampaio, 2018).

Nitrogênio possui papel fundamental na planta, este elemento faz parte do primeiro grupo de elementos essenciais junto com o enxofre. As plantas assimilam esses nutrientes via reações bioquímicas envolvendo processos de oxidação e redução, formando ligações covalentes com carbono para criação de compostos orgânicos como por exemplo os aminoácidos, ácidos nucleicos e proteínas (Taiz, 2017).

Assim, eficiência na utilização de fertilizantes está diretamente relacionada à gestão adequada do solo e às suas propriedades físico-químicas. No entanto, a acidificação do solo causada pela lixiviação de bases trocáveis e o uso excessivo de fertilizantes minerais, principalmente os de natureza amoniacal, têm contribuído para a diminuição da produtividade e qualidade das culturas, um cenário que pode ser reduzido através da aplicação de corretivos no solo (Backes, 2008).

Nos estudos de nutrição mineral de plantas, o solo constitui-se em um meio altamente complexo e interativo para que sejam analisados os efeitos de um dado nutriente. Com a escolha de meios artificiais mais simples, que permitam um melhor controle das proporções dos diversos nutrientes, começou-se a trabalhar com soluções nutritivas arejadas, contendo os macros e micronutrientes necessários ao crescimento vegetal. Nesse sentido, foi proposta por Hoagland e Arnon (1950), uma das primeiras soluções nutritivas para o cultivo de plantas.

Segundo Zago *et al.* (2008), algumas espécies, em particular, apresentam alta exigência na disponibilidade de nitrogênio. Tal fato é uma das condições responsáveis pela utilização de altas doses de fertilizantes nitrogenados ao longo do ciclo de cultivo das hortaliças folhosas.

Desse modo, é de grande relevância conhecer os fatores que influenciam no crescimento do jambu, como o nitrogênio para assim, permitir a adoção de programas de adubações com resultados favoráveis ao aumento da produtividade e conseqüentemente, da lucratividade. De acordo com o que foi demonstrado, fica destacado a precariedade de pesquisa sobre o tema. Assim, a hipótese do trabalho é de que a dose adequada de adubação nitrogenada potencializa o desempenho fisiológico do jambu, sendo assim, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio no crescimento vegetativo do jambu sob condições de casa de vegetação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Descrição Botânica de *Acmella oleracea* (L.) R.K.Jansen

2.1.1 Classificação Botânica

Filo: Plantae

Divisão: Anthophyta

Classe: Eudicotyledoneae

Ordem: Campanulales ou Synandreae

Família: Compositae

Tribo: Heliantheae

Subtribo: Ecliptinae

Gênero: *Acmella*

Espécie: *Acmella oleracea*

2.1.2 Morfologia

Acmella oleracea é uma espécie botânica que possui uma distribuição natural ampla, sendo comumente encontrada em regiões tropicais próximas à linha do Equador, abrangendo áreas nos continentes da África, Ásia e América do Sul. (Lewis, 1988 *apud* Gilbert, 2022, p. 19).

“A ausência de grandes populações selvagens indica que essa planta não é nativa do Brasil, sendo encontrada apenas em residências e adjacências em forma domesticada” (Gilbert, 2022, p. 19).

Acmella oleracea é uma planta herbácea anual, perene, de 30-40cm de altura, semiereta, ou rasteira, com caule cilíndrico, carnoso e de ramos decumbentes, geralmente sem raízes em nós. A raiz principal é pivotante, com abundantes ramificações laterais (Lorenzi e Matos, 2008 *apud* Gilbert, 2022, p. 19).

As folhas são opostas, membranáceas, pecioladas. Os pecíolos, com 30-60mm de comprimento, são achatados, com sulcos sobre a superfície, ligeiramente alados e pouco pilosos. O limbo é geralmente oval, com 53-106mm de comprimento e 40-79mm de largura, apresenta base truncada, tem pelos esparsos sobre ambas as superfícies e glândulas pilóricas (Gilbert, 2022, p. 19).

As inflorescências são isoladas, com capítulos globosos axilares e terminais de 10,5 - 23,5mm de altura e 11-17mm de diâmetro. Os pedúnculos de 3,5-12,5mm de comprimento são abracteados e ocos, de glabros a esparsamente pilosos com os aglandulados. As flores são pequenas, hermafroditas e numerosas (400 a 620),

amareladas, com áreas púrpuras separadas na pálea do cálice, visíveis em capítulos imaturos (Hind e Biggs, 2003, *apud* Gilbert, 2022, p. 19).

Plantas de jambu são propagadas por sementes, hastes enraizadas (Revilla, 2001) e por micropropagação (Malosso, 2008).

2.2 Planta alimentícia não convencional (PANC)

O termo PANC foi criado em 2008 pelo biólogo Valdely Ferreira Kinnup, e faz alusão a todas as plantas que possuem partes comestíveis e que não estão incluídas nos hábitos alimentares do cotidiano, elas podem ser de origem nativa espontânea ou cultivadas, nativas ou exóticas (Kelen, 2015 *apud* Bezerra e Brito, 2020, p. 3).

Quanto ao conceito de "não convencional", é crucial compreender que ele não se refere diretamente à própria planta; ele está vinculado à regionalidade e à cultura. Em outras palavras, dependendo da região, uma planta específica pode ou não ser definida como uma planta alimentícia não convencional. Como é o caso do umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), que na maioria das cidades do Sul é considerada uma PANC, mas, no Nordeste, é uma planta que faz parte do cardápio cotidiano (Jacob, 2020 *apud* Bezerra e Brito, 2020, p. 3).

As PANCs englobam variedades alimentares que são nativas, exóticas ou naturalizadas e não fazem parte dos hábitos alimentares comuns, muitas vezes não sendo comercializadas. Elas costumam ser consideradas como plantas silvestres ou ervas-daninhas, sendo frequentemente ignoradas e descartadas pela população. Apesar das PANCs serem desconhecidas, são uma alternativa para o consumo de vegetais, proporcionando uma alimentação mais variada, saudável e equilibrada, em que nos últimos anos vêm ganhando mais espaço pela facilidade de cultivo e pelo seu baixo custo, afinal elas podem ser encontradas em toda parte, nas ruas, quintais e jardins (Sartori, 2020).

2.3 Solução nutritiva Hoagland & Arnon (1950)

Comprovar a essencialidade de um elemento requer experimentos nos quais as plantas são cultivadas sob condições controladas, excluindo-se o elemento em estudo. Este tipo de experimento é particularmente exigente quando se trabalha com plantas cultivadas em solos complexos. No século XIX, vários cientistas notáveis, como Nicolas-Théodore de Saussure, Julius von Sachs, Jean-Baptiste-Joseph-

Dieudonné Boussingault e Wilhelm Knop, enfrentaram esse desafio cultivando plantas com raízes submersas em uma solução nutritiva contendo exclusivamente sais inorgânicos (Taiz, 2017).

Segundo Fernandes *et al.* (2018) uma solução nutritiva pode ser descrita como um sistema uniforme onde os nutrientes essenciais para as plantas estão presentes na forma iônica e em proporções específicas. No entanto, uma solução nutritiva não se limita unicamente aos elementos em suas formas iônicas, e uma análise simples não basta para desvendar os princípios subjacentes às suas composições "mágicas".

Soluções nutritivas vêm sendo amplamente usadas em estudos de fisiologia vegetal, especialmente nos relacionados aos mecanismos que coordenam o crescimento das plantas (Parker e Norvell, 1999).

De acordo com Fernandes *et al.* (2018) a composição das soluções nutritivas tem evoluído experimentalmente ao longo do tempo, apresentando variações notáveis nas concentrações dos macronutrientes, enquanto as concentrações dos micronutrientes não se alteram de forma tão acentuadas. Em documentos científicos, é frequente encontrar referência à "solução nutritiva modificada de Hoagland", que é uma formulação derivada da solução originalmente proposta por Hoagland e Arnon em 1950. Essa formulação é amplamente utilizada na pesquisa em nutrição mineral de plantas e serve como base para o desenvolvimento de diversas soluções nutritivas comerciais.

2.4. Nitrogênio

Segundo Braun *et al.* (2013), o nitrogênio é tido por muitos como o nutriente mais importante para as plantas pelo simples fato de ser requerido em maior quantidade. No entanto, já se foi evidenciado que não existe um elemento mais importante que outro; tendo em vista que a ausência de um determinado elemento pode interferir na absorção de outro. Todavia, este macronutriente desempenha funções indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento vegetal, haja vista que é constituinte principal dos nucleotídeos, aminoácidos e proteínas e essencial à vida.

Concordando com Braun *et al.* (2013), Taiz *et al.* (2017), declaram que as plantas requerem o nitrogênio em maiores quantidades do que qualquer outro mineral, seguido pelo enxofre e fósforo. Além disso, ele é um constituinte dos

componentes da clorofila, aminoácidos e ácidos nucleicos das células vegetais, desempenhando funções vitais no metabolismo da planta e na síntese de várias substâncias. Por isso, a sua deficiência inibe rapidamente o crescimento dos vegetais, apresentando sintomas de clorose nas folhas mais velhas e provocando caules lenhosos devido ao acúmulo de carboidratos não utilizados em seu metabolismo.

De acordo com Faquin (2005), o nitrogênio (N) é facilmente redistribuído nas plantas através do floema na forma de aminoácidos, sendo por este motivo considerado um nutriente de alta mobilidade nas plantas. Quando há uma deficiência no fornecimento do nutriente pelo meio, ocorre a mobilização do nitrogênio das folhas mais antigas em direção aos órgãos e folhas mais jovens. Como resultado desse processo, as plantas que carecem de nitrogênio tendem a manifestar os sintomas primeiramente nas folhas mais velhas. Ocorre degradação das proteínas nessa situação, juntamente com a redistribuição dos aminoácidos, levando ao colapso dos cloroplastos, resultando em uma diminuição no teor de clorofila. Portanto, o amarelecimento das folhas mais velhas é o primeiro sintoma de uma nutrição deficiente da planta pelo elemento.

Logo para Fernandes *et al.* (2018), um fornecimento adequado de nitrogênio (N) é necessário em todos os estágios do desenvolvimento da planta, a fim de atingir a produção máxima, devido à sua disponibilidade no solo ser reduzida e facilmente sujeita a perdas. Essas perdas ocorrem devido às principais formas de nitrogênio disponíveis para as plantas, que são o nitrato (NO_3^-) e o amônio (NH_4^+).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no período de fevereiro a abril de 2023 em ambiente protegido (casa de vegetação), localizada no campus experimental do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas, situada na região do recôncavo baiano, localizada a 140 km de Salvador, cujas coordenadas geográficas são latitude 12°40'0" S e longitude 39°06'0" W de Greenwich, com altitude de 200 m acima do nível do mar. Segundo a classificação de Köppen, apresenta clima Aw a Am, tropical quente e úmido, com temperatura média 24,5 °C e pluviosidade média anual de 1.224 mm.

As mudas de jambu foram produzidas a partir de sementes adquiridas pela internet, em bandejas de polietileno, contendo como substrato solo classificado como Latossolo vermelho-amarelo distrocoeso + húmus de minhoca na proporção 2:1 e mantidas em casa de vegetação com irrigação diária, conforme as exigências climáticas da cultura, até a data de transplantio que ocorreu 28 DAS (dias após a semeadura). Toda água utilizada para irrigação durante a condução do experimento foi proveniente da rede de estação da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa) conforme a análise apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas da água utilizada para irrigação. Água de fornecimento via empresa Embasa.

Parâmetros	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
	 meq. L ⁻¹			mg. L ⁻¹
Resultado	4,5	5,5	2,0	1,0	3,9
Método	Embrapa, 2010.				

pH = potencial hidrogênio iônico. Ca²⁺ = concentração de cálcio. Mg²⁺ = concentração de magnésio.
Na⁺ = concentração de sódio. K⁺ = concentração de potássio.

As mudas foram distribuídas em vasos de polietileno com capacidade de 3,0 dm³, preenchido com areia lavada e vermiculita na proporção 2:1, respectivamente. A reposição de água, em cada unidade experimental, foi realizada diariamente, com 200 mL de água pelo turno da manhã visando manter a umidade nos vasos. No dia seguinte ao transplantio, aplicou-se solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon (1950), com 50% da força iônica para fixação da planta ao substrato inerte e preparar a mesma para doses mais fortes de solução nutritiva, denominada de meia

força (tabela 2). A quantidade de solução nutritiva administrada em cada unidade experimental é equivalente ao volume da reposição de água. Logo se foram 7 repetições, o volume utilizado foi de 1,4L de solução nutritiva para cada tratamento sendo 200 mL por unidade experimental.

Tabela 2. Volume (mL) utilizado das soluções estoque para formar 1,4L de solução nutritiva Hoagland e Arnon (1950), com 50% de força iônica para cada tratamento.

Solução estoque	Doses de Nitrogênio (N)			
	1M	Completa	Meia força	Utilizado
	(mL)		
KH ₂ PO ₄		1	0,5	0,7
KNO ₃		5	2,5	3,5
MgSO ₄ .7H ₂ O		5	2,5	3,5
Ca (NO ₃) ₂ .4H ₂ O		2	1	1,4
Micronutrientes**		1	0,5	0,7
Ferro EDTA*		1	0,5	0,7

**Solução de micronutrientes (g/l): H₃B₃O₃ = 2,86; MnCl₂.4H₂O = 1,81; ZnCl₂ = 0,10; CuCl₂ = 0,04; H₂MoO₄.H₂O = 0,02. *Solução de Ferro-EDTA: Foram dissolvidos 26,1 g de EDTA dissódico em 286 ml de NaOH 1N + 24,9g de FeSO₄.7H₂O e aerado por uma noite.

O experimento seguiu em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com espaçamento de aproximadamente 25 cm entre vasos. Os tratamentos foram constituídos de 5 doses de nitrogênio: 0; 105; 210(controle); 315 e 420 mg. L⁻¹ de N com 7 repetições, 210 mg. L⁻¹ é dita como dose controle por compor a solução nutritiva original do autor. Cada parcela experimental foi constituída por uma planta útil, totalizando 35 unidades experimentais. Depois de 6 dias, do período de adaptação, as mudas passaram a receber a solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950), alterada em função de doses de nitrogênio, conforme a tabela 3. As aplicações ocorreram em 6, 12, 17, 20 e 24 DAT (dias após o transplântio).

Tabela 3. Volume (mL) utilizado das soluções estoque para formar 1,4L de solução nutritiva Hoagland e Arnon (1950) modificada, de acordo com os respectivos tratamentos e concentrações de nitrogênio (N).

Solução estoque	Doses de Nitrogênio (N)				
	0	105	210	315	420
1M	0	105	210	315	420
mL.....				
KH ₂ PO ₄	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
KCl	7	7	7	7	7
MgSO ₄	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
CaCl ₂	7	7	7	7	7
NH ₄ NO ₃	x	5,25	10,5	15,75	21
Micronutrientes**	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Ferro EDTA*	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

**Solução de micronutrientes (g/l): H₃B₃O₃ = 2,86; MnCl₂.4H₂O = 1,81; ZnCl₂ = 0,10; CuCl₂ = 0,04; H₂MoO₄.H₂O = 0,02. *Solução de Ferro-EDTA: Foram dissolvidos 26,1 g de EDTA dissódico em 286 ml de NaOH 1N + 24,9g de FeSO₄.7H₂O e aerado por uma noite.

Foi realizado a desfolha das plantas quatro dias após o transplante e dois dias antes da primeira aplicação da solução nutritiva. Neste caso, foi mantido um padrão de 3 pares de folhas a fim de dar uniformidade inicial ao experimento (figura 1).

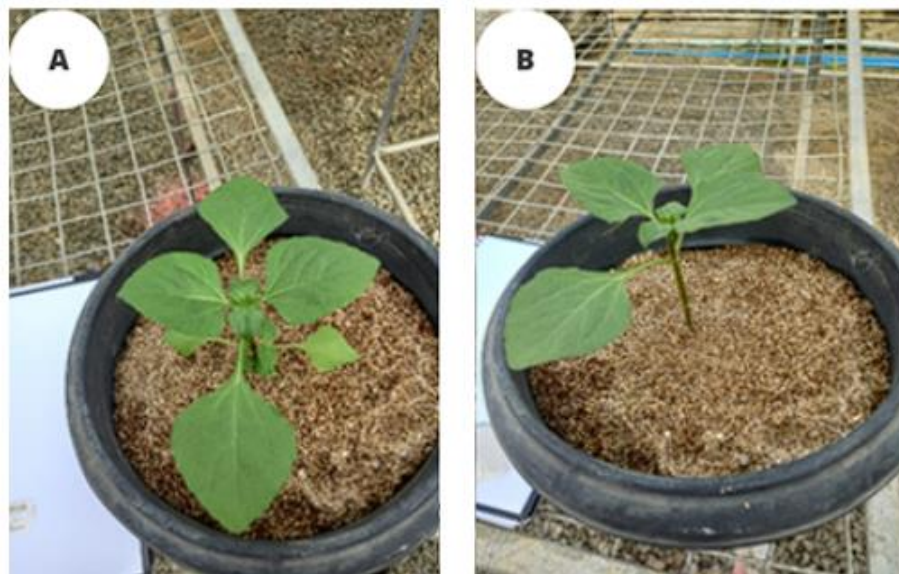


Figura 1. Planta de jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen) antes da desfolha (imagem A) e após a desfolha (imagem B) em Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2023.

Decorridos 30 dias após início da distribuição dos tratamentos foram avaliados os seguintes parâmetros de crescimento: número de folhas por planta (NF) a qual foi determinada pela contagem direta de folhas, altura (ALT) que foi determinada com o auxílio de uma fita métrica graduada em milímetros; diâmetro do caule (DC) que foi mensurado com auxílio de um paquímetro digital e índices de clorofila a (CLA), b (CLB) e total (CLT), utilizando-se medidor eletrônico de clorofila (Clorofilog Falker 1030) entre o limbo foliar do terço médio da folha evitando regiões de nervura, entre os horários das 06:00 às 08:00 h.

As plantas de jambu foram coletadas e particionadas em raiz, folha e caule, logo após a separação, as folhas coletadas por cada unidade experimental foram devidamente pesada em uma balança analítica com precisão de duas casas decimais para determinar a massa da matéria fresca das folhas (MFF).

Em seguida o material vegetal (raiz, caule e folha) foi individualmente acondicionado em sacos de papel Kraft, previamente identificados e colocados em estufa de circulação forçada de ar à $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 72 horas, até obterem massas constantes, para determinar a massa da matéria seca das folhas (MSF), dos caules (MSC) e das raízes (MSR). Com auxílio de uma balança analítica de precisão de três casa decimais, foram aferidas e anotadas o peso da MSF, MSC e da MSR. Através dos resultados obtidos com o peso das fitomassas foi calculado a massa da matéria seca total (MST).

Os dados foram submetidos à análise de variância e em função do nível de significância no teste de F para as diferentes doses de nitrogênio, procedeu-se o estudo de regressão polinomial, com uso do programa estatístico computacional "SISVAR" (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, as plantas de jambu foram influenciadas significativamente ($p < 0,05$) pelas doses de nitrogênio. Os dados se ajustaram ao modelo polinomial quadrático, ou seja, todas as variáveis aumentaram até uma certa dose de N (entre 210 e 315 mg. L^{-1}), a partir dessa dose houve uma redução dessas variáveis e as doses abaixo do exigido pela cultura limitou o crescimento.

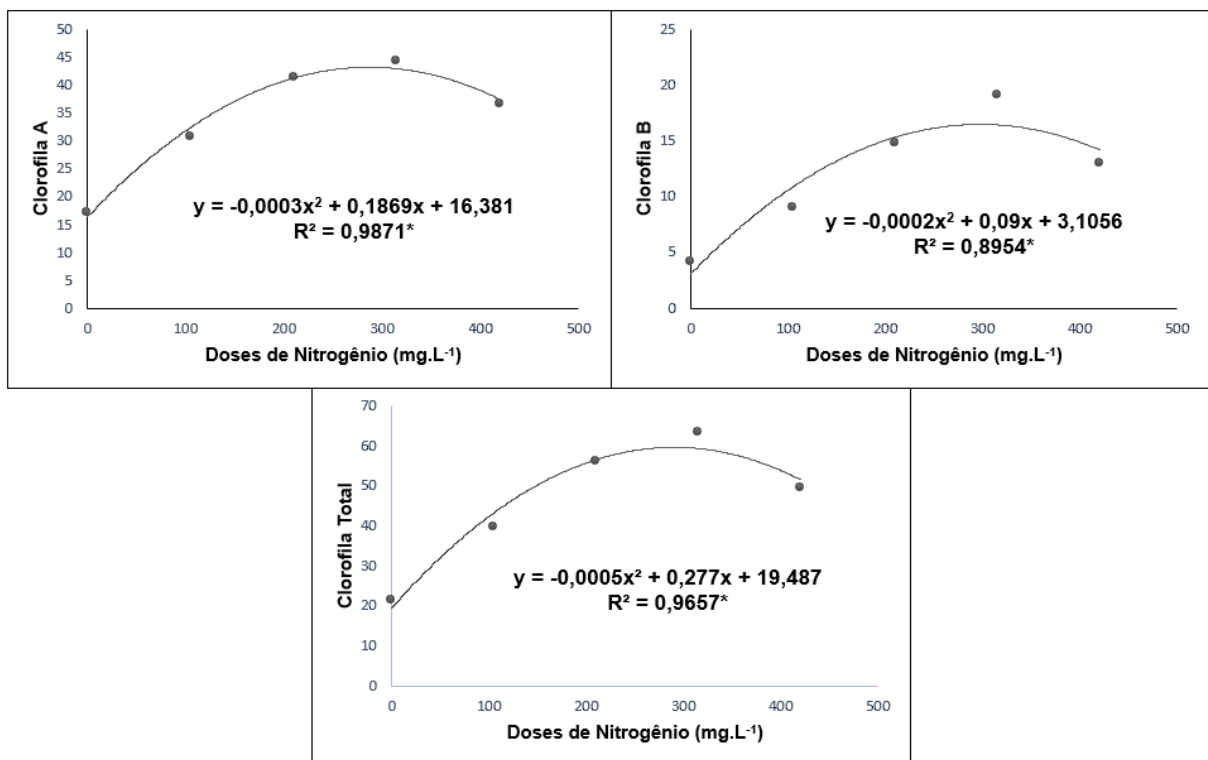


Figura 2. Índices de clorofila a, b e total de plantas de *Acemella oleracea* (L.) R. K. Jansen., submetidas a doses crescentes de nitrogênio.

** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Na figura 2 verificou-se que os índices de clorofila a, b e total observados obtiveram o melhor desempenho até certa dose de N entre 210 e 315 mg. L^{-1} onde atingiram o ponto de máximo nas devidas funções quadráticas sendo a CLA com 311 mg. L^{-1} , CLB com 300 mg. L^{-1} e a CLT com 277 mg. L^{-1} de N, desse modo, cria-se uma faixa de máximo desempenho variando de 277 a 311 mg. L^{-1} . No geral, a aplicação de doses nitrogenadas abaixo dessa faixa pode reduzir a produção de pigmentos fotossintéticos e limitar a produção de compostos de carbono pela planta.

O nitrogênio é um componente essencial para a produção das moléculas de clorofila sendo necessários 4 átomos de nitrogênio ligados a um átomo de magnésio (Streit, 2005). Doses superiores a esta faixa mostrou redução dessas variáveis. O que possibilita uma análise para o comportamento das variáveis de massa seca da planta para verificar se acima desta faixa houve incremento de carbono na planta pela fotossíntese. A maioria dos ecossistemas naturais e agrários apresenta um expressivo ganho na produtividade após serem fertilizados com nitrogênio inorgânico, atestando a importância desse elemento.

Nesse contexto, segundo Taiz *et al.* (2017) é relevante enfatizar que a concentração de clorofila apresentada nas folhas é um indicador significativo para a produção de biomassa, bem como para a avaliação do desempenho das atividades fotossintéticas e energéticas das plantas.

De acordo com Costa *et al.* (2020), a adubação nitrogenada, em conjunto com o manejo adequado do solo, resulta em um aumento significativo das concentrações de pigmentos fotossintéticos nos tecidos vegetais, conseqüentemente melhorando os aspectos desejáveis da qualidade da pós-colheita do jambu.

De acordo com Araújo (2019), o qual observou que os teores de clorofila a e b apresentaram uma curva de crescimento no decorrer do ciclo, sendo o maior teor obtido aos 54 dias para ambas mostrando um comportamento gráfico parecido com o que foi encontrado neste trabalho.

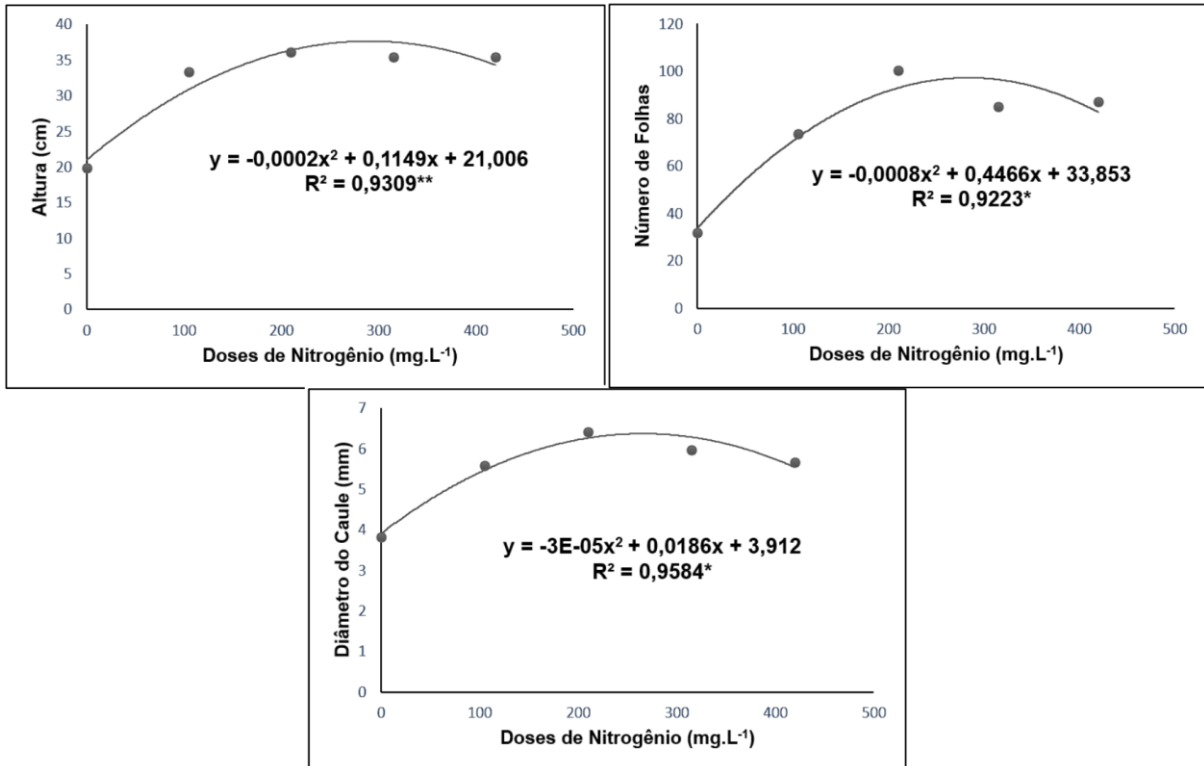


Figura 3. Altura, número de folhas e diâmetro do caule de plantas de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen., submetidas a doses de nitrogênio.

** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Ao analisar a figura 3 verifica-se que as variáveis de altura, número de folhas e diâmetro do caule foi observado que obtiveram o melhor desempenho até certa dose de N entre 210 e 315 mg. L⁻¹ onde atingiram o ponto de máximo nas devidas funções quadráticas sendo a ALT com 287 mg. L⁻¹, NF com 279 mg. L⁻¹ e a DC com 266 mg. L⁻¹ de N, desse modo, cria-se uma faixa de máximo desempenho variando de 266 a 287 mg. L⁻¹. No geral, a aplicação de doses nitrogenadas abaixo dessa faixa provocou a redução das variáveis métricas como a diminuição do porte da planta bem como gerar menos folhas pela falta de N visto que ele é um elemento essencial principalmente para os pigmentos fotossintéticos e limitou o diâmetro da planta. Doses superiores a esta faixa mostrou redução dessas variáveis.

De acordo com Borges *et al.* (2013), a adubação nitrogenada induziu a maior altura nas plantas de jambu (média de 43 cm), sendo que este resultado próximo do esperado por Lorenzi e Matos (2002) onde preconizam que o jambu atinge 30 a 40 cm de altura, isso se deve ao fato do nitrogênio estar relacionado com os tecidos de crescimento, desenvolvimento, bem como diferenciação celular, neste caso percebe-se que a presença do elemento influencia na altura.

Segundo Fernandes *et al.* (2018) o nitrogênio integra as biomoléculas essenciais das células, como aminoácidos, proteínas e nucleotídeos, bem como vários componentes celulares críticos, tais como clorofila, membranas e vários hormônios vegetais.

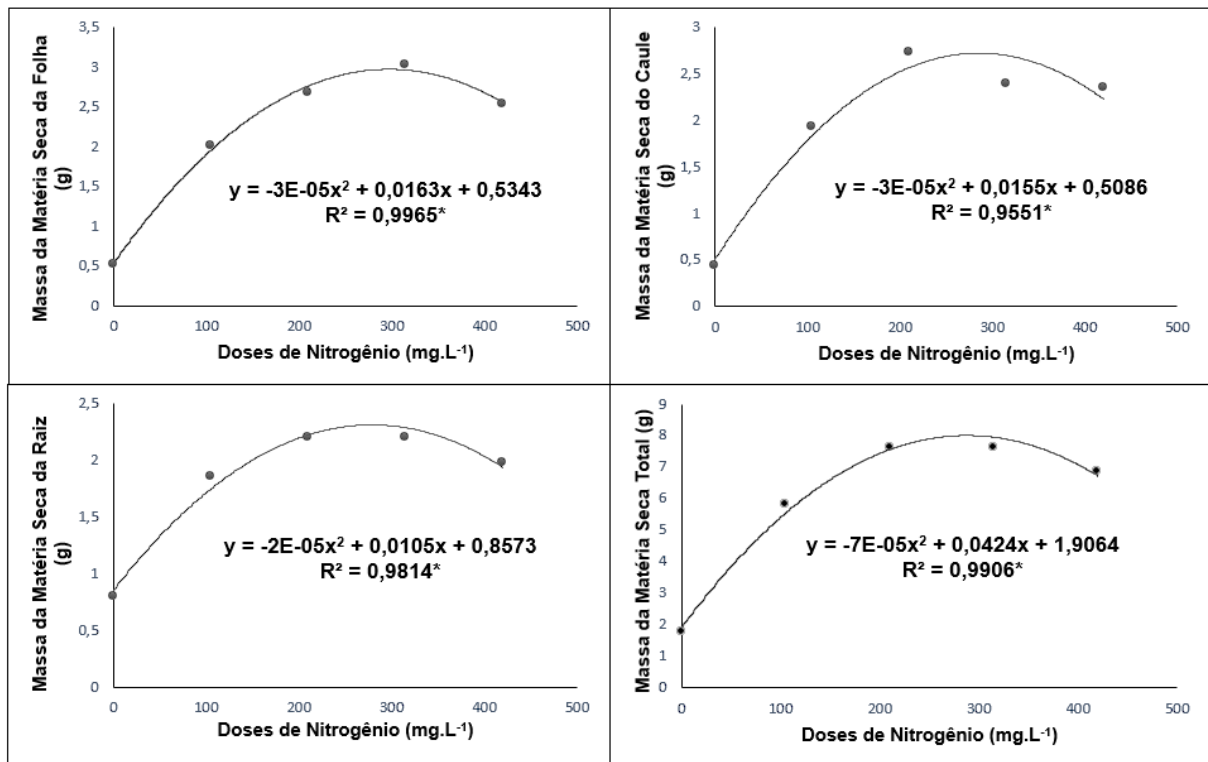


Figura 4. Massa da matéria seca das folhas, do caule, da raiz e total das plantas de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen, submetidas a doses de nitrogênio.

** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Ao analisar a figura 4 que diz respeito a massa de matéria seca da (folha, caule, raiz e total), foi observado que as variáveis obtiveram o melhor desempenho até certa dose de N entre 210 e 315 mg. L⁻¹ onde atingiram o ponto de máximo nas devidas funções quadráticas sendo a MSF com 272 mg. L⁻¹, MSC com 258 mg. L⁻¹, a MSR com 262 mg. L⁻¹ e MST com 303 mg. L⁻¹ de N, desse modo, cria-se uma faixa de máximo desempenho variando de 258 a 303 mg. L⁻¹. No geral, a aplicação de doses nitrogenadas abaixo de 258 mg. L⁻¹ pode limitar o acúmulo de fitomassa pela planta, pois em baixas concentrações desse elemento a planta pode promover deficiência nutricional bem como inibir seu crescimento. Isto aconteceu devido a exigência da planta pelo nutriente, ultrapassando a dose indicada pelo autor da

solução nutritiva que é de 210 mg. L⁻¹ de N. Doses superiores a esta faixa mostrou redução dessas variáveis.

De acordo com resultados obtidos por Evangelista e Cavalcanti (2018), em que avaliaram os aspectos de crescimento de tomateiro em função de doses de nitrogênio, constataram que a dose 300 mg. L⁻¹ de N, proporcionou maior ganho na massa da matéria seca do caule a partir de 21 DAE (dias após a emergência), quando comparada ao tratamento de 100 mg. L⁻¹ de N, revelando desta forma, que doses maiores de nitrogênio contribui na produção de fitomassa, bem como esta dose se encontra na faixa ideal para a produção de massa seca na cultura do jambu.

Evangelista e Cavalcanti (2018), notaram comportamento semelhante quando avaliaram os aspectos de crescimento do tomateiro em função de doses de N, sendo observado que na dose 300 mg. L⁻¹ de N, proporcionou maior ganho na massa da matéria seca da raiz do tomateiro após os 35 DAE, contribuindo para um aumento no sistema radicular e na fixação da planta no solo.

De acordo com Taiz *et al.* (2017) em concentrações elevadas, após a aplicação de fertilizantes, a absorção de amônio e nitrato pelas raízes pode superar a capacidade de uma planta de assimilar esses íons, resultando no acúmulo em tecidos vegetais e por consequência, sua toxicidade.

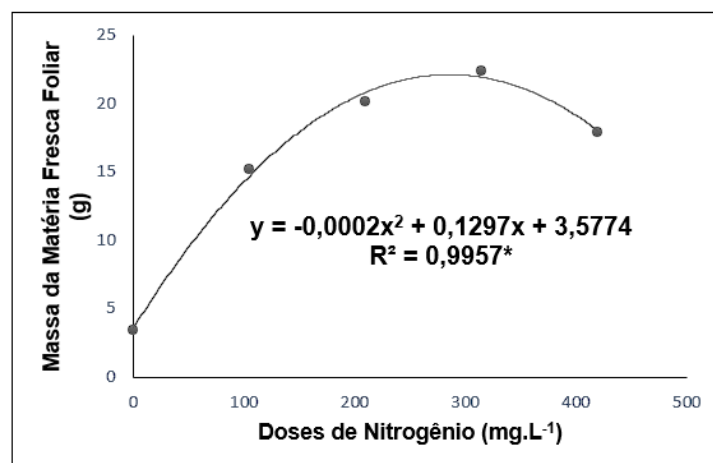


Figura 5. Massa da matéria fresca foliar (MFF) das plantas de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen., sobre efeito das diferentes doses de nitrogênio.

** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Na figura 5 a massa de matéria fresca foliar foi observada que a variável obteve o melhor desempenho até certa dose de N entre 210 e 315 mg. L⁻¹ que neste caso foi de 286 mg. L⁻¹ onde atingiu o ponto de máximo na função quadrática, desse modo, esta dose de nitrogênio possibilita a planta obter a maior produção de folha fresca propriamente utilizada para consumo humano. A aplicação de doses nitrogenadas abaixo dessa faixa pode limitar o acúmulo de fitomassa, sendo que em baixas concentrações desse elemento a planta pode inibir seu crescimento, bem como começar a translocar nitrogênio das partes mais velhas da planta para partes mais novas. Doses superiores a esta faixa mostrou redução na produção de fitomassa. Logo a maior parte da produção econômica da cultura ocorre entre as doses 210 e 315 mg. L⁻¹, estes resultados mostram a importância do elemento na produção de fitomassa para a cultura bem como sua exigência nutricional.

Borges *et al.* (2013) obtiveram resultados semelhantes ao perceber que a adubação mineral de N proporcionou para o cultivo de plantas de jambu maior biomassa, em razão do efeito do N em plantio. Rodrigues *et al.* (2014) descreveram em seu trabalho a produção da massa da matéria fresca como uma função linear crescente, no cultivo em solo, demonstrando a alta exigência de N pela cultura.

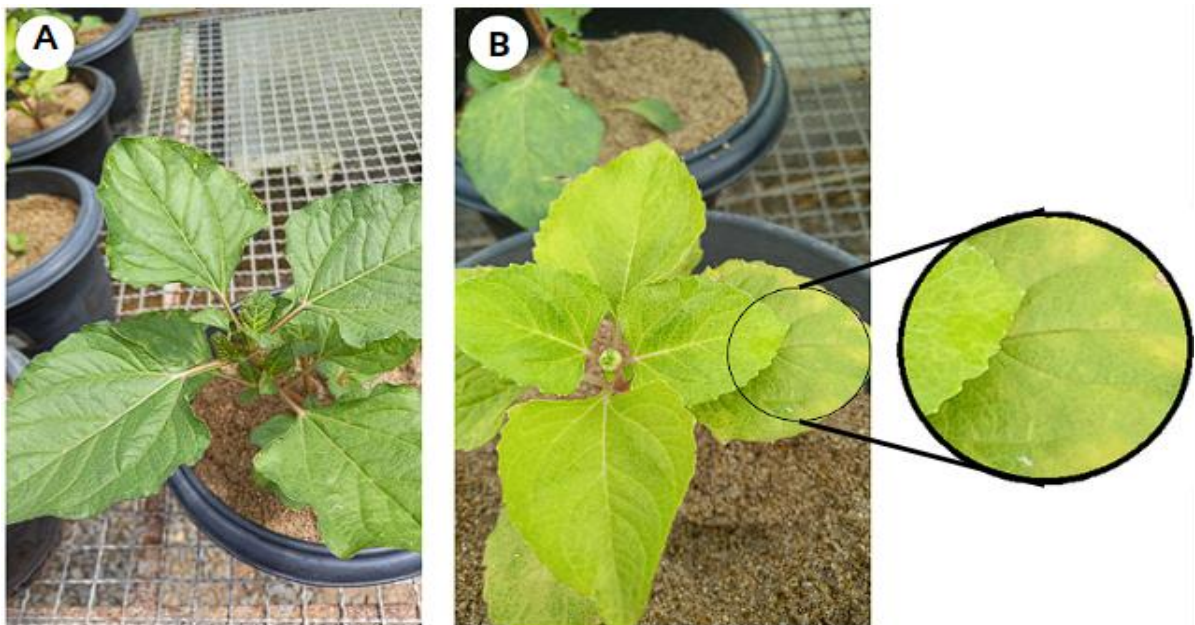


Figura 6. Planta sadia do tratamento 3 sob aplicação da dose 210 mg. L⁻¹ de nitrogênio (Imagem A) em comparação aos sintomas de deficiência de nitrogênio apresentados no tratamento 1 de omissão (Imagem B), em plantas de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen. Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A figura 6 mostra os efeitos qualitativos e visuais que foram observados, ao comparar plantas de jambu saudáveis (figura 6.A) do tratamento controle, com plantas sem aplicação de nitrogênio (figura 6.B), o que permitiu diagnosticar falta de vigor, redução de brotações nas gemas laterais, amarelecimento do limbo foliar, folhas mais novas expressando leves tons de verde enquanto que folhas mais velhas apresentam aspecto de clorose além aparecimento do botão floral precoce.

Para Taiz *et al.* (2017), em condições de deficiência acentuada de nitrogênio, ocorre a completa descoloração das folhas, adquirindo uma coloração amarela (ou castanha). No entanto, as folhas mais jovens podem não mostrar inicialmente esses sintomas, pois é possível que o nitrogênio seja mobilizado a partir das folhas mais velhas. Portanto, uma planta deficiente em nitrogênio pode ter folhas superiores verde-claras e folhas inferiores amarelas ou castanhas. Dito isto, a deficiência deste elemento rapidamente inibe o crescimento vegetal. Se essa deficiência persiste, a maioria das espécies mostra clorose (amarelecimento das folhas), sobretudo nas folhas mais velhas, próximas à base da planta.

CONCLUSÕES

O aumento das doses de nitrogênio até certo ponto promove crescimento na produção de fitomassa.

Todas as variáveis tem o seu ponto de máximo desempenho entre as doses 210 e 315 mg. L⁻¹ de nitrogênio.

A dose recomendada para a produção de massa da matéria seca da folha é de 272 mg. L⁻¹ de nitrogênio.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. M. **Marcha de absorção em plantas de jambu (*Spilanthus oleracea* L.), cultivadas em sistema hidropônico.** 2019. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/775>. Acesso em: 20/09/2023.
- BACKES, C. *et al.* **Resposta de duas cultivares de alface a diferentes doses de calcário.** Scientia Agrária Paranaensis. Paraná, v.7, n.1, S1677-4310, 2008. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v0i0.2047>.
- BEZERRA, J. A; BRITO, M. M. **Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão.** Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e369997159-e369997159, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7159>.
- BRAUN, H. *et al.* **Absorção, metabolismo e diagnóstico do estado de nitrogênio em plantas de batata.** Revista de Ciências Agrárias, Belém, v. 56, n. 3, p. 185-195, 29 mar. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.028>.
- BORGES, L. S. *et al.* **Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral.** Semina: Ciências Agrárias, p. 83-94, 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n1p83.
- COSTA, V. C. N. *et al.* **Desempenho fotossintético, crescimento, produção e qualidade pós-colheita de variedades de jambu sob calagem e fertilização nitrogenada.** 2020. 54p. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/958>. Acesso em: 18/08/2023.
- EVANGELISTA, G. O. L; CAVALCANTI, R. S. **Aspectos do crescimento de mudas de tomate (*Solanum lycopersicum*) em função de doses de nitrogênio, fósforo e potássio.** IFMG. 2018. ISSN: 2594-5726

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/Faepe, v. 183, 2005. Disponível em: <https://maiscursoslivres.com.br/cursos/7e7fab97d9eb25aea5ec128f702c2e2e.pdf>. Acesso em 07/09/2023.

FERNANDES, M. S; SOUZA, S. R; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2ª ed. Viçosa, MG: Editora SBCS, 670p. 2018. ISBN: 9788586504235.

FERREIRA, D.F. **SISVAR**: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista brasileira de biometria, [S.I.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN:1983-0823. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

FERREIRA, A. A; MARQUES, A. P. **Levantamento de plantas alimentícias não convencionais utilizadas na alimentação de galinhas e frangos caipiras em comunidade dos Municípios de Macapá e Tartarugalzinho-AP**. 2019. Disponível em: <http://repositorio.unifap.br/jspui/handle/123456789/329>. Acesso em 18/08/2023.

GILBERT, B; ALVES, L. F; FAVORETO, R. F. ***Acmella oleracea***. In: **Monografias de Plantas Medicinais Brasileiras e Aclimatadas: Volume II [online]**. Rio de Janeiro: Abifisa; Editora FIOCRUZ, 2022, pp. 17-36. ISBN: 978-65-5708-177-8. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786557081778.0003>.

HIND, N.; BIGGS, N. ***Acmella oleracea*: Compositae**. Curtis's Botanical Magazine, vol. 20, n. 01, pág. 31 – 39, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8748.00368>.

HOAGLAND, D. R; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 347p. 1950. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19500302257>.

HOMMA, A. K. O. *et al.* **Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará**. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, v. 6, n. 12, p. 125-141, 2011. Disponível em: <https://acesse.dev/EixJ1>. Acesso em: 24/10/ 2023.

JACOB, M. M. **Biodiversidade de plantas alimentícias não convencionais em uma horta comunitária com fins educativos.** DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde, v. 15, p. 44037, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12957/demetra.2020.44037>.

KELEN, M. E. B. *et al.* **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas.** Porto Alegre: UFRGS, 2015.

LEWIS, W. H. *et al.* **Mapas de distribuição geográfica de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen,** 1988.

LORENZI, H; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 396p. 2002. ISBN: 9786587655031.

LORENZI, H; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 576p. 2008. ISBN: 9788586714283.

MALOSSO, M. G; BARBOSA, E. P; NAGAO, E.O. **Micropropagação de jambu [*Acmella oleracea* (L.) RK Jansen].** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 3, pág. 91-5, 2008.

PARKER, D. R; NORVELL, W. A. **Advances in solution culture methods for plant mineral nutrition research.** In: SPARKS, D.L. (Ed.). Advances in Agronomy. New York: Academic Press, vol.65, p.151-213. 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60913-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60913-X).

REVILLA, J. **Plantas da Amazônia: Oportunidades Econômicas sustentáveis.** Manaus: INPA, 405p, 2001.

RODRIGUES, D. S. *et al.* **Influência da adubação com nitrogênio e fósforo na produção de Jambu, *Acmella oleracea* (L) RK Jansen.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 16, p. 71-76, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722014000100010>.

SALDANHA, L. J, *et al.* **PANCs: Plantas alimentícias não convencionais. Portal Nosso Futuro Roubado.** Publicado em 20/01/2015. Disponível em: <http://www.nossofuturoroubado.com.br/portal/PANCsplantas-alimenticias-naoconvencionais>. Acesso em: 14 mar. de 2023.

SAMPAIO, I. M. G. *et al.* **Pode o uso de mudas agrupadas e a maior densidade de plantio aumentar a produtividade de jambu?** Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 61, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2018.2906>.

SARTORI, V. C. *et al.* **Plantas Alimentícias Não Convencionais – PANC: resgatando a soberania alimentar e nutricional.** Caxias do Sul, RS: EducS, 2020. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-plantas-alimenticias.pdf>. Acesso em: 18/08/2023. ISBN: 9788570619921.

STREIT, Nivia Maria *et al.* **As clorofilas.** Ciência Rural, v. 35, p. 748-755, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300043>.

TAIZ, Lincoln *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Artmed Editora, 2017. ISBN: 9781605352558.

ZAGO, V. C. P. *et al.* **Influência de diferentes fontes e doses de adubos nitrogenados nos teores de n-nitrato e na produtividade de alface.** Scientia Agraria Paranaensis, p. 15-24, 2008.