



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

VIVIAN CHRISTINE NASCIMENTO COSTA

**DESEMPENHO FOTOSSINTÉTICO, CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE VARIEDADES DE JAMBU SOB CALAGEM E
FERTILIZAÇÃO NITROGENADA**

BELÉM-PA

2020

VIVIAN CHRISTINE NASCIMENTO COSTA

**DESEMPENHO FOTOSSINTÉTICO, CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE VARIEDADES DE JAMBU SOB CALAGEM E
FERTILIZAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Agronomia: área de concentração Fertilidade do solo, adubação e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior

BELÉM-PA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C837d Costa, Vivian Christine Nascimento
Desempenho fotossintético, crescimento, produção e qualidade pós-colheita de variedades de jambu sob calagem e fertilização nitrogenada / Vivian Christine Nascimento Costa. - 2020.
61 f. : il.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Agronomia (PPGA), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2020.
Orientador: Prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior
1. *Acmella oleracea*. 2. Adubação. 3. Correção do solo. I. Silva Júnior, Mário Lopes da, *orient.* II. Título

VIVIAN CHRISTINE NASCIMENTO COSTA

**DESEMPENHO FOTOSSINTÉTICO, CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE VARIEDADES DE JAMBU SOB CALAGEM E
FERTILIZAÇÃO NITROGENADA**

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

19/ 02/ 2020

Data da Aprovação

BANCA EXAMINADORA:

Mário Lopes da Silva Júnior

Prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior – Orientador- UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DA AMAZÔNIA – UFRA

Bruna Sayuri Fujiyama

Prof. Dra. Bruna Sayuri Fujiyama- UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
- UFRA

Eliziete Pereira de Souza

Prof. Dra. Eliziete Pereira de Souza- INSTITUTO FEDERAL DO PARÁ- IFPA

Leonardo Elias Ferreira

Prof. Dr. Leonardo Elias Ferreira - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
– UFRA

Dedico a Deus

Aos meus pais Claudete e Edson

Aos meus avós Domingas e Raimundo (in memoriam)

Aos meus irmãos Eduardo e Sophia

Ao meu noivo Bruno Lopes

À toda minha família e amigos, que foram essenciais na minha jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pelo meu propósito de vida, pela minha saúde, força e fé.

A minha eterna gratidão aos meus pais Claudete da Costa e Edson Lisboa, pelo apoio, amor, dedicação e suporte.

Aos meus avós Domingas e Raimundo (in memoriam), pelo amor e exemplo de vida, por fazerem parte da minha criação e sempre determinados a me ajudar.

Aos meus irmãos Eduardo e Sophia, pelo amor, carinho e alegria. Meus bebês, eu amo muito vocês!!!

Ao meu noivo Bruno Lopes que sempre me apoiou quando mais precisei obrigada pelo amor, apoio e reciprocidade.

Ao meu querido orientador professor Dr. Mario Lopes da Silva Jr. pela orientação neste trabalho, paciência, disponibilidade e apoio em todos os momentos.

Ao CNPq, pelo financiamento do projeto e concessão da bolsa de estudo.

Aos meus amigos do grupo de pesquisa Italo Marlone, Ricardo Falesi, Erika Chagas, Stefany Figueiredo, Leonel Rodrigues, Gabriel Martins, Eder Oliveira, Victor Dias, Luciane Fiel e Alyam Coelho. Foi Deus que colocou vocês no meu caminho, agradeço por todo o esforço de vocês estarem me acompanhando desde o início, abdicando muitas vezes do final de semana, mesmo na chuva ou no sol e pelos bons conselhos.

Aos meus amigos da pós-graduação Peola Reis, Daihany Callegari, Aline Noronha, Wendel Valter, Yan Nunes, Jullya Rosa, Lorena Correa, Joycilene Teixeira, José Ailton e Wagner Lopes. Pela ajuda nas minhas análises, nas minhas dúvidas e nas disciplinas. Muito obrigada pela força!

Por fim, a todos que contribuíram para a realização desse trabalho, mesmo que indiretamente.

MUITO OBRIGADA!!

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Comprimento da parte aérea (CPA) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.27
- Figura 2:** Área foliar (AF) e número de inflorescência (NI) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.28
- Figura 3:** Massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca de inflorescência (MFI) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.....29
- Figura 4:** Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da inflorescência (MSI); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.....29
- Figura 5:** Massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.30
- Figura 6:** Fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e eficiência intrínseca de uso da água (EiUA); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.32
- Figura 7:** Carbono interno (Ci) e eficiência de carboxilação (EiC); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.....33_Toc34899773
- Figura 8:** Comprimento da parte aérea (CPA) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão. 35
- Figura 9:** Área foliar (AF), número de inflorescência (NI), massa fresca da inflorescência (MFI), massa seca da inflorescência (MSI) em função de doses de nitrogênio

(0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”. As linhas verticais são desvio padrão.36

Figura 10 :Massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.....37

Figura 11: Massa fresca de raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.....37_Toc34899778

Figura 12: Fotossíntese líquida (A); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão..... 39

Figura13: Condutância estomática (gs) e transpiração (E); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão. 39

Figura 14: Carbono interno (Ci) e eficiência de carboxilação (EiC); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.....40

Figura 15: Potencial iônico de hidrogênio (pH) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.52

Figura 16: Acidez titulável (AT) e relação de sólidos solúveis e acidez (SS/AT) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.53

Figura 17: Clorofila “a” e clorofila “b” em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.....54

Figura 18: Clorofila total em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.55

Figura 19: Potencial iônico de hidrogênio (pH) e sólidos solúveis (SS) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.56

Figura 20: Acidez titulável (AT) e relação de sólidos solúveis e acidez (SS/AT) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.57

Figura 21: Clorofila “a”, clorofila “b”, clorofila total e carotenoide em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa58

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Atributos químicas e granulométricas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, antes da incubação do calcário.22
- Tabela 2:** Atributos químicas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, depois da incubação do calcário.24
- Tabela 4:** Resumo da análise de variância dos caracteres fisiológicos taxa de fotossíntese líquida ($A, \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática ($g_s, \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($C_i, \mu\text{mol mol}^{-1}$) transpiração ($E, \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação ($E_iC, \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência instantânea do uso da água (EUA, $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) e a eficiência de uso da água intrínseca (EiUA, $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) de jambu flor amarela em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.31
- Tabela 5:** Resumo da análise de variância dos caracteres avaliados comprimento da parte aérea (CPA), número de inflorescência(NI), aérea foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de inflorescência(MFI), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da inflorescência(MFI) e massa seca da raiz (MSR) de jambu flor roxa em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.34
- Tabela 6:**Resumo da análise de variância dos caracteres fisiológicos taxa de fotossíntese líquida ($A, \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática ($g_s, \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($C_i, \mu\text{mol mol}^{-1}$) transpiração ($E, \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação ($E_iC, \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência instantânea do uso da água (EUA, $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) e a eficiência de uso da água intrínseca (EiUA, $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) de jambu flor roxa em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.38
- Tabela 7:** Atributos químicas e granulométricas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, antes da incubação do calcário.48
- Tabela 8:** Atributos químicas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, depois da incubação do calcário.49
- Tabela 9:** Resumo da análise de variância dos caracteres potencial iônico de hidrogênio (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), razão sólidos soluveis e acidez (SS/AT), clorofila a (chl_a), clorofila b (chl_b), clorofila total (chl_a+b) e carotenoide de jambu flor amarela em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.52
- Tabela 10:** Resumo da análise de variância dos caracteres avaliados potencial iônico de hidrogênio (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), razão sólidos soluveis e

acidez (SS / AT), clorofila a (chla), clorofila b(chlb),clorofila total (chla+b) e carotenoide de jambu flor roxa em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019..... 55

SUMÁRIO

1- CONTEXTUALIZAÇÃO.....	15
2- RESPOSTA FISIOLÓGICA E PRODUTIVA DE VARIEDADES DE JAMBU EM FUNÇÃO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO NITROGENADA	19
RESUMO	19
ABSTRACT.....	20
2.1 - Introdução	21
2.2- Material e Métodos	22
2.3- Resultados e Discussão	26
2.4- Conclusão	40
REFERÊNCIAS.....	41
3- ALTERAÇÕES NOS PIGMENTOS FOTOSSÍNTETICOS E QUALIDADE POS-COLHEITA DE VARIEDADES DE JAMBU SUBMETIDAS A CALAGEM E DOSES DE NITROGÊNIO	45
RESUMO	45
ABSTRACT.....	46
3.1-Introdução	47
3.2- Material e Métodos	48
3.3- Resultados e Discussões.....	51
3.4- Conclusão	58
REFERÊNCIAS.....	59

RESUMO

O jambu é uma hortaliça folhosa, largamente utilizada na região Norte, tanto em pratos típicos como erva medicinal. Seu sabor é bastante peculiar, e as flores produzem uma sensação de formigamento e entorpecimento das mucosas da boca, devido a presença da substância espilantol. Nos últimos anos, a hortaliça vem conquistando espaço no mercado nacional e internacional, porém sua produção está concentrada ainda em pequenas propriedades próximas à capital paraense. Apesar de toda a sua importância, o cultivo do jambu, na região Norte necessita de pesquisas aprofundadas sobre manejo e adubação afim de aumentar sua produção e qualidade. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da calagem e da adubação nitrogenada sobre as respostas produtivas, fisiológicas e de qualidade de pós-colheita de variedades de jambu flor amarela e flor roxa. Para isso, realizou-se dois experimentos sob condições de ambiente protegido na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, no período de fevereiro a maio de 2019. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial (6 x 2), com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em seis doses de nitrogênio (0; 60; 90; 120; 150; 180 kg ha⁻¹) com e sem aplicação de calagem (0 e 70%V). Foram avaliadas as características de área foliar, massa fresca e seca, trocas gasosas, pigmentos fotossintéticos e qualidade pós-colheita. A calagem melhorou a eficiência da adubação nitrogenada nas variedades de jambu; a dose de 120 kg N /ha⁻¹ é mais indicada para produção de inflorescências em ambas as variedades de jambu; a dose estimada de 170 kg N /ha⁻¹ é mais adequada para produção de biomassa da parte aérea para jambu flor amarela e flor roxa; o uso de corretivo no solo combinado com a adubação nitrogenada promoveu aumento das trocas gasosas na variedade flor amarela, por outro lado, somente a calagem influenciou nas trocas gasosas na variedade de jambu flor roxa; a calagem combinada com as doses de nitrogênio melhorou a qualidade pós-colheita das variedades de jambu. a maior dose utilizada (180 kg ha⁻¹) reduziu os pigmentos fotossintéticos no jambu flor amarela e as doses máximas de nitrogênio na presença de calagem aumentaram os teores de pigmentos fotossintéticos em jambu flor roxa.

Palavras-chaves: *Acmella oleracea*; Correção do solo; Hortaliça.

ABSTRACT

The jambu is a leafy vegetable, widely used in the North region, both in typical dishes and medicinal herb. Its taste is quite peculiar, and the flowers produce a tingling sensation and numbness of the mouth mucous membranes, due to the presence of the spilantol substance. In the last years, the vegetable has been conquering space in the national and international market, however its production is still concentrated in small properties near the capital of Pará. Despite all its importance, the cultivation of jambu, in the North region needs in-depth research on management and fertilization in order to increase its production and quality. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effects of liming and nitrogen fertilization on the productive, physiological and post-harvest quality responses of yellow-flowered and purple-flowered jambu varieties. For this purpose, two experiments were carried out under protected environment conditions at the Federal Rural University of the Amazon - UFRA, from February to May 2019. The experiment was conducted in randomized blocks, in factorial scheme (6 x 2), with five repetitions. The treatments consisted of six doses of nitrogen (0; 60; 90; 120; 150; 180 kg ha⁻¹) with and without liming application (0 and 70% V). The characteristics of foliar area, fresh and dry mater, gas exchange, photosynthetic pigments and post-harvest quality were evaluated. Liming improved the efficiency of nitrogen fertilization in the jambu varieties; the dose of 120 kg N /ha⁻¹ is more suitable for the production of inflorescences in both jambu varieties; the estimated dose of 170 kg N /ha⁻¹ is more suitable for the production of biomass from the aerial part for yellow and purple flower jambu; the use of a soil improver combined with nitrogen fertilization promoted an increase in gas exchange in the yellow flower variety; on the other hand, only liming influenced gas exchange in the purple flower variety; liming combined with nitrogen doses improved the post-harvest quality of the jambu varieties. The higher dose used (180 kg ha⁻¹) reduced the photosynthetic pigments in the yellow-flowered jambu and the maximum nitrogen doses in the presence of liming increased the contents of photosynthetic pigments in purple-flowered jambu.

Keywords: *Acmella oleracea*; Soil correction; Vegetable.

1- CONTEXTUALIZAÇÃO

O jambu *Acmella oleracea* é uma hortaliça, largamente consumida na região Norte, tanto em pratos típicos como erva medicinal. Possui um sabor peculiar, e as flores produzem uma sensação de formigamento e entorpecimento das mucosas da boca, devido a presença da substância espilantol (Borges et al. 2013, 2014). Trata-se de uma espécie muito importante como fonte de renda para alguns agricultores familiares dos municípios da região Norte, pois é considerada uma planta de múltiplo uso (medicinal, condimentar e ornamental), além de ter uma alta produtividade por hectare, reunindo elementos essenciais para formação de um sistema sustentável (GUSMÃO et al., 2009).

Na região norte o cultivo do jambu é caracterizado majoritariamente pela agricultura familiar, que é responsável por abastecer o mercado local. A espécie ocupa uma pequena parcela das áreas de cultivo. A forma de cultivo caracteriza-se por ser em canteiros, podendo ser conduzido de forma orgânica, convencional ou em hidroponia (GUSMÃO ; GUSMÃO, 2013).

O genótipo mais cultivado apresenta folhas verde-claro com flores amarelas, mais existe também o jambu roxinho, cujas folhas apresentam um verde mais intenso, possuem ramos de cor roxa e as inflorescências com um halo também de cor arroxeada (GUSMÃO et al., 2013).

Atualmente, a hortaliça conquistou mercados nacionais e internacionais, porém sua produção ainda está concentrada em pequenas propriedades próximas à capital paraense, principalmente, nos municípios de Santo Antônio do Tauá, Santa Izabel e Ananindeua. Por ser quase que exclusivamente produzida em pequenas propriedades, a produção do vegetal no estado não está contabilizada nos dados oficiais, mas estima-se que 240 mil maços de jambu sejam consumidos só no almoço do Círio (EMBRAPA, 2018).

O aumento de patenteamento para novos produtos no exterior e uso na gastronomia nacional e internacional estão transformando o jambu em uma hortaliça promissora Borges, et al. (2014). Esse sucesso do jambu constitui exemplo de uma produção e consumo invisíveis, que, apesar da sua importância, não constam nas estatísticas oficiais. A expansão do cultivo do jambu mostra a importância que se deve dar para os recursos da biodiversidade à proporção que são domesticados e aqueles que já são cultivados em consonância com o crescimento do mercado, (HOMMA, 2014). Devido a esse fato, estima-se o aumento da produtividade dessa cultura nos próximos anos, o manejo nutricional adequado para o jambu, contribui com melhores rendimentos aos produtores, gerando impactos positivos para a

economia, e isto, contribui com o desenvolvimento, enriquecimento cultural e econômico da região Amazônica.

Estudos com fertilização no jambu (BORGES et al., 2013, 2014; OLIVEIRA et al.; 2006) observaram resposta positivas a adubação nitrogenada, indicando a grande exigência desse nutriente no rendimento da cultura.

O nitrogênio (N) é responsável pela formação da clorofila e está envolvido diretamente no processo de fotossíntese, sendo também um componente na formação de vitaminas e compostos energéticos na planta (NOVAIS et al., 2007; TAIZ et al, 2017). A deficiência de N pode gerar menor produção de clorofila que irá ocasionar mudanças nos cloroplastos, afetando a fotossíntese, influenciando diretamente no crescimento vegetativo, desempenho reprodutivo e qualitativo dos vegetais, Malavolta (2006). Geralmente, o N é o nutriente mineral mais exigido pelas hortaliças folhosas, responsável pela manutenção da produtividade e qualidades destas espécies (FILGUEIRA, 2013).

Entre as práticas de cultivo, a nutrição mineral dos vegetais apresenta importância fundamental, proporcionando aumento da produtividade e influenciando a qualidade dos produtos. O equilíbrio dos macros e micronutrientes é um dos fatores de maior influência nas características sensoriais e nutritivas, na resistência ao transporte e ao armazenamento dos produtos hortícolas, porque esses elementos regulam os processos fisiológicos e bioquímicos dos tecidos vegetais. (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Não somente a adubação afeta a produção e qualidade das culturas hortícolas, mas condições edáficas, como acidez do solo, afetam a eficiência deste manejo. Em geral, a acidez do solo ocorre devido à lixiviação de bases trocáveis, ação do Al^{+3} trocável e de alguns fertilizantes minerais, principalmente amoniacais, problema este que pode ser solucionado mediante o uso de corretivos (BACKES et. al, 2008).

A calagem melhora o status de cálcio (Ca^{+2}) dos solos e o cálcio ameniza os efeitos tóxicos do alumínio no crescimento radicular. Os efeitos gerais deste insumo nas propriedades do solo inclui aumento do pH, saturação de Ca^{+2} e Mg^{+2} para uso das plantas, melhor infiltração da água, melhor absorção dos principais nutrientes das plantas (nitrogênio, fósforo, potássio) e a neutralização de concentrações tóxicas de alumínio em solos ácidos (OATES, 2008).

Apesar do exposto, poucos são os trabalhos que visam relacionar a nutrição mineral e a fertilização do jambu com aumento dos seus componentes produtivos e qualitativos, o que induz os agricultores a utilizarem recomendações gerais de culturas folhosas. Sendo assim, a hipótese do trabalho é que a calagem com a adubação nitrogenada melhora o crescimento,

produção, parâmetros fisiológicos e qualidade pós-colheita do jambu. E tem como objetivo avaliar os efeitos da calagem e da adubação nitrogenada sobre as respostas produtivas, fisiológicas e de qualidade de pós-colheita de variedades de jambu flor amarela e flor roxa.

REFERÊNCIAS

BACKES, C.; LUDWIG, F.; JUNIOR, E. R. D.; CASA, J.; BOAS, R. L. V. Resposta de duas cultivares de alface a diferentes doses de calcário; **Scientia Agrária Paranaensis**. Paraná, v.7, n.1, S1677-4310, 2008.

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: Ciência Agrária**, v. 34, n. 1, p. 83- 94,2013.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa Amazônia Oriental). **Embrapa no Círio – Jambu: A hortaliça produz dormência nos lábios deixada pelas flores da planta**. Belém – PA, 2018.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2013. 421 p.

GUSMÃO S. A. L.; GUSMÃO M. T. A.; SILVESTRE W. V. D.; LOPES P. R. A. caracterização do cultivo de Jambu nas áreas produtoras que abastecem a grande Belém. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49, 2009, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia: CBO, 2009. Versão eletrônica.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L. **Jambu da Amazônia *Acmella oleracea* [(L.) R. K. Jansen]: Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 135p. 2013.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 468 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (eds.). 2007.**Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 1017 p

OATES, J. A. H. **Cal e calcário: Química e Tecnologia, Produção e Usos**. Chichester, Reino Unido: John Wiley and Sons Ltd, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR AC; FAQUIN V; PINTO JEBP. Efeitos de calagem e adubação no crescimento e nutrição de arnica. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 347-351, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

2- RESPOSTA FISIOLÓGICA E PRODUTIVA DE VARIEDADES DE JAMBU EM FUNÇÃO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO

O jambu é uma espécie herbácea pertencente à família Asteraceae tendo seu centro de origem na região Amazônica. É uma hortaliça típica da região Norte, principalmente do Estado do Pará. Apesar da grande aplicabilidade do jambu na indústria farmacêutica e na gastronomia, a espécie ainda enfrenta desafios em relação a seu cultivo, principalmente no que se refere à disponibilidade de informações fitotécnicas que o tornem eficiente. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da calagem e da adubação nitrogenada sobre o crescimento, produção e trocas gasosas de variedades de jambu. Foram conduzidos dois experimentos na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, no período de fevereiro a maio de 2019. Os experimentos foram em blocos casualizados em esquema fatorial com cinco repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de doses de calagem (0 e 70%V) e seis doses de N (0, 60,90,120,150 e180 kg N ha⁻¹). As variáveis analisadas foram de crescimento (CPA, NI, AF); produção (MFPA, MFI, MFR, MSPA, MSI e MSR) e trocas gasosas (*A*, *gs*, *E*, *Ci*, *EiC* e *EiUA*). Concluiu-se que a calagem melhorou a eficiência da adubação nitrogenada nas variedades de jambu; a dose de 120 kg N /ha⁻¹ é mais indicada para produção de inflorescências em ambas a variedades de jambu; a dose estimada de 170 kg N /ha⁻¹ é mais adequada para produção de biomassa da parte aérea para jambu flor amarela e flor roxa; o uso de corretivo no solo combinado com a adubação nitrogenada promoveu aumento das trocas gasosas na variedade flor amarela, por outro lado, somente a calagem influenciou nas trocas gasosas na variedade de jambu flor roxa.

Palavras-Chaves: *Acmella oleracea*; Produção; Trocas gasosas.

ABSTRACT

The jambu is a herbaceous species belonging to the Asteraceae family having its center of origin in the Amazon region. It is a typical vegetable from the North region, mainly from the State of Pará. Despite the great applicability of jambu in the pharmaceutical industry and gastronomy, the species still faces challenges in relation to its cultivation, especially with regard to the availability of phytotechnical information to make it efficient. Thus, the objective of the work was to evaluate the effects of liming and nitrogen fertilization on the growth, production and gas exchange of jambu varieties. Two experiments were conducted at the Federal Rural University of the Amazon - UFRA., from February to May 2019. The experiments were conducted in randomized blocks in a factorial scheme with five repetitions. The treatments consisted of a combination of liming doses (0 and 70%V) and six doses of N (0, 60, 90, 120, 150 and 180 kg N ha⁻¹). The variables analyzed were growth (CPA, NI, AF); production (MFPA, MFI, MFR, MSPA, MSI and MSR) and gas exchange (*A*, *g_s*, *E*, *C_i*, *E_iC* and *E_iUA*). It was concluded that liming improved the efficiency of nitrogen fertilisation in the jambu varieties; the dose of 120 kg N /ha⁻¹ is more suitable for the production of inflorescences in both jambu varieties; the estimated dose of 170 kg N /ha⁻¹ is more suitable for the production of biomass from the aerial part for yellow-flowered and purple-flowered jambu; the use of a soil improver combined with nitrogen fertilization promoted increased gas exchange in the yellow flower variety, on the other hand, only liming influenced gas exchange in the purple flower variety jambu.

Keywords: *Acmella oleracea*; Production; Gas exchanges.

2.1 - Introdução

O jambu é uma espécie herbácea pertencente à família Asteraceae tendo seu centro de origem na região Amazônica. É uma hortaliça típica da região Norte, principalmente no Pará, onde é consumido em grande escala nos pratos típicos, como o pato no tucupi, tacacá, arroz com jambu, pizza, e nas bebidas alcoólicas, como a cachaça e o licor de jambu. Além disso, o jambu tem em sua composição, algo em torno de 0,7 % de óleo essencial (Lorenzi et al., 2002). O óleo essencial contém um elevado índice de espilantol, e tem despertado o interesse do mercado.

No entanto, apesar da grande aplicabilidade do jambu na indústria farmacêutica e na gastronomia, ainda se enfrenta alguns desafios em relação a seu cultivo, principalmente no que se refere à disponibilidade de informações sobre o fornecimento de nutrientes como o nitrogênio a também aplicação da calagem (Sampaio et al., 2018). Isso porque o desempenho agrônômico de uma espécie está relacionado a sua adaptação ao local de cultivo e às práticas de manejo adotadas em sua produção, como adubação e calagem (MENEZES JÚNIOR; VIEIRA NETO, 2012).

O nitrogênio (N) é o nutriente que mais contribuem para o metabolismo fisiológico das plantas e está relacionado diretamente na formação de proteínas e pigmentos como a clorofila (TAIZ et al., 2017). Em geral, tanto o rendimento como a qualidade de hortaliças folhosas dependem do suprimento adequado de nitrogênio (FILGUEIRA, 2013).

A eficiência do uso de fertilizantes depende do manejo adequado do solo, e das características físico-químicas. Contudo, a acidificação do solo devido à lixiviação de bases trocáveis e a uso de fertilizantes minerais em excesso, principalmente amoniacais, tem contribuído para a redução na produtividade e qualidade das culturas, o que pode ser amenizado com o uso de corretivos de solo (BACKES, 2008).

Neste sentido, o uso da calagem como prática para correção da acidez do solo tem sido amplamente explorado, devido as respostas positivas tanto na melhoria dos atributos do solo (RODRIGHERO et al., 2015), bem como, na eficiência da utilização de fertilizantes e água (RAIJ, 2011). Entre os principais benefícios da calagem, destaca-se elevação do pH, aumento nos teores de cálcio e magnésio, neutralização do alumínio tóxico do solo, e elevação da absorção de nitrogênio, fósforo e potássio (CARDOSO et al., 2014; VICTORIA et al., 2019).

Desse modo, é importante conhecer os fatores limitantes à produção de jambu e permitir a adoção de programas de adubações e calagem com resultados favoráveis ao aumento da produtividade e, conseqüentemente, da lucratividade. De acordo com o exposto, fica evidente a carência de pesquisa sobre essa temática. Assim, a hipótese do trabalho é de

que a calagem em função da adubação nitrogenada melhora as variáveis de crescimento, produção e trocas gasosas nas variedades de jambu e o objetivo foi avaliar a adubação nitrogenada e a calagem sobre o crescimento, produção e trocas gasosas de variedades de jambu flor amarela e flor roxa.

2.2- Material e Métodos

Localização e caracterização da área experimental

Foram conduzidos dois experimentos sob condições de casa de vegetação com laterais teladas e telhado de vidro localizada na Área de Ciência do Solo (ACS), do Instituto de Ciências Agrárias – ICA, da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, no período de fevereiro a maio de 2019. As coordenadas geográficas, são 48° 26' 14'' W e 1° 27' 22'' S, com 6,37 m de altitude. A classificação do clima é Af segundo Köppen e Geiger, a média da temperatura é de 26,8°C e a pluviosidade média anual de 2537 mm (ALVARES et.al, 2013).

No decorrer do experimento a temperatura e umidade foram mensuradas diariamente por meio do termo-higrômetro instalado na casa de vegetação. Os valores médios de temperatura máxima e mínima foram de 35,3°C e 27,5°C, respectivamente e a umidade média foi de 77,1%.

O solo utilizado nos experimentos, localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia, estado do Pará, município de Belém, foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade e classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura arenosa (EMBRAPA, 2013). Logo após, o solo foi secado ao ar, destorroado, crivado em uma peneira de 4 mm e homogeneizado. Em seguida, coletou-se uma amostra composta para efetuar a análise química e granulométrica, (Tabela 1).

Tabela 1: Atributos químicos e granulométricos do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, antes da incubação do calcário.

pH		P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	(H+Al)	SB
H ₂ O	KCl	mg dm ³		cmolc dm ⁻³				
5	3,8	18	39	2,5	0,4	1,5	6,1	3
t	T	V	m	C _{org.}	M.O	Areia	Argila	Silte
cmolc dm ⁻³		%		g/kg				
4,5	9,11	32,93	33,3	18,7	32,2	855,52	76,79	67,67

Fonte: Laboratório de análises de solos- UFRA,2019.

A fertilidade do solo foi determinada pelo pH, Al^{+3} , H+Al , Ca^{+2} , Mg^{+2} , P disponível e K^{+} e a textura foi realizada em amostras com estrutura deformada, utilizando o método da pipeta com uso do NaOH (1M) como dispersante químico e agitação por 16 horas seguindo a metodologia da Embrapa (EMBRAPA, 2013).

Tratamentos e Delineamento experimental

Experimento I – Jambu Flor amarela

O primeiro experimento foi realizado em blocos casualizados em esquema fatorial (6 x 2), com cinco repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de seis doses de N (0; 60; 90; 120; 150 e 180 kg ha^{-1}) com e sem calagem (0 e 70% V), utilizando duas plantas de jambu da variedade flor amarela por vaso de cinco litros

Experimento II – Jambu Flor roxa

O segundo experimento também foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial (6 x 2), com cinco repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de seis doses de N (0; 60; 90; 120; 150 e 180 kg ha^{-1} de N) com e sem aplicação de calagem (0 e 70% V), utilizando duas plantas de jambu da variedade flor roxa por vaso de cinco litros.

A aplicação de N foi dividida em três vezes com intervalos de quinze dias após o transplantio correspondendo a 20%, 40%,40% da dose total de N. Utilizou-se para fornecimento do N ureia p.a por meio de uma solução nutritiva à um molar. Todas as adubações foram de acordo com a recomendação da Embrapa (CRAVO et.al 2007).

As doses de calcário foram calculadas de acordo com o critério de saturação por bases estipulado para 5 mg dm^3 de solo, obtidas pela expressão seguinte, de acordo com (CRAVO et.al 2007).

$$\text{NC} = \frac{(\text{V2} - \text{V1}) \times \text{T}}{\text{PRNT}}$$

Em que:

NC: Necessidade de calagem (t ha^{-1}); V2: Saturação de bases desejada (%); VI: Saturação de bases atual do solo (%); T: Capacidade de troca de cátions pH 7,0 (CTC) (cmol dm^{-3});

PRNT: Poder relativo de neutralização total.

Utilizou-se calcário dolomítico (CaCO_3 . MgCO_3) com PRNT igual a 91%, contendo 32% de CaO e 15% de MgO.

Tabela 2: Atributos químicos do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, depois da incubação do calcário.

pH		P	K	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	t	T	V	m
H ₂ O	KCl	mg dm ³		-----cmolc dm ⁻³ -----								
5,5	5,2	44	78	3,1	1,9	0,2	2,89	5,9	5,4	8,08	64,28	3,7

Fonte: Laboratório de análises de solos- UFRA, 2019.

Preparo do solo

A calagem foi realizada 35 dias antes do transplante. A quantidade determinada de calcário foi misturada ao solo em sacos plásticos com capacidade de 10 litros, no qual foi homogeneizado em intervalos semanais. Para a incorporação do calcário os sacos foram umedecidos até aproximadamente 80% da capacidade de campo (Brasil, 1992). Para o controle da umidade, os sacos foram pesados diariamente em uma balança com capacidade para 15kg e precisão de 0,1g (0,001%) e reumidecidos quando necessário com água destilada.

Implantação e condução das plantas

Os genótipos de jambu flor amarela e flor roxa, foram obtidos no banco de germoplasma ativo na área da horta vinculada ao Instituto de Ciências Agrárias (ICA) cujas as coordenadas são 01°27'19''S e 48°26'20''O.

A semeadura do jambu foi realizada em bandejas de poliestireno expandido para 128 células, utilizando-se os húmus peneirado como substrato. Foram semeadas dez sementes por célula, com a finalidade de garantir, no momento do transplante, duas plântulas por célula. A bandeja contendo as mudas foi acondicionada em bancada de sistema de fluxo laminar. As mudas dos dois ensaios foram transplantadas 20 dias após semeadura.

O manejo de irrigação foi realizado pelo método de pesagens diárias do conjunto vaso (V) + solo úmido (U) + planta (P), as irrigações foram efetivadas quando o peso do conjunto era inferior a 80 % da capacidade de campo. O volume faltante era completado com água destilada. Para corrigir o peso dos vasos devido ao aumento de matéria fresca, foi acrescentado ao peso de cada vaso o peso médio de duas plantas retiradas de cada tratamento aos 25, 35 e 45 dias após o transplante das mudas de acordo com Pereira, et. al (2003). Foram considerados dois vasos por tratamento para a mensuração do peso.

Parâmetros de Crescimento

A colheita foi realizada com 55 dias após semeadura em ambos os experimentos, momento que foram analisadas as seguintes variáveis:

-**Área foliar total** (AF; $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$): Foi determinada com o uso de um integrador de área foliar (LI-COR, LI 3000);

-**Comprimento da parte aérea** (CPA; cm): foi determinada com auxílio de uma trena, medindo se a planta do colo até o ápice;

-**Número de inflorescência** (NI; und por planta⁻¹): foi obtido através da contagem de inflorescência de cada unidade experimental.

Parâmetros de Produção

- **Massa fresca da parte aérea** (MFPA; g planta^{-1}); foi determinada pela pesagem em balança digital, da parte aérea das plantas;

-**Massa seca da parte aérea** (MSPA; g planta^{-1}); foi determinada pelo peso da biomassa da parte aérea seca em estufa de circulação forçada a 65 °C;

-**Massa fresca da Inflorescência** (MFI; g planta^{-1}); foi mensurada pela pesagem das inflorescências em balança digital;

-**Massa seca de inflorescência** (MSI; g planta^{-1}); foi determinada pelo peso da biomassa da inflorescência seca em estufa de circulação forçada a 65 °C;

-**Massa fresca do sistema radicular** (MFR; g planta^{-1}): foi determinada pela pesagem em balança digital, das raízes das plantas;

-**Massa seca do sistema radicular** (MSR; g planta^{-1}) foi determinada pelo peso da biomassa da raiz seca em estufa de circulação forçada a 65 °C;

Parâmetros Fisiológicos

Um dia antes da colheita realizou-se análise de trocas gasosas nas plantas. As avaliações foram realizadas pela manhã, entre 9:00 e 11:00 h. Avaliou-se a taxa de fotossíntese líquida (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol mol}^{-1}$) transpiração (E , $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação (E_iC , $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$), obtida pela razão entre A e C_i , eficiência instantânea do uso da água (EUA , $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), obtida pela razão entre A e E e a eficiências de uso da água intrínseca ($EiUA$, $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), obtida pela razão entre A e g_s . A fotossíntese, concentração interna de CO_2 , condutância e transpiração foram obtidas por meio de um analisador de gases infravermelho portátil (IRGA, modelo LI 6400XT, da marca LICOR®).

Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para a normalidade a partir da análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) em cada experimento. Quando significativa foi realizada análise de regressão. De acordo com a equação quadrática da análise de regressão foi calculada a máxima eficiência técnica das variáveis em função das doses de nitrogênio. Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SISVAR versão 5.7 (FERREIRA, 2011).

2.3- Resultados e Discussão

Ensaio experimental I- flor amarela

Crescimento e produção

De acordo com a análise de variância, os fatores doses de nitrogênio e calagem obtiveram influenciaram todas as variáveis analisadas para crescimento e produção, ao nível de 5% de significância para o genótipo de jambu flor amarela (Tabela 3).

Tabela 3: Resumo da análise de variância dos caracteres avaliados comprimento da parte aérea (CPA), número de inflorescência (NI), aérea foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de inflorescência (MFI), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da inflorescência (MSI) e massa seca da raiz (MSR) de jambu flor amarela em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.

Quadrado Médio										
FV	GL	CPA	NI	AF	MFPA	MFI	MFR	MSPA	MSI	MSR
Bloco	4	3,043 ^{ns}	25,27*	130430,338*	280,47*	32,91 ^{ns}	6,027 ^{ns}	6,007*	1,28*	0,811**
(D)	5	59,91**	346,29**	774637,36**	2220,18**	369,69**	146,59**	20,84**	9,95**	3,27**
(C)	1	125,28**	2269,35**	5516796,81**	15804,45**	1997,63**	1693,25**	159,77**	37,58**	16,44**
D X C	5	9,05*	87,87**	203604,19**	704,58**	108,50**	95,75**	5,35*	2,2**	0,92**
Erro	44	2,82	8,97	34532,64	112,439	18,26	3,986	1,24	0,43	0,13
CV	-	8,66	18,59	21,45	24,06	26,81	17,55	24,54	28,16	21,26

FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; * - significativo a 5% e ** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.(C) calagem e (D) dose.

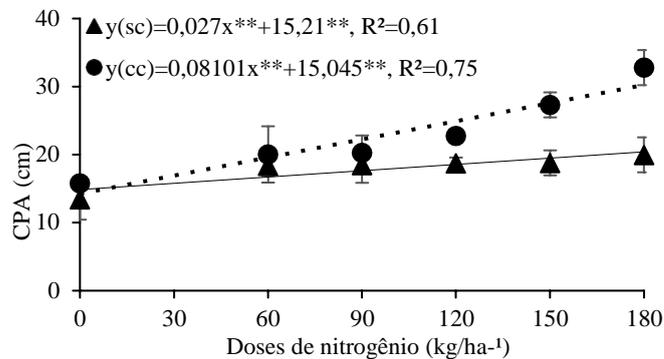
A resposta do comprimento da parte aérea (CPA) das plantas em função das doses de nitrogênio com e sem aplicação de calagem ajustaram-se ao modelo de regressão linear. Na presença da aplicação de calcário, observou-se que o valor máximo do CPA foi de 32,8 cm, enquanto que em solos sem calagem a média foi de 19,96 cm, indicando um aumento de aproximadamente 64% (Figura 1).

Com esses resultados percebe-se que a adubação nitrogenada influenciou positivamente no crescimento de plantas de jambu flor amarela. Carvalho et al. (2012),

observaram efeito linear quando aumentaram a dose de N na altura de plantas de rúcula. E Borges et al. (2014), em trabalho com variedades de jambu obteve média de 37,6 cm de altura na variedade flor amarela com adubação mineral de 445 kg/ha⁻¹ de N. Estes resultados corroboram com os desse trabalho.

Neste experimento a correção do solo possibilitou o máximo valor de CPA das plantas, em razão a maior disponibilidade de nutrientes essenciais na solução do solo. De acordo com (Reis e.al, 2006; Engels, 2012), plantas bem supridas de nitrogênio e magnésio apresentam maior crescimento devido a estes elementos serem constituintes da molécula de clorofila, e isto contribui com o aumento da produção de fotoassimilados, sendo que os processos que otimizam a síntese de fotoassimilados regula o crescimento . Além disso, o cálcio é o elemento-chave necessário para o crescimento das plantas, pois desempenha um papel na sinalização celular através da regulação de alterações em sua concentração citoplasmática (ATKINSON, 2014).

Figura 1: Comprimento da parte aérea (CPA) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.



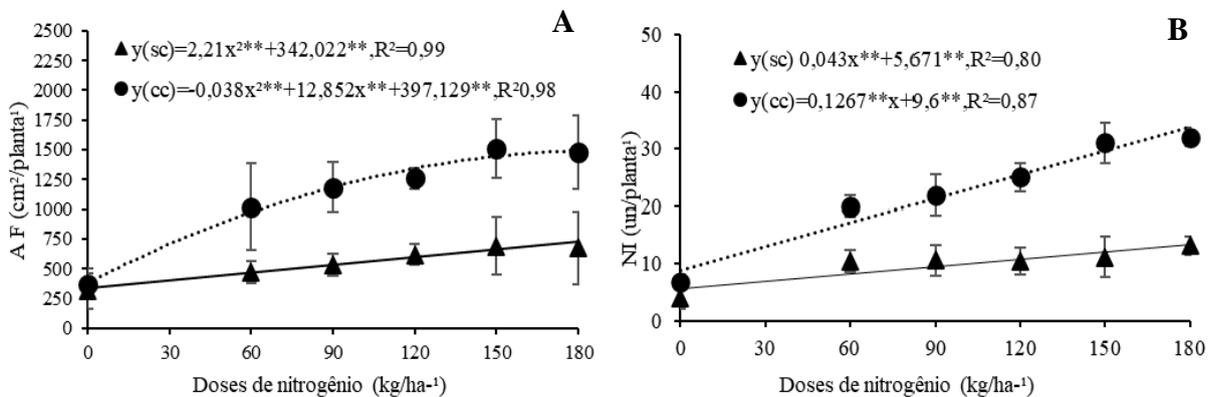
** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora pelo teste “t-student”.

Para área foliar (AF) houve aumento significativo com as doses de nitrogênio na presença de calagem de aproximadamente 120% em relação aos tratamentos sem calcário. A dose ótima estimada de N foi de 169,11 kg ha⁻¹, que representou expansão de AF máxima de 1483,8 cm² por planta (Figura 2A). De acordo com Aquino et al., (2006), o nitrogênio contribui para o aumento da produtividade das culturas por promover a expansão foliar e o acúmulo de massa. Do mesmo modo, o magnésio fornecido na calagem influencia na síntese de proteínas e particionamento de fotoassimilados entre parte aérea e raízes (Cakmak, 2010). Por outro lado, o cálcio também fornecido na correção do solo, é um mineral fundamental para a obtenção de plantas dotadas de grande área foliar, estabelecendo

condições para alta atividade fotossintética, visando à produção de massa foliar. Isso indica que na carência desse nutriente há uma considerável redução na área foliar (ASSIS SILVA et.al, 2011).

Quanto ao número de inflorescência, ajustou-se ao modelo de regressão linear (Figura 2B). Foi observado nos tratamentos com aplicação de calcário em função das doses de nitrogênio, o valor de 32 inflorescências por planta, por outro lado os tratamentos sem calagem obtiveram valores de 14 inflorescências por plantas, ou seja, um acréscimo aproximadamente 129% no número de inflorescências. Os nutrientes essenciais como cálcio e magnésio contidos no calcário agrícola são fundamentais para a emissão de capítulos florais no jambu. Peçanha et al (2019), em trabalho com omissão de macronutrientes em *acmella oleracea*, verificou uma redução de 27% no número de capítulos florais em omissão de cálcio e magnésio em sistema hidropônico. Entende-se que as inflorescências do jambu são um forte dreno, e a deficiência de nutrientes influencia significativamente em sua produção.

Figura 2: Área foliar (AF) e número de inflorescência (NI) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.

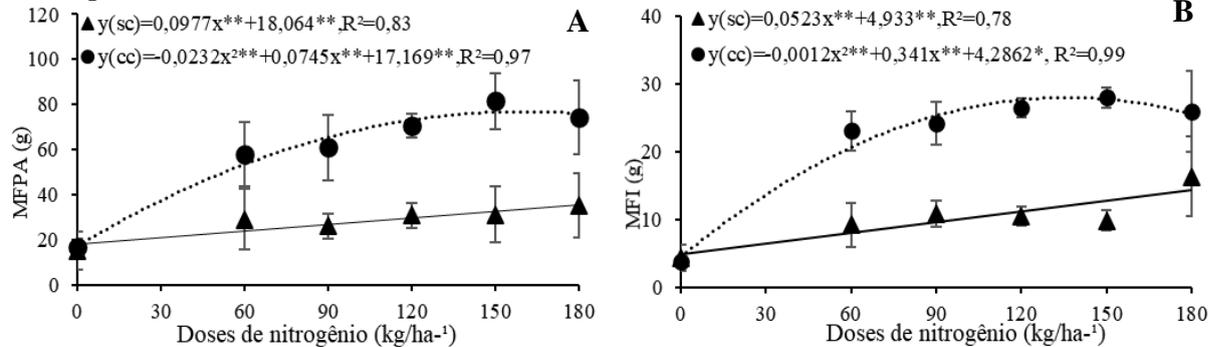


** e*- Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora pelo teste “t-student

A calagem aumentou a eficiência do nitrogênio nos parâmetros massa fresca da parte aérea e de inflorescência, em solos com presença de calagem os parâmetros de massa fresca ajustaram-se ao modelo quadrático, para MFPA obteve-se máxima produção de 76,98 g na dose de 160 kg/ha⁻¹ de nitrogênio. E para MFI a produção máxima foi de 27,92 g na dose 138,62 kg/ha⁻¹de N. Por outro lado, os tratamentos sem calagem ajustaram-se ao modelo linear no qual obteve-se produção máxima de MFPA de 35,15 g, e MFI de 10,5 g. A calagem proporcionou um aumento de 111% para MFPA e 71 % para MFI. Note-se que o corretivo do solo supriu as deficiências químicas do solo com cátions essenciais (cálcio e magnésio) visto

que, esses nutrientes influenciam na divisão celular, metabolismo e acúmulo de biomassa (REHMAN et. al., 2018; TANG et. al., 2017).

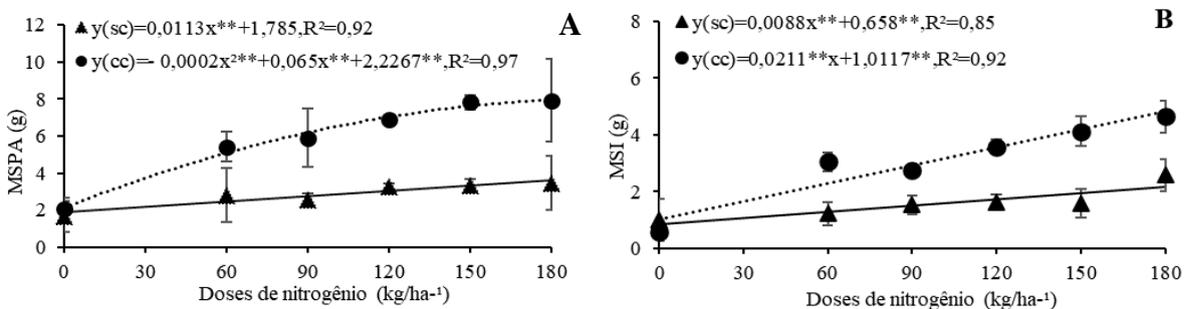
Figura 3: Massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca de inflorescência (MFI) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.



** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora. pelo teste “t-student

Na (figura 4A), a produção máxima de MSPA foi de 7,79 g planta⁻¹ obtida na dose de 171,05 kg/ha⁻¹ de N. em tratamentos com aplicação de calagem, isto é, um incremento de aproximadamente de 130% em relação aos tratamentos com ausência de calagem. Para MSI (Figura 4B) a máxima produção foi de 4,65 g planta⁻¹ na dose 180kg/ha⁻¹ de N na presença de calagem, isto indica aumento de 79% em comparação aos tratamentos sem calagem que obtiveram produção de 2,6 g planta na dose máxima de N.

Figura 4: Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da inflorescência (MSI); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.



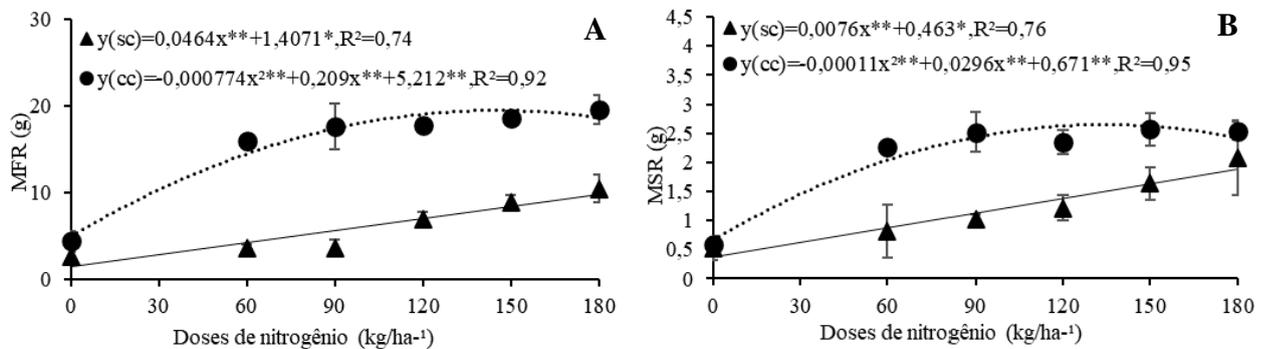
** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora. pelo teste “t-student.

O manejo do solo com o corretivo (Tabela 2) aumentou os teores de cálcio, que é indispensável ao crescimento das plantas e responde por 0,1% a 5% do peso seco da parte

aérea (Thang et al., 2017). E de magnésio que atua nos processos de fotossíntese, respiração, síntese de macromoléculas (carboidratos, lipídeos, proteínas), que estimula a produção de massa seca (Faquin, 2005). Além de favorecer a eficiência da adubação nitrogenada com o aumento do pH, visto que, o nitrogênio é o elemento mais requerido para a produção de biomassa. Mantovani et al. (2005) observaram um ajuste polinomial de segundo grau para produtividades nas cultivares de alface, com o aumento da dose de N, em que a aplicação de 176 kg/ha^{-1} de N proporcionou máxima produção.

Para a produção de raízes observou-se, que a massa fresca de raiz (Figura 5A), houve ajuste quadrático, com máximo valor de 19,3g na dose de 135 kg/ha^{-1} , isto é uma diferença de 84%. Porém, em solos sem aplicação de calcário em função da adubação de N obteve-se comportamento linear, com produção de 10,5 g por plantas. No entanto para o parâmetro massa seca de raiz houve um ajuste quadrático para solos com calagem, em que a dose ótima foi de 135 kg/ha^{-1} de N e a produção máxima foi de 2,7g por planta, porém em plantas cultivadas em solos sem corretivo, foi observado um ajuste linear, com produção de 2,08 g por planta (Figura 5B).

Figura 5: Massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha^{-1}) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.



** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora pelo teste “t-student”.

Conforme os resultados o efeito da calagem demonstrou que, o sistema radicular do jambu foi afetado de forma positiva pelas condições químicas impostas pelo corretivo no solo. Neste estudo nota-se que a correção do solo proporcionou maior disponibilidade de Ca^{+2} na solução, em decorrência disto, houve o desenvolvimento das raízes, pois este mineral induz aumento na divisão e expansão celular, além de possui pouca mobilidade na planta, ou seja, a deficiência de cálcio compromete a formação de tecidos mais novos em estado de deficiência. (CAIRES et al., 2001 e PEÇANHA et al, 2019).

Trocas Gasosas flor amarela

Foi evidenciada interação significativa ($p < 0,05$) entre as doses de nitrogênio e calagem para a variável eficiência de carboxilação (E_iC) (Tabela 4). Quanto ao efeito isolado de cada fator, houve respostas significativas para nitrogênio em todas as variáveis fisiológicas, enquanto para a calagem houveram respostas apenas da taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s), concentração de carbono interno (C_i), transpiração (E) e eficiência de carboxilação (E_iC). E somente a eficiência de uso da água (WUE) não foi significativa neste experimento.

Tabela 4: Resumo da análise de variância dos caracteres fisiológicos taxa de fotossíntese líquida (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol mol}^{-1}$) transpiração (E , $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação (E_iC , $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$), eficiência instantânea do uso da água (EUA , $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) e a eficiência de uso da água intrínseca ($EiUA$, $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) de jambu flor amarela em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.

FV	GL	Quadrado Médio						
		A	g_s	C_i	E	E_iC	$EiUA$	EUA
Bloco	4	1,27 NS	0,004*	6504,02**	0,55NS	0,00022*	1344,69*	0,61NS
Dose(D)	5	14,75*	0,012**	2925,02*	2,32**	0,0006**	710,71*	1,0NS
Calagem (C)	1	50,06**	0,004*	8571,91**	1,12*	0,0018**	291,23NS	1,46NS
D X C	5	6,01NS	0,0012NS	889,94NS	0,15NS	0,0003**	95,10NS	0,34NS
Erro	44	2,58	0,0009	468,75	0,19	0,00003	229,54	0,67
CV	-	15,65	17,70	7,87	14,10	14,91	23,70	23,75

FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; * - significativo a 5% e ** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

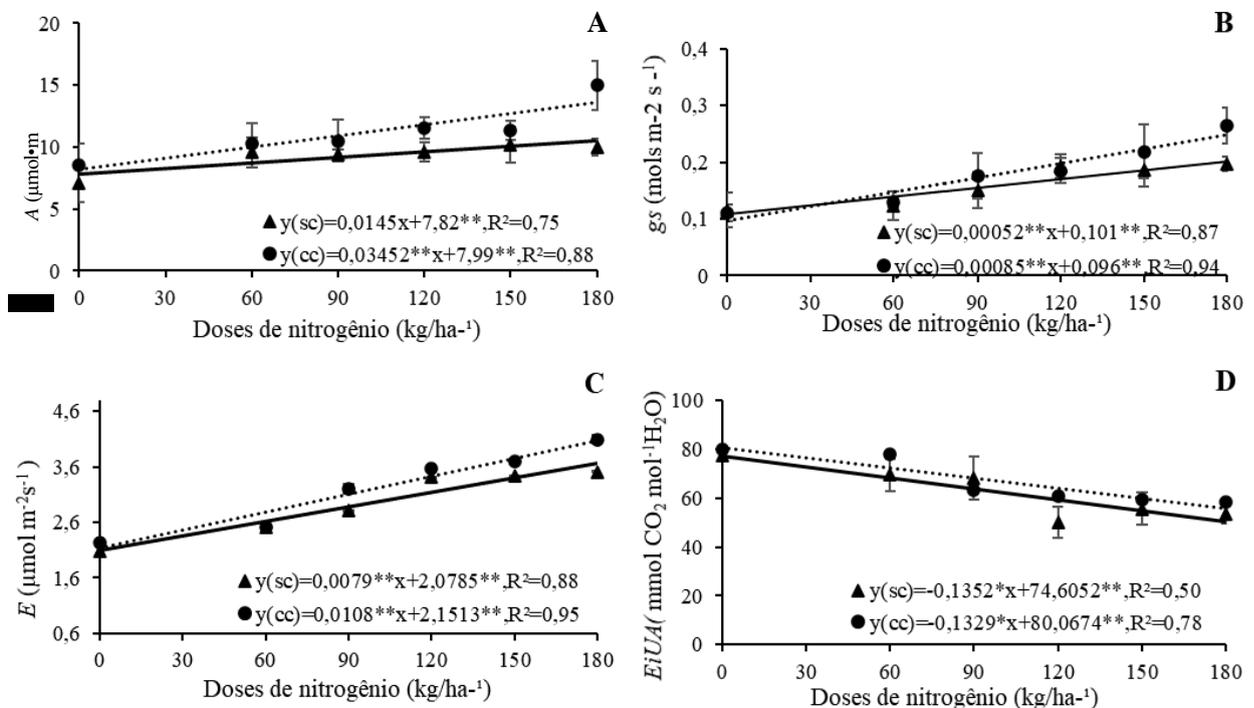
As variáveis de trocas gasosas como fotossíntese, condutância estomática obtiveram efeito linear. Em solos com calagem a máxima taxa fotossintética foi de $15,43 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, isto é, 50 % maior que em solos sem calagem (Figura 6A). Para g_s o valor máximo foi de $0,244 \text{ mols m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em solos com a presença de calcário, este resultado foi superior 34 % em relação aos solos sem adição de calcário (Figura 6B). A variável transpiração foliar (E) obteve o máximo de $4,09 \mu\text{mol. m}^2$ em solos com calagem em que proporcionou incremento de 14 % de taxa transpiratória em relação aos tratamentos sem aplicação de calcário (Figura 6C).

Os resultados indicam que a correção do solo aumentou os teores dos nutrientes cálcio e magnésio, além de indisponibilizar o alumínio as plantas, o que possibilitou a maior absorção dos nutrientes as plantas devido ao melhor desenvolvimento radicular, por isso o fornecimento adequado de nitrogênio e magnésio estimularam maiores taxas fotossintética e de condutância estomática, pois esses nutrientes aumentam a síntese de proteínas, fixação de

CO₂ e teores de pigmentos fotossintéticos (Akram et. al 2011 e Chen et. al 2018). Já a oferta de cálcio às plantas está fortemente ligada a transpiração, uma vez que este nutriente é depositado em vacúolos é pouco redistribuído, o que resulta em órgãos com altas taxas de transpiração (Gilliam et al 2011). O crescimento das plantas depende diretamente de fotossíntese, transpiração e regulação do estômato.

Quanto à eficiência intrínseca no uso da água (*EiUA*) (Figura 6D), a maior dose de N diminuiu aproximadamente 30% de *EiUA* em relação ao tratamento controle. Percebe-se que o aumento das doses de nitrogênio resultou nas maiores taxas de condutância e eficiência de carboxização, logo, a adubação nitrogenada otimizou a entrada e conversão de CO₂ em biomassa sem perda excessiva da quantidade de água. Segundo autores (Kim et al., 2008; Kutuk et al., 2004; Wang et al., 2018) o aumento da aplicação de N melhora a eficiência do uso da água nas plantas, promovendo o desenvolvimento foliar e radicular, aumentando a fotossíntese e a produção de biomassa.

Figura 6: Fotossíntese líquida (A), condutância estomática (*g_s*), transpiração (*E*) e eficiência intrínseca de uso da água (*EiUA*); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.

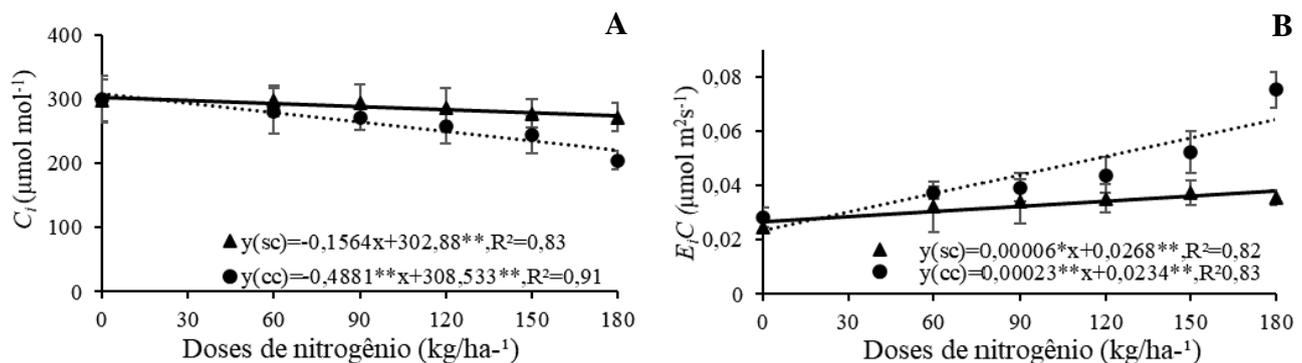


** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora. teste “t-student.

A variável concentração interna de CO₂ (*C_i*) ajustou-se ao modelo linear decrescente, em solos com presença e ausência de calagem, os valores mínimos foram de 204 e 271 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ respectivamente na dose de 180 Kg de N/ha⁻¹ (figura 7). A redução de *C_i* se torna

coerente devido à relação da abertura estomática, entrada de CO_2 e, conseqüentemente, sua fixação na formação de novos carboidratos (Rocha et.al, 2019). Isto pode ser explicado, pela eficiência de carboxilação (E_iC) que obteve comportamento linear crescente tanto em solos com calagem, com valor máximo de $0,075 \mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$ e, quanto em solos sem calagem com valor máximo de $0,036 \mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$. De acordo com estudos de Pompeu et al. (2010), a adubação nitrogenada aumenta consideravelmente a atividade das enzimas carboxilativas, como resultado favorece a carboxilação das moléculas orgânicas e reduz a concentração de dióxido de carbono livre no mesófilo (Pan et al 2004). Além disso, a adição da calagem aumentou aproximadamente 108% da E_iC . Isto é, o fornecimento do magnésio pelo corretivo pode ter influenciado na atividade da enzima rubisco, pois o magnésio atua nas reações de carboxilação da fotossíntese, ou seja, como coenzima na fixação de CO_2 (CAKMAK E IAZICI, 2010).

Figura 7: Carbono interno (C_i) e eficiência de carboxilação (E_iC); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha^{-1}) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.



** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora. teste “t-student.

Ensaio experimental II- Flor roxa

Segundo a análise de variância na tabela 5 houve interação significativa de ($P < 0,001$) entre as doses de nitrogênio e calagem para todas as variáveis, a exceção do comprimento da parte aérea, que obteve comportamento independente.

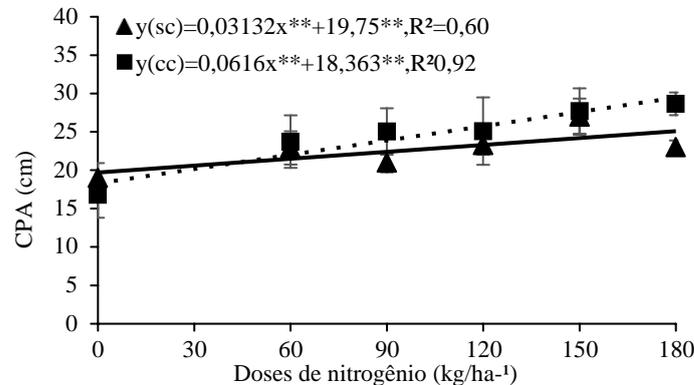
Tabela 5: Resumo da análise de variância dos caracteres avaliados comprimento da parte aérea (CPA), número de inflorescência(NI), aérea foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de inflorescência(MFI), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da inflorescência(MFI) e massa seca da raiz (MSR) de jambu flor roxa em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.

		Quadrado Médio								
FV	GL	CPA	NI	AF	MFPA	MFI	MFR	MSPA	MSI	MSR
Bloco	4	9,74 NS	18,14*	74387,72NS	68,20NS	16,54NS	12,94*	4,62*	0,92**	0,63NS
(D)	5	105,47**	298,20**	1816450,37**	3441,42**	214,39**	641,87**	31,49**	6,67**	13,46**
(C)	1	40,34*	4092,00**	9779075,40**	19875,50**	2520,40**	7459,80**	246,81**	63,59**	234,20**
D X C	5	16,17NS	70,40**	253222,18**	760,19**	30,29**	272,56**	8,02**	2,1**	7,12**
Erro	44	5,24	7,69	29858,91	84,1	9,25	3,76	1,6	0,18	0,71
CV	-	12,11	14,75	15,78	19,15	21	12,98	24,18	18,6	30,47

FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; * - significativo a 5% e ** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.(C) calagem e (D).

Para a variável de crescimento CPA, não houve influência da aplicação do calcário em função das doses de N. No entanto em solos corrigidos obteve-se o maior valor de 24,1 cm. Por outro lado, o CPA obteve máximo de 19,9cm em solos sem aplicação de calcário (Figura 8). Borges et.al (2014), em estudo com jambu flor roxa submetido a adubação mineral de 445 kg/ha⁻¹ de N obteve média de 29,31 cm de altura. Este resultado de altura corrobora com os obtidos neste trabalho. De acordo com a (Tabela 2) a correção do solo elevou os teores de nutrientes essenciais para o crescimento do jambu, dentre eles, cálcio e magnésio, que são os cátions divalentes mais abundantes nas plantas (Tang et al 2017). O cálcio tem função na divisão celular, e a sua deficiência afeta principalmente pontos de crescimento, por ser um elemento imóvel na planta. Por outro lado, o magnésio afeta o acúmulo de biomassa na planta, pois na deficiência destes elementos processos de conversão de CO₂ em carboidratos são inibidos afetando o crescimento nas plantas.

Figura 8: Comprimento da parte aérea (CPA) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.

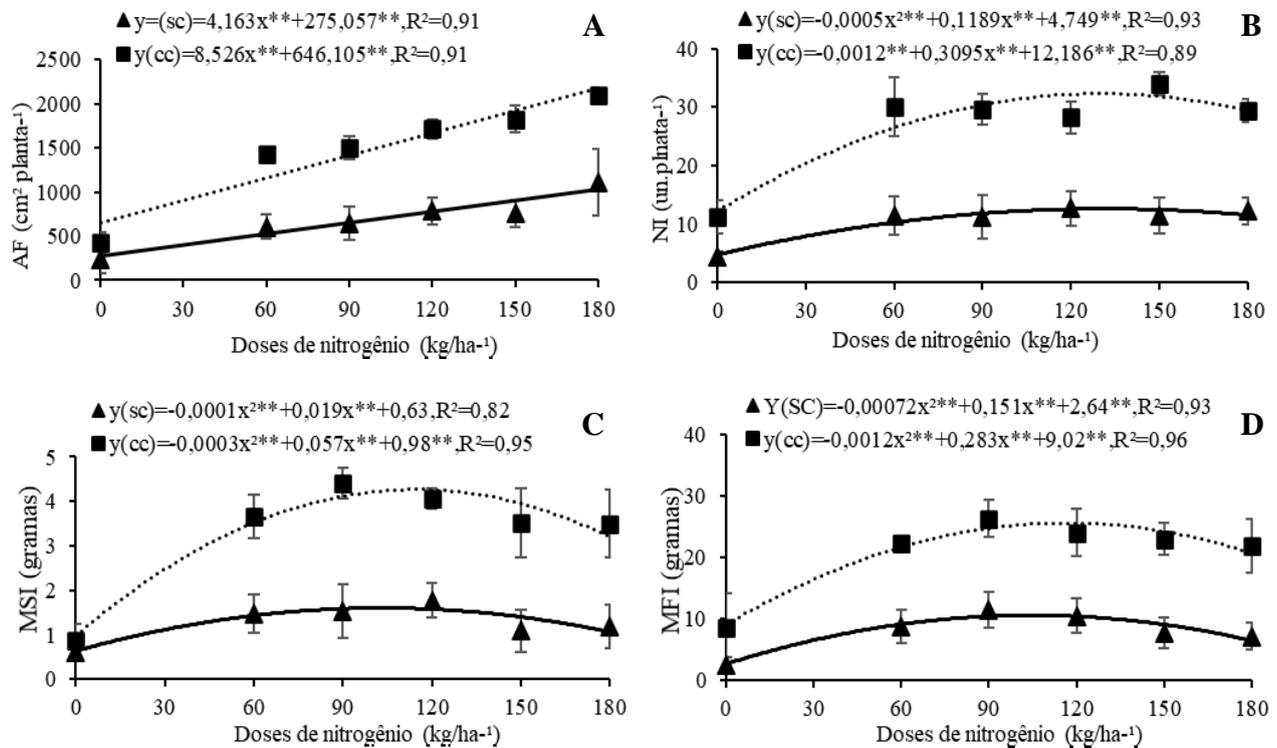


** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora. teste “t-student.

A área foliar (AF) do jambu flor roxa, foi ajustada ao modelo linear para os dois níveis de calagem em função de doses de nitrogênio (Figura 9A), a maior dose de N proporcionou máximo de 2103,46 cm² por planta nos tratamentos com a calagem e máximo de 1109,03cm² por planta para as unidades sem aplicação de calcário. Houve um incremento de aproximadamente de 90% de área foliar quando se utilizou a calagem, percebe-se que o produto corretivo aumenta a área foliar e isto proporciona melhor desempenho e produção de hortaliças folhosas. Segundo Cardoso e Hiraki, (2001) o fornecimento adequado do nitrogênio permite o crescimento vegetativo, expansão da área fotossintética, além de ativar e elevar o potencial produtivo das hortaliças. O Ca⁺² é essencial para a formação e manutenção da membrana celular e também um pré-requisito para a expansão e divisão das células (LIANG et al, 2018).

Para a produção de inflorescência do jambu flor roxa, pode-se observar que as variáveis NI, MFI e MSI, ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático para ambos os níveis de calagem, nota-se que a produção máxima foi de 32 inflorescências ; 25,55 g de massa fresca e 4,26g de massa seca nas doses de 131; 116,75 e 114,67 kg N/ha⁻¹ respectivamente, para os tratamentos com calagem. Porém a produção máxima de inflorescência nos tratamentos sem aplicação de calcário foi de 13 inflorescências; 10,54g de massa fresca e 1,60g de massa seca nas doses de 130; 104,65 e 103,52 Kg N /ha⁻¹ nesta ordem (Figura 9). Rodrigues et. al (2014), em estudo com adubação nitrogenada no jambu flor roxa, obtiveram aumento de 160% no número de inflorescências com a maior dose de N em relação á testemunha. Além disso, a produção de massa fresca e seca de flores, obtiveram melhores resultados na maior dose máxima de nitrogênio a 120 kg N/ha⁻¹.

Figura 9: Área foliar (AF), número de inflorescência (NI), massa fresca da inflorescência (MFI), massa seca da inflorescência (MSI) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”). As linhas verticais são desvio padrão.

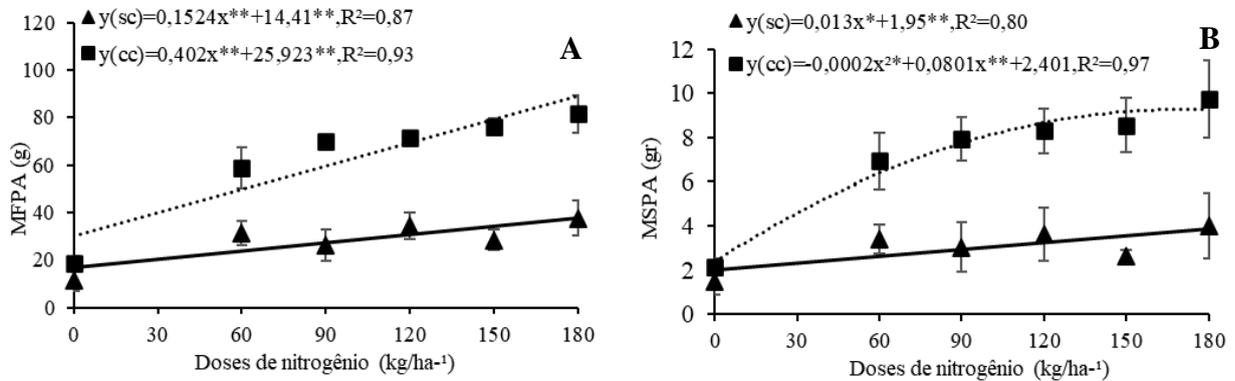


** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora

A massa fresca da parte aérea ajustou-se ao modelo linear em ambas com e sem aplicação de calagem (Figura 10A). Entretanto, os maiores valores médios foram de 99,5 g por planta em solos com calagem, esta produção foi 138% superior em comparação aos tratamentos em solos sem calcário onde obteve-se máximo de 41,65 g por planta. Este resultado foi semelhante ao de Rodrigues et al., (2014), em estudo com adubação nitrogenada em jambu, obteve comportamento linear na produção de massa fresca da parte aérea. E Biscaro et al. (2012), que trabalharam com almeirão em níveis de fertirrigação nitrogenada, observaram resposta linear para os valores de massa fresca da parte área.

Quanto a MSPA, evidenciou-se uma resposta polinomial quadrática para o tratamento com calagem, na qual a produção máxima foi de 9,26 g por planta na dose de 170 kg ha⁻¹ de N. Contudo para os tratamentos sem calagem foi observado um comportamento linear com a maior produção de 4,4 g por planta (Figura 10B). De acordo com Steiner et al. (2010), observaram que as doses de nitrogênio influenciaram significativamente a produção de matéria fresca e matéria seca da parte aérea de almeirão cultivados em ambiente protegido. E concluíram que, nessa condição de cultivo, a produção respondeu a doses que variaram entre 83 a 108mg dm⁻³ (166 a 216 kg ha⁻¹ de N).

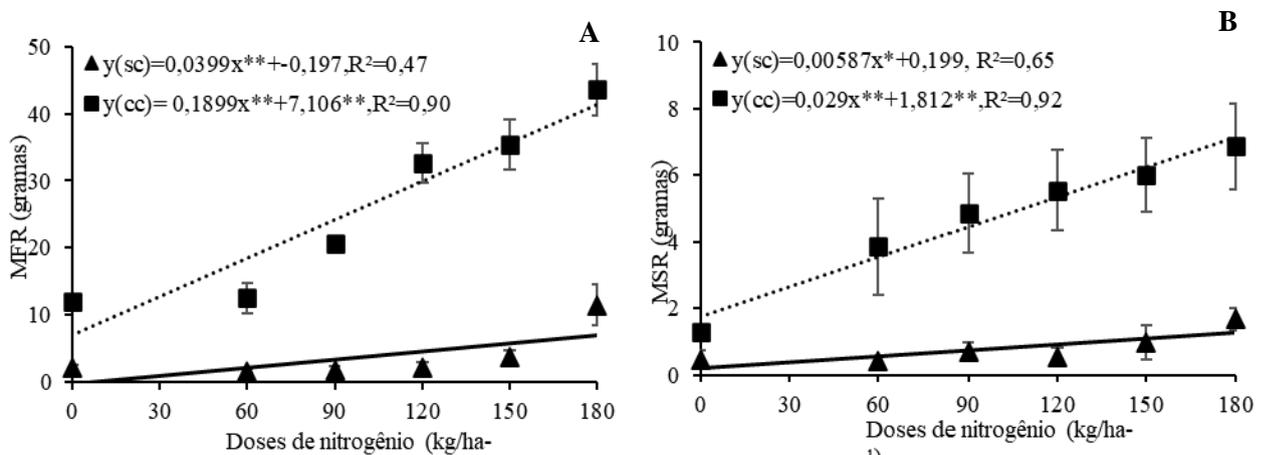
Figura 10 :Massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são



** e*- Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora teste “t-student.

A massa fresca e seca da raiz foram ajustados ao modelo linear no solo com e sem calagem em função das doses de N (Figura 11). Observou-se que as raízes obtiveram maiores resultados em solos com aplicação de calcário, onde os valores médios alcançaram 45,56 g de massa fresca e 6,88g de massa seca, ou seja, um aumento em torno de 300% em relação aos valores de 11,43 g de massa fresca e 1,67g de massa seca em solos sem calagem. Segundo Carneiro (1995), uma planta com boa formação radicular promove uma melhor adaptação ao local de plantio, sendo esta característica resultante de uma adequada nutrição. Além disso, o suprimento de Ca⁺² é o principal fator responsável pelo melhor desenvolvimento do sistema radicular (RITCHEY et al., 1982).

Figura 11: Massa fresca de raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.



** e*- Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora teste “t-student.

Trocas gasosas flor roxa

De acordo com a análise de variância descritas na tabela 6, as variáveis de trocas gasosas *EUA* e *EiUA* não foram significativas ao nível de 5%. No entanto, as variáveis como fotossíntese, condutância estomática, concentração de carbono interno, transpiração e eficiência de carboxilação foram influenciadas somente pelo fator calagem. Não houve interação significativa entre os fatores doses de N e calagem para trocas gasosas na variedade flor roxa.

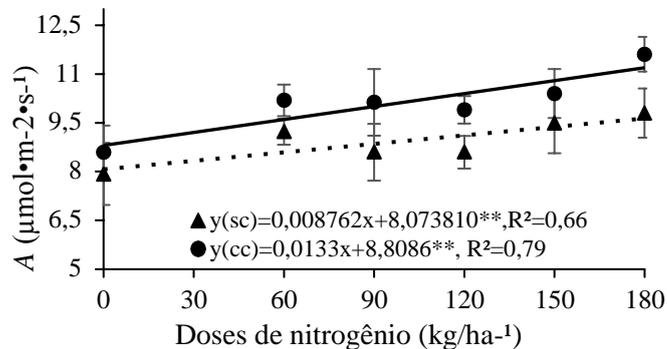
Tabela 6:Resumo da análise de variância dos caracteres fisiológicos taxa de fotossíntese líquida (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol mol}^{-1}$) transpiração (E , $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação (E_iC , $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$), eficiência instantânea do uso da água (EUA , $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) e a eficiência de uso da água intrínseca ($EiUA$, $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) de jambu flor roxa em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.

Quadrado Médio								
FV	GL	A	G _s	C _i	E	E _i C	EUA	EiUA
Bloco	4	24,73**	0,003*	4651,91*	1,56*	0,0007**	938,2*	8,05**
Dose(D)	5	2,81NS	0,0009NS	421,81NS	0,3NS	0,00004NS	177,85 NS	0,34NS
Calagem (C)	1	18,58*	0,006*	2977,03*	4,11**	0,0006**	19,73 NS	0,49NS
D X C	5	0,16NS	0,0008NS	1047,87NS	0,18NS	0,00002NS	162,05 NS	0,31NS
Erro	44	1,64	0,0009	546,89	0,26	0,00004	218,38	0,72
CV	-	13,22	20,14	8,57	16,74	18,33	21,8	26,72

FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; * - significativo a 5% e ** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Verifica-se na figura 12 que a aplicação de calcário promoveu aumento de aproximadamente 18,5% na taxa de fotossíntese em relação aos tratamentos com solo não corrigido. O efeito da calagem sobre os atributos do solo favoreceu melhores condições para absorção dos nutrientes pela planta, e conseqüentemente melhores desempenhos fisiológicos, visto que os nutrientes magnésio e nitrogênio, são indispensáveis para a fotossíntese. Segundo (Prado, 2008) relatam que cerca de 20% do magnésio total foliar encontra-se nos cloroplastos, sendo que 20% deles fazem parte das clorofilas. Por outro lado, autores como (Hak et al, 1993 e Paulista, 2004) relatam que o aumento na disponibilidade de nitrogênio resulta em altas taxas fotossintéticas. Até 75% do nitrogênio das folhas é encontrado nos cloroplastos, a maior parte investida apenas na ribulose bifosfato carboxilase.

Figura 12: Fotossíntese líquida (A); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.

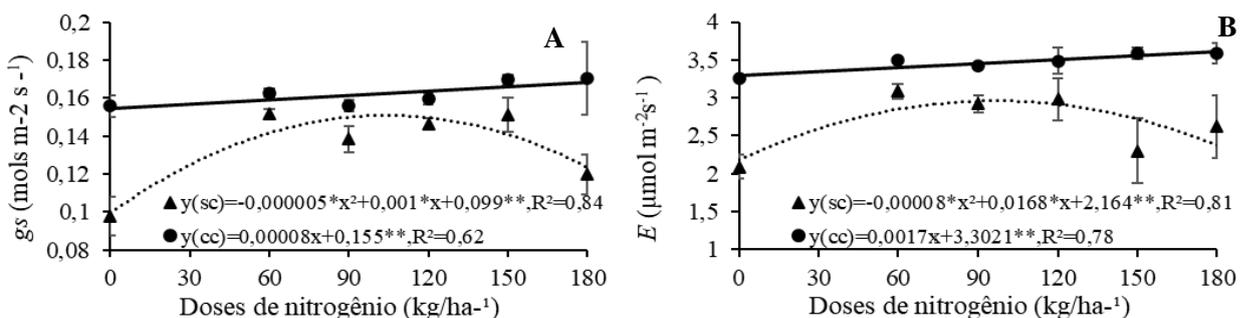


** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora teste “t-student”.

Os dados de condutância estomática e transpiração obtiveram comportamento padrão (Figura 13), sendo que em solos com calagem seguiram modelo de regressão linear crescente os valores máximos foram de 0,17 mols m⁻²s⁻¹ e 3,6 μmol m⁻²s⁻¹ respectivamente. E em solos sem calagem ajustaram-se ao modelo quadrático atingindo máximos de 0,15 mols m⁻²s⁻¹ e 3,05 μmol m⁻²s⁻¹. A calagem promoveu um aumento de 13% na transpiração e 18% na condutância estomática. O aumento da taxa de transpiração é decorrente de uma maior abertura estomática, a qual eleva as trocas gasosas e a condutância estomática da planta (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Neste trabalho, a presença de cálcio e magnésio em níveis adequados no solo estimulou aumento nas variáveis fisiológicas. Visto que, o cálcio está ligado à transpiração das plantas, através da participação no controle estomatológico (Amatangelo; Funk 2013), e o magnésio atua na atividade da RuBP carboxilase e também de outras enzimas estromais (CHEN, et al 2018).

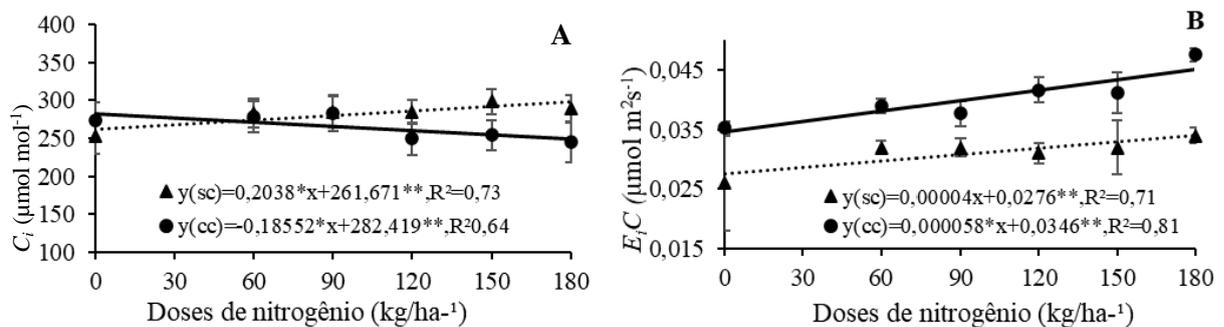
Figura13: Condutância estomática (*g_s*) e transpiração (*E*); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.



** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora. teste “t-student”.

Em solos com calagem a concentração de carbono interno na folha diminuiu 12% em relação as plantas cultivadas em solos sem calagem (Figura 14A). Entretanto a eficiência de carboxilação aumentou 41% em solos com presença de calagem (Figura 14B). O processo de conversão de CO₂ em carboidratos é intensificado nos tratamentos com a presença de calagem, sendo que nessas condições houve aumento dos teores de magnésio no solo, e este elemento possui função no processo de fixação de CO₂ na planta e síntese de carboidratos. Segundo Chen et. al (2018), relatam que o declínio na fixação de CO₂ em plantas deficientes em Mg⁺² inibe a transferência de energia luminosa absorvida para a cadeia de transporte de elétrons e intensifica sua transferência para O₂ para gerar espécies reativas de oxigênio (ERO).

Figura 14: Carbono interno (C_i) e eficiência de carboxilação (E_iC); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.



** e*- Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora. teste “t-student.

2.4- Conclusão

- 1) A calagem melhorou a eficiência da adubação nitrogenada nas variedades de jambu;
- 2) A dose de 180 kg N/ha⁻¹ é a mais indicada para produção de inflorescências em jambu flor amarela e a dose de 120 kg N/ha⁻¹ é recomendada para produção de inflorescências em jambu flor roxa;
- 3) A dose estimada de 170 kg N /ha⁻¹ é mais adequada para produção de biomassa da parte aérea para jambu flor amarela e flor roxa;
- 4) O uso de corretivo no solo combinado com a adubação nitrogenada promoveu aumento das trocas gasosas na variedade flor amarela, por outro lado, somente a calagem influenciou nas trocas gasosas na variedade de jambu flor roxa;

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Fast Track, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AKRAM, M., ASHRAF, M. Y., JAMIL, M., IQBAL, R. M., NAFEES, M., & KHAN, M. A. Nitrogen application improves gas exchange characteristics and chlorophyll fluorescence in maize hybrids under salinity conditions. **Russian Journal of Plant Physiology**, 58(3), 394–401p., 2011.
- AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; LADEIRA, I. R.; CASTRO, M. R. S. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 199-203, 2006.
- ASSIS SILVA, Samuel; BUCKER MORAES, Willian; SOARES DE SOUZA, Gustavo. Doses de cálcio no crescimento do feijoeiro cultivado em solução nutritiva, na presença de alumínio. **Idesia**, Arica, v. 29, n. 3, p. 53-58, dic. 2011.
- ATKINSON, C. J. (2014). Is xylem sap calcium responsible for reducing stomatal conductance after soil liming? **Plant and Soil**, n.382(1–2), 349–356p., 2014.
- BACKES, C.; LUDWIG, F.; JUNIOR, E. R. D.; CASA, J.; BOAS, R. L. V. Resposta de duas cultivares de alface a diferentes doses de calcário; **Scientia Agrária Paranaensis**, Paraná, v.7, n.1, S1677-4310, 2008.
- BISCARO, G.A, SILVA, J.A.; ZOMERFELD, P.S.; MOTOMIYA, A.V.A.; GOMES, E.P; GIACON, G.M. Produção de almeirão em função de níveis de fertirrigação nitrogenada e disposição de mangueiras gotejadoras nos canteiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p.1811-1817, 2012.
- BORGES, L.S.; GUERRERO, A.C.; GOTO, R.; LIMA, G.P.P. Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral. **Bioscience. Journal**. v. 30, n. 6, p. 1768-1778, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA; DNDV; CLAV, 1992.
- CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.; FELDHAUS, I. C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da soja cultivada no sistema de plantio direto em resposta ao calcário e gesso em superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.1029-1040, 2001.
- CAKMAK, I. YAZICI A.M. Magnésio um elemento esquecido na produção agrícola. **Better Crops**, v.94, n.2, p.23-25, 2010.
- CARDOSO, A. I. I., HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 328-331, 2001.

CARDOSO, A, et al., 2014. Acúmulo de nutrientes e crescimento da pimenta-de-cheiro em função de doses de calcário: **Revista Agro@ambiente**, On-line, Roraima, boa vista RR, v. 8, n. 2, p. 165-174, maio-agosto, 2014.

CARNEIRO, J.G.A. 1995. Production and quality control of seedlings of forest species. Curitiba: UFPR/FUPEF. 451 pp (in Portuguese).

CARVALHO, K. S.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVEIRA, M.H.D.; CABRAL, C.E.A.; LEITE, N. Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15; p. 1 5 4 5, 2012.

CHEN, Z. C., PENG, W. T., Li, J., & LIAO, H. Functional dissection and transport mechanism of magnesium in plants. **Seminars in Cell and Developmental Biology**, 74, 142–152 p., 2018.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2013.

ENGELS C, KIRKBY E, WHITE P (2012) Mineral nutrition, yield and source-sink relationships. In: Marschner H (eds). **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press and Elsevier, London, p. 85-133, 2012.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas/Valdemar Faquin. -- Lavras: UFLA / FAEPE. Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2013. 421 p.
Funk JL & Amatangelo KL (2013) Physiological mechanisms drive differing foliar calcium content in ferns and angiosperms. *Oecologia*, 173:23-32.

GILLIHAM, M.; DAYOD, M.; HOCKING, B. J.; XU, B.; CONN, S. J.; KAISER, B. N.; LEIGH, R. A.; TYERMAN, S. D. Calcium delivery and storage in plant leaves: exploring the link with water flow. **Journal of Experimental Botany**, 62: 2233-2250 p.,2011.

HAK. R, U. RINDERLE-ZIMMER, HK LICHTENTHALER, L. NATR, Cloro Phyll uma fluorescência assinaturas de azoto folhas de cevada deficiente, **Photosynthetica** 28 (1993) 151-159.

KI KIM , DE CLAY , CG CARLSON , SA CLAY , T. TROOEN As relações sinérgicas entre nitrogênio e água influenciam a capacidade do milho de usar nitrogênio derivado de fertilizante e solo?**Agron. J.**,551 – 556p., 2008.

KUTUK C., CAYCI G., HENG LK. Efeitos do aumento da salinidade e dos níveis de ureia marcada com N-15 no crescimento, na absorção de N e na eficiência no uso da água de tomateiro jovens. **Aust. J. solo Res** ,345 – 351.p., 2004.

LIANG, C., & ZHANG, B. Effect of exogenous calcium on growth, nutrients uptake and plasma membrane H⁺-ATPase and Ca²⁺-ATPase activities in soybean (*Glycine max*) seedlings under simulated acid rain stress. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 165(September), 261–269p., 2018.

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

MANTOVANI JR; FERREIRA ME; CRUZ MCP. 2005. **Produção da alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada**. Horticultura Brasileira 23: 758-762.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J. Produção da cebola em função da densidade de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 733-739, 2012.

MONDAL A K; PARUI S; MANDAL S. 1998 **Analysis of the free amino acid content in pollen of nine Asteraceae species of known allergenic activity**. Annual Agriculture and Environment Medicine, v. 5, p. 17–20

PAN, Y.; HON, J.; JENKINS, J. et al. Importance of foliar nitrogen concentration to predict forest productivity in the Mid-Atlantic Region. **Forest Science**, v. 50, n. 3, p.279-289, 2004

PAULISTA, U. E. Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *166*, 1379–1385p,2004.

PEÇANHA, D.A.; FREITAS, M. M.; VIERIRA, M. E.; LIMA, T.C.; GONÇALVES, Y.S. Characterization of deficiency symptoms and mineral nutriente contente in *Acmella oleracea* cultivated under macronutrient and boron omissions. **Journal of Plant Nutrition**, p. 1-12,2019.

PEIRIS KPP; SILVA GKJ; RATINASOORIYA WD. 2001. Analgesic activity of water extracts of *Spilanthes acmella* flowers on rats. **Journal of Tropical Medicinal Plants**. V.2, p. 201-204.

PEREIRA, O. C. N.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R.; SILVA, F. F. da. Produção de alface em função de água e de nitrogênio. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 25, n. 2, p. 381- 386, 2003.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N. et al. Características morfológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1187-1210, 2010.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, UNESP, 407p., 2008.

REHMAN, H. ur, ALHARBY, H. F., ALZAHIRANI, Y., & RADY, M. M. Magnesium and organic biostimulant integrative application induces physiological and biochemical changes in

sunflower plants and its harvested progeny on sandy soil. **Plant Physiology and Biochemistry**, 126(November 2017), 97–105p.,2018.

REIS AR, FURLANI JÚNIOR E, BUZETTI S, ANDREOTTI M (2006) Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, Campinas, 65:163–171, 2006.

RITCHEY, K.D.; SILVA, S.E. & COSTA, V.F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols. **Soil Sci.**, 133:378- 382, 1982.

ROCHA, M.E.L.; COUTINHO, P.W.R.; ABADE, M.T.R.; INAGAKI, A.M.; CADORIN, D.A.; HOEPERS, L. M. L. Morfofisiologia de plantas de couve manteiga sob concentrações de húmus líquido. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Pg 338-443, 2019.

RODRIGUES, D. S.; CAMARGO, M. S.; NOMURA, E. S.; GARCIA, V. A.; CORREA, J. N.; VIDAL, T. C. M. 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, 2014.

RODRIGHERO, M. B.; BARTH, G.; CAIRES, E. F. Aplicação Superficial de Calcário com Diferentes Teores de Magnésio e Granulometrias em Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, pg. 1723-1736, 2015.

SAMPAIO, I.M.G, O; GUIMARÃES,M.A; NETO,H.S.L; MAIA,C.L; VIANA,C.S; GUSMÃO,S.A.L. Pode o uso de mudas agrupadas e a maior densidade de plantio aumentar a produtividade de jambu?. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**. v.61,2018.

STEINER, F. et al. Acúmulo de nitrato e produção de duas cultivares de almeirão em função da adubação nitrogenada. **Global Science and Technology**, v.3, n.2, p.60-69, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 a edição. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TANG, R. J., & LUAN, S. Regulation of calcium and magnesium homeostasis in plants: from transporters to signaling network. **Current Opinion in Plant Biology**, 39, 97–105p.,2017.

VICTORIA, O.; PING, A.; ENEJI, E. Liming and nitrogen effects on maize yield and nitrogen use efficiency. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, p. 1-15, 2019

WANG LL, PALTA JA, CHEN W., CHEN YL, DENG XP. A adubação nitrogenada melhorou a eficiência no uso da água do trigo de inverno através do aumento do uso da água durante o enchimento vegetativo em vez do enchimento de grãos. *Agric. Gerenciamento de Água*. , 197. 41 – 53p.,2018.

3- ALTERAÇÕES NOS PIGMENTOS FOTOSSÍNTÉTICOS E QUALIDADE POS-COLHEITA DE VARIEDADES DE JAMBU SUBMETIDAS A CALAGEM E DOSES DE NITROGÊNIO.

RESUMO

O jambu é uma hortaliça que possui propriedades medicinais atribuídas à substância espilantol, que atua como analgésico, hemostático, antimicrobiano, inseticida e fungicida, entre outros usos fitoterápicos. A demanda crescente por produtos naturais promove estudos direcionados às tecnologias de produção de modo a garantir a oferta de matéria-prima vegetal em quantidade e qualidade. O objetivo do trabalho foi avaliar os teores de pigmentos fotossintéticos e a qualidade pós-colheita de variedades de jambu submetidas a calagem e doses de N. Foram conduzidos dois experimentos na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, no período de fevereiro a maio de 2019. Os experimentos foram em blocos casualizados em esquema fatorial com cinco repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de doses de calagem (0 e 70% V) e seis doses de N (0, 60, 90, 120, 150 e 180 kg N ha⁻¹). As variáveis analisadas foram pH, SS, AT, SS/AT, clorofila a, clorofila b, carotenoides e clorofila total. Concluiu-se que a calagem combinada com doses de nitrogênio, melhorou a qualidade química de pós colheita do jambu flor amarela e flor roxa; as doses de 180 kg/há de N degradam os pigmentos fotossintetizantes no jambu flor amarela e doses máximas de nitrogênio com aplicação de calcário aumentam os teores de pigmentos fotossintéticos em genótipo de jambu flor roxa.

Palavras-chave: *Acmella oleracea*; clorofila; sólidos solúveis.

ABSTRACT

Jambu is a vegetable that has medicinal properties attributed to the substance spilantol, which acts as an analgesic, hemostatic, antimicrobial, insecticide and fungicide, among other herbal uses. The growing demand for natural products stimulates studies directed to production technologies in order to guarantee the supply of vegetable raw material in quantity and quality. The objective of the study was to evaluate the levels of photosynthetic pigments and the post-harvest quality of varieties of jambu submitted to liming and doses of N. Two experiments were conducted at the Federal Rural University of the Amazon - UFRA, from February to May 2019. The experiments were conducted in randomized blocks in a factorial scheme with five repetitions. The treatments consisted of a combination of liming doses (0 and 70%V) and six doses of N (0, 60.90, 120, 150 and 180 kg N ha⁻¹). The variables analyzed were pH, SS, AT, SS/AT, chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids and total chlorophyll. It was concluded that liming combined with nitrogen doses improved the chemical quality of post harvest of yellow-flowered and purple-flowered jambu; doses of 180 kg/ha of N degrade the photosynthetic pigments in yellow-flowered jambu and maximum doses of nitrogen with application of lime increase the levels of photosynthetic pigments in purple-flowered jambu genotype.

Keywords: *Acmella oleracea*; chlorophyll; soluble solids.

3.1-Introdução

O jambu [*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen] é uma hortaliça de largo uso na culinária paraense (GUSMÃO et al., 2009). A hortaliça possui propriedades medicinais atribuídas à substância espilantol, que atua como analgésico, hemostático, antimicrobiano, inseticida e fungicida, entre outros usos fitoterápicos (COUTINHO et al., 2006; TORRES; CHÁVES, 2001) A demanda crescente por produtos naturais promove estudos direcionados às tecnologias de produção de modo a garantir a oferta de matéria-prima vegetal em quantidade e qualidade, para suprir a demanda desse mercado promissor (NEVES,2013).

Entre os fatores de pré-colheita, a fertilização tem um papel crucial para a qualidade de corte fresco e o prazo de validade. Deficiências ou superabundâncias de certos nutrientes das plantas podem afetar positiva ou negativamente a qualidade na colheita, a suscetibilidade a distúrbios fisiológicos, doenças, bem como a composição negativa e alterações na textura (Kader, 2008 , Colelli e Elia, 2009). A deficiência de nitrogênio pode levar ao crescimento atrofiado ou à descoloração amarelo-vermelha das folhas nos vegetais verdes. (Bonasia et.al 2013). Por outro lado, o excesso provoca redução nos teores de ácidos e, também, alterações nas proporções dos aminoácidos essenciais (RITENOUR, 2011).

A aplicação do calcário em áreas pouco férteis fornece o suprimento de cálcio e magnésio além da correção da acidez do solo, e isto favorece o crescimento e desenvolvimento das plantas. A deficiência de cálcio pode ocasionar a perda de água na pós-colheita de hortaliças devida à má formação da parede celular. A conservação das raízes após a colheita é um fator importante para aumentar a durabilidade de folhosas, além de armazenar água, também produzem hormônios denominados citocininas que atrasam o amarelecimento e a senescência das folhas (LUENGO & CALBO, 2001).

Segundo Chitarra (2005), as características externas de qualidade, percebidas pelo tato e pela visão, são importantes na diferenciação do produto, particularmente na decisão de compra. As características internas percebidas pelo sabor, aroma e textura ao paladar, combinadas com a aparência do produto, são importantes na determinação da aceitação pelo consumidor. a qualidade pós-colheita das olerícolas é avaliada, principalmente, pelos teores de sólidos solúveis, pela acidez total titulável e pelo pH (Chitarra,et.al, 2005). Além disso, o teor de clorofila e de carotenoide também é um fator importante, pois, os pigmentos de folhas verdes do vegetal podem ser utilizados como parâmetros visíveis da qualidade das hortaliças durante o armazenamento, uma vez que será degradada gradualmente juntamente com a senescência pós-colheita, Limantara (2015). Diante disso, a hipótese do trabalho é que a calagem combinada com a fertilização nitrogenada aumenta os teores de pigmentos

fotossintéticos e qualidade pós-colheita nas variedades de jambu e o objetivo é avaliar os teores de pigmentos fotossintéticos e a qualidade pós-colheita de variedades de jambu submetidas a calagem e doses de N.

3.2- Material e Métodos

Localização e caracterização da área experimental

Foram conduzidos dois experimentos sob condições de casa de vegetação com laterais teladas e telhado de vidro localizada na Área de Ciência do Solo (ACS), do Instituto de Ciências Agrárias – ICA, da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, no período de fevereiro a maio de 2019. As coordenadas geográficas, são 48° 26' 14'' W e 1° 27' 22'' S, com 6,37 m de altitude. A classificação do clima é Af segundo Köppen e Geiger, a média da temperatura é de 26,8°C e a pluviosidade média anual de 2537 mm (ALVARES et.al, 2013).

No decorrer do experimento a temperatura e umidade foram mensuradas diariamente por meio do termo-higrômetro instalado na casa de vegetação. Os valores médios de temperatura máxima e mínima foram de 35,3°C e 27,5°C, respectivamente e a umidade média foi de 77,1%.

O solo utilizado nos experimentos, localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia, estado do Pará, município de Belém, foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade e classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura arenosa (EMBRAPA, 2013). Logo após, o solo foi secado ao ar, destorroado, crivado em uma peneira de 4 mm e homogeneizado. Em seguida, coletou-se uma amostra composta para efetuar a análise química e granulométrica, (Tabela 7).

Tabela 7: Atributos químicas e granulométricas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, antes da incubação do calcário.

pH		P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	(H+Al)	SB
H ₂ O	KCl	mg dm ³		-----cmolc dm ⁻³ -----				
5	3,8	18	39	2,5	0,4	1,5	6,1	3
t	T	V	m	C _{org.}	M.O	Areia	Argila	Silte
cmolc dm ⁻³		%		-----g/kg-----				
4,5	9,11	32,93	33,3	18,7	32,2	855,52	76,79	67,67

Fonte: Laboratório de análises de solos- UFRA,2019.

A fertilidade do solo foi determinada pelo pH, Al⁺³, H+Al, Ca⁺², Mg⁺², P disponível e K⁺ e a textura foi realizada em amostras com estrutura deformada, utilizando o método da

pipeta com uso do NaOH (1M) como dispersante químico e agitação por 16 horas seguindo a metodologia da Embrapa (EMBRAPA, 2013).

Tratamentos e Delineamento experimental

Experimento I – Jambu Flor amarela

O primeiro experimento foi realizado em blocos casualizados em esquema fatorial (6 x 2), com cinco repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de seis doses de N (0; 60; 90; 120; 150 e 180 kg ha⁻¹) com e sem calagem (0 e 70% V), utilizando duas plantas de jambu da variedade flor amarela por vaso de cinco litros

Experimento II – Jambu Flor roxa

O segundo experimento também foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial (6 x 2), com cinco repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de seis doses de N (0; 60; 90; 120; 150 e 180 kg ha⁻¹ de N) com e sem aplicação de calagem (0 e 70% V), utilizando duas plantas de jambu da variedade flor roxa por vaso de cinco litros.

A aplicação de N foi dividida em três vezes com intervalos de quinze dias após o transplântio correspondendo a 20%, 40%,40% da dose total de N. Utilizou-se para fornecimento do N ureia p.a por meio de uma solução nutritiva à um molar. Todas as adubações foram de acordo com a recomendação da Embrapa (CRAVO et.al 2007).

As doses de calcário foram calculadas de acordo com o critério de saturação por bases estipulado para 5 mg dm³ de solo, obtidas pela expressão seguinte, de acordo com (CRAVO et.al 2007).

$$NC = \frac{(V2 - V1) \times T}{PRNT}$$

Em que:

NC: Necessidade de calagem (t ha⁻¹); V2: Saturação de bases desejada (%); V1: Saturação de bases atual do solo (%); T: Capacidade de troca de cátions pH 7,0 (CTC) (cmolc dm⁻³); PRNT: Poder relativo de neutralização total.

Utilizou-se calcário dolomítico (CaCO₃. MgCO₃) com PRNT igual a 91%, contendo 32% de CaO e 15% de MgO.

Tabela 8: Atributos químicas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, depois da incubação do calcário.

pH		P	K	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	t	T	V	m	
H ₂ O	KCl	mg dm ³		-----cmolc dm ⁻³ -----									%
5,5	5,2	44	78	3,1	1,9	0,2	2,89	5,9	5,4	8,08	64,28	3,7	

Fonte: Laboratório de análises de solos- UFRA, 2019.

Preparo do solo

A calagem foi realizada 35 dias antes do transplante. A quantidade determinada de calcário foi misturada ao solo em sacos plásticos com capacidade de 10 litros, no qual foi homogeneizado em intervalos semanais. Para a incorporação do calcário os sacos foram umedecidos até aproximadamente 80% da capacidade de campo (Brasil, 1992). Para o controle da umidade, os sacos foram pesados diariamente em uma balança com capacidade para 15kg e precisão de 0,1g (0,001%) e reumidecidos quando necessário com água destilada.

Implantação e condução das plantas

Os genótipos de jambu flor amarela e flor roxa, foram obtidos no banco de germoplasma ativo na área da horta vinculada ao Instituto de Ciências Agrárias (ICA) cujas as coordenadas são 01°27'19''S e 48°26'20''O.

A semeadura do jambu foi realizada em bandejas de poliestireno expandido para 128 células, utilizando-se os húmus peneirado como substrato. Foram semeadas dez sementes por célula, com a finalidade de garantir, no momento do transplante, duas plântulas por célula. A bandeja contendo as mudas foi acondicionada em bancada de sistema de fluxo laminar. As mudas dos dois ensaios foram transplantadas 20 dias após semeadura.

O manejo de irrigação foi realizado pelo método de pesagens diárias do conjunto vaso (V) + solo úmido (U) + planta (P), as irrigações foram efetivadas quando o peso do conjunto era inferior a 80 % da capacidade de campo. O volume faltante era completado com água destilada. Para corrigir o peso dos vasos devido ao aumento de matéria fresca, foi acrescentado ao peso de cada vaso o peso médio de duas plantas retiradas de cada tratamento aos 25, 35 e 45 dias após o transplante das mudas de acordo com Pereira, et. al (2003). Foram considerados dois vasos por tratamento para a mensuração do peso.

Paramentos Avaliados

Parte do material vegetal foi levada ao laboratório, onde foram macerados e, em seguida, utilizados para determinar os parâmetros descritos abaixo:

Acidez titulável (AT): determinada em 1 g de folha macerada, transferida para um balão Erlenmeyer de 125 ml e encher o volume para 50 ml com água destilada. Utilizou-se o indicador de fenolftaleína a 1% e foi realizada a titulação com solução de NaOH 0,1 N (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Os resultados foram expressos em (%) de ácido oxálico.

Potencial iônico de hidrogênio (pH): o pH foi determinado a partir de 1g de folha macerada e diluída (1 g de folha / 30 ml de água destilada) utilizando um potenciômetro digital com membrana de vidro (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Sólidos solúveis (SS): determinados por refratômetro digital com correção automática de temperatura, a partir da maceração em argamassa de 1,0 g de folha com 1,0 mL de água destilada, homogeneizada, filtrada e os resultados foram expressos em porcentagem (%) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Razão SS / TA: determinada pelo quociente entre sólidos solúveis e acidez titulável.

Teor de Clorofila: Foi determinada a partir da maceração em almofariz de 0,1 g da folha triturada de jambu, em seguida adicionou-se 0,2 g de carbonato de cálcio e, posteriormente 5 mL de acetona (concentração de 80%), as amostras foram filtradas direto em um balão de 25 mL encapado com papel alumínio, logo após uma alíquota foi utilizada para leituras em 646,8 e 663,2 nm com o espectrofotômetro. A partir das leituras obtidas no espectrofotômetro determinou-se o conteúdo das clorofilas a, b e total. Os resultados finais foram expressos em mg/100g (LICHTHENTHALER HK, 1987).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) em cada experimento. Quando significativa foi realizada análise de regressão. De acordo com a equação quadrática da análise de regressão foi calculada a máxima eficiência técnica das variáveis em função das doses de nitrogênio. Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SISVAR versão 5.7 (FERREIRA, 2011).

3.3- Resultados e Discussões

Ensaio experimental I- flor amarela

A análise de variância indicou efeitos isolados entre as doses de nitrogênio e calagem para todas as variáveis de qualidade pós colheita, exceto pH que houve interação (Tabela 9). Entretanto não foi observada a influência dos fatores a nível de significância de ($p \leq 0,05$) sobre os sólidos solúveis e carotenoides.

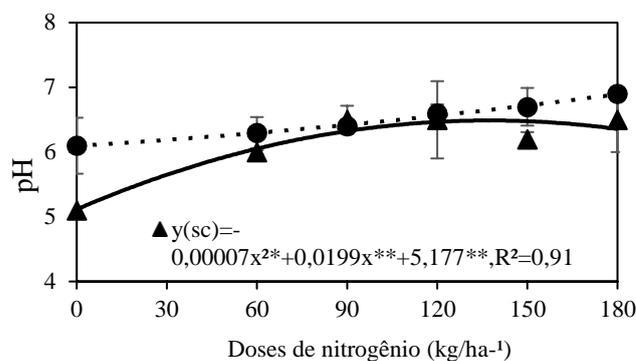
Tabela 9: Resumo da análise de variância dos caracteres potencial iônico de hidrogênio (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), razão sólidos solúveis e acidez (SS/AT), clorofila a (chl a), clorofila b (chl b), clorofila total (chl a+b) e carotenoide de jambu flor amarela em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.

FV	G		carotenoid						
	L	pH	AT	SS	SS/AT	chl a	chl b	e	chl a+b
Bloco	4	0,247*	0,002 ^{NS}	0,439 ^{NS}	13,15 ^{NS}	66352,7**	24820,84**	1,11**	120009,9*
Dose(D)	5	1,62**	0,005**	0,514 ^{NS}	286,59**	18431,6*	4721,5*	0,16 ^{NS}	37971,6**
Calagem (C)	1	0,745*	0,077*	0,40 ^{NS}	314,71*	30343,9*	43565,2**	0,04 ^{NS}	154737,7*
D X C	5	0,55**	0,0009 ^{NS}	0,01 ^{NS}	30,54 ^{NS}	6297,2 ^{NS}	1507,3 ^{NS}	0,04 ^{NS}	13455,2 ^{NS}
Erro	44	0,7	0,053	8,32	30,31	3238,9	1649,3	0,66	5522,7
CV		3,91	15,95	9,47	17,19	27,21	36,77	31,79	22,44

** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora

Os modelos de regressão foram significativos a ($p \leq 0,05$), exceto para os parâmetros de acidez titulável e relação de acidez e sólidos solúveis em tratamentos sem calagem. Em relação ao pH, pode-se observar na (figura 15), que os níveis de nitrogênio com calagem, seguiu comportamento linear crescente, alcançando valor de 6,9. No entanto, para as doses de N sem calagem, observa-se, modelo de regressão quadrático, em que o maior valor de pH foi obtido na dose de 136 kg/ha¹ de N com máximo de 6,6. Esse comportamento também foi demonstrado por Kano et. al (2010), em estudo da qualidade de couve-flor em função de doses de N, observaram aumento linear no valor do pH com aumento nas doses de nitrogênio. No processamento de frutos e hortaliças o pH baixo favorece a conservação dos alimentos por dificultar o desenvolvimento de micro-organismos enquanto que, para o consumo fresco, valores de pH mais elevados têm maior preferência do consumidor (GODIM, 2013).

Figura 15: Potencial iônico de hidrogênio (pH) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.

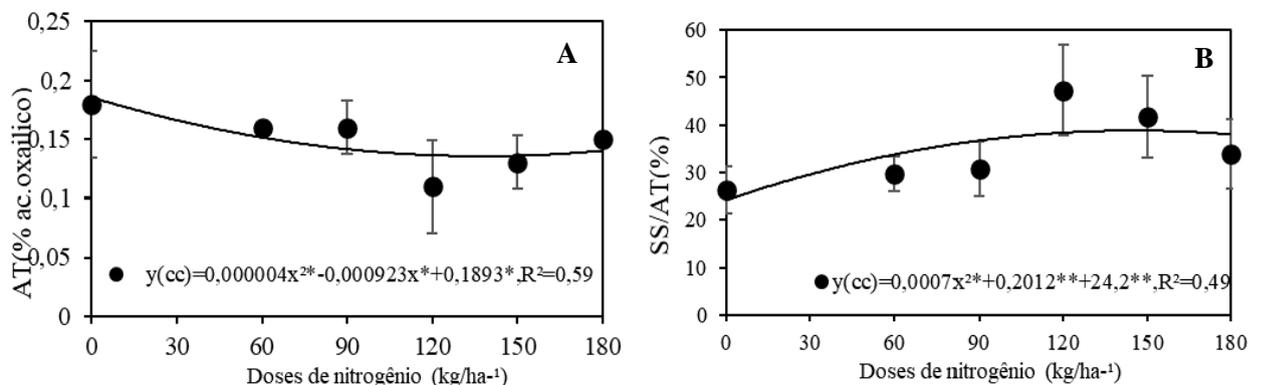


** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora.

Para a variável acidez titulável (Figura 16A), observou-se ajuste regressão quadrático, para níveis de nitrogênio com calagem, o valor mínimo obtido foi de 0,14 % oxálico na dose de 115 kg/ha⁻¹ de nitrogênio. Silva (2015), trabalhando com características fico-químicas de jambu, obteve valor médio de 0,10 % de ácido oxálico, valor esse aproximado aos dados mensurados neste trabalho. A diminuição de ácido oxálico é uma característica desejável para a qualidade de pós-colheita desta cultura, pois durante a fase da colheita e armazenamento, a concentração dos ácidos orgânicos diminui em decorrência de sua utilização como substrato na respiração ou da sua transformação em açúcar (CHITARRA, M. e CHITARRA, A., 2005)

Quanto a SS/AT (Figura 16B), verificou-se ajuste de regressão quadrático, a dose ótima foi de 145 kg/ha⁻¹ e o valor máximo estimado foi de 38,8 %, em solos com calagem em função das doses de N. Nota-se que o nitrogênio proporcionou um aumento de aproximadamente de 13% na qualidade de açúcares em relação ao tratamento controle. O aumento deste parâmetro é uma resposta interessante à qualidade pós-colheita da safra, por estar relacionada ao sabor, e maior a proporção de açúcares sobre os ácidos, ou seja, mais palatáveis serão as folhas (Lemos Neto, et.al 2018). Contudo, a dose máxima de N ocasionou um decréscimo da relação SS/AT. A queda nos teores de açúcares está correlacionada positivamente com o fornecimento de altas dosagens de N solúvel às culturas (Asano, 1984). Segundo os autores (Yano & Hayami, 1978; Nilsson, 1988), as altas dosagens de composto orgânico e de adubo mineral, estabelecem uma correlação negativa entre altos teores de N nos tecidos e seus teores de açúcares, e sua conservação pós-colheita.

Figura 16: Acidez titulável (AT) e relação de sólidos solúveis e acidez (SS/AT) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. As linhas verticais são desvio padrão.

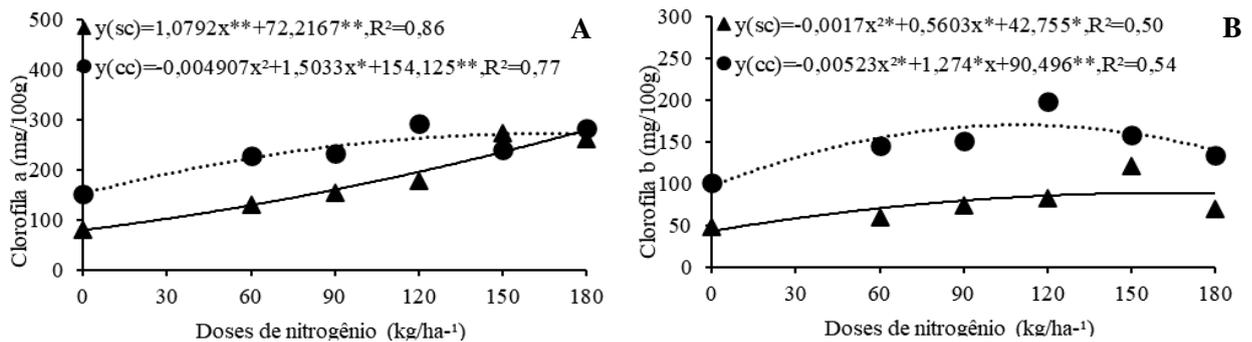


** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora. teste “t-student.

Na figura 17A, o conteúdo de “*chl a*” nos níveis de N em solos com calagem, seguiu um modelo quadrático de regressão, o valor máximo foi de 269,26 mg/100g com dose de 153

kg/ha⁻¹ de nitrogênio. No entanto, nos tratamentos sem aplicação de calagem, obteve-se comportamento linear, com valor máximo de 262 mg/100g. Para os teores de “chl b”, pode-se observar na figura 17B, um comportamento quadrático, em ambos os solos, verificou-se que o maior teor de clorofila b foi de 174,37 mg/100g na dose de 110 kg/ha de N, em solos com calagem em função de níveis de nitrogênio, o valor máximo de clorofila b em solos sem calagem foi de 88,95 mg/100g na dose de 164,85 kg/ha⁻¹, percebe-se que o fator calagem influenciou positivamente estes pigmentos. Isto pode estar relacionado aos benefícios da aplicação de calcário em solos deficientes em nutrientes, além do produto corrigir a acidez do solo, o mesmo fornece cálcio que atua na constituição da parede celular e assim favorece o crescimento de raízes para melhor absorção de nutrientes e, magnésio que é componente estrutural da molécula de clorofila.(FAQUIN,2005).

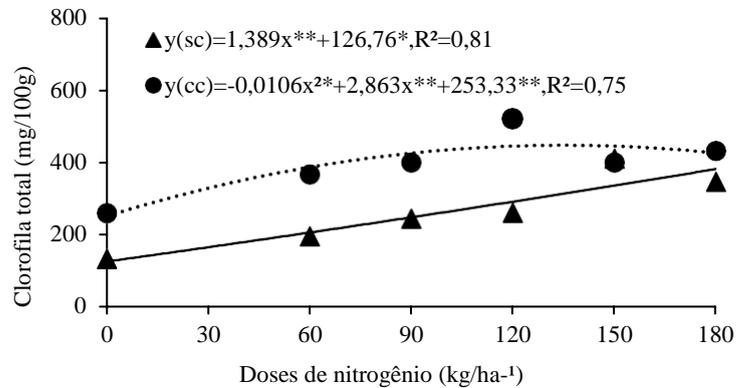
Figura 17: Clorofila “a” e clorofila “b” em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.



** e*- Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora. teste “t-student.

Com relação a clorofila total (Figura 18), observa-se modelo quadrático, para solos com calagem, em que o valor máximo foi de 446,65 mg/100g na dose de 135 kg/ha⁻¹ de N. Entretanto em solos sem calagem em função de níveis de N, adequou-se ao ajuste de regressão linear, o maior valor foi de 410,5 mg/100g. Pressupõe-se com este estudo que adubação nitrogenada com o manejo corretivo do solo aumenta consideravelmente as concentrações de pigmentos fotossintetizantes nos tecidos vegetais, melhorando assim os aspectos desejáveis da qualidade da pós colheita do jambu. Carvalho et al. (2012), estudando rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação em Latossolo Vermelho, observaram influência positiva entre o teor de clorofila total e a adubação nitrogenada.

Figura 18: Clorofila total em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.



** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora

Experimento II – Jambu Flor roxa

Pelo resumo da análise de variância, verificou-se que houve interação entre os fatores doses de nitrogênio e calagem para a chl a chlb, caratenoide e clorofila total. Entretanto, para as variáveis potencial hidrogênionico (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT houve apenas efeito isolado para as doses de nitrogênio (Tabela 10).

Tabela 10: Resumo da análise de variância dos caracteres avaliados potencial iônico de hidrogênio (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), razão sólidos solúveis e acidez (SS / AT), clorofila a (chla), clorofila b(chlb),clorofila total (chla+b) e carotenoide de jambu flor roxa em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.

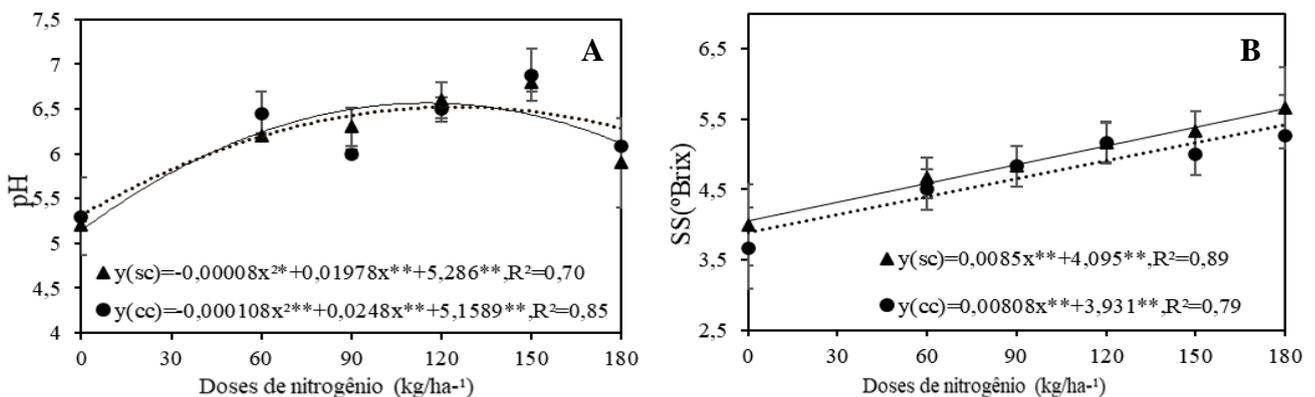
FV	GL	Quadrado Médio							
		PH	AT	SS	SS/AT	chl a	chl b	carotenoide	chl a+b
Bloco	4	0,52*	0,002 ^{NS}	6,62**	713,1**	5870,8 ^{ns}	834,96 ^{ns}	1974,85**	7790,81 ^{ns}
Dose(D)	5	1,835**	0,004**	2,02**	286,59**	36141,02**	22251,2*	2244,02**	50510,4**
Calagem (C)	1	0,001 ^{NS}	0,002 ^{NS}	0,38 ^{NS}	127,88 ^{NS}	32250,8*	4913,3*	998,98*	67424,6*
D X C	5	0,07 ^{NS}	0,0006 ^{NS}	0,05 ^{NS}	27,12 ^{NS}	9074,6*	1644,3*	1109,34*	13327,04*
Erro	44	0,14	0,001	0,17	41,34	2662,4	503,6	286,19	4656,8
CV		6,17	18,81	8,6	18,71	19,95	30,38	19,28	17,8

** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora

Para o pH verificou-se um ajuste quadrático com o incremento da adubação nitrogenada (Figura 19A). O máximo foi de 6,6 na dose 115 kg/ha de N em solos corrigidos e 6,5 na dose de 125 kg de N em solos não corrigidos. O valor do pH o grau de deterioração do alimento, a variação de textura, o grau de maturação de frutas e hortaliças e a escolha de embalagens e meio de conservação adequados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Houve aumento linear de sólidos solúveis em função de doses de nitrogênio, com valor médio de 5.7 °Brix, verificou-se um incremento de 30% em relação a dose zero (Figura 19B). Pode-se intuir que a aplicação de N aumentou a produção de compostos solúveis na planta. Silva (2015), obteve teor de sólidos solúveis totais (SS) de 5,0 °Brix em estudo fitoquímico do jambu. Este valor é semelhante aos teores de SS% mensurados neste trabalho. O teor de sólidos solúveis fornece um indicativo da quantidade de açúcares presente nos frutos e folhas (CHITARRA e CHITARRA 2005).

Figura 19: Potencial iônico de hidrogênio (pH) e sólidos solúveis (SS) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.



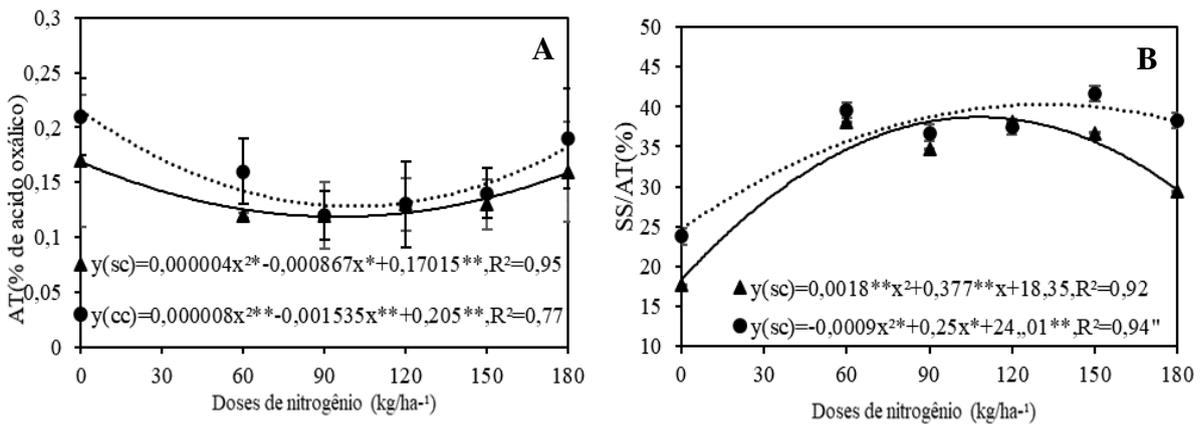
** e*- Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora

A acidez titulável ajustou-se ao modelo quadrático em função de doses de N (Figura 20 A). O valor mínimo de AT em solos sem calagem foi de 0,12 % de ácido oxálico na dose de 108 kg/ha⁻¹ N e em solos corrigidos esse valor foi de 0,13% de ac.oxalico na dose de 96 kg/ha⁻¹ N. Nota-se que as maiores concentrações de AT foram nas doses de 0 e 180 kg /há de nitrogênio. Este comportamento demonstra que a deficiência e/ou o excesso de N na cultura podem aumentar a acidez no suco celular em nível não aceitável pelo consumidor, tornando o produto menos palatável. A AT influencia no sabor e odor dos alimentos e está relacionada com a quantidade de ácidos orgânicos existentes (CECCHI, 2003).

A razão de SS/AT seguiu um comportamento quadrático, com máximo de 41,37% na dose de 139 kg/h⁻¹ N em tratamentos com calagem e valor máximo de 38,1% na dose ótima 104 kg/ha⁻¹N em tratamento sem calcário (Figura 20B). Nota-se que a combinação de nitrogênio e calagem promoveu melhor qualidade pós-colheita do genótipo de jambu flor roxa em concentrações menores de N. Segundo Ferreira (2004), um alto valor da relação SS/AT

indica sabor suave devido à excelente combinação de açúcar e ácido enquanto que valores baixos se correlacionam com ácido e sabor inferior.

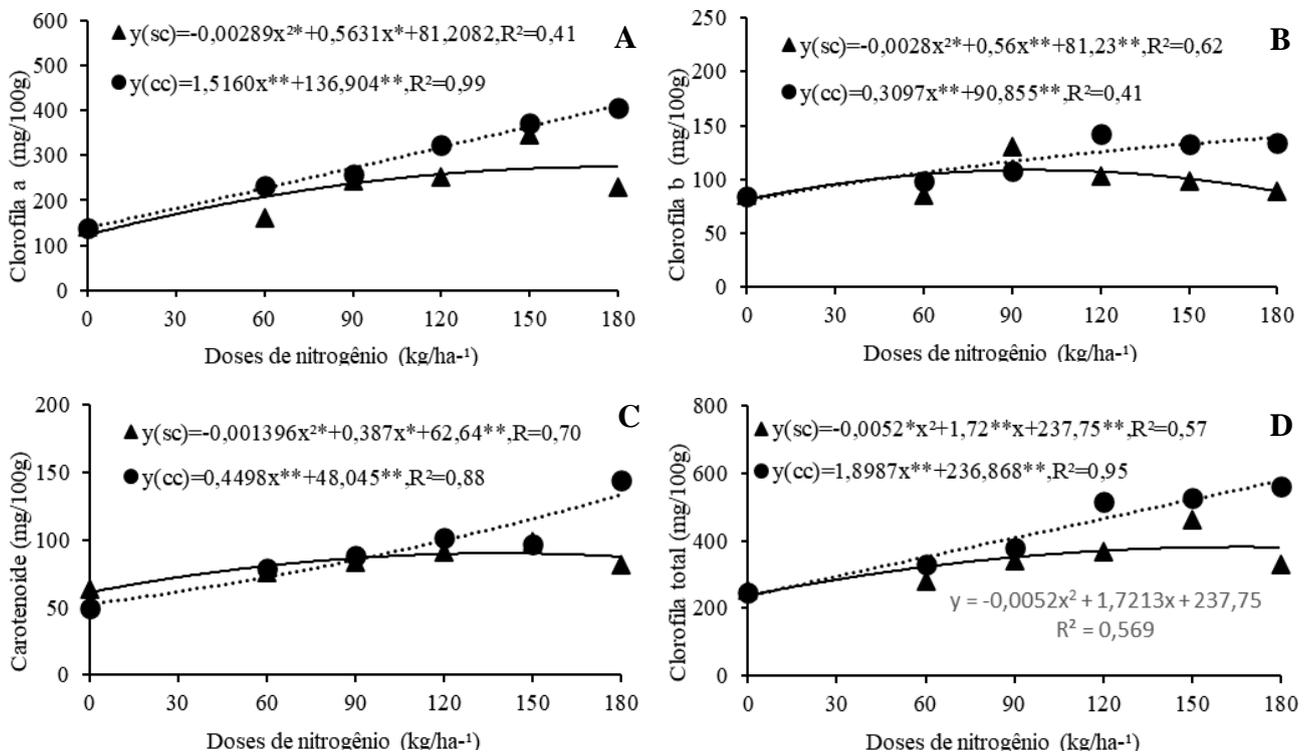
Figura 20: Acidez titulável (AT) e relação de sólidos solúveis e acidez (SS/AT) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. As linhas verticais são desvio padrão.



** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora pelo teste “t-student”.

Em solos com calagem em função de doses de nitrogênio, verificou-se ajuste do modelo linear para todos os pigmentos fotossintéticos. De acordo com a (Figura 21A) o valor máximo de *chl a* foi de 406 mg/100g, para *chb* o maior valor foi de 142 mg/100g (Figura 21B), os valor máximo para carotenoides foi de 144 mg/100g (Figura 21C) e para clorofila total o maior valor foi de 562 mg/100g (Figura 21D). Já para solos sem corretivo, os pigmentos ajustaram-se ao modelo quadrático, a exceção da “*chl a*” que não obteve modelo de regressão significativo, foi mensurado, o valor máximo de 100 mg/100g de clorofila b na dose de 109,230 kg/ha⁻¹ de N; teor de 89,45 mg/100 na dose de 138,61 kg/ha⁻¹ N para carotenoide e por fim, máximo de 380 mg/100g de clorofila total na dose de 165 kg/ha⁻¹ de N. Percebe-se que a adubação nitrogenada combinada com a calagem aumentou teores de pigmentos no genótipo de jambu flor roxa. O teor de clorofila total das hortaliças folhosas é uma característica importante após a colheita, visto que a coloração verde é formada por esses pigmentos, sendo um dos indicativos de qualidade e senescência (PARK et al., 1999).

Figura 21: Clorofila “a”, clorofila “b”, clorofila total e carotenoide em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e aplicação de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa.



** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora pelo teste “t-student

3.4- Conclusão

- A calagem combinada com doses de nitrogênio, melhorou a qualidade pós colheita do jambu flor amarela e flor roxa;
- Doses de 180kg/ha⁻¹ de N diminuiram os teores de pigmentos fotossintetizantes no jambu flor amarela;
- Doses máximas de nitrogênio com aplicação de calcário aumentaram os teores de pigmentos fotossintéticos em genótipo de jambu flor roxa.

CONCLUSÕES GERAIS

A calagem deve ser considerada pratica cultural do jambu, principalmente em solos ácidos, pois aumenta consideravelmente as variáveis de crescimento, produção, trocas gasosas e de qualidade pós-colheita, além de melhorar a eficiência da adubação nitrogenada.

O aumento das doses de nitrogênio com a utilização da calagem eleva a quantidade de pigmentos fotossintetizantes, produção da parte aérea, área foliar e trocas gasosas em ambas as variedades.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift, Fast Track*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ASANO, J. Effect of organic manures on quality of vegetables. *Japan Agricultural Research Quarterly*, Ibaraki, v. 18, n. 1, p. 31-36, 1984.
- Borges LS , Vianello F , Marques MOM , GPP de Lima . 2012 . Influência da adubação orgânica e mineral do solo e óleo essencial de *Spilanthus oleracea* . **Am J Plant Physiol**. 7: 135 – 142p., 2012.
- BONASIA A; CONVERSA G; LAZZIZERA C; ELIA A. 2013. Pre-harvest nitrogen and azoxystrobin application enhances postharvest shelf-life in butterhead lettuce. *Postharvest Biology and Technology* 85: 67-76.
- CARVALHO, K. S.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVEIRA, M.H.D.; CABRAL, C.E.A.; LEITE, N. Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15; p. 1 5 4 5, 2012.
- CECCHI, H.M. (2003) - *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 207 p.
- COLELLI G. , ELIA, A. **I prodotti ortofrutticoli di IV gama; aspetti fisiologici e tecnologici**. *Italus Hortus* , 16 (2009) , pp. 55 – 78.
- COUTINHO, L. N. et al. Galhas e deformações em Jambu (*Spilanthus oleraceae* L.) causadas por *Tecaphora spilanthus* (Ustilaginales). **Summa Phytopathology**, v.32, n.3, p.283-5, 2006. Botucatu.
- CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A.B.; Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio. 2ª ed Lavras: ESAL/FAEPE, 2005.
- CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará. Belém-PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 262.
- FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas/Valdemar Faquin. -- Lavras: UFLA / FAEPE. PósGraduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente, 2005.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA SMR. 2004. Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 249p (Tese doutorado).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2013.

GONDIM, P.J.S.; SILVANA, M.S.; PEREIRA, W.E.; DANTAS, A. CHAVES NETO, J.R.; SANTOS, L.F. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.11, p.1217-1221, 2013

GUSMÃO S. A. L.; GUSMÃO M. T. A.; SILVESTRE W. V. D.; LOPES P. R. A. caracterização do cultivo de Jambu nas áreas produtoras que abastecem a grande Belém. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49, 2009, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia: CBO, 2009. Versão eletrônica.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. ed. 4, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.

KANO C; SALATA AC; CARDOSO AII; EVANGELISTA RM; HIGUTI ARO; GODOY AR. Produção e qualidade de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, 2010, p.453-457.

NEVES, J.F., DIAS L.D.E., JUNIOR, S.S., BORGES, L.S., LOURENÇÃO, W.A.P. Cultivo de jambu em campo aberto sob telas de sombreamento e termo-refletoras. **Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.9, n.17, 2013.

NILSSON, T. Growth and carbohydrate composition of white cabbage for long-term storage. I. Effects of late N-fertilization and time of harvest. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 63, n. 3, p. 419-429, 1988.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (Ed.) *Methods in enzymology*. **London: Academic Press**, 1987. v. 148, p. 350-381.

LUENGO, RFA; CALBO, AG. 2001. Armazenamento de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 242 p.

LIMANTARA, L., DETTLING, M., INDRAWATI, R., INDRIATMOKO, & BRODOSUDARMO, T. H. P. Analysis on the Chlorophyll Content of Commercial Green Leafy Vegetables. **Procedia Chemistry**, 14, 225–231p, 2015.

LEMONS NETO, H. D. S., GUIMARÃES, M. D. A., MESQUITA, R. O., GOMES SAMPAIO, I. M., HENDGES, A. R. A. DE A., & DE OLIVEIRA, A. B. (2018). Silicon Potential as Attenuator of Salinity Effects on Growth and Post-harvest Quality of Lettuce. **Journal of Agricultural Science**, 10(7), 455 p, 2018.

PARK, C. M.; BEUCHAT, L. R. Evaluation of sanitizers for killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and naturally occurring microorganisms on cantaloupes, honeydew melons, and asparagus. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, Ames, p. 842-847, 1999.

PEREIRA, O. C. N., BERTONHA, A., FREITAS, P. S. L., GONÇALVES, A. C. A., REZENDE, R., & SILVA, F. F. . Produção de alface em função de água e de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 25(2), 381–386p., 2003.

RITENOUR, M. N.D. **Plant nutrition impacts on vegetable quality [Online]**. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Indian River Research and Education Center. 2011.

SILVA, A.E. Jambu (*Spilanthus Oleracea* Linn.) minimamente processado: compostos bioativos e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. 2015. 76f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2015.

TORRES, J.M.; CHÁVEZ, A.G. Alcamidas em plantas: distribución e importância. **Avance y perspectiva**, v. 20, p. 377-387, 2001.

YANO, M.; HAYAMI, A. Studies on the improvement of storage ability in the head vegetables. I. The relationship between cultivars, maturity rates and fertilizer and storage ability of lettuce and cabbage. *Tsu* : National Research Institute of Vegetable, Ornamental Plants and Tea, 1978. p. 77-88