



**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

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.

BANCA EXAMINADORA

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

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

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

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

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Comprimento da parte aérea (CPA) 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. 30
- 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. 31
- Figura 3:** Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de inflorescência (MFI) 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. 32
- 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. 32
- Figura 5:** Massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSPA); 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. 33
- 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. 35
- 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela. 36
- Figura 8:** Comprimento da parte aérea (CPA) 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 roxa. 38
- 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) 39
- 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa. 40

- 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa.40
- Figura13:** Condutância estomática (gs) e transpiração (E); 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 roxa.42
- 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa.43
- Figura15:** Potencial iônico de hidrogênio (pH) 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.55

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Atributos químicas e granulométricas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, antes da incubação do calcário.25
- Tabela 2:** Atributos químicas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, depois da incubação do calcário.26
- 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 fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da inflorescência(MFI)e massa seca da raiz (MSR) de jambu flor amarela em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.....29
- 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, 2019.37
- 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 ($E_iUA, \text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) de jambu flor roxa em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.41
- Tabela 7:** Atributos químicas e granulométricas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, antes da incubação do calcário.51
- Tabela 8:** Atributos químicas do Latossolo Amarelo, camada 0-20 cm, depois da incubação do calcário.52
- 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.....54
- 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 (chl_a), clorofila b(chl_b),clorofila total (chl_a+b) e carotenoide

de jambu flor roxa em função dos fatores calagem e doses de nitrogênio, Belém-PA, 2019.
.....58

SUMÁRIO

1- CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2- REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1- ASPECTOS GERAIS DO JAMBU	13
2.2- IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO JAMBU	14
2.3-ADUBAÇÃO NITROGENADA	15
2.4- IMPORTÂNCIA DA CALAGEM	16
2.6- QUALIDADE PÓS-COLHEITA	18
REFERENCIAS	18
3- RESPOSTA FISIOLÓGICA E PRODUTIVA DE VARIEDADES DE JAMBU EM FUNÇÃO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO NITROGENADA	23
3.1.INTODUÇÃO	23
3.2- MATERIAL E METODOS	24
3.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.4- CONCLUSÃO	43
REFERENCIAS	44
4- ALTERAÇÕES NOS PIGMENTOS FOTOSSÍNTETICOS E QUALIDADE POS-COLHEITA DE VARIEDADES DE JAMBU SUBMETIDAS A CALAGEM E DOSES DE NITROGÊNIO.	49
4.1-INTRODUÇÃO	49
4.2- MATERIAL E METODOS	50
4.3- RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
4.4- CONCLUSÃO	61
REFERENCIAS	61

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*, Produção, Pós-colheita. Nitrogênio. Trocas gasosas.

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*. Production. Postharvest. Nitrogen. Gas exchange.

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; Borges et al., 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 ou convencional de cultivo ou em hidroponia (GUSMÃO e 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 arroxeadada (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, 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 (Oliveira et al., 2004; Borges et al., 2013; Rodrigues et al., 2014) 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 (Taiz; Zeiger, 2017 e Novais et al., 2007). 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).

Não somente a adubação nitrogenada 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 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) dos solos e o cálcio melhora os efeitos tóxicos do alumínio no crescimento radicular. Os efeitos gerais deste insumo nas propriedades do solo inclui aumento do pH do solo, saturação de Ca e Mg para uso das plantas, melhor penetração 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 semelhantes. Sendo assim, a hipótese do trabalho é que a calagem com a adubação nitrogenada melhora o crescimento, produção, parâmetros fisiológicos e qualidade 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.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1- ASPECTOS GERAIS DO JAMBU

O jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen) cultivado no Norte do Brasil, pertence à família Asteraceae (GUSMÃO; GUSMÃO, 2013). O gênero *Acmella* Rich. in Pers., como hoje é conhecido, foi estabelecido em 1807 (JANSEN, 1985). É considerado um gênero presente em todas as regiões tropicais, com espécies registradas por toda América, em Madagascar, no continente asiático e na Oceania (Silva e Santos, 2011).

O jambu é uma planta herbácea com 20 cm a 30 cm de altura, com caule cilíndrico, carnoso, decumbente e ramificado. A inflorescência é em capítulo globoso terminal de coloração amarela, com flores hermafroditas. A flor é considerada como sendo de autopolinização, que ocorre quando o estilete cresce e ultrapassa as anteras e, ao despontar no exterior, os estigmas já se encontram cheios de pólen. Esse modo de autopolinização é chamado de cleistogamia. O fruto é um aquênio de tamanho reduzido, com pericarpo de cor cinza escuro, parcialmente envolvido por páleas membranosas (CARDOSO, 1997; GUSMÃO; GUSMÃO, 2013).

A principal forma de propagação é por sementes, embora possua excelente enraizamento de suas estacas Hind e Biggs (2003). A germinação ocorre a partir do quarto dia após o semeio, podendo considerar plantas viáveis aquelas germinadas até os sete dias (Gusmão e Gusmão, 2013). Nos cultivos comerciais, a semeadura pode ocorrer em bandejas ou diretamente em canteiros.

A colheita das plantas de jambu ocorre entre os 45 e 50 dias, ou quando as plantas atingem cerca de 20 a 30 cm de altura (Brasil, 2010). A coleta da planta pode ocorrer por meio da seleção de ramos, o que permite maior vida útil das plantas, ou por arranquio completo da planta (HIND e BIGGS, 2003).

Segundo Gusmão, (2013), as variedades mais comumente utilizada nas hortas que abastecem Belém recebe a denominação de flor amarela, caracterizando a cor típica da inflorescência, sendo ainda denominada de “jamburana” em algumas localidades. Tem folhagem vigorosa, de coloração verde clara. Outra variedade também produzida, a flor roxa, apresenta halo arroxeado no ápice da inflorescência e folhagem com verde mais intenso havendo formação parcial de pigmentação nos ramos e folhas. E também chamada de variedade “nazare”.

O jambu pode ser cultivado de forma convencional ou hidropônica, sendo o uso de elevadas densidades de plantas, a forma tradicionalmente adotada para se cultivar a espécie. Quando

atinge o ponto de colheita, as plantas de jambu são colhidas e comercializadas em “molhos” ou “maços”, sendo toda a parte aérea das plantas utilizada pelo consumidor (HOMMA et al., 2011).

O jambu apresenta bom valor nutritivo por 100 g de folhas. Contém 89 g de água e apresenta valor energético de aproximadamente 32 calorias. Contém em cada 100 g: 1,9 g proteínas, 0,3 g de lipídios, 7,2 g de carboidratos, 1,3 g de fibras, 1,6 g de cinzas, 162 mg de cálcio, 41 mg de fósforo, 4 mg de ferro, 0,03 mg de vitamina B1, 0,21 mg de vitamina B2, 1 mg de niacina e 20 mg de vitamina C (BORGES, 2009).

O principal componente ativo do jambu é o espilanthol (Ramsewak et al., 1999), o qual está sendo muito usado na indústria farmacêutica e cosmética apresentando a característica de ter um efeito anestésico que dá a sensação de formigamento na boca. Além do vasto uso da planta na culinária regional, há indicações como produto fitoterápico, sendo eficaz contra doenças da boca, garganta, bexiga e dores de dente (GUSMÃO et al., 2003).

2.2- IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO JAMBU

O jambu possui um mercado promissor, visto que, o uso mais conhecido desta espécie está na exploração de seus ramos e de suas folhagens, enquanto no passado o consumo de jambu ficava restrito à confecção do pato no tucupi nas datas festivas e nas comemorações familiares ou como quitute (tacacá), atualmente o seu uso se popularizou em dezenas de restaurantes, sendo utilizado em novos pratos como arroz com jambu, pizza de jambu, pastel com jambu e na forma in natura em saladas cruas (HOMMA,2014).

Outra forma de utilização que garante sucesso a cultura, tem base no uso de sua inflorescência, já que é a partir desta que são fabricadas bebidas artesanais, como o licor e a cachaça de jambu, muito apreciados por moradores locais e turistas que visitam a cidade de Belém (SAMPAIO, 2017).

Costa et al., (2008), realizando um trabalho para verificar o impacto provocado do Círio de Nazaré na produção de jambu, constaram que em uma estimativa de 1.952.163 romeiros, em 2005 e, considerando 5 pessoas por família, tem-se, um universo de 390.432 famílias. Supondo que a metade, aproximadamente 200 mil famílias, tenha condições de preparar um pato no tucupi, utilizar 3 litros de tucupi e 3 maços de jambu, obtêm-se um total de 600 mil maços de jambu e 600 mil litros de tucupi. Como um canteiro padrão nas dimensões de 1,20 m x 25m, produz 250 maços de jambu, serão necessários 2.400 canteiros ou equivalente a 12,5 hectares para ser consumido somente no domingo do Círio.

Segundo Homma, 2014 relata que o jambu vem sendo cultivado nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Devido as suas propriedades químicas, o espilantol, que está presente nas folhas e flores do jambu e sendo descrito em patentes como apropriado para uso anestésico, antisséptico, anti-inflamatório e como creme dental. Essa é a razão da existência de 5 patentes que utilizam o jambu, registradas no United States Patent and Trademark Office (USPTO), no período de 2000 a 2006 (1 americana, 1 francesa e 3 japonesas), 7 na World Intellectual Property Organization (WIPO) (japonesa, americana, inglesa, dinamarquesa, suíça, brasileira e australiana), no período de 2006 a 2010, e 1 no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, em 2005. Além disso, o jambu é utilizado pela Natura na composição dos creme antirrugas Chronos e era adquirido de plantios na Região Metropolitana de Belém. A partir de 2004, o jambu passou a ser fornecido pelo Grupo Centroflora, fundado em 1957, por produtores selecionados, que cultivam de forma orgânica nos municípios de Pratânia, Botucatu, Ribeirão Preto e Jaboticabal e efetuam a secagem em Botucatu.

A formação de um parque produtivo local competitivo e a sua verticalização inibiria a sua transferência para outras partes do mundo (Homma, 2005). Centenas de produtores cultivam o jambu na região produtora de hortaliças que abastece a grande Belém, apresentando grande importância para esses microprodutores (Gusmão et al., 2006). O valor das plantas medicinais não apenas como recursos terapêuticos, mas também como fonte de recursos econômicos, torna-se importante estabelecer linhas de ação voltadas para o desenvolvimento de técnicas de manejo ou cultivo, tendo em vista a utilização dessas espécies vegetais (RODRIGUES et.al, 2014).

2.3-ADUBAÇÃO NITROGENADA

Em hortaliças folhosas, o fornecimento adequado de nitrogênio favorece o crescimento vegetativo, atuando na expansão foliar, o que aumenta o tecido fotossintético e aumenta o potencial produtivo (Filgueira, 2008). Fato que foi validado para as plantas de jambu, onde ocorreu o aumento da massa fresca à medida que se aumentou a adubação com nitrogênio (Rodrigues et al., 2014). Porém, quando aplicado de modo desequilibrado, desobedecendo a necessidade nutricional da planta, pode-se ocasionar em diversos transtornos, entre os quais, além de provocar atraso no florescimento e maturação, também predispõe vulnerabilidade ao ataque de doenças, etc. (Malavolta, 1989). Na adubação nitrogenada de hortaliças devem ser consideradas as exigências da cultura, de acordo com o clima e com a idade da planta, pois a

cultura precisa de níveis diferentes do nitrogênio que vai depender do seu estágio de desenvolvimento (MALAVOLTA et al., 1997).

O parcelamento do nitrogênio ameniza as perdas, além de favorecer uma melhor produção devido ao eficiente aproveitamento do nutriente pelas plantas, devendo o mesmo ser aplicado na época de maior exigência pelas plantas, pois o nitrogênio que não é absorvido é perdido de alguma forma, seja por lixiviação ou volatilização (BARBOSA FILHO et al., 2004).

Purquerio et al. (2007), estudando a produtividade de rúcula 'Cultivada' em dois ambientes de cultivo, verificaram que cultura respondeu até as doses de 240 kg ha⁻¹ de N no campo e 180 kg ha⁻¹ de N no ambiente protegido, com produtividade estimada de 3,0 e 3,3 kg m⁻², respectivamente.

Pereira et al. (2003) observaram comportamento quadrático para produtividade da alface em função de diferentes doses de N. A resposta quadrática à aplicação de nitrogênio vem sendo demonstrada por vários autores, (Alvarenga, 1999; Alvarenga et al., 2000; Resende et al., 2005), mas fica evidenciada a queda na produção a partir de determinada dose.

O conhecimento das necessidades nutricionais da planta, bem como sua resposta à aplicação de fertilizantes, é de fundamental importância para otimizar sua produção (SCIVITTARO et al., 2004).

2.4- IMPORTÂNCIA DA CALAGEM

Nos solos brasileiros ocorre intenso processo de intemperismo, o qual favorece a remoção dos nutrientes catiônicos, que associado à presença de alumínio ou manganês, torna os solos ácidos. Há outros fatores que promovem acidificação do solo em cultivos: a exportação de cátions básicos pela colheita, regiões com altas precipitações e o uso de fertilizantes de reação ácida como os amoniacais (SOUSA et al., 2007).

Entretanto, os efeitos da acidez que causam limitações na produção de muitas culturas, como toxidez pela alta saturação por alumínio, podem ser minimizados através de um bom manejo. E a melhor alternativa de manejo para correção da acidez, é a calagem, que além de anular os efeitos tóxicos causados pela presença do alumínio e manganês, fornece cálcio e magnésio ao solo (SOUSA et al., 2007).

O cálcio tem recebido atenção considerável, nos últimos anos, devido aos seus efeitos desejáveis no controle de desordens fisiológicas e no retardo da senescência de frutas e hortaliças. Com o uso de pulverizadores ou calagem, têm-se demonstrado que com o aumento dos teores desse mineral nos tecidos, reduz-se a atividade respiratória, a síntese do etileno e a

degradação da clorofila. Tem papel fundamental na manutenção da estrutura da parede celular e na permeabilidade das membranas, com manutenção da firmeza dos tecidos, reduzindo também a incidência de infecções fúngicas. (CHITARRA & CHITARRA,2000).

Prado et al. (2002) avaliando a escória de siderurgia e calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface verificaram que houve resposta positiva da cultura, relacionando esses efeitos positivos à neutralização da acidez do solo e ao fornecimento de nutrientes como Ca e Mg. Oliveira Junior et al. (2006) em estudo com mudas de arnica (*Lychnophora ericoides*), observaram que a adubação orgânica, com aplicação de calcário, promoveu maior produção de matéria seca da parte aérea.

A calagem e adubação mineral foram essenciais no cultivo de melissa (*Melissa officinalis L.*) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita L.*). No solo utilizado, a falta da calagem e da adubação com N e P causaram as maiores quedas na produção de folhas, órgão usado na medicina popular e que contém os princípios ativos em maior proporção. A omissão de calagem em melissa não permitiu o crescimento das plantas (BLANK et al., 2006).

2.5- TROCAS GASOSAS FOLIARES

A influência do estado nutricional da planta sobre a fotossíntese e a respiração ocorre de muitas maneiras, sendo que quase sempre maiores taxas fotossintéticas são alcançadas por meio da adubação. Vários estudos demonstram as variações ocorridas nas trocas gasosas, em virtude de práticas ou de tratamentos aplicados às culturas agrícolas, com consequentes estados de estresse e reflexos sobre os processos metabólicos das plantas, inclusive com variações nos níveis de aminoácidos (CECHIN et al. 2006, PRAXEDES et al. 2006, SANTOS et al. 2006)

Um dos efeitos positivos da adubação nitrogenada sobre a atividade fotossintética, decorre do maior estímulo à atividade enzimática e da maior síntese da enzima Rubisco, a qual promove maior eficiência na assimilação de CO₂ e favorece a fotossíntese (CABRERA-BOSQUET et al., 2009). Além disso, plantas com suprimento adequado de N têm maior síntese de clorofila “a”, bem como maior biossíntese de proteínas e enzimas (VIEIRA et al., 2010).

Outro efeito positivo é a aplicação de calagem sobre as trocas gasosas, pois disponibiliza cátions como cálcio e magnésio que são importantes para os processos fotossintéticos, o cálcio possui função na manutenção da estabilidade de membrana, que é fundamental para a manutenção das cadeias transportadoras de elétrons e, por conseguinte, das atividades fosforilativas (MAATHUIS, 2009). Por outro lado, o magnésio atua sobre a fotofosforilação (como a formação de ATP nos cloroplastos); fixação do CO₂; síntese proteica.

2.6- QUALIDADE PÓS-COLHEITA

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 e CHITARRA, 2005).

Os fatores pré-colheita têm influência marcante na qualidade e no período de vida útil do produto na fase pós-colheita. Um dos fatores é a adubação e correção do solo. A calagem além de propiciar a correção do pH e alumínio contribui com a adição de cálcio e magnésio na solução do solo, esses elementos são fundamentais na atividade metabólica de frutas, vegetais e flores durante a vida pós-colheita (AGHDAM et al, 2012). Por outro lado, a adubação nitrogenada contribui para aumento da biomassa, proteínas e de pigmentos fotossintéticos. Por esse motivo, proporciona folhagens mais vigorosas, com coloração verde mais intensa e de excelente composição nutricional.

O cálcio está envolvido na manutenção da qualidade da textura do produto, uma vez que os íons cálcio formam ligações cruzadas ou pontes entre os grupos carboxila livres das cadeias de pectina, resultando no fortalecimento da parede celular Garcia et al. (1996). A ligação do cálcio aos componentes da parede celular também pode reduzir a acessibilidade das enzimas degradantes da parede celular aos seus substratos (VICENTE et al., 2009).

E por fim o Mg desempenha um papel crucial na alocação de carbono das fontes para os drenos, governando o carregamento do floema de sacarose. Sendo que, plantas deficientes em Mg podem acumular não apenas sacarose, mas também amido nas folhas de origem, que é outro sintoma típico da deficiência de Mg (CHEN et al, 2018).

REFERENCIAS

AGHDAM, M. S., HASSANPOURAGHDAM, M. B., PALIYATH, G., & FARMANI, B. (2012). The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Scientia Horticulturae*, 144, 102–115. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.07.007>.

ALVARENGA, M. A. R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana sob doses de nitrogênio aplicados no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar**. 1999. 177 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ALVARENGA, M.A.R.; SILVA, E.C., SOUZA, R.J.; CARVALHO, J.G. Efeito de doses de nitrogênio aplicadas no solo e níveis de cálcio aplicados via foliar sobre o teor e o acúmulo de micronutrientes em alface americana. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 905-916, 2000.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S. de; STERTZ, S. C.; CARVALHO, L. A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol.30, supl. 1, maio 2010.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. **Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 49).

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. **Biomassa, teores de nutrientes, espilantol e atividade antioxidante em plantas de jambu (*Acmella ciliata* Kunth) sob adubações mineral e orgânica**. Botucatu, 2009. 108 f. Tese (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, São Paulo.

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**. 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.

BLANK, A. F.; OLIVEIRA, A. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; FAQUIN, V. Efeitos da adubação química da calagem na nutrição de melissa e hortelã pimenta. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 195-198, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Manual de hortaliças não-convencionais**. Brasília: Mapa/ACS, 2010. 92 p.

CABRERA-BOSQUET, L. outros autores. Photosynthetic capacity of field-grown durum wheat under different N availabilities: A comparative study from leaf to canopy. *Environmental and Experimental Botany*, Elmsford, v. 67, n. 1, p. 145–152, 2009.

CARDOSO, M. O. (Coord.). **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. Brasília, DF: EMBRAPA–SPI: Manaus Embrapa-CPAA, 1997. 150 p.

COSTA, F. A.; DINIZ, M. B.; FARIA, A. M. M.; SANTOS, J. N. A.; COSTA, J. A. **O Círio de Nazaré de Belém do Pará: economia e fé. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, PA, v. 3, n. 6, jan./jun. 2008. p. 93-125.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 119p.

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. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2013.
- 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, 2008. 421 p.
- GARCIA, J.M , HERRERA, S. , MORILLA, A. Efeitos dos mergulhos pós-colheita no cloreto de cálcio no morango Journal of Agricultural and Food Chemistry , 44 (1996) , pp. 30 de - 33
- GUSMÃO SAL; GUSMÃO MTA; SILVESTRE WVD; LOPES PRA. Avaliação da cultura do jambu no cinturão verde que abastece Bélem. Brasília. **Horticultura Brasileira**. 21:2-3,2003.
- GUSMÃO, S.A.L.; GUSMÃO, M.T.A.; SILVESTRE, W.V.D. **Rendimento de inflorescências e de sementes de jambu na região amazônica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2006. 46. Resumos. Goiânia: SOB (CD-ROM).
- 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.
- JANSEN, R.K. (1985) The systematics of *Acmella* (Asteraceae - Heliantheae). Systematic Botany Monographs, 8:1-115.
- HIND, N., BIGGS, N. PLATE. *Acmella oleracea*: Compositae. **Curtis's Botanical Magazine**, 2003, 20(1):31-39.
- HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 468 p.
- HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A.; MATOS, G. B. Manejo de bacurizeiros nativos como alternativa econômica para as áreas degradadas da Amazônia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial**: anais. Ribeirão Preto: SOBER, 2005
- HOMMA, A. K. O.; SANCHES, R. S.; MENEZES, A. J. E. A.; GUSMÃO, S. A. L. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, no Estado do Pará. Amazônia: **Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 6, n. 12, jan./junh. 2011.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5ª ed. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 292p. 1989
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MAATHUIS, F. J. M. Physiological functions of mineral macronutrients. *Current opinion in Plant Biology*, v. 12, n. 3, p. 250-258, 2009.
- MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Produção de alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, p. 758-762, 2005.
- 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.
- 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.
- PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L.; GOTO, R.; BOAS, R. L. V. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 464-470, 2007
- PRADO, R.M. et al. Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p.539-546, 2002
- Ramsewak, R. S., Erickson, A. J., Nair, M. G. Bioactive N-isobutylamides from the flower buds of *Spilanthes acmella*. **Phytochemistry**, 1999. 51:729-732.
- RESENDE, G.M.; ALVARENGA, M.A.R.; YURI, J.E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R.J.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C. Produtividade e qualidade pós-colheita da alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 976-981, 2005
- 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.
- SILVA, G. A. R., SANTOS, J. U. M. *Acmella marajoensis* G.A.R. Silva & J.U.M. Santos: uma nova espécie de Asteraceae para a Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, 41(2):191-194, 2011.
- SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. & OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. ViçosaMG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

SCIVITTARO, W. B. S.; OLIVEIRA, R. P. MORALES, C. F. G.; RADMANN, E. B. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro ‘cravo’ em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 131 - 135, 2004.

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

VICENTE, A.R., MANGANARIS, G.A., SOZZI, G.O., CRISOSTO, C.H. **Nutritional quality of fruits and vegetables**. In: Florkowski, W.J., Shewfelt, R.L., Brueckner, B., Prussia, S.E. (Eds.), *Postharvest Handling: A Systems Approach*. Academic Press, p. 57–106, 2009.

VIEIRA, D. A. P. outros autores. Fluorescência e teores de clorofilas em abacaxizeiro cv. Pérola submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 2, p. 360-368, 2010.

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

RESUMO:

O jambu é 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. 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). 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:

3.1INTODUÇÃO

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; Matos, 2002). O óleo essencial contém um elevado índice de espilantol, e tem despertado o interesse do mercado. As flores e as folhas contêm aminoácidos (Mondal et al., 1998; Peiris et al., 2001), alcalóides (Peiris et al., 2001) e N-isobutilamidas (espilantol) (Ramsewak al et., 1999).

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., 2014a; 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 com essa temática. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a adubação nitrogenada e a calagem sobre o crescimento, produção e trocas gasosas de variedades de jambu flor amarela e flor roxa.

3.2- MATERIAL E METODOS

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, o primeiro experimento ocorreu no período de janeiro a março; e o segundo experimento foi realizado no período de março 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). A fertilidade do solo foi determinada pelo pH, Al³⁺, H+Al, Ca²⁺, Mg²⁺, 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, 2011).

Tabela 1: 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.

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 dm³ de solo, obtidas pela expressão seguinte, de acordo com Lins e Viegas (2008).

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

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 (CaCO₃. MgCO₃) com PRNT igual a 91%, contendo 32% de CaO e 15% de MgO.

Tabela 2: 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.

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; cm² planta⁻¹): Foi determinada com o uso de um integrador de área foliar (LI-COR, LI 3000) (Figura: X);

-**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 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, 2018).

3.3- 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 1% e 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 fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da inflorescência(MFI)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**
Dose(D)	5	59,91**	346,29**	774637,36**	2220,18**	369,69**	146,59**	20,84**	9,95**	3,27**
Calagem (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.

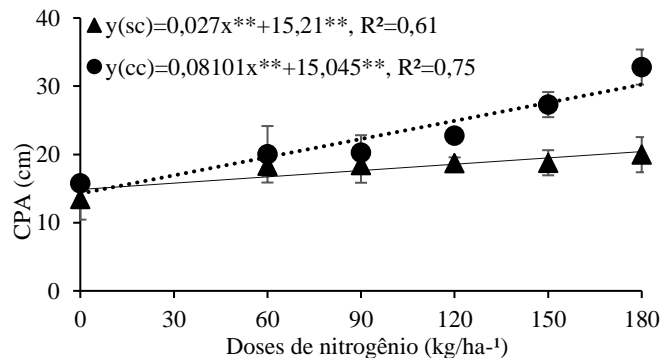
A resposta do comprimento da parte aérea (CPA) das plantas em função das doses de nitrogênio com e sem aplicação de calagem ajustaram-se ao modelo de regressão linear. Na presença da aplicação de calcário, observou-se que o valor máximo do CPA foi de 32,8 cm, enquanto que em solos sem calagem a média foi de 19,96 cm, indicando um aumento de aproximadamente 40% (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 único 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.



** e*- Significativo a 1 e a 5%.

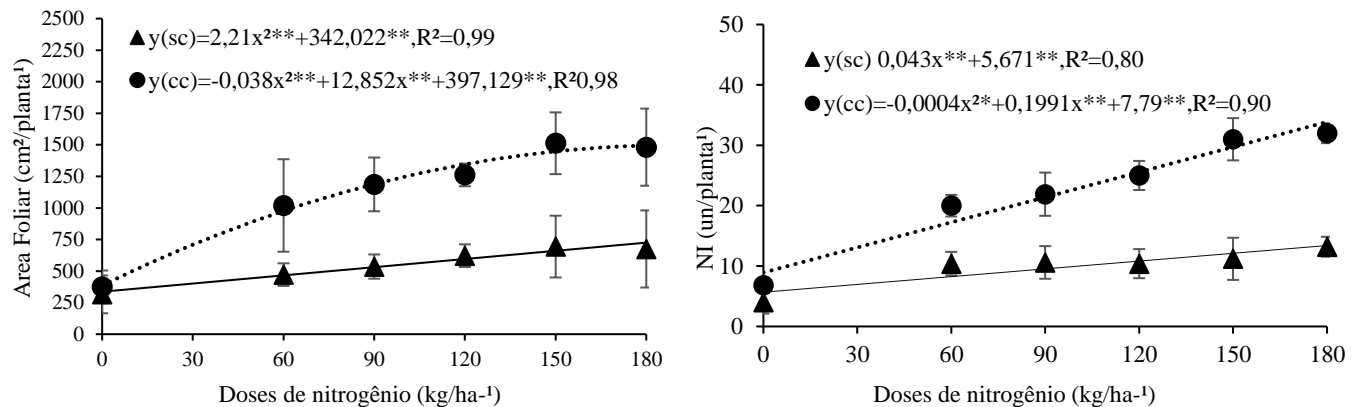
Fonte: Elaborada pela autora

Para área foliar (AF) houve um aumento significativo com as doses de nitrogênio na presença de calagem, com aumento de aproximadamente 200% em relação aos tratamentos sem calcário. A dose ótima estimada de N foi de 169,16 kg ha⁻¹, que representou expansão de AF máxima de 1484,71 cm² por planta (Figura 2^a). 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 e Kirkb, (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 (SILVA et.al, 2011).

Quanto ao número de inflorescência, houve um comportamento de regressão linear (Figura 2B). Foi observado nos tratamentos com aplicação de calcário em função das doses de nitrogênio, que o maior valor foi de 32 inflorescências por planta, por outro lado os tratamentos sem calagem obtiveram menor valor, com 14 inflorescências por plantas, ou seja, um acréscimo aproximadamente 56% 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 (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.

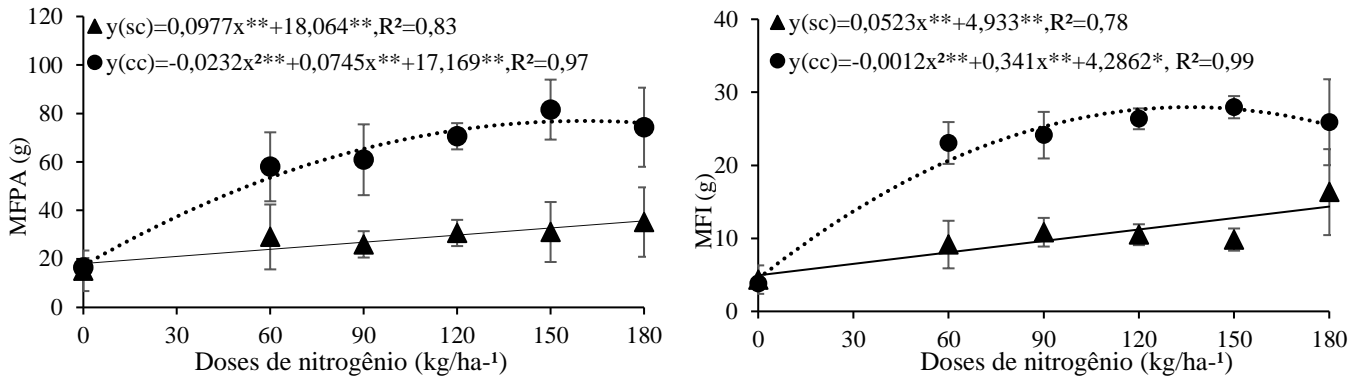
Figura 2: Área foliar (AF) e número de inflorescência (NI) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.



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

A calagem aumentou a eficiência do nitrogênio nos parâmetros massa fresca da parte aérea e de inflorescência (MFPA e MFI), 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⁻¹ de 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 54% para MFPA e 62 % 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.

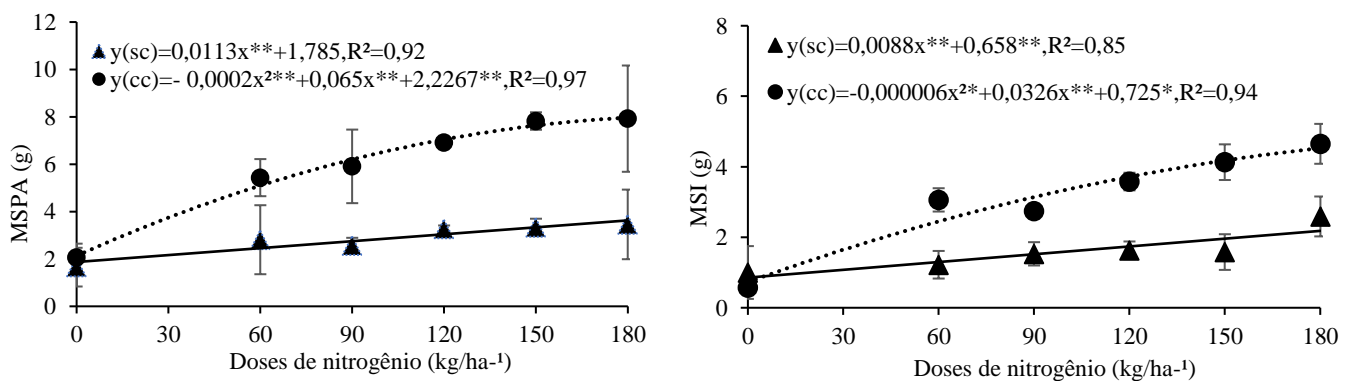
Figura 3: Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de inflorescência (MFI) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.



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

E para os níveis de nitrogênio em solos com calagem, os parâmetros de produção MSPA e MSI, ajustaram-se ao modelo de regressão quadrática, na qual a dose máxima calculada para MSPA foi de 171,05 Kg /ha⁻¹ de nitrogênio, com produção de 7,79 g planta⁻¹. Para MSI, a dose máxima calculada foi de 138,62 Kg/ha⁻¹ de nitrogênio, com produção de 27,92 g planta⁻¹. Em contrapartida em solos sem aplicação de calcário, os parâmetros, se ajustaram ao modelo linear crescente, com produções médias de 3,85 g planta⁻¹ de MSPA e 2,6 g planta⁻¹ de MSI (Figura 4). Mantovani et al. (2005) observaram um ajuste polinomial de segundo grau para produtividades para cultivares de alface, com o aumento da dose de N, em que a aplicação de 176 kg/ha⁻¹ de N proporcionou máxima produção. De acordo com Filgueira (2013) o nitrogênio favorece o desenvolvimento vegetativo das plantas. Este nutriente tem importância fundamental nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, entre outros, o que explica o aumento na massa da matéria fresca e seca.

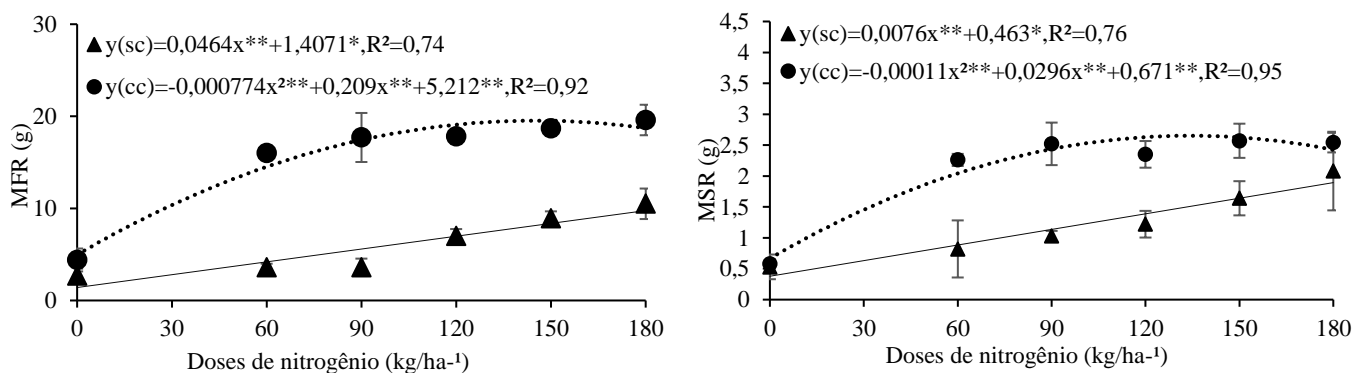
Figura 4: Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da inflorescência (MSI); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.



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

Para a produção para raízes observou-se, que a massa fresca de raiz, houve ajuste quadrático, com máximo valor de 19,6g na dose de 135 kg/ha⁻¹, isto é uma diferença de 46 %. 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 5).

Figura 5: Massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSPA); 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

Conforme os resultados o efeito da calagem demonstrou que, o sistema radicular do jambu foi afetado de forma negativa pelas condições químicas impostas pela acidez do 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

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 CO₂ ($C_i, \mu\text{mol mol}^{-1}$) 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.

Foi evidenciada uma interação significativa ($p < 0,05$) entre as doses de nitrogênio e calagem para a variável eficiência de carboxilação (E_iC). 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.

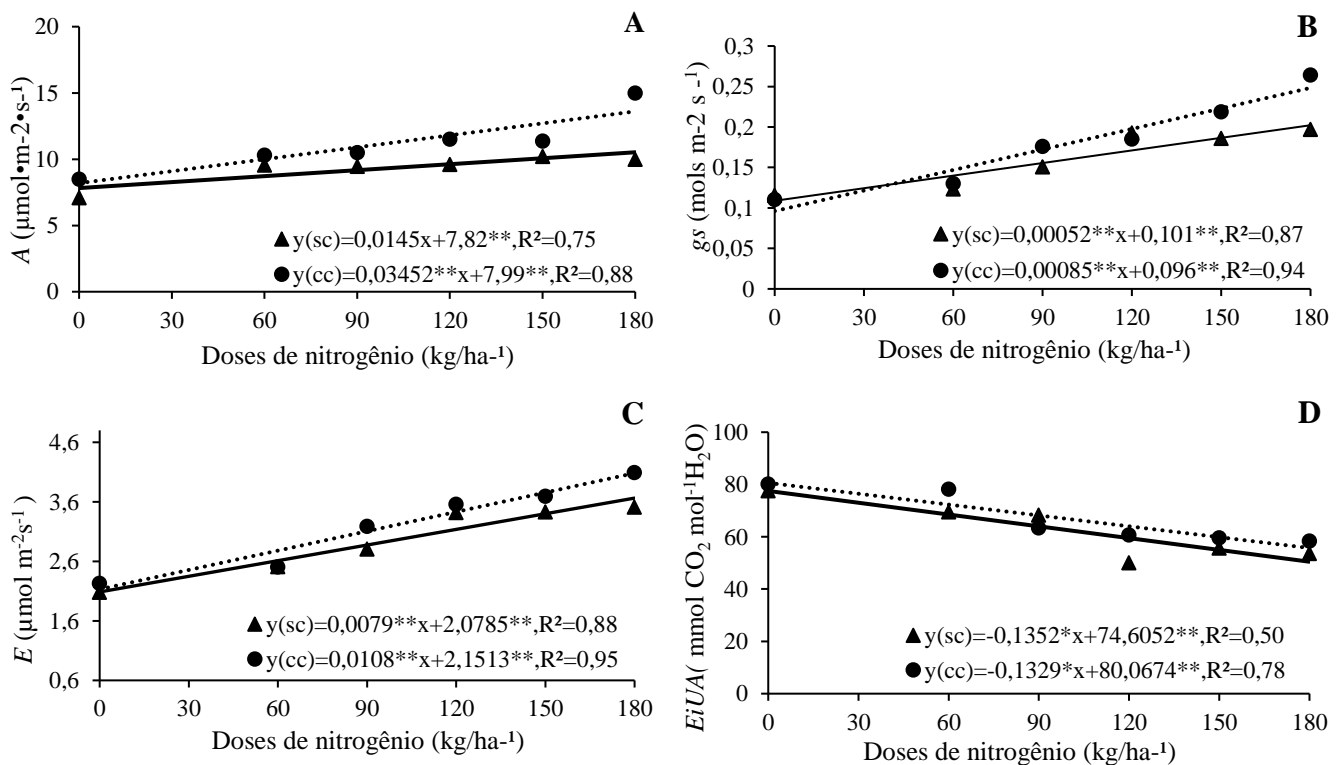
Para a taxa de fotossíntese líquida (A) observou-se efeito linear crescente, em solos com presença e ausência de calagem em função das doses de nitrogênio. Em solos com calagem a máxima taxa fotossintética foi de $15,43 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, isto é, 35% maior que em solos sem calagem que obteve máximo de $10 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Do mesmo modo, a condutância estomática (g_s) em função da dose de N, também apresentou efeito linear, em solos com presença e ausência de calcário. O valor máximo de g_s foi de $0,244 \text{ mols m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em solos com a presença de calcário, este resultado foi superior 16 % em relação aos solos sem adição de calcário. A variável transpiração foliar (E) assim como A e g_s também apresentou resposta linear crescente ($P < 0,05$) com o máximo de $4,09 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}$, em solos com calagem. E máximo de $3,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}$ em solos com ausência de calagem. Houve um aumento de aproximadamente 46% da variável em comparação ao tratamento controle (sem nitrogênio) em solos com e sem calagem. O nitrogênio combinado com a calagem proporcionou um incremento de 14% de taxa transpiratória.

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 instantânea no uso da água (*EiUA*) (Figura X), 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 carbonização, 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.

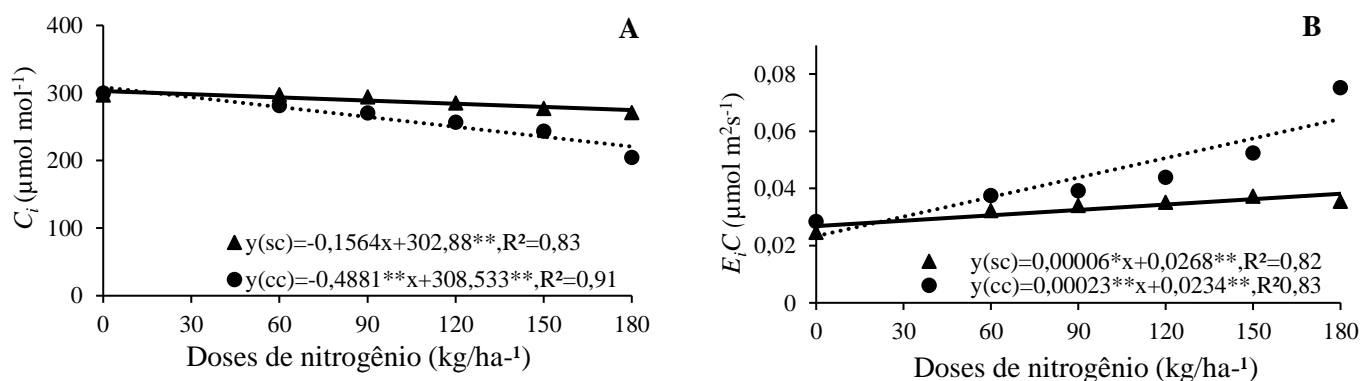
Figura 6: Fotossíntese líquida (A), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*) e eficiência intrínseca de uso da água (*EiUA*); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.



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

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 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ 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 CO₂ 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 $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$. Entende-se que, a adubação nitrogenada aumentou consideravelmente a atividade das enzimas carboxilativas, favorecendo a carboxilação das moléculas orgânicas e reduzindo a concentração de dióxido de carbono livre no mesófilo Pan et al (2004). Além disso, a adição da calagem aumentou aproximadamente 48% 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 CO₂ (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 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

Ensaio experimental II

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.

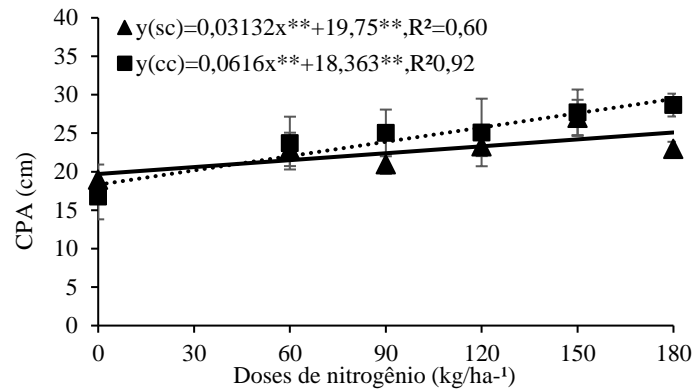
Tabela 5: Resumo da análise de variância dos caracteres avaliados comprimento da parte aérea (CPA), número de inflorescência(NI), aérea foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de inflorescência(MFI), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da inflorescência(MFI) 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
Dose(D)	5	105,47**	298,20**	1816450,37**	3441,42**	214,39**	641,87**	31,49**	6,67**	13,46**
Calagem (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.

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 5). 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.

Figura 8: Comprimento da parte aérea (CPA) 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 roxa.

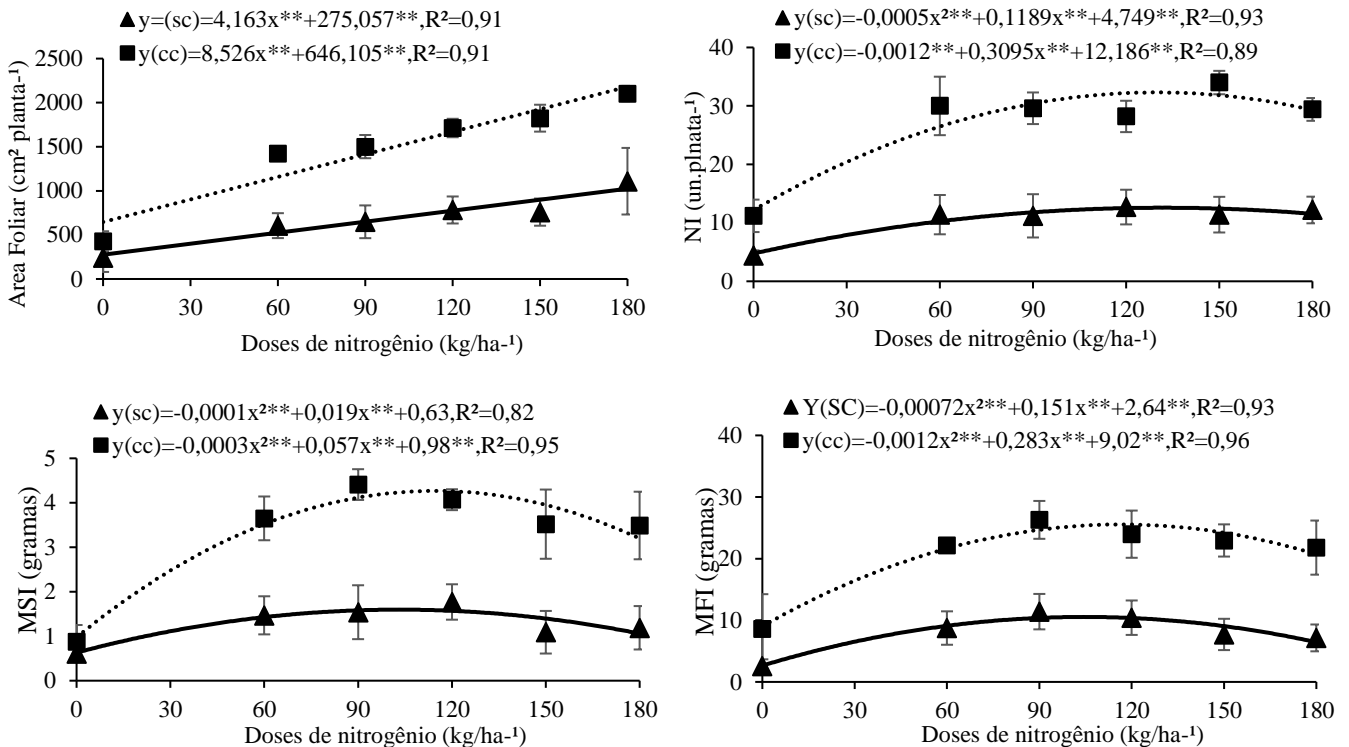


** e*- Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora.

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 9), 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 47% de área foliar quando se utilizou a calagem, percebe-se que o produto corretivo aumenta a aérea 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 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 /há 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”).



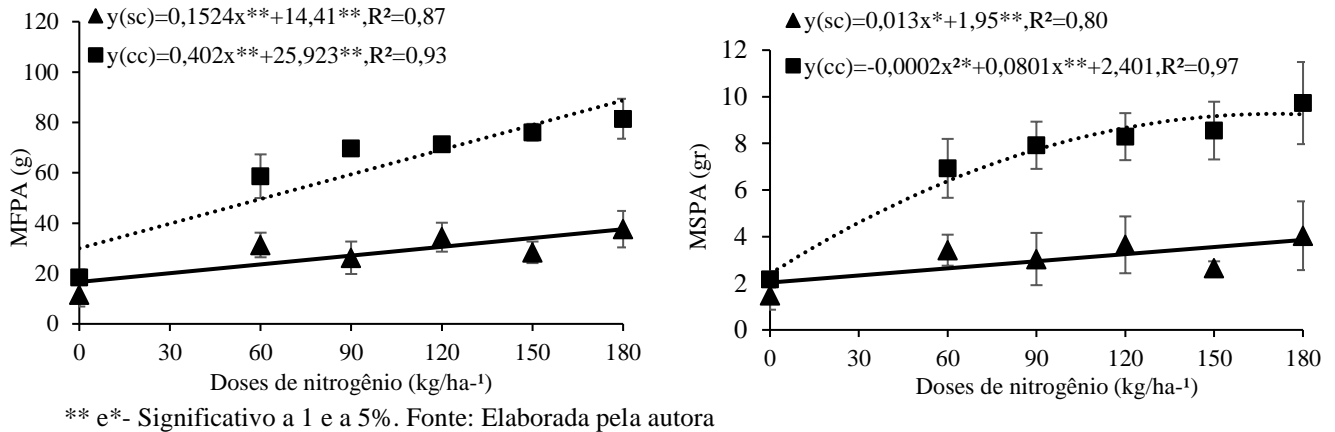
** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora

A massa fresca da parte aérea do ajustou-se ao modelo linear em ambas com e sem aplicação de calagem (Figura 10). Entretanto, os maiores valores médios foram de 99,5 g por planta em solos com calagem, esta produção foi 58% 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 10). 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

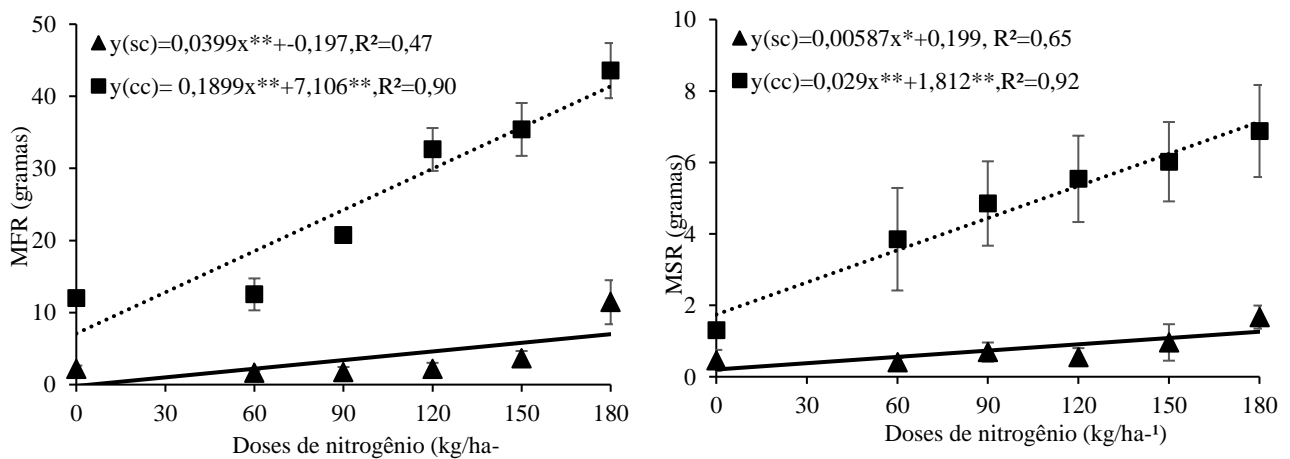
condição de cultivo, a produção respondeu a doses que variaram entre 83 a 108mg dm⁻³ (166 a 216 kg ha⁻¹ de N).

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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa.



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 74% 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 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 níveis 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

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.

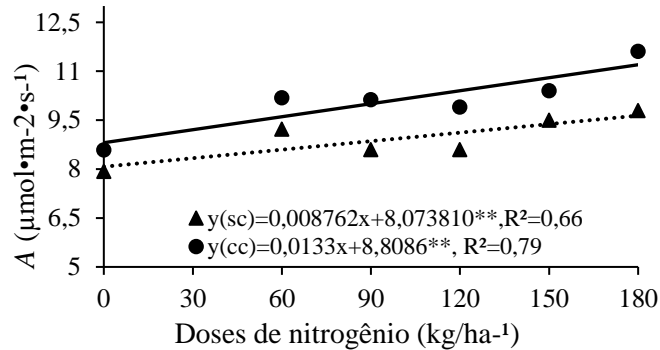
Tabela 6: Resumo da análise de variância dos caracteres fisiológicos taxa de fotossíntese líquida ($A, \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática ($g_s, \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($C_i, \mu\text{mol mol}^{-1}$) transpiração ($E, \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 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	Gs	Ci	E	A/ci	A/gs	A/E
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 15,6% na taxa de fotossíntese em relação ao 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 Castro et al. (2005) e 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 (R.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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa.

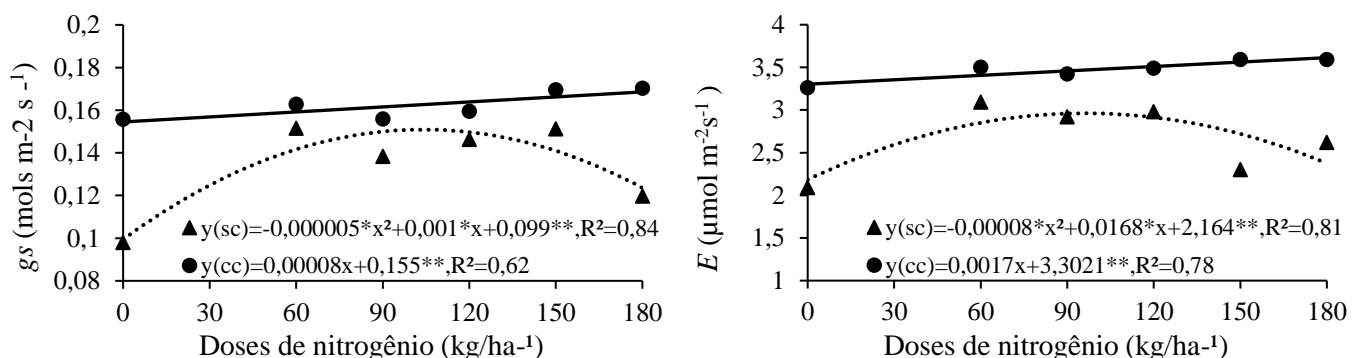


** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora.

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 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ respectivamente. E em solos sem calagem ajustaram-se ao modelo quadrático atingindo máximos de 0,15 mols m⁻²s⁻¹ e 3,05 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. A calagem promoveu um aumento de 15,3% na transpiração e 11,8% 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 (Funk e Amatangelo 2013), e o magnésio aumenta a atividade da RuBP carboxilase e também de outras enzimas estromais .

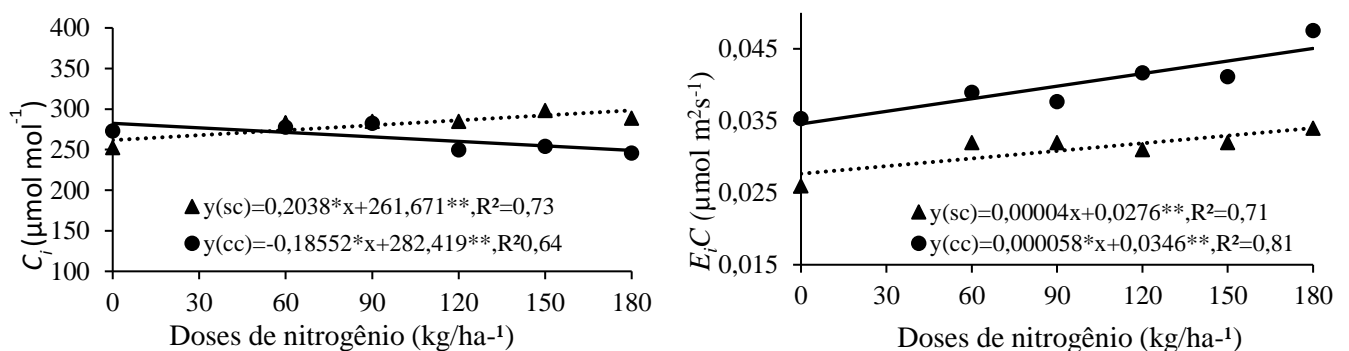
Figura13: Condutância estomática (g_s) e transpiração (E); em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa.



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

Em solos com calagem a concentração de carbono interno na folha diminuiu 12% em relação as plantas cultivadas em solos sem calagem. Entretanto a eficiência de carboxilação aumentou 28% em solos com presença de calagem. 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 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa.



3.4- CONCLUSÃO

- 1) A calagem melhorou a eficiência da adubação nitrogenada nas variedades de jambu;
- 2) A dose de 120 kg N /ha⁻¹ é mais indicada para produção de inflorescências em ambas a variedades de jambu,
- 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.
- 3) 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

REFERENCIAS

- 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. (2011). Nitrogen application improves gas exchange characteristics and chlorophyll fluorescence in maize hybrids under salinity conditions. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58(3), 394–401. <https://doi.org/10.1134/S1021443711030022>
- ATKINSON, C. J. (2014). Is xylem sap calcium responsible for reducing stomatal conductance after soil liming? *Plant and Soil*, 382(1–2), 349–356. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2180-z>
- BARROS JUNIOR, A. P. **Adubação nitrogenada no consórcio alface e rúcula**. 2009. 104 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) –Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.
- 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. 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.
- 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
- 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.
- CANTARELLA, H. **Calagem e adubação do milho**. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H., eds. *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, POTAFOS, 1993. p.148-196.

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.

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.

CECHIN I et al. 2006. **Photosynthetic responses and proline content of mature and young leaves of sunflower plants under water deficit**. *Photosynthetica* 44: 143-146, 2006.

CHEN, Z. C., PENG, W. T., Li, J., & LIAO, H. (2018). Functional dissection and transport mechanism of magnesium in plants. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 74, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2017.08.005>

DIXON, R. K.; MELDAHL, R. K.; RUARK, G. A.; WARREN, W. G. **Process modeling of forest growth responses to environmental stress**. Portland: Timber Press, 1990. 441p
GUSMÃO, S.A.L.; GUSMÃO, M.T.A.; SILVESTRE, W.V.D.; LOPES, P.R.A. Avaliação da cultura do jambu no cinturão verde que abastece Bélem. Brasília. **Horticultura Brasileira**, 21:2-3.2003.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2011, 230 p.

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.

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, 2018.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2008. 421 p

GOMES, R. F., SILVA, J. P., SILVA, V. F. A., GUSMÃO, S. A. L., SOUZA, G. T. Diferentes fontes de adubações foliares em chicória da Amazônia. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 3, p. 73-78, 2012.

Gilliham, M.; Dayod, M.; Hocking, B. J.; Xu, B.; Conn, S. J.; Kaiser, B. N.; Leigh, R. A.; Tyerman, S. D. 2011. Calcium delivery and storage in plant leaves: exploring the link with water flow. *Journal of Experimental Botany*, 62: 2233-2250.

]

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. Trooien As relações sinérgicas entre nitrogênio e água influenciam a capacidade do milho de usar nitrogênio derivado de fertilizante e solo? *Agron. J.* , 100 (2008) , pp. 551 - 556 , 10,2134 / agronj2007.0064.

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* , 42 (2004) , pp. 345 - 351 , 10,1071 / SR02006

LIANG, C., & ZHANG, B. (2018). 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), 261–269. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.09.019>

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.

MALAVOLTA, E. Nutri-fatos: **Informação agrônômica sobre nutrientes para as culturas**. **Arquivo do Agrônomo**. Piracicaba: Potafos, 1996. n.10, 13p

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. doi: 10.1590/S0102-05362012000400028

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

McPHARLIN LR; AYLMORE PM; JEFERRY RC. 1995. Nitrogen requirements of lettuce under sprinkler irrigation and trickle fertigation on a spearwood sand. *Journal of Plant Nutrition* 18: 219-241

PAULISTA, U. E. (2004). *Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse.* 166, 1379–1385. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.01.020>

PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; MARTINAZZO, E. G.; VILLELA, F. A.; LOPES, N. F.; MAUCH, C. R. Análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada. *Bioscience Journal*, Uberlândia-MG, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2014. PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. Guia de interpretação de análise de solo e foliar. Vitória: Incaper, 2013. 104 p.

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.

PEÇANHA, D.A. **Deficiência de nutrientes minerais em *Acmella oleracea*: teores minerais, sintomas visuais, espilantol e compostos fenólicos.** 2017. 69f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2017.

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

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.

RODRIGUES, D.S. Influencia da adubação com nitrogênio e fósforo na produção de Jambu, *Acmella oleracea* (L) R.K. Jansen. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

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.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** Piracicaba: IPNI, 2011.

RAMSEWAK, R.S.; ERICKSON, A.J.; NAIR, M.G. Bioactive N-isobutylamides from the flower buds of *Spilanthes acmella*. *Phytochemistry*, v. 51, p. 729-732. 1999.

RESENDE GM; ALVARENGA MAR; YURI JE; MOTA JH; SOUZA RJ; RODRIGUES JUNIOR JC. 2005. **Produtividade e qualidade pós-colheita da alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio.** Horticultura Brasileira 23: 976-981

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

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.

SCHRÖDER, J.J. et al. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, v.66, p.151-164, 2000.

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.

TOMPSON TL; DOERGE TA. 1996. Nitrogen and water interactions in subsurface trickleirrigated leaf lettuce. I Plant Response. **Soil Science Society of American Journal** 60: 163-168.

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 (2018) , pp. 41 - 53 , 10.1016 / j.agwat.2017.11.010

4- 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 estimula 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. 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). Concluiu-se que a calagem combinada com doses de nitrogênio, melhorou a qualidade químicas de pós colheita do jambu flor amarela e flor roxa; as doses de 180kg/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.

4.1-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 estimula 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 (2000), 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, 2000). 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, objetivou-se avaliar os teores de pigmentos fotossintéticos e a qualidade pós-colheita de variedades de jambu submetidas a calagem e doses de N.

4.2- MATERIAL E METODOS

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, , o primeiro experimento ocorreu no período de janeiro a março; e o segundo experimento foi realizado no período de março 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). 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, 2011).

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.

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 Lins e Viegas (2008).

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

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 (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 percentagem (%) (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).

4.3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ensaio I

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

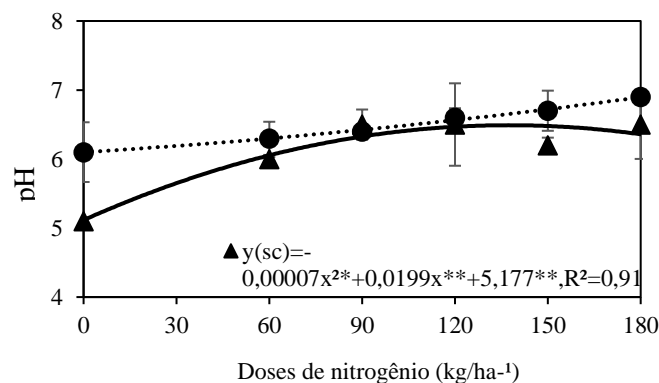
FV	GL	pH	AT	SS	SS/AT	chl a	chl b	carotenoide	chl a+b
Bloco	4	0,247*	0,002 ^{NS}	0,439NS	13,15 ^{NS}	66352,7**	24820,84**	1,11**	120009,9**
Dose(D)	5	1,62**	0,005**	0,514NS	286,59**	18431,6*	4721,5*	0,16 ^{NS}	37971,6**
Calagem (C)	1	0,745*	0,077*	0,40NS	314,71*	30343,9*	43565,2**	0,04 ^{NS}	154737,7**
D X C	5	0,55**	0,0009 ^{NS}	0,01NS	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 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), para as doses de N sem calagem, um modelo quadrático de regressão, em que o maior valor de pH foi obtido na dose de 136kg/ha¹ de N com média de 6,5. No entanto, para as níveis de nitrogênio com calagem, observou-se crescimento linear, alcançando valor médio de 6,9. 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 (LIMA,2016).

Figura15: Potencial iônico de hidrogênio (pH) 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.



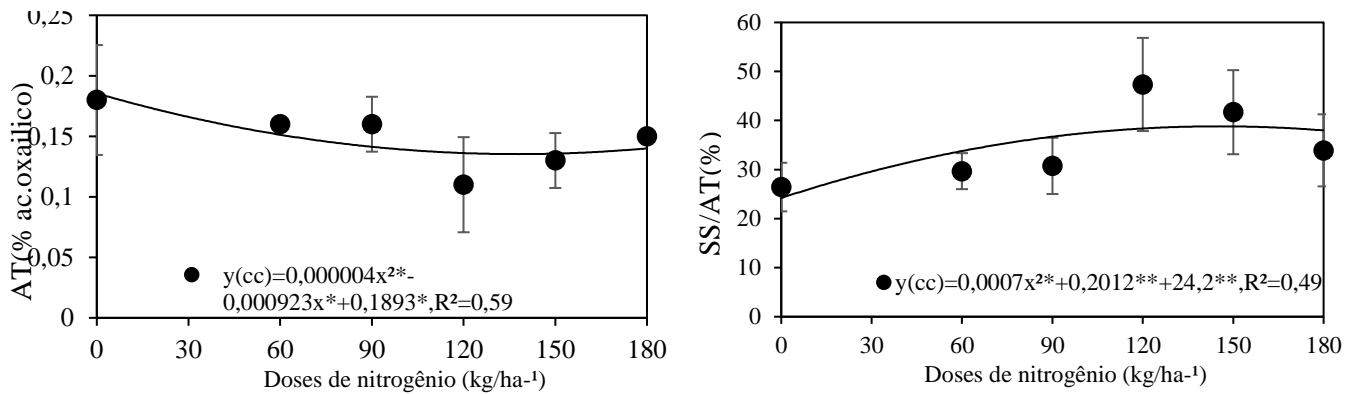
** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora

Para a variável acidez titulável (Figura 16), observou-se ajuste regressão quadrático, para níveis de nitrogênio com calagem, o valor mínimo obtido foi de 0,14 % oxálico na dose de 115kg/há 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, verificou-se ajuste de regressão quadrático, a dose ótima foi de 145 kg/há 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 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^a); 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

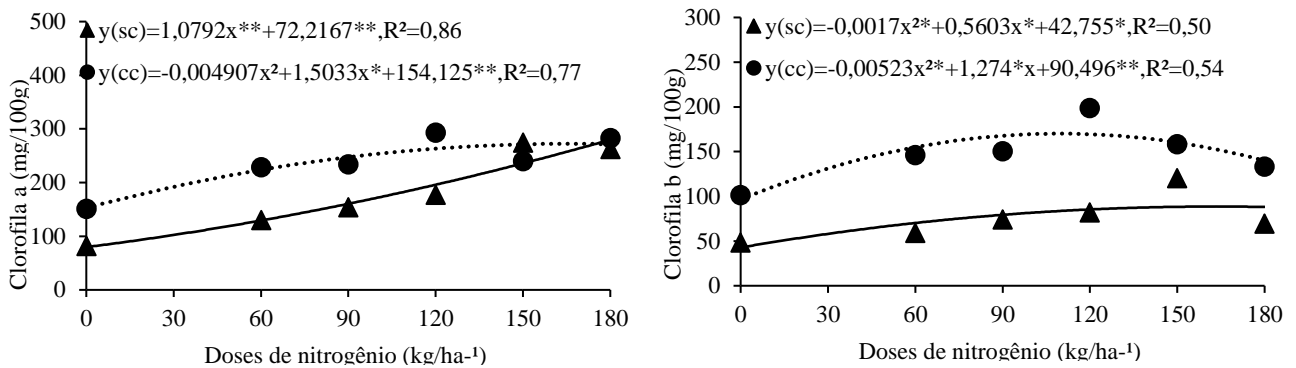
Figura 16: Acidez titulável (AT) e relação de sólidos solúveis e acidez (SS/AT) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.



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

O conteúdo de “*chl a*” nos níveis de N em solos sem calagem, obedeceu a um comportamento linear, com valor médio de 262 mg/100g. No entanto o teor de clorofila a, seguiu um modelo quadrático de regressão, o valor máximo foi de 269,26mg/100g com dose de 153kg/há de nitrogênio em solos com calagem. Para os teores de “*chl b*”, pode-se observar na figura 17, 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 164,85kg/há, 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).

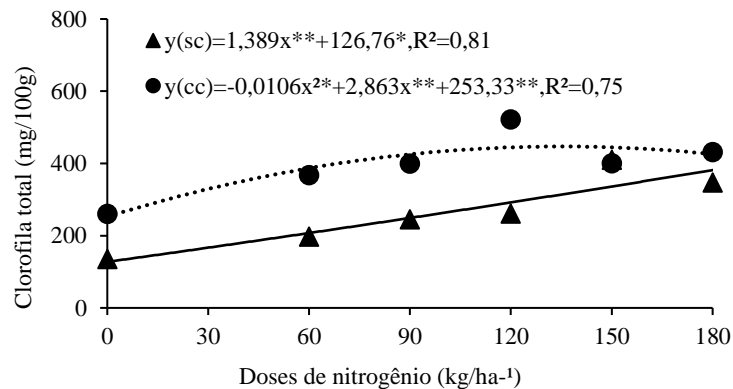
Figura 17: Clorofila “a” e clorofila “b” em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor amarela.



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

Com relação a clorofila total, houve ajuste linear no modelo de regressão, para solos sem calagem em função de níveis de N (Figura 18), o maior valor médio foi de 410,5 mg/100g. Entretanto em solos com calagem, adequou-se ao o modelo quadrático, em que o valor máximo foi de 445,86 mg/100g na dose de 135,22kg/há de N. 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 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

Pelo resumo da análise de variância, verificou-se que houve interação entre os fatores doses de nitrogênio e calagem para a chl a , chlb, carotenoide 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.

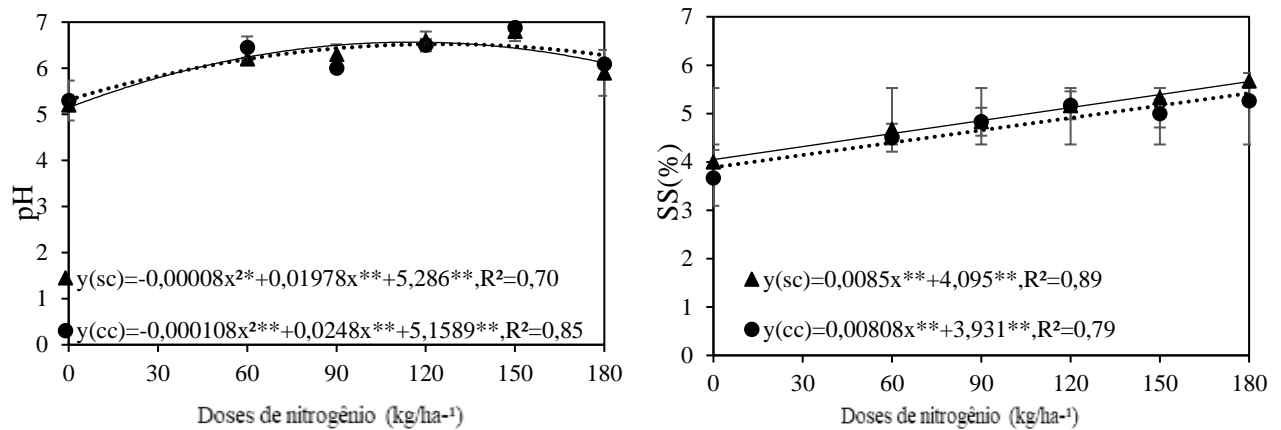
FV	GL	Quadrado Médio							
		PH	AT	SS	SS/AT	<i>chl a</i>	<i>chl b</i>	carotenoide	<i>chl a+b</i>
Bloco	4	0,52*	0,002 ^{NS}	6,62**	713,1**	5870,8 ^{ns}	834,96 ^{ns}	1974,85**	7790,81 ^{ns}
Dose(D)	5	1,835**	0,004**	2,02**	286,59**	36141,02**	22251,2*	2244,02**	50510,4**
Calagem (C)	1	0,001 ^{NS}	0,002 ^{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 19). 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. 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 fíco-químico 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 níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa.

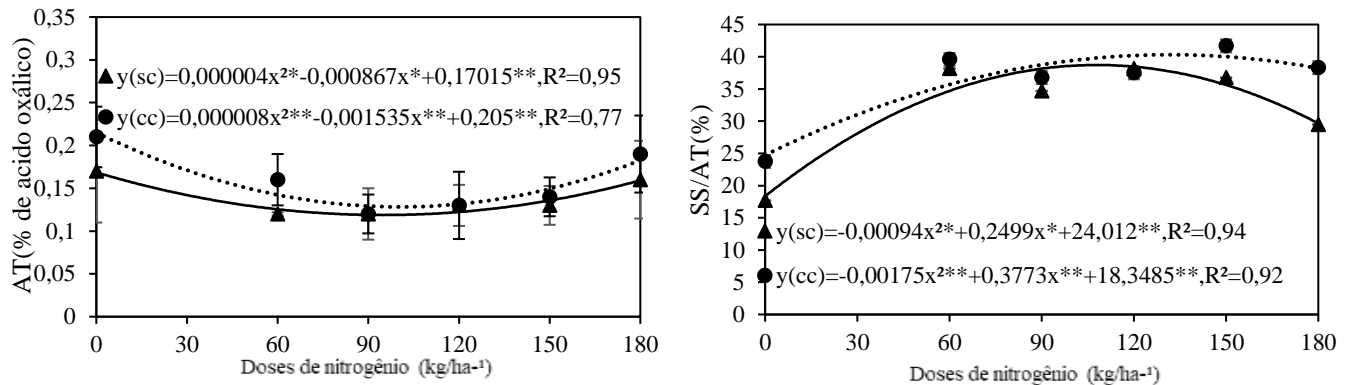


** e* - Significativo a 1 e a 5%. Fonte: Elaborada pela autora

A acidez titulável ajustou-se ao modelo quadrático em função de doses de N (Figura 20). 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 95 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 38,6% na dose de 108 kg/ha em tratamentos com calagem e valor máximo de 20% na dose ótima 132 kg/há N em tratamento sem calcário (Figura 20). Nota-se 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.

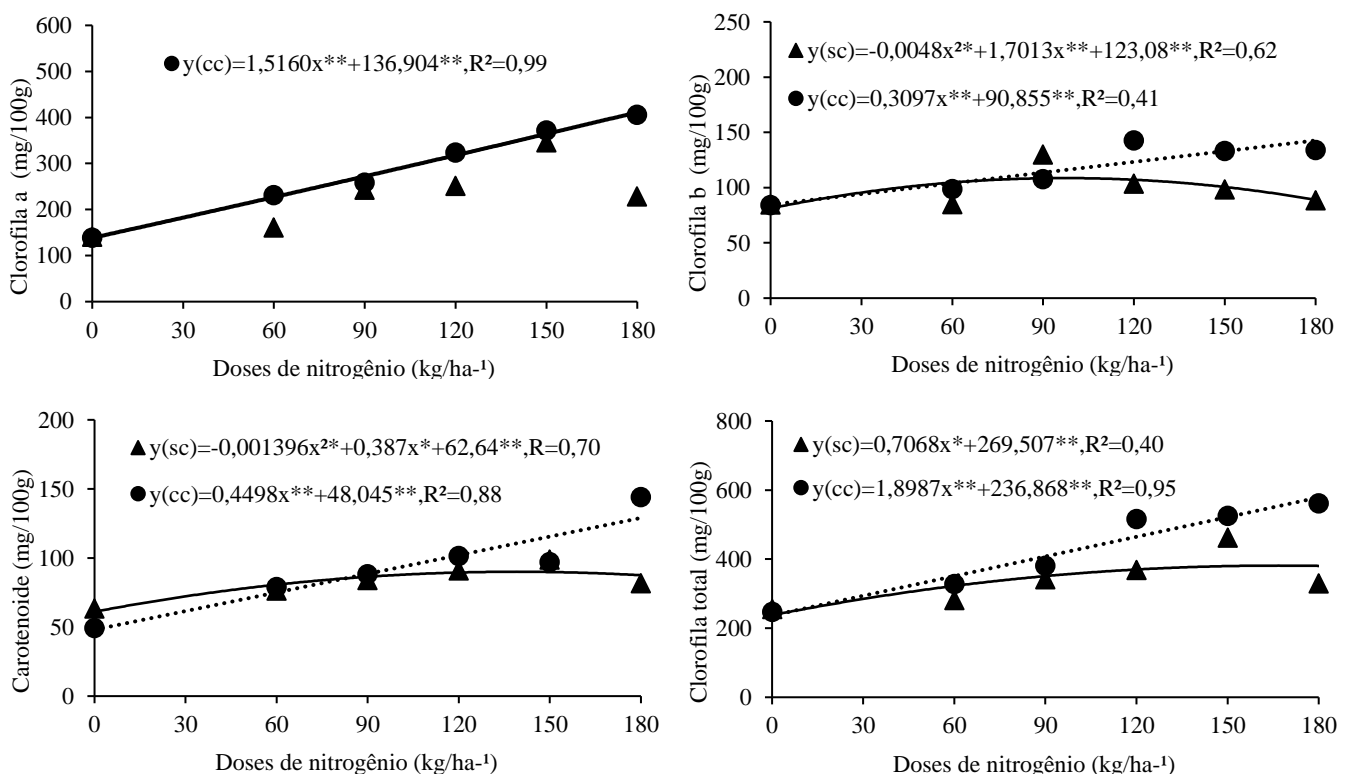
Figura 20: Acidez titulável (AT) e relação de sólidos solúveis e acidez (SS/AT) em função de doses de nitrogênio (0,60,90,120,150 e 180 kg/ha⁻¹) e níveis de calagem (sem calagem “sc” e com calagem “cc”) na variedade de jambu flor roxa.



Fonte: Elaborada pela autora

Em solos com calagem em função de doses de nitrogênio, verificou-se ajuste do modelo linear, para “clorofila a”, “clorofila b”, carotenoide e clorofila total, os maiores valores foram de 142, 144, 228 e 562 mg/100g respectivamente (Figura 21). Já para a solos sem corretivo, os pigmentos ajustaram-se ao modelo quadrático, a exceção da clorofila a que não obteve modelo de regressão significativo, foi mensurado, o valor máximo de 108 mg/100g de clorofila b na dose de 97,32kg/ha⁻¹ de N; teor de 88,95mg/100 na dose de 164,85kg/há⁻¹ N para carotenoide e por fim, média máxima de 377,42 mg/100g na dose de 170 kg/há⁻¹ de N para clorofila total.

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 níveis 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

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).

4.4- 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.

REFERENCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *MeteorologischeZeitschrift, 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 – 142.

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. e CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

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).

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2011, 230 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 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-refletores. *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. (2015). Analysis on the Chlorophyll Content of Commercial Green Leafy Vegetables. *Procedia Chemistry*, 14, 225–231. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.032>

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. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n7p455>

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. da. (2003). Produção de alface em função de água e de nitrogênio. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 25(2), 381–386. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v25i2.1987>.

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