



Cultivo e teor proteico do espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC) em função dos espaçamentos e doses de nitrogênio

Antônio Carnaúba de Aragão Júnior^{1*}, Marilene Santos de Lima², Natalia Souza Torres¹, Matheus Matos do Nascimento¹, Lin Chau Ming³, Almecina Balbino Ferreira⁴

¹Discente da Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Rio Branco, Acre, Brasil. ²Bolsista Funape/Consórcio Embrapa Café, Rio Branco, Acre. ³Docente da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Departamento de Horticultura, Botucatu, São Paulo, Brasil. ⁴Docente da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre. *carnaubaa@outlook.com

Recebido em: 28/02/2023

Aceito em: 18/05/2023

Publicado em: 31/12/2023

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.5.1-21>

RESUMO

O espinafre-da-amazônia apresenta grande potencial nutricional, caracterizando-se como opção alternativa de hortaliça para a alimentação humana. O objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo, produção e composição proteica do espinafre-da-amazônia, sob diferentes densidades de plantio e doses de Nitrogênio. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Acre, o delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4, dois espaçamentos (0,20 m x 0,20 m e 0,30 m x 0,30 m) e quatro doses de nitrogênio (0; 75; 150; 225 kg ha⁻¹), com três blocos. Cada parcela foi composta por quatro linhas de plantio de quatro metros. A adubação foi parcelada em duas aplicações de ureia em cobertura, aos 15 e aos 35 dias após o plantio. As avaliações foram realizadas aos 60 dias de cultivo. As variáveis analisadas foram: altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, número de ramos laterais, área foliar, massa fresca aérea, massa seca aérea, produtividade comercial, proteína bruta. Os dados foram submetidos a análise de variância, na qual houve diferença, entre os espaçamentos e doses de N. A dose de 225 kg ha⁻¹ apresentou maior teor de proteína bruta (24,66 g 100g⁻¹). A maior produtividade de espinafre-da-amazônia se dá no espaçamento de 0,20 m x 0,30 m.

Palavras-chave: Proteína. PANC. Manejo.

Culture and protein content of amazonian spinach (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC) as a function of spacing and nitrogen doses

ABSTRACT

Amazonian spinach has great nutritional potential, being characterized as an alternative vegetable option for human consumption. The objective of this work was to evaluate the vegetative growth, production and protein composition of Amazonian spinach, under different planting densities and Nitrogen doses. The experiment was carried out at the Federal University of Acre, the experimental design was in randomized blocks in a factorial scheme, two spacings (0.20 m x 0.20 m and 0.30 m x 0.30 m) and four doses of nitrogen (0; 75; 150; 225 kg ha⁻¹), with three blocks, where each plot was composed of four planting rows of four meters. Fertilization was divided into two topdressing applications of urea, at 15 and 35 days after planting. The evaluations were performed at 60 days. The analyzed variables were: plant height, stem diameter,

number of leaves, number of lateral branches, leaf area, aerial fresh mass, aerial dry mass, commercial productivity, crude protein. The data were submitted to analysis of variance where there was difference between spacing and N doses. The dose of 225 kg ha⁻¹ showed higher crude protein (24.66 g 100g⁻¹). The highest productivity of Amazonian spinach occurs in the spacing of 0.20 m x 0.30 m.

Keywords: Protein. PANC. Management.

INTRODUÇÃO

Plantas alimentícias não convencionais (PANC) podem ser espécies nativas, exóticas, ou produzidas em grande escala com alguma parte comestível inutilizada, sendo conhecidas e usadas em uma determinada região, mas em outras não. Apresentam como característica principal o potencial nutricional para suprir a demanda humana por vitaminas, minerais, proteínas, lipídeos e carboidratos (KINUPP; LORENZI, 2014).

As hortaliças sendo convencionais ou não, desempenham regulação das atividades metabólicas dos seres vivos, por apresentarem níveis suficientes de vitaminas, minerais e fibras para bom funcionamento do corpo humano (FILGUEIRA, 2003).

O espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC) é uma espécie pertencente à família Amaranthaceae que apresenta aproximadamente 170 gêneros e 2.360 espécies, havendo predominância de ervas e subarbustos perenes, com caule ereto ou decumbente, e folhas encarquilhadas (CARVALHO et al., 2010). O atrativo dessa espécie é o teor de proteína que pode chegar até 25%, enquanto as hortaliças mais demandadas como alface e a couve apresentam valores inferiores, além disso, possui 19 aminoácidos (FERREIRA et al., 2021; GOMES, 2020)

A produção hortícola no estado do Acre está em constante crescimento, entretanto, há problemas para sucesso da cadeia relacionados a logística de escoamento e distribuição, bem como baixa adesão a técnicas de cultivo do plantio a colheita, menor produtividade devido ao uso de variedades e cultivares recomendadas para outros estados.

Tratando-se de produtividade, a utilização do Nitrogênio na agricultura é essencial para obter melhorias nas lavouras, por acelerar o crescimento vegetativo, produção de fotoassimilados e metabólitos que culmina na adequação das plantas a situações de estresse, contribuindo diretamente para o rendimento final da cultura.

As plantas alimentícias não convencionais podem ser inseridas na cultura regional, caracterizando os hábitos alimentares e práticas agrícolas em diversas comunidades, além de promover alternativa de subsistência e diversificação alimentícia, contribuindo para o fortalecimento da economia local (BARREIRA et al., 2015).

Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo, produção e composição proteica do espinafre-da-amazônia, sob diferentes densidades de plantio e doses de Nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campus Experimental da Universidade Federal do Acre - UFAC, no município de Rio Branco – Ac, no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022. O local encontra-se nas coordenadas de latitude - 09° 58' 29'' e longitude - 67° 48' 36'', na altitude aproximada de 164, clima Am, segundo a classificação de Köppen. De acordo com dados do Inmet (2022) a temperatura média do ar foi de 25,04 °C, a umidade relativa de 88,90% e pluviosidade de 787 mm durante o período.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, os quais foram avaliados dois espaçamentos de cultivo distintos (0,20 m x 0,30 m; 0,30 m x 0,30 m) e quatro doses de Nitrogênio em cobertura (0; 75; 150 e 225 kg ha⁻¹) com três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Cada unidade experimental foi composta por 4 fileiras de plantio com 4 m de comprimento, distanciadas por 0,50 m entre si e 1 m de distância entre blocos. Os blocos foram compostos por dois canteiros com altura de 30 cm, 1,3 m de largura e 18 m de comprimento, onde foram casualizados os tratamentos. Para evitar efeito de bordadura, foram utilizadas nas análises as 2 fileiras centrais.

Para a aplicação das doses de Nitrogênio (N), foi utilizada ureia (45 % de N) em cobertura, parcelado em duas vezes, uma aplicação aos 15 dias após plantio (DAP) e outra aos 35 DAP.

O preparo do solo foi realizado com microtrator, no mês de novembro de 2021, onde foi revolvido a camada superficial do solo (0-25 cm), diminuindo a compactação do solo por consequência melhorando a capacidade de retenção de água, aeração no perfil do solo e incorporação de insumos.

Com base no diagnóstico da análise de solo (Tabela 1), foi realizada a adubação de plantio na área total do experimento, pelo método de elevação dos teores de Fósforo e Potássio do solo, para o nível alto (CFSEMG,1999). Foram aplicadas as doses de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, em cloreto de potássio a lanço na área 15 dias antes do plantio definitivo.

Tabela 1 - Caracterização química e física do solo da área experimental para cultivo de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2021/2022.

pH	g.kg ⁻¹			mg.dm ⁻³			cmolc.dm ⁻³				%		
Água	Argila	Silte	Areia	MO	P disponível	K	Ca	Mg	Al	H	SB	CTC	V
6,9	174	90	737	25	13,1	0,12	5,6	1	0	1,5	6,72	8,2	82

Por se tratar de uma espécie com a recomendação de cultivo com sombreamento (GOMES, 2020). Foi realizado a confecção de uma cobertura com sombrite de 50%, com altura de pé direito de 1,7 metros, 20 metros de comprimento e 12 metros de largura, cobrindo toda a área experimental.

Para esse experimento, foram produzidas mudas de espinafre-da-amazônia pelo método de estaquia de matrizes provenientes de Rio Branco - Acre. As estacas foram retiradas dos ramos laterais das plantas matrizes, dando ênfase para retirada dos mais vigorosos, que foram seccionados, para produção de estacas padronizadas com 12 cm de comprimento e diâmetro de 4 mm, com quatro folhas e duas gemas para enraizamento.

Após selecionadas, foram cultivadas em copos plásticos de 500mL, contendo substrato constituído por terra vegetal, caule de palheiras decomposto e substrato comercial, nas proporções de 50%, 30% e 20% respectivamente. Em seguida, as mudas foram aclimatadas no viveiro da área experimental PANC, da Universidade Federal do Acre -UFAC, sob sombrite de 50% e submetidas a irrigação por aspersão duas vezes ao dia, por um período de 20 dias.

O plantio foi realizado no dia 14 de dezembro de 2021, inicialmente foram abertas covas com dimensões de 1000 cm³ com auxílio de boca de lobo, e posteriormente foram plantadas as mudas sadias e padronizadas.

Foram realizadas capinas manuais a cada 10 dias, visando diminuir a competição por água e nutrientes com plantas espontâneas na área do experimento. A pratica de irrigação suplementar não foi realizada, tendo em vista a época do ano, que demonstrou altos índices pluviométricos.

No monitoramento da cultura durante o experimento, foi verificado a presença de lagartas enroladeiras das folhas (*Hedylepta indicata*), lagarta das folhas (*Spodoptera eridanea*) e vaquinha verde-amarela (*Diabrotica speciosa*) nas plantas. O procedimento inicial de controle foi aplicação de inseticida natural óleo de Neem (1 mL para 1 L de água), foram realizadas duas aplicações no intervalo de 5 dias. Após este período

observou-se que não cessou a infestação e as injúrias. Então foram realizadas duas aplicações de inseticida do grupo químico dos piretróides, na dose recomendada de 60 mL ha⁻¹ com intervalo de 10 dias.

Aos 60 dias após plantio no local definitivo, o material foi colhido e conduzido ao laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal do Acre. Para determinação das variáveis agronômicas e de crescimento, foram utilizadas 8 plantas retiradas de cada uma das duas fileiras centrais das parcelas, e em seguidas analisadas as variáveis: Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de ramos laterais (NRL), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da parte aérea (MFPA) e Produtividade em kg ha⁻¹ (PROD).

A altura de plantas (AP) foi determinada por reguá milimetrada dada em cm, sendo medido do colo da planta até o ápice do ramo principal das plantas de espinafre-da-amazônia.

O diâmetro do caule foi determinado com uso de paquímetro digital na altura do colo da planta; número de folhas (NF) aferido por contagem unitária das folhas com mais de 2 cm de comprimento; número de ramos laterais (NRL) quantidade de ramos emitidos do ramo principal das plantas com tamanho superior a 10 cm; massa fresca da parte aérea (MFPA) determinada pela pesagem da parte aérea em balança de precisão dado em gramas; massa seca da parte aérea (MSPA) onde folhas e caules foram acondicionados em sacos de papel kraft e colocadas em estufa de circulação forçada a 65 °C até obter massa constante e depois pesados em balança de precisão para aferir o peso em gramas.

Área foliar (AF) foi obtida pelo produto da largura (L) e do comprimento da folha (C), sendo obtida diretamente na folha por meio do método não destrutivo, utilizando o equipamento medidor de área foliar com scanner (CI-202 - Tecnal®) fornecido em cm². E a produtividade do primeiro corte em kg ha⁻¹ (PROD), foi determinada pela massa da parte aérea utilizada para consumo, por unidade de área.

Para realização das análises de proteína bruta (PB), as amostras secas foram encaminhadas para a Unidade de Tecnologia de Alimentos – UTAL.

As amostras foram obtidas de quatro plantas secas das duas linhas centrais das parcelas, onde foram trituradas com auxílio de liquidificador, até apresentarem uma amostra homogênea e representativa com aproximadamente 60 gramas, de cada tratamento. O procedimento de análise bromatológica adotado, para aferir a proteína bruta foi seguindo as normas descritas pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008).

A análise foi realizada em triplicatas. Onde inicialmente, foram pesadas 0,250 g de plantas secas trituradas de espinafre-da-amazônia em balança de precisão e acondicionadas em papéis de seda, amarradas e dispostas em tubos de ensaios. Após isso, foram adicionados 5 g de mistura catalítica e 7,5 mL de ácido sulfúrico 98% PA nos tubos. Sendo colocados em bloco digestor numa capela laboratorial, por aproximadamente duas horas em temperatura aproximada de 350 °C.

Após a digestão e quando os tubos de ensaios obtiveram temperatura ambiente, foi iniciada a etapa de destilação das amostras utilizando o destilador de Kjeldahl. Primeiramente, foram selecionados para cada amostra, erlemeyers de 250 mL, adicionados com 25 mL de ácido bórico 4% e 5 gotas de indicador verde de bromocresol + vermelho de metila 0,1 % e colocados na saída do destilador de Kjeldahl.

Com os tubos de ensaios posicionados no destilador, foi adicionado para destilação 25 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 40% e 25 mL de água destilada, com isso iniciando o processo, e tendo como resultado final nos erlemeyers a destilação de aproximadamente 100 mL de amônia formada.

Após isso os erlemeyers foram levados a titulação para aferir o teor de Nitrogênio. Para esse procedimento, utilizou-se bureta de 25 mL completa de ácido clorídrico (HCl) 0,1 M, sendo titulado até mudança de coloração do conteúdo.

A determinação do teor de proteína foi mediante a utilização da fórmula estipulada pelo instituto Adolf Lutz (Equação 1). Utilizando o fator de conversão de 5,75 para proteína vegetal (BRASIL, 2003).

Equação 1 – Fórmula de obtenção do teor de proteína bruta pelo método de Kjeldahl.

$$\text{Proteína bruta (g/100g)} = \frac{[V * 0,14 * f]}{P}$$

V – Volume de HCl gasto na titulação

f – Fator de conversão para proteína vegetal

P – Peso da amostra em g

Os dados coletados foram submetidos aos pressupostos estatísticos do teste de Grubbs (1969) para a identificação de dados discrepantes, teste de Shapiro-Wilk (1964) para detecção de normalidade de erros, e teste de Cochran (1941) para verificação da homogeneidade de variância. A análise de variância foi efetuada para constatar efeito isolado ou de interação entre os fatores pelo teste “F” a 5% de significância.

Uma vez confirmada a diferença entre tratamentos do fator espaçamento, realizou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey (1949) a 5% de probabilidade. Os resultados relacionados ao efeito das doses de nitrogênio foram analisados por meio de regressão. Para auxiliar nesses procedimentos foram utilizados os softwares Agroestat (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2015) e Sisvar (FERREIRA, 2011). Os dados de proteína bruta (PB) foram transformados em $\ln x$ para atender o princípio de normalidade dos erros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de ramos laterais (NRL) e área foliar (AF), não houve interação entre espaçamento e doses de nitrogênio pelo teste F.

Para AP, foi observado significância ($p < 0,05$) para ambos os fatores isolados e para o NRL, constatou-se somente efeito isolado para o fator espaçamento. Para DC, NF, AF não houve diferença estatística ($p > 0,05$) pelo teste F (Tabela 2).

Tabela 2 – Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de ramos laterais (NRL) e área foliar (AF), de espinafre-da-amazônia cultivado com distintos espaçamentos e doses de Nitrogênio. Rio Branco, Acre, 2021/2022.

Causa de variação	AP (cm)	DC (mm)	NF (un)	NRL (un)	AF (cm ²)
	Densidades de plantas (DP)				
0,30 x 0,30 (111.111 plantas ha ⁻¹)	59,11 a	7,04 a	178,07 a	9,57 a	19,08 a
0,20 x 0,30 (166.666 plantas ha ⁻¹)	53,10 b	6,75 a	167,23 a	8,11 b	18,26 a
F (DP)	61,818**	4,3986 ^{ns}	0,3857 ^{ns}	23,486**	0,5117 ^{ns}
Doses de Nitrogênio (DN)					
0 kg ha ⁻¹	54,17 ⁽¹⁾	7,07	163,29	8,22	18,15
75 kg ha ⁻¹	55,25	6,79	179,28	8,74	18,47
150 kg ha ⁻¹	57,56	6,86	166,72	8,99	17,51
225 kg ha ⁻¹	57,43	6,87	181,30	9,43	20,52
F (DN)	4,8609*	0,7426 ^{ns}	0,3857 ^{ns}	2,4353 ^{ns}	0,5085 ^{ns}
F DP x DN	2,9145 ^{ns}	0,0419 ^{ns}	0,4522 ^{ns}	0,3096 ^{ns}	0,1420 ^{ns}
Média	56,10	6,89	172,65	8,84	18,67
CV (%)	3,35	4,89	20,75	10,07	21,70

^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade; médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey; ⁽¹⁾ Ajuste de regressão no modelo linear crescente: $y = 0,01609x + 54,292$ $R^2 = 0,88$

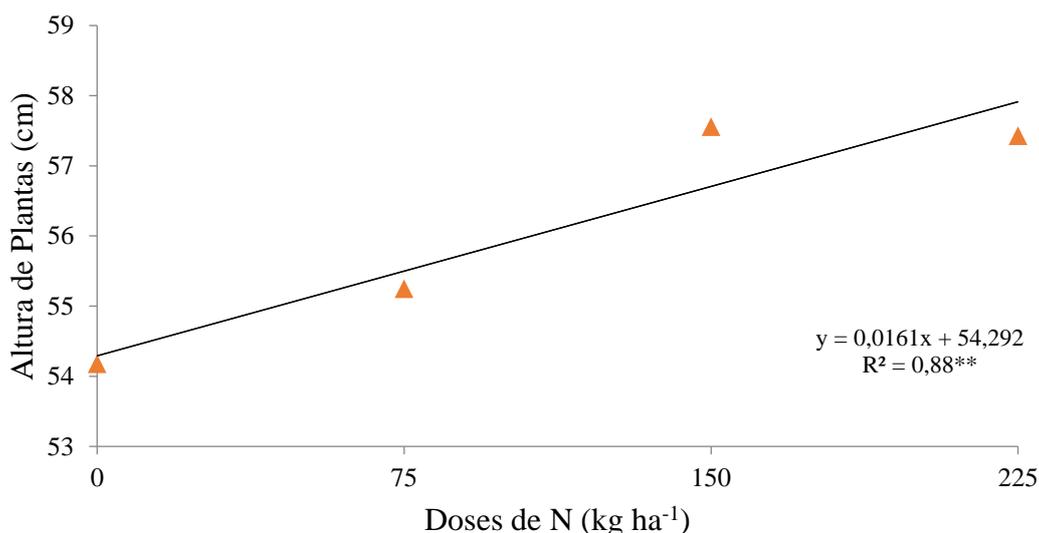
Para a altura de plantas (AP), o espaçamento de cultivo que apresentou maior altura foi o de 0,30 m x 0,30 m (59,11 cm) expressando incremento de 10% comparado

ao de 0,20 m x 0,30 m (53,10 cm). Resultados semelhantes foram observados para alface em distintos espaçamentos de cultivo, onde o maior espaçamento (40 cm x 40 cm) promoveu maior AP (MONIRUZZAMAN, 2006). E diferente do obtido para o coentro, onde o adensamento promoveu maior altura de plantas (NASCIMENTO et al., 2019).

A altura de plantas de espinafre-da-amazônia, foi favorecida pelo maior espaçamento, principalmente por promover menor competição entre as plantas por nutrientes e água no solo.

Observou-se também influência das doses de nitrogênio na altura de plantas de espinafre-da-amazônia ($p < 0,05$), onde a variável se enquadrou no modelo linear crescente ($R^2 = 0,88$). A dose de 150 kg ha^{-1} apresentou maior altura de plantas (57,56 cm), já a menor altura foi obtida com 0 kg ha^{-1} (54,18 cm) (Figura 1).

Figura 1 - Altura de plantas (AP) de espinafre-da-amazônia, cultivado em diferentes espaçamentos e doses de Nitrogênio (N). Rio Branco, Acre, 2021/2022.



Haque et al. (2015), observou resultados semelhantes analisando a altura de plantas de repolho com aplicação de doses de nitrogênio (N), onde na dose máxima de 350 kg ha^{-1} obteve maior altura de plantas e a testemunha (0 kg ha^{-1}) obteve menor. O aumento da altura de plantas em função do N também foi observado em bertealha (*Bassella alba* L.) (SHORMIN; KIBRIA, 2018), espinafre (*Spinacia oleracea* L.) (JAKHRO et al., 2017). Tsiakaras et al. (2014), testando cultivares de alface e doses de N, não observou influência das mesmas na altura.

O nitrogênio, é um dos principais nutrientes envolvidos no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois constitui diversos processos fisiológicos e biológicos essenciais (ALI et al., 2019). Tem várias funções, dentre elas, ser parte da molécula de clorofila, ser precursor para a produção de aminoácidos, proteínas e sintetização de hormônios, sendo assim, fator necessário para formação de biomassa vegetal (LEGHARI et al., 2016).

O número de ramos laterais (NRL) de espinafre-da-amazônia, foi influenciado pelo espaçamento (Tabela 2). Onde o de 0,30 m x 0,30 m apresentou 15% a mais de ramificações comparado ao cultivo em 0,20 m x 0,30 m. Corroborando com Gaion et al. (2013), que observando o desempenho do quiabeiro em diferentes espaçamentos de cultivo, obteve maior número de ramos em situação de maior espaçamento estudado (1,20 m x 0,40 m). Resultados semelhantes também foram observados para mandioca (STRECK et al., 2014) e feijoeiro (BEZERRA, 2020).

As plantas com menores densidades de cultivo, apresentam maior disponibilidade e distribuição de luz no dossel, proporcionando maior alocação de biomassa vegetal nos ramos, obtendo em consequência maior quantidade de ramos laterais em espaçamento mais amplo (SICHILIMA et al., 2018).

A variável massa seca da parte aérea (MSPA) não apresentou interação entre os fatores espaçamento e doses de Nitrogênio, e nem para os fatores isolados. Para a massa fresca da parte aérea (MFPA) e produtividade (PROD), somente o fator espaçamento apresentou diferença estatística ($p < 0,05$), pelo teste de análise de variância. O teor de proteína bruta (PB), apresentou interação entre os fatores a x b ($p < 0,05$), com isso, realizando-se o desdobramento dos fatores (Tabela 3).

Tabela 3 - Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), produtividade (PROD), proteína bruta (PB) de espinafre-da-amazônia cultivado com distintos espaçamentos e doses de Nitrogênio. Rio Branco, Acre, 2021/2022.

Causa de variação	MFPA	MSPA	PROD	PB
	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(g 100g ⁻¹) ⁽¹⁾
Densidades de plantas (DP)				
0,30 x 0,30 (111.111 plantas ha ⁻¹)	152,65 a	26,57 a	16.961 b	22,20 a
0,20 x 0,30 (166.666 plantas ha ⁻¹)	127,68 b	24,30 a	21.280 a	19,16 b
F (DP)	5,0718*	1,2593 ^{ns}	8,1694 ^{ns}	95,562**
Doses de Nitrogênio (DN)				

0 kg ha ⁻¹	116,35	22,87	15,739	15,53
75 kg ha ⁻¹	143,86	25,92	19,624	20,78
150 kg ha ⁻¹	139,18	24,38	19,056	21,78
225 kg ha ⁻¹	161,27	28,57	22,062	24,66
F (DN)	3,0126 ^{ns}	1,7754 ^{ns}	3,1205 ^{ns}	156,80**
F DP x DN	0,0750 ^{ns}	0,2981 ^{ns}	0,1704 ^{ns}	36,548**
Média	140,16	25,48	19,12	20,68
CV (%)	19,32	17,8	19,27	3,64

^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1%; médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (p<0,05) pelo teste de Tukey; ⁽¹⁾ interação entre os fatores, sendo necessário o desdobramento nos níveis.

A maior massa fresca da parte aérea (MFPA), foi obtida no espaçamento de 0,30 m x 0,30 m com médias de 152,65 g planta⁻¹. Resultado que corroboram com os obtidos por Sousa (2016), em cultivo de alface crespa, onde, testando diferentes cultivares, épocas de plantio e espaçamentos de cultivos, concluiu que o espaçamento influencia a MFPA, onde o espaçamento de 15 cm x 15 cm, apresentou menor MFPA e no cultivo em 25 cm x 25 cm e 30 cm x 30 cm obteve resultados superiores.

Almeida et al., (2020) na cultura do rabanete, constatou resultados similares, onde os tratamentos com maiores densidades de plantas (0,05 m x 0,10 m e 0,06 m x 0,10 m), apresentaram menor MFPA. Para a acelga, cultivos mais espaçados entre plantas, contribuem de maneira efetiva para a obtenção de maior MFPA e também influenciados pelas doses de Nitrogênio (N) (ECHER et al., 2012). Diferente do obtido neste trabalho, com espinafre-da-amazônia, onde as doses não apresentaram significância (p>0,05) para esta variável.

Ramos et al. (2012), analisando desempenho de híbridos de melancia, em diferentes espaçamentos de cultivo, constatou que os espaçamentos estudados não influenciaram na MFPA, produtividade e massa de fruto, resultado discordante ao observado.

A MFPA, é uma variável, fundamental para hortaliças folhosas como o espinafre-da-amazônia, porque dentro dessa classe de hortaliças, a principal parte de comercialização são as folhas e caules. A MFPA, está intrinsecamente, relacionada com as demais variáveis morfológicas analisadas. Como a altura de plantas (AP) e a quantidade de ramos laterais (NRL), que foram maiores no espaçamento de 0,30 m x 0,30 m, podendo ter influenciado na maior MFPA apresentada, comparado ao de 0,20 m x 0,30 m.

O espaçamento de 0,30 m x 0,30 m possivelmente, promoveu menor competição intraespecífica por nutrientes essenciais, água e irradiância culminando em maior crescimento em biomassa fresca.

A produtividade (PROD), foi superior ($p < 0,05$), para o espaçamento 0,20 m x 0,30 m obtendo em média 21.280 kg ha⁻¹ de massa fresca comercial, 20% a mais que o espaçamento de 0,30 m x 0,30 m. Dados que corroboram com os constados por Kahsay et al. (2014), em experimento com cebola (*Allium cepa L.*), testando três espaçamentos entre linhas e quatro variedades, obteve 21 % a mais de produtividade comercial de bulbos, no cultivo com maior densidade. Resultados semelhantes foram encontrados para chicória (CANDIAN et al., 2017) e couve-flor (PÔRTO et al., 2012).

Souza (2013), em experimento com ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata MILL.*), testando a influência de densidades de plantio na produtividade de folhas, não obteve diferença no cultivo com 10, 25 e 50 plantas m², com isso, recomendando o cultivo com 10 plantas.m², principalmente por apresentar mais facilidade de implantação, condução e menor custo.

Zoz et al. (2018), obteve resultado divergente ao obtido neste estudo, onde em cultivo de milho com densidades populacionais de 60.000 plantas ha⁻¹ e 75.000 plantas ha⁻¹, a maior densidade populacional proporcionou competição crítica, reduzindo a produtividade cerca de 20%.

Este resultado para o espinafre-da-amazônia, apesar do espaçamento de 0,30 m x 0,30 m (111.111 plantas ha⁻¹) ter proporcionado maior MFPA (Tabela 3), é explicado, pelo espaçamento de 0,20 m x 0,30 m (166.666 plantas ha⁻¹) ter maior quantidade de plantas por área, influenciando a produtividade final. Tendo assim, o espaçamento de 0,20 m x 0,30 m não promovendo competição crítica por nutrientes, luminosidade e água, a ponto, do número superior de plantas por área não apresentar maior produtividade.

Dentre as variáveis de crescimento e produção, as doses de nitrogênio (N), empregadas influenciaram somente a altura de plantas (AP) (Tabela 2 e Tabela 3). Algumas hipóteses para isso, primeira é que o teor de nitrogênio presente na matéria orgânica do solo (25 g kg⁻¹), pode ter suprido a necessidade de nitrogênio do espinafre-da-amazônia para seu crescimento ou a capacidade de alta perda da ureia no sistema-solo-planta-ambiente por aplicação em superfície. Principalmente por lixiviação, escoamento superficial, volatilização da amônia ou imobilização na biomassa microbiana (ALVA et al., 2006). Durante os dois meses da cultura em campo, a quantidade acumulada de chuvas

foi de 787 mm (Figura 1), podendo ser um dos fatores que contribuíram para esse resultado.

O teor de proteína bruta (PB), foi influenciado pelos espaçamentos e doses de nitrogênio estudados (Tabela 3). Onde foi realizado o desdobramento dos níveis (Figura 2).

No geral, do experimento o espinafre-da-amazônia obteve teor de proteína média de 20,68 g 100g⁻¹. Resultados superior a outras PANC, como bertalha (17,44g 100g⁻¹), beldroega (12,82 g 100g⁻¹) (VIANA, 2013). E também, a outras hortaliças folhosas comumente comercializadas como alface (2,29 g 100g⁻¹), acelga (2,28 g 100g⁻¹) e couve (2,82 g 100g⁻¹) (PEREIRA et al., 2016).

O espaçamento que promoveu maior teor de proteína bruta (PB), foi o de 0,30 m x 0,30 m (22,20 g 100g⁻¹) comparado ao 0,20 m x 0,30 m (19,16 g 100g⁻¹). Ding et al. (2022), avaliando o desempenho agrônômico e composição nutricional do cultivo de pepino em diferentes espaçamentos e em três épocas de colheita durante o ano, obteve em densidade menores (maiores espaçamentos), maior formação de proteína, vitaminas C, fenóis, flavonoides nos frutos, durante as três épocas de colheita realizadas.

Cultivos em densidades menores, promovem maior absorção de luz, principalmente por apresentarem maior absorção nas partes baixas e média do dossel da planta, influenciando diretamente na maior taxa fotossintética, que acarreta em maior formação destes compostos no metabolismo primário e secundário, adicionando maior valor nutricional e defesa das plantas (ALBA et al., 2000; ADAMS-PHILLIPS et al., 2004; PAO et al., 2021).

Para as doses de Nitrogênio, a regressão linear crescente foi a que mais se enquandrou ($r^2 = 0,92$), onde o maior teor de proteína foi obtido no cultivo com 225 kg ha⁻¹ (24,66 g 100g⁻¹) incremento equivalente a 37% comparado a dose de 0 kg ha⁻¹ (15,53 g 100g⁻¹). Corroborando com o obtido por Magda et al. (2015), em cultivo de espinafre (*Spinacia oleracea* L.) utilizando diferentes doses crescentes de Nitrogênio (N) e ácido húmico, onde, à medida que as doses de N se elevavam, o teor de proteína das folhas seguia a mesma tendência. Comportamento também observado em alface (AWAAD et al., 2016).

Resultado divergente ao reportado por Souza (2013) em ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* MILL.), onde testando doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200, 400 kg ha⁻¹) em três

épocas de colheita diferentes, não constatou diferença das doses no teor de proteína das folhas.

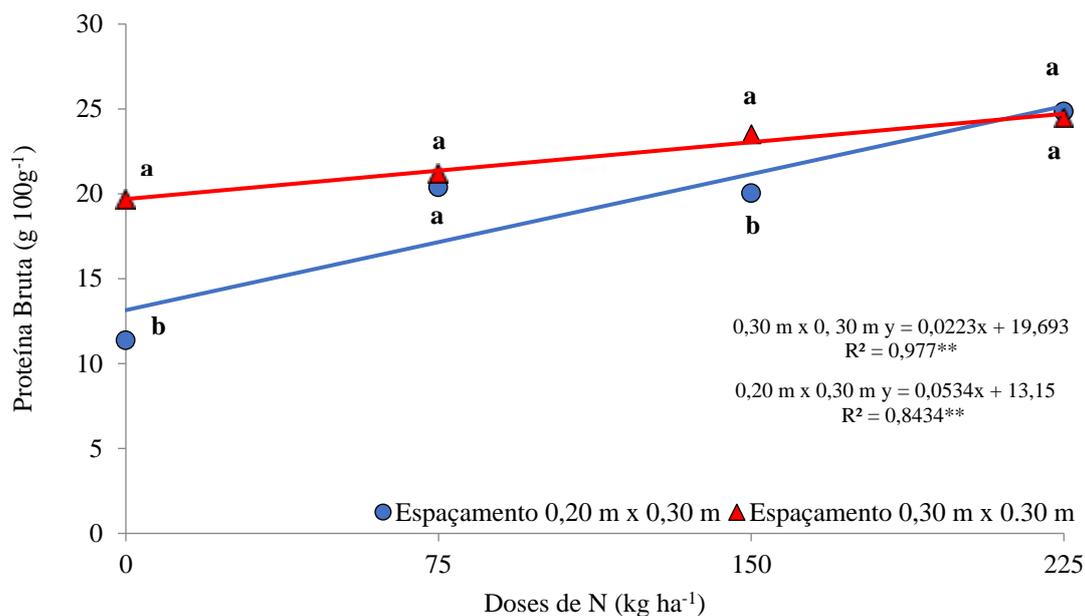
O aumento da disponibilidade de N no solo através de adubações nitrogenadas, influenciam a quantidade de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) que é absorvido pelas raízes e armazenada nos vacúolos das células do citoplasma, onde a partir disso, atua no metabolismo da planta, fazendo que esse teores obtidos com a absorção, através dos processos de assimilação, translocação durante o ciclo do N na planta e com auxílio dos fotoassimilados produzidos pela fotossíntese, produzam maior quantidade de aminoácidos e consequentemente proteínas nas folhas (XU et al., 2012).

Em altos teores os nitratos (NO_3^-), que não são absorvidos durante os processos de assimilação pela planta, são estocados nos tecidos, principalmente nas folhas, essa quantidade está sujeita a diversos fatores abióticos, bióticos e genéticos, porém, com altas ingestões de nitrato na dieta, pode causar riscos para a saúde humana (COLLA et al., 2018).

Gomes (2020), reporta o potencial do espinafre-da-amazônia, no quesito proteínas, observando em sua composição centesimal, a presença de 19 aminoácidos, dentre eles alguns essenciais para a alimentação humana como arginina, metionina, leucina, lisina e valina, precursores de diversas proteínas ligadas ao desenvolvimento muscular, manutenção osmótica e imunidade no corpo humano.

Para a dose 0 kg ha^{-1} (controle), foi observado diferença estatística ($p < 0,05$) onde o espaçamento de $0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$ obteve teor de proteína bruta de $19,67 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ sendo superior 42% ao de $0,20 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$ ($11,38 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) (Figura 2). Resultados semelhantes ao obtido por Ferreira et al. (2021), onde testando diferentes doses de Nitrogênio em espinafre-da-amazônia, obteve na dose controle (0 g.vaso) $19,5 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Ressaltando, uma das principais características dessa espécie, que é expressar bons teores de proteínas, demonstrando que mesmo em situação sem adubação nitrogenada, consegue expor sua efetividade genética de transportação e assimilação das formas de N assimilável, presente na matéria orgânica, junto aos demais nutrientes que são necessários para a síntese de inúmeras proteínas.

Figura 2 - Representação do desdobramento entre as doses de Nitrogênio e os espaçamentos no teor de proteína bruta ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$) de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2021/2022.



O espaçamento adequado, propicia melhor distribuição radicular no solo, além da situação favorável para incidência de luz para fotossíntese. Influenciando diretamente na absorção dos macros e micronutrientes presentes no solo, que por não apresentarem competição elevada entre as plantas, estão disponíveis em maiores quantidades, promovendo maior absorção pelas vias transportadoras influenciando na incorporação desses nutrientes nas folhas, caules e sementes.

Zikalala (2014), em experimento com espinafre baby cv. Ohio (*Spinacia oleracea* L.), testando doses de nitrogênio (0, 45, 75, 105, 120 kg ha^{-1}) e sua influência na composição centesimal, obteve maior teor de proteína na dose de 45 kg ha^{-1} , apesar de teor obtido maior % de N nas folhas na dose de 120 kg ha^{-1} . Ressaltando, que não somente aumentando o teor de Nitrogênio, se obtém maiores teores de proteína, tendo que se analisar características que influenciam em todo o ambiente de cultivo, como luz, clima, quantidade dos demais nutrientes no solo para promover adequada biossíntese (OKADA et al., 2007; KINUPP; BARROS, 2008).

Na dose de 225 kg ha^{-1} de Nitrogênio (N), foi observado os maiores teores de proteínas em ambos os espaçamentos, mas nessa dose não houve diferença entre os mesmos (Figura 2). Giordano et al. (2021), utilizando quatro variedades de espinafre analisando doses de N e espaçamentos de cultivo, observou que a dose de 225 kg ha^{-1} e a menor densidade de cultivo, promoveu maior teor de proteínas.

Riad et al. (2009), em experimento testando doses de nitrogênio e densidades de plantas em cultivo de repolho, obteve que doses crescentes de nitrogênio promovem maior teor de proteína e nitrato, à medida que espaçamentos mais adensados apresentam menor teor de proteína. Onde o mesmo, obteve o maior teor na dose de 90 kg ha⁻¹ combinado com a densidade de 8 plantas.m².

Pode-se inferir com esses resultados, que à medida que o N aplicado via adubação de cobertura foi sendo incorporação, assimilado e armazenado pelas plantas, a competição intraespecífica ocasionada por esse nutriente foi diminuída. Principalmente por se tratar de uma dose, que promoveu a maior disponibilidade de N no solo, suprimindo a necessidade das plantas em ambos espaçamentos, para os processos de biossíntese de aminoácidos e formação de proteínas.

CONCLUSÃO

A densidade de 111.111 plantas ha⁻¹ apresenta maior altura de plantas, número de ramos laterais e massa fresca aérea.

Maior produtividade de massa comercial de espinafre-da-amazônia é obtida na densidade de 166.666 plantas ha⁻¹.

As doses de Nitrogênio (N) até 225 kg ha⁻¹, não influenciam o crescimento e produtividade de espinafre-da-amazônia.

A dose de 225 kg ha⁻¹ de Nitrogênio, promove maior teor de proteína, independente do espaçamento utilizado. Em cultivo sem adição de adubos nitrogenados, visando obter maior teor de proteína, é recomendado o com 111.111 plantas ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ADAMS-PHILLIPS, L.; BARRY, C.; GIOVANNONI, J. Signal transduction systems regulating fruit ripening. **Trends in Plant Science**, v. 9, n. 7, p. 331-338, 2004.
- ALI, M. A. M.; YOUSEF, E. A. A.; NASEF, I. N. Cauliflower growth, yield and quality response to Nitrogen fertilization and micronutrient foliar application in newly reclaimed areas. **Plant Production**, v. 10, n. 3, p. 317-325, 2019.
- ALMEIDA, H. A. C. de.; SILVA, N. O.; SILVA, T. L. da.; FERNANDES, F. L.; FERNANDES, M. E. de S. Características fisiológicas, vegetativas e produtivas do rabanete em diferentes espaçamentos de plantio. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2020.
- AWAAD, M. S.; BADR, R. A.; BADR, M. A.; ABD-ELRAHMAN, A. H. Effects of different nitrogen and potassium sources on lettuce (*Lactuca sativa* L.) yield in a Sandy soil. **Eurasian Journal of Soil Science**, v. 5, n. 4, p. 299-306, 2016.

- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 2015, 396 p.
- BARREIRA, T. F.; PAULA FILHO, G. X.; RODRIGUES, V. C. C.; ANDRADE, F. M. C.; SANTOS, R. H. S.; PRIORE, S. E.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Diversidade e equitabilidade de Plantas Alimentícias Não Convencionais na zona rural de Viçosa, Viçosa, **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 964-974, 2015.
- BEZERRA, A. A. de C.; NEVES, das. A. C.; ALCÂNTARA NETO, F. de.; SILVA JÚNIOR, J. V. da.; COSTA, R. M.; BRITO, de. L. de. C. R. Morfofisiologia e produção de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, em função da densidade de plantio. *In*: SILVA-MATTOS, R. R. S. da.; OLIVEIRA, P. S. T. de.; PEREIRA, R. Y. F. (org.). **Ciências Agrárias: Conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 2**. Ponta Grossa- PR: Atena Editora, 2020. p. 165-175.
- BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2003.
- CARVALHO, S. M. F. de; MARCHIORETTO, M. S.; BÃO, S. N. Anatomia foliar, morfologia e aspectos ecológicos das espécies da família Amaranthaceae da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cara Preta, em Alto Paraíso, GO, Brasil. **Biota Neotropica**, v.10, n. 4, p.77, 2010.
- COCHRAN, W. G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. **Annals of Eugenics**, v. 11, n. 1, p. 47-52, 1941.
- COLLA, G.; KIM, H-J.; KYRIACOU, M. C.; ROUPHAEL, Y. Nitrate in fruits and vegetables. **Scientia Horticulturae**, v. 237, n. 1, p. 221-238, 2018.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999.
- DING, X.; NIE, W.; QIAN, T.; HE, L.; ZHANG, H.; JIN, H.; CUI, J.; WANG, H.; ZHOU, Q.; YU, J. Low plant density improves fruit quality without affecting yield of cucumber in different cultivation periods in greenhouse. **Agronomy**, v. 12, n. 6, p. 1441, 2022.
- FERREIRA, A. B.; CRUZ, K. S. da.; NASCIMENTO, M. M. do.; LIMA, M. S. de.; TORRES, N. S.; ARAGÃO JÚNIOR, A. C. Physicochemical analysis of Brazilian spinach grown under doses of urea. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 20, n. 4, p. 365-370, 2021.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 412 p.
- GIORDANO, M.; EL-NAKHEL, C.; COLONNA, E.; PANNICO, A.; MAIELLO, R.; PASCALE, S. de.; ROUPHAEL, Y. Effects of genotypes, plant density and nitrogen rates on yield and quality of spinach. **Acta Horticulturae**, v. 1, n. 1326, p. 223-230, 2021.
- GOMES, R. R. **Caracterização agrônômica e nutricional de espinafre- amazônico (*Althernanthera sessilis* L.) sob níveis de sombreamento**. 2020. 57 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2020.
- GRUBBS, F. E. Procedures for the detection of atypical observations on samples. **Technometrics**, v. 11, n. 1, p. 01-21, 1969.
- HAQUE, F. A.; ISLAM, N.; ISLAM, M. N.; ULLAH, A.; SARKAR, M. D. Growth, yield and profitability of cabbage (*Brassica oleracea* L.) as influenced by Applied Nitrogen and plant spacing. **The Agriculturists**, v. 13, n. 1, p. 35-45, 2015.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2022.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados meteorológicos: Histórico**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 20 jun. 2022.

JAKRO, M. I.; SHAH, S. I.; AMANULLAH, Z. M.; RAHUJO, Z. A.; AHMED, S.; JAKHRO, M. Growth and yield of spinach (*spinacia oleracia* L.) under fluctuating levels of organic and inorganic fertilizers. **International Journal of Development Research**, v. 7, n. 2, p. 11454-11460, 2017.

KAHSAY, Y.; BELEW, D.; ABAY, F. Effects of intra-row spacing on plant growth and yield of onion varieties (*Allium cepa* L.) at Aksum, Northern Ethiopia. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n.10, p. 931-940, 2014.

KINUPP, V. F; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 1. ed. Ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

LEGHARI, S. J.; WAHOCHO, N. A.; LAGHARI, G. M.; LAGHARI, A. H.; BRABHAN, G. M.; TALPUR, K. H.; LASHARI, A. A. Role of nitrogen for plant growth and development: A review. **Advances in Environmental Biology**, v. 10, n. 9, p. 209-218, 2016.

NASCIMENTO, J. D. S.; COELHO, D. C.; ARAÚJO, L. R. L.; CAMARA, F. T. da. Cultivo de coentro sob diferentes concentrações de nitrogênio e diferentes espaçamentos entre plantas. *In*: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA CONTECC, 7., 2019, Palmas, TO. **Anais [...]** Palmas: CONTECC, 2019, p 1-5.

PAO, Y. C.; KAHLLEN, K.; CHEN T. W.; WIECHERS, D.; STÜTZEL, H. How does structure matter? Comparison of canopy photosynthesis using one- and three – dimensional light models: a case study using greenhouse cucumber canopies. **In Silico Plants**, v. 3, n. 2, p. 1-17, 2021.

PEREIRA, E. M.; LEITE, D. D. de F.; FIDELIS, V. R. de L.; PORTO, R. M.; OLIVEIRA, M. I. V. de.; MAGALHAES, W. B. Caracterização físico-química de hortaliças tipo folha comercializadas no Brejo Paraibano. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 1, p. 19-22, 2016.

RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. de C. S.; ARAGÃO, C. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M da L. Desempenho de genótipos de melancia de frutos pequenos em diversas densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 333-338, 2012.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete examples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591- 611, 1965.

SHROMIN, T.; KIBRIA, M. G. Effects of Nitrogen from different inorganic fertilizers on growth and yield of Indian Spinach (*Basella alba* L.). **IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 13, n. 5, p. 43-48, 2018.

SICHILIMA, I.; MATAA, M.; MWEETWA, A. M. Morpho-physiological and yield responses associated with plant density variation in soybean (*Glycine max* L.). **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v. 3, n. 3, p. 274-285, 2018.

SOUSA, T. P. de. **Produção de alface americana em função do espaçamento e épocas de plantio**. 2016. 40 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2016.

SOUZA, M. R. de. M. Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) **como alternativa promissora para produção de proteína: Densidade de plantio e adubação nitrogenada**. 2013. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2013.

STRECK, N. A.; PINHEIRO, D. G.; ZANON, A. J.; GABRIEL, L. F.; ROCHA, T. S. M.; SOUZA, A. T. de.; SILVA, M. R. da. Efeito do espaçamento de plantio no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mandioca em ambiente subtropical. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 407-415, 2014.

TSIAKARAS, G.; PETROPOULOS, S. A.; KHAN, E. M. Effect of GA₃ and nitrogen on yield and marketability of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, n. 1, p. 127-132, 2014.

TUKEY, J. W. Comparing individual means in the analysis of variance. **International Biometric Society**, v. 5, n. 2, p. 99-114, 1949.

XU, G.; FAN, X.; MILLER, A. J. Plant Nitrogen Assimilation and Use Efficiency. **Annual Review of Plant Biology**, v. 63, n. 1, p. 153-182, 2012.

ZIKALALA, B. O. **The Chemical Composition of Baby Spinach (*Spinacia oleracea* L.) as affected by Nitrogen, Phosphorus and Potassium nutrition**. Dissertation (Master's in Agriculture) – Agronomy, University of South Africa, Pretoria, 2014.

ZOZ, T.; LANA, M do C.; STEINER, F.; ZOZ, A.; ZOZ, J.; ZUFFO, A. M. Densidade populacional, espaçamento e adubação nitrogenada na semeadura de milho de segunda safra. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 103-125, 2018.