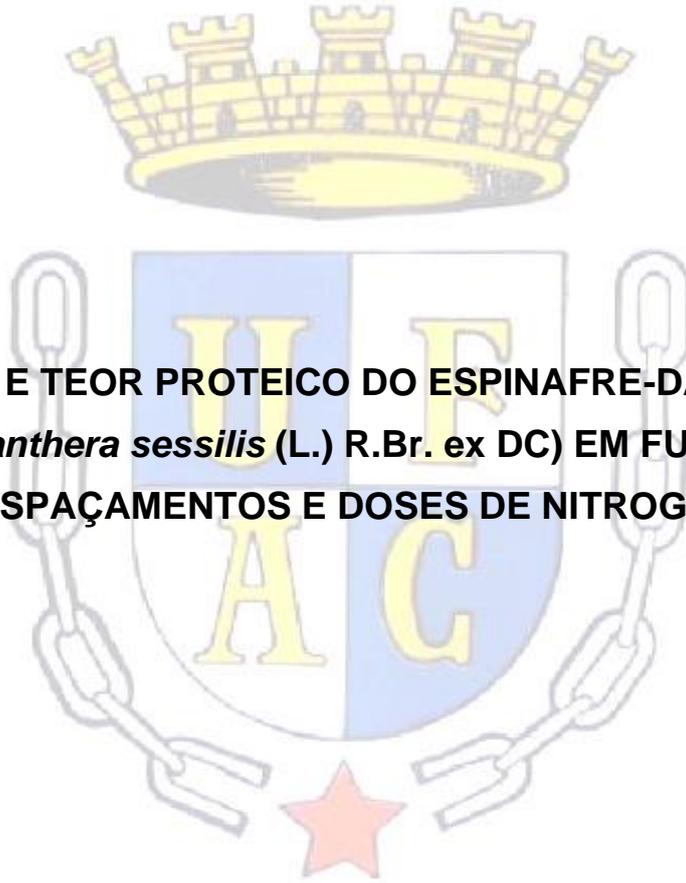


ANTÔNIO CARNAÚBA DE ARAGÃO JÚNIOR



**CULTIVO E TEOR PROTEICO DO ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA  
(*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC) EM FUNÇÃO DOS  
ESPAÇAMENTOS E DOSES DE NITROGÊNIO**

RIO BRANCO - AC

2022

ANTÔNIO CARNAÚBA DE ARAGÃO JÚNIOR

**CULTIVO E TEOR PROTEICO DO ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA  
(*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC) EM FUNÇÃO DOS  
ESPAÇAMENTOS E DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Almecina B. Ferreira

RIO BRANCO - AC

2022

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

---

A659c Aragão Júnior, Antônio Carnaúba de, 1996 -  
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; orientador: Dra. Almecina B. Ferreira. – 2022.  
48 f.:il; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Rio  
Branco, 2022.

Inclui referências bibliográficas.

1. Proteína. 2.PANC. 3. Manejo. I. Ferreira, Almecina B. II. Título.

CDD: 338.1

ANTÔNIO CARNAÚBA DE ARAGÃO JÚNIOR

**CULTIVO E TEOR PROTEICO DO ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA  
(*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC) EM FUNÇÃO DOS  
ESPAÇAMENTOS E DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADA em 29 de Agosto de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**



**Profa. Dra. Almecina Balbino  
Ferreira**  
Universidade Federal do Acre  
Orientadora



**Profa. Dra. Marlene Santos de Lima**  
Membro da Banca



**Prof. Dr. Leonardo Paula de Souza**  
Universidade Federal do Acre  
Membro da banca

RIO BRANCO – AC

2022

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por mais uma vitória conquistada, e que sempre está me auxiliando em todas as decisões.

Aos meus pais Antônio Carnaúba de Aragão e Eliene de Souza, que sempre me apoiaram em todos os momentos desta trajetória e por serem meu maior exemplo. Essa vitória é por vocês!

A professora Dra. Almecina Balbino Ferreira, por me orientar durante a escrita desta dissertação e estar sempre comigo em momentos de lazer e de trabalho, aliás, de muito trabalho.

Aos professores que nessa caminhada, passaram seus conhecimentos importantes para a carreira profissional, formando base teórica e prática para exercer a profissão, obrigado mestres.

À Natália Souza Torres, por ser meu refúgio nas horas mais complicadas durante esta trajetória, além de me proporcionar ótimos momentos e me incentivar a almejar este título.

Ao meu amigo, Me. Matheus Matos do Nascimento, por me auxiliar e nortear nas tomadas de decisões e por ser um amigo para todas as horas.

Aos membros da banca, Dra. Marilene Santos de Lima e Prof. Dr. Leonardo Paula de Souza, por suas contribuições, que melhoraram e enriqueceram a qualidade desta pesquisa.

A Universidade Federal do Acre, que com o tempo, se tornou a minha segunda casa, proporcionando todas as infraestruturas e recursos para a execução deste trabalho.

Aos estagiários da Unidade experimental PANC, sem vocês não teria conseguido executar este experimento em sua plenitude ideal, obrigado a cada um que me auxiliou em cada etapa.

## RESUMO

O espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br.) apresenta grande potencial nutricional, principalmente pelos teores de proteínas e vitaminas, caracterizando-se uma 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 de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) 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<sup>-1</sup>), com três blocos, onde cada parcela era composta por quatro linhas de plantio de quatro metros. A adubação foi parcelada em duas aplicações de ureia em cobertura, aos 15 dias após plantio (DAP) e aos 35 DAP. As avaliações foram realizadas aos 60 dias utilizando 8 plantas das duas linhas centrais, onde foram mensurados a altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de ramos laterais (NRL), área foliar (AF), massa fresca aérea (MFPA), massa seca aérea (MSPA), produtividade comercial (PROD), proteína bruta (PB). Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando regressão para as doses de Nitrogênio (N) e comparação de médias para os espaçamentos. Houve diferença, entre os espaçamentos, no qual o de 0,30 m x 0,30 m, promoveu maior AP, NRL, MFPA. Já a maior produtividade foi obtida no cultivo em 0,20 m x 0,30 m. A AF, MSPA não foram afetadas pelos espaçamentos e nem pelas doses de N. A dose de 225 kg ha<sup>-1</sup> apresentou maior PB (24,66 g 100g<sup>-1</sup>), e o espaçamento de 0,30 m x 0,30 m foi superior nesta variável (22,20 g 100g<sup>-1</sup>). Na dose de 0 kg ha<sup>-1</sup>, a maior PB foi obtida em 0,30 m x 0,30 m e em 225 kg ha<sup>-1</sup> não houve diferença entre os espaçamentos. A maior produtividade de espinafre-da-amazônia se dá no espaçamento de 0,20 m x 0,30 m. A dose de 225 kg ha<sup>-1</sup> promove maior teor de proteína em ambos os espaçamentos e o teor de nitrogênio influencia somente na altura de plantas e na proteína bruta no cultivo desta espécie.

**Palavras-chave:** proteína, PANC, manejo.

## ABSTRACT

Amazonian spinach (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br.) has great nutritional potential, mainly due to its protein and vitamin content, characterizing it 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 from December 2021 to February 2022. The experimental design was in randomized blocks (DBC) in a 2 x 4 factorial scheme, with two spacings (0.20 m x 0.20 m and 0.30 m x 0.30 m) and four nitrogen doses (0; 75; 150; 225 kg ha<sup>-1</sup>), with three blocks, where each plot consisted of four four-meter planting lines. Fertilization was divided into two topdressing urea applications, at 15 days after planting (DAP) and at 35 DAP. The evaluations were carried out at 60 days using 8 plants from the two central rows, where the plant height (AP), stem diameter (DC), number of leaves (NF), number of lateral branches (NRL), leaf area were measured (AF), aerial fresh mass (MFPA), aerial dry mass (MSPA), commercial yield (PROD), crude protein (CP). Data were submitted to analysis of variance, using regression for nitrogen (N) doses and comparison of means for spacing. There was a difference between the spacings, in which 0.30 m x 0.30 m promoted greater AP, NRL, MFPA. The highest productivity was obtained in the cultivation at 0.20 m x 0.30 m. AF and MSPA were not affected by spacing or N doses. The dose of 225 kg ha<sup>-1</sup> showed the highest CP (24.66 g 100g<sup>-1</sup>), and the spacing of 0.30 m x 0.30 m was higher in this variable (22.20 g 100g<sup>-1</sup>). At the dose of 0 kg ha<sup>-1</sup>, the highest CP was obtained at 0.30 m x 0.30 m and at 225 kg ha<sup>-1</sup> there was no difference between the spacings. The highest productivity of Amazonian spinach occurs in the spacing of 0.20 m x 0.30 m. The dose of 225 kg ha<sup>-1</sup> promotes higher protein content in both spacings and the nitrogen content only influences plant height and crude protein in the cultivation of this species.

**Keywords:** protein, PANC, management.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Dados referentes ao período de 14/12/2021 a 12/02/2022, sendo a temperatura média do ar de 25,04 °C, umidade relativa do ar de 88,90 % e chuva total de 787 mm. Rio Branco, Acre, 2021/2022.....26
- Figura 2 - Croqui do experimento em campo de cultivo de espinafre-da-amazônia em diferentes espaçamentos e doses de Nitrogênio. Rio Branco, Acre, 2021/2022.....27
- Figura 3 - Preparo de solo para o experimento com espinafre-da-amazônia cultivado com doses de nitrogênio e espaçamentos distintos. Rio Branco, Acre, 2021/2022. ....27
- Figura 4 - Adubação de plantio com superfosfato simples e cloreto de potássio (A), construção do sombrite na área experimental (B). Rio Branco, Acre, 2021/2022.....28
- Figura 5 - Preparo de substrato (A), produção de mudas por estaquia (B) e plantio definitivo de espinafre da Amazônia (C e D) em Rio Branco, Acre, 2021/2022.....29
- Figura 6 - Altura de plantas (AP) de espinafre-da-amazônia, cultivado em diferentes espaçamentos e doses de Nitrogênio (N). Rio Branco, Acre, 2021/2022.....34
- Figura 7 - 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.....39

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Caracterização química e física do solo da área experimental para cultivo de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2021/2022.....28
- 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.....33
- 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.....35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	18
2.1 SOBERANIA ALIMENTAR .....	18
2.2 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS .....	20
2.3 ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA .....	22
2.4 DENSIDADE DE PLANTAS EM SISTEMA AGRÍCOLAS .....	22
2.5 ADUBAÇÃO NITROGENADA .....	23
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	26
3.2 PREPARO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DO SOMBRITE .....	27
3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS E PLANTIO .....	29
3.4 TRATOS CULTURAIS .....	30
3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS .....	30
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	32
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42

## 1 INTRODUÇÃO

O espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC) é uma espécie pertencente à família Amaranthaceae, onde há a ocorrência de 170 gêneros e aproximadamente 2.360 espécies, com predominância de ervas e subarbustos perenes, com caule ereto ou decumbente, e folhas encarquilhadas (CARVALHO et al., 2010).

A constante procura por alternativas de uma alimentação saudável abre margem para as plantas alimentícias não convencionais, também conhecidas como PANC as quais não são usadas constantemente pela população, mas apresentam potencial nutricional para suprir demandas nas dietas, sendo o espinafre-da-amazônia se encaixando nesse contexto (KINUPP; LORENZI, 2014)

De maneira geral, as hortaliças convencionais ou não, desempenham importante papel, para regulação das atividades metabólicas dos seres vivos, pois apresentam, em sua grande maioria, níveis elevados de vitaminas, sais minerais e fibras indispensáveis para o bom funcionamento do corpo humano (FILGUEIRA, 2003).

O espinafre-da-amazônia possui um grande atrativo comercial, que é o seu elevado teor de proteínas, que pode chegar até 25%, teores superiores às hortaliças mais consumidas no mundo, como alface e a couve e possuir em sua composição centesimal, aminoácidos essenciais para manutenção e crescimento do corpo humano (FERREIRA et al., 2021; GOMES, 2020)

A produção de hortaliças no estado do Acre vem em constante crescimento, mas esbarra principalmente em fatores de logística e de falta de técnicas de cultivo adequadas nos ambientes produtivos, entre elas a utilização de adubação balanceada e técnicas de plantio, que acabam onerando a produção para os agricultores.

A utilização do nitrogênio na agricultura é essencial para obter melhorias na produtividade da lavoura, aumentando a taxa de crescimento, produção de fotoassimilados e metabólitos que fazem com que as plantas se adequem com maior facilidade em situação 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.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, por apresentar um clima tropical, são cultivadas diversas culturas, como plantas exóticas e silvestres. Como o espinafre-da-amazônia é de ocorrência natural na região amazônica, possui potencial alimentício e nutricional. Essas plantas são consideradas plantas alimentícias não convencionais (PANC), ou seja, não são consumidas comumente pela população de determinadas regiões (KINUPP; LORENZI, 2014).

O conhecimento científico das características bromatológicas e agronômicas, e técnicas de cultivo das PANCs, ainda são considerado escasso comparado às culturas convencionais, sendo assim, são necessários vários estudos para quantificar e facilitar a produção dessas culturas (KINUPP, 2006; FERREIRA et al., 2021; GOMES, 2020).

### 2.1 SOBERANIA ALIMENTAR

Soberania alimentar visa promover o direito das pessoas escolherem os componentes de sua dieta de forma livre, respeitando as características dos povos, comunidades tradicionais, promovendo conhecimento da agrobiodiversidade para o ser humano (BERNSTEIN, 2015).

No Brasil a Lei Federal N° 11.346/2006 criou o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - SISAN, com objetivo de assegurar o direito humano à alimentação adequada, através da ampliação das condições de acesso a alimentos de origem tradicional e familiar, de forma que conserve a biodiversidade, garanta a qualidade dos alimentos, com a promoção do desenvolvimento de pesquisas (BRASIL, 2006).

Uma das maiores dificuldades para a segurança alimentar é o acesso de alimentos saudáveis de forma contínua e que apresente sustentabilidade, sendo necessário adoção de melhorias na educação alimentar e fornecer produtos produzidos localmente com valor agregado e que apresentem custos viáveis para a população de todas as classes uma alternativa (CAMARGO et al., 2016).

Quanto menor a faixa etária e a renda, menor o consumo de alimentos nutricionalmente ricos, que culmina na elevação de doenças como obesidade, diabetes e anemia, como também situações de vulnerabilidade representado por um estado de fome oculta no qual não são ingeridas as substâncias necessárias ao metabolismo humano (SOUZA et al., 2012).

Em relação aos vegetais consumidos em todo o mundo, antigamente 10 mil espécies eram consumidas, atualmente prevalecem 170, sendo 70% compostas por milho, soja, arroz e trigo, evidenciando que o valor nutritivo de outras está sem aproveitamento, perdendo espaço em razão da vida urbana no qual restringe a visibilidade da diversidade de alimentos disponíveis, girando em torno no Brasil para hortaliças de 20 plantas folhosas (LIRA, 2021).

Para se adotar uma dieta equilibrada é necessário obter um balanço calórico, entre os diferentes tipos de alimentos disponíveis, visando melhorar a assimilação de nutrientes benéficos para o organismo, dando ênfase para alimentos com valor agregado nutricionalmente, como frutas, hortaliças, carnes e gorduras insaturadas, de preferência dos produtos locais e espécies regionais (LIBERATO et al., 2019).

A alimentação não diversificada é algo que pode estar conectado ao nível da agricultura convencional, por operar em grandes áreas com uma única espécie, alavancando os custos de produção decorrente da utilização de muitos insumos, tais como adubos químicos e defensivos agrícolas, além de custos na pós colheita que envolvem transporte, armazenamento, até que chegue nas indústrias para produção de alimentos ultra processados, que nem sempre representarão qualidade, mas com o forte aparato de distribuição e negociação de preços fornecem aos consumidores finais produtos que extinguem as práticas alimentares tradicionais (GARCIA et al., 2020).

Diversificar o consumo de vegetais, aumentar a variação de alimentos, é uma alternativa de incentivo à produção local e ainda ter disponível nutrientes mais acessíveis, sem ser preciso recorrer a suplemento vitamínicos que para muitos indivíduos são inacessíveis, se destacam por esse potencial as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), sendo as que não fazem parte do circuito comercial de vegetais, mas com propriedades e compostos que promovem benefícios à saúde (SARTORI et al., 2020).

Em relação a frutíferas e vegetais, a valorização das espécies nativas é observada entre os idosos que passaram a seus descendentes, observações sobre formas de utilização e cultivo, porém, é incipiente o conhecimento pelas gerações novas (POLESI et al., 2017).

Advindo disso, ocorre perda gradativa do vínculo com o território, diminuindo a diversificação da dieta e da soberania alimentar, pois quando não são exploradas, essas deixam de ser cultivadas comercialmente, ficam restritas a povos tradicionais,

indígenas, ribeirinhos ou são colocadas como plantas invasoras. Contudo, há muitas espécies em potencial para alimentação em esquecimento e sem aproveitamento do potencial nutricional (FONSECA et al., 2018).

Segundo Kinupp e Barros (2008) as proteínas animais sobrepõem-se as de origem vegetal. Entretanto, as pessoas que possuem baixo poder aquisitivo possuem acesso limitado as de fonte animal, por isso reconhecer e divulgar espécies vegetais que sejam ricas em proteínas, e incentivar a produção e o consumo é de suma importância para suprir as carências nutricionais das populações, especialmente para os que possuem hábitos alimentares associados ao vegetarianismo.

Jesus et al. (2020) destacam que plantas não convencionais são de ótima qualidade nutricional, pois são um complemento alimentar rico, promissoras por serem de fácil acesso, desenvolverem-se adequadamente com pouco manejo, todavia, necessitam de mais estudos, para que a popularização delas possa render uma mudança no padrão alimentar das pessoas, bem como serem um instrumento na preservação da biodiversidade local e renda a produtores locais.

O Decreto N° 7.794 de 2021 ao instituir a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PNPO, objetivou promover a soberania e a segurança alimentar por meio da oferta de produtos da sociobiodiversidade, de base agroecológica e do sistema orgânico de produção (BRASIL, 2012).

As formas de cultivo devem respeitar a heterogeneidade dos agroecossistemas, os saberes locais e espécies nativas, e agricultura familiar é capaz de promover segurança alimentar e nutricional com base nesses quesitos, pois o meio rural é capaz de produzir alimentos de qualidade sem uso de contaminantes químicos (TEIXEIRA; PIRES, 2017).

A produção agroecológica de alimentos está diretamente relacionada com os objetivos da soberania e da segurança alimentar, pois os recursos não convencionais são uma ferramenta para a autonomia das famílias que consomem, dessa maneira, diminuindo a dependência do mercado de alimentos (FILHO, 2015).

## 2.2 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS

Com o avanço da globalização no mundo, a adoção de dietas monótonas e restritas a poucos alimentos se torna cada vez mais comum na sociedade, contemplando um fenômeno de erosão alimentar, sendo caracterizado pela perda de

uma alimentação variada e mais completa nutricionalmente (FONSECA et al.; 2018). Implica diretamente em uma ameaça a soberania alimentar, resultando em uma maior dependência de alimentos com custos financeiros elevados (DUTRA, 2013).

Neste contexto, surge as plantas alimentícias não convencionais (PANC), termo criado pelo biólogo e pesquisador Valdely Ferreira Kinupp, que define como um grupo de plantas de espécies exóticas ou silvestres, que possuem partes comestíveis, que não estão inseridas normalmente nas dietas (KELEN et al., 2015).

São consideradas muitas vezes, plantas daninhas e invasoras, por nascerem constantemente em meio a outros cultivos, mas apresentam grande importância ecológica e econômica. Mesmo não sendo conhecidas pelas pessoas, muitas apresentam características alimentícias, e representam um recurso genético inexplorado ((KINUPP; BARROS, 2007).

Estima-se que existam no Brasil, mais de 5000 espécies divididas em diversas famílias botânicas, e no Rio Grande do Sul, há a ocorrência de em torno de 500 (KINUPP; LORENZI, 2014). No Amazonas, a incorporação dessas plantas nas dietas e em feiras vem se iniciando, mas esbarra em alguns problemas como o preconceito sobre as plantas e falta de divulgação de seus benefícios como alimentos a população (BORGES; SILVA, 2018).

Sartori et al. (2020) destacam que as hortas em ambiente escolar podem ser locais que possibilitem aumento de consumo de espécies nativas e PANC. Apresentando alimentos biodiversos que podem culminar na diminuição de produtos ultra processados e com menor taxa de nutrição, além disso, aproxima os alunos da natureza. Contudo, as PANC são plenamente eficazes para suprir a necessidade diária de nutrientes essenciais ao metabolismo humano, podendo inclusive substituir as hortaliças convencionais (LIBERATO et al., 2019).

O cultivo dessas plantas, por serem plantas rústicas, apresenta baixos custo de produção, não sendo necessário maquinários de alto custo e intensivo uso de agrotóxicos, e podendo também ser cultivada em pequenos espaços como fundo de quintais e em vasos para uso alimentício das famílias (ABREU; CASTANHEIRA, 2017).

Pensar em estudos, novos cardápios e divulgação proporcionará renda para a agricultura familiar, turismo gastronômico, melhoria da saúde dos consumidores, e apreciação de novas espécies, embora já existam muitas conhecidas como a costela de adão (*Monstera deliciosa*), azedinha (*Oxalis latifolia*) ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) e serralha (*Sonchus oleraceus*) (TERRA; VIEIRA, 2020).

### 2.3 ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA

Segundo Kinupp e Lorenzi (2014) o espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br ex DC) é uma PANC da família das Amaranthaceae também conhecido pelos nomes populares espinafre-amazônico e orelha-de-macaco, nativo de regiões tropicais úmidas do Brasil, cujo hábito é perene com porte ereto ou decumbente, capaz de alcançar 20 a 30 cm de altura, apresentando propagação por meio de estaquia e é consumido em cozidos, sopas e saladas.

Segundo Cordeiro (2021), o espinafre-da-amazônia, no mercado do exterior vem se destacando, sendo conhecido por distintas denominações como poor man's lettuce (alface dos pobres) e brazilian spinach (espinafre do Brasil), isso relacionado principalmente as suas características nutricionais, destacando seu teor de proteína, teores de vitaminas A, B9, C, K, flavonoides e minerais (cálcio, ferro e potássio).

Gomes (2020) recomenda para o cultivo de espinafre-da-amazônia os níveis de 50% e 75% de interceptação luminosa e destaca que dentre os 20 aminoácidos existentes, contém 19, demonstrando aptidão para se suprir a necessidade de aminoácidos de um adulto, bem como teores expressivos de proteína, lipídeos, sais minerais.

### 2.4 DENSIDADE DE PLANTAS EM SISTEMAS AGRÍCOLAS

Na ampla busca por novas tecnologias, onde se veem necessária a otimização da produção, um dos primeiros fatores a serem considerados é a necessidade de um espaçamento ideal, considerando uma alta quantidade de plantas por área, aumentando assim a produtividade (CORRÊA et al., 2014).

Entretanto na maior parte das culturas, esse aumento de produtividade por meio do adensamento de espaçamento, tem um limite, onde que, com o aumento da densidade, há também uma crescente competição entre plantas, tendo assim, o desenvolvimento prejudicado podendo até ocorrer queda de rendimento ou na qualidade (MINAMI et al., 1998).

Em maiores densidades de plantio ocorre o aumento da competição por área e nutrientes, afetando diretamente a capacidade fotossintética e a concentração dos nutrientes, diminuindo o crescimento das plantas, porém, nesses sistemas, ocorre a menor incidência de plantas daninhas por supressão ocasionada pelas culturas (CARVALHO; GUZZO, 2008; BIANCHI et al., 2010)

A utilização de espaçamentos adequados possui alguns benefícios: o melhor uso da água, maior cobertura do solo, melhora na distribuição horizontal das raízes, redução da competição intraespecífica, aproveitamento dos nutrientes presentes no solo e maior interceptação da radiação solar pelas culturas, sendo assim características que juntas colaboram para altas produtividades (PROCÓPIO et al., 2014).

O repolho-roxo em plantio adensado, ocorre aumento da produtividade, mas ocorre diminuição no número de folhas, área foliar, massa seca de folhas e massa fresca da “cabeça” (DA SILVA et al., 2011). Para a beterraba em espaçamentos menores entre plantas (7,5 cm), ocorre a diminuição do diâmetro da raiz tuberosa, sendo essa característica muito desejável comercialmente para esta espécie (CORRÊA et al., 2014).

Cecílio Filho et al (2012), avaliando doses de nitrogênio e potássio, e diferentes densidades de plantio na cultura dos brócolis, observou que a produtividade de inflorescências, produtividade de floretes, são incrementados quando se utiliza-se maiores doses de adubação de NK (315 kg ha<sup>-1</sup>) com espaçamentos menores (0,20 m entre plantas).

Bellaloui et al. (2020), em experimento com soja com diferentes densidades de plantio, observou que a adoção de altas densidades de plantio influenciam na composição nutricional dos grãos, obtendo menores teores de proteínas, aminoácidos e óleo, causado pela alta competição em condições de cultivo.

Paiva (1978), em ensaios com variedades e espécies de amarantáceas, família onde está presente o espinafre-da-amazônia, recomenda dois possíveis espaçamentos generalizados, quando utilizada a modalidade de cultivo de arranquio total, 15 cm x 15 cm, e quando realizando cortes sucessivos, o espaçamento de 20 cm x 20 cm, onde nesse método de sucessivos cortes, obteve produtividade após três cortes no total de 315,84 e 148,95 g planta<sup>-1</sup> para as espécies *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus dubius* respectivamente.

## 2.5 ADUBAÇÃO NITROGENADA

O nitrogênio (N) é um componente essencial para a vida, pois é necessário em grandes quantidades por estar presente nas proteínas, ácidos nucléicos e outros constituintes celulares e em processos fisiológicos. É abundante na atmosfera, está na forma de gás N<sub>2</sub> e compõem cerca de 78% da mesma, mas sua utilização é limitada

aos organismos, por apresentar em sua composição ligações triplas entre os átomos de nitrogênio, sendo assim uma molécula inerte, para quebrá-la é necessário alto uso de substâncias energéticas (VIEIRA, 2017).

O ciclo do nitrogênio nos sistemas agrícolas, tem 4 fases primordiais : fixação biológica de nitrogênio (FBN), é a primeira fase, onde inicialmente o  $N_2$  atmosférico é convertido em amônia pela ação de bactérias diazotróficas e ação da enzima nitrogenase, a amonificação, é o processo onde as formas de N orgânico no solo (proteínas, ureia, quitinas e paredes celulares) são transformadas para formas minerais como o amônio e amônia, a nitrificação é a oxidação dessas formas minerais em nitrato ( $NO_3^-$ ) através de bactérias oxidantes de amônia e nitrito, e por fim, ocorre a desnitrificação, onde o nitrato que não foi utilizado para assimilação das plantas e nem imobilizado pelos microorganismos na matéria orgânica é transformado por reações enzimáticas a forma gasosa atmosférica ( $N_2$ ) (CARDOSO; ANDREOTE, 2016; VIEIRA, 2017).

Nas plantas, o nitrogênio é absorvido na forma de nitrato ( $NO_3^-$ ), onde essa absorção é realizada e modulada por células transportadoras presentes nos pelos radiculares, com essa absorção inicial, ocorre a atuação da enzima nitrato redutase (NR), que realiza a redução do nitrato em nitrito, que posteriormente é reduzido pela enzima nitrito redutase (NiR) para amônio ( $NH_4$ ) (REIS; LANZA, 2022).

Esse amônio ( $NH_4$ ), assimilado, é incorporado em moléculas orgânicas pela enzima glutamina sintetase (GS), onde pelas reações catalizadas por ela, se torna a principal via de incorporação do N inorgânico na forma orgânica junto da enzima glutamato sintase (GOGAT), com isso, as plantas produzem aminoácidos para o processo de crescimento e desenvolvimento (TEGEDER, 2014).

É considerado para as hortaliças folhosas o segundo nutriente mais demandado, que em doses adequadas, promove aumento na produtividade, pois estimula o crescimento vegetativo, aumentando a área fotossintética, além de promover folhas com colorações mais atrativas e suculentas (NASCIMENTO et al., 2017).

Para avaliar o nível de fertilidade do solo, e estado nutricional das plantas, são usados vários métodos sendo os principais a análise de solo, análises foliares, e diagnoses foliares de deficiências de nutrientes, com isso determinando uma adubação equilibrada, que promove diminuição de efeitos antagônicos e limitantes do solo, e efeitos osmóticos negativos, facilitando o desenvolvimento e crescimento das plantas (CADAHÍA, 2005; GÓMEZ, 2006; ORTEGA, 2008).

A insuficiência ou desequilíbrio entre os nutrientes essenciais para as plantas pode proporcionar absorção deficiente de alguns e absorção excessiva de outros (DOMINGOS; LIMA, 2015).

Com a escassez do nitrogênio para as plantas, podem ocorrer alterações morfológicas, na produção de hormônios, na resistência de plantas a doenças durante o cultivo e na concentração de açúcares e de outros nutrientes, culminando assim uma diminuição severa no potencial produtivo (RUBÍO et al., 2009; RICE et al., 2009).

Nas hortaliças, alguns sintomas visuais da necessidade de nitrogênio são observados, entre os principais, a descoloração e clorose das folhas mais velhas que se avançam para necrose; isso é causado principalmente pela ação dessas folhas em condição de escassez de nitrogênio, e se tratando de um nutriente móvel, faz a redistribuição de aminoácidos para as folhas mais novas, através da proteólise (CECILIO FILHO et al., 2020)

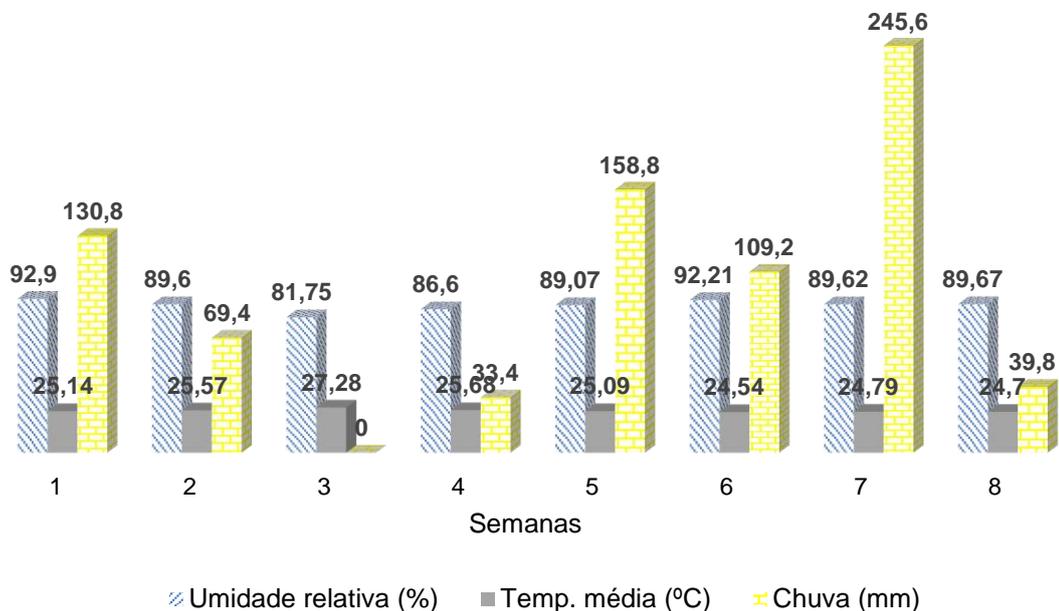
A aplicação de nitrogênio em cobertura visa a disponibilização desse nutriente em momentos que serão críticos no ciclo da cultura, sendo aplicado na época correta pode aumentar consideravelmente, a produção comparada somente a uma única aplicação na semeadura (BEDULLI et al., 2020)

Ferreira et al. (2021), em trabalho com espinafre-da-amazônia analisando doses de nitrogênio em cobertura e sua influência na composição físico-química desta planta, observou um crescimento linear no valor de proteína vegetal, observando incremento até 24% comparado à testemunha, caracterizando assim, um grande potencial desta planta no quesito proteico.

### 3 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. Os dados meteorológicos para o período que compreende da implantação até a avaliação do experimento estão dispostos na Figura 1.

Figura 1 - Dados referentes ao período de 14/12/2021 a 12/02/2022, sendo a temperatura média do ar de 25,04 °C, umidade relativa do ar de 88,90 % e chuva total de 787 mm. Rio Branco, Acre, 2021/2022.



Fonte: Adaptado do INMET (2022).

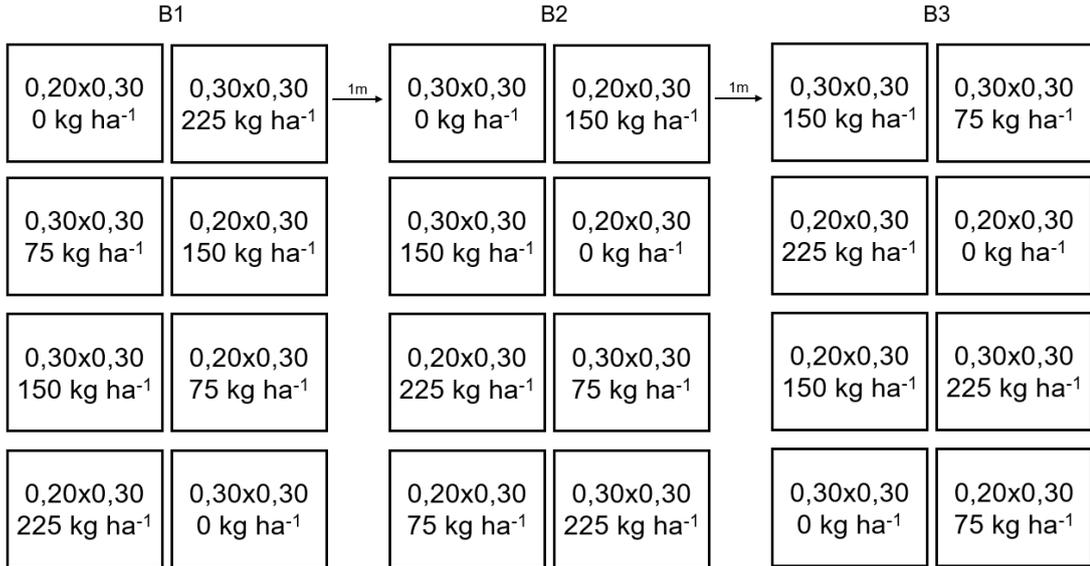
#### 3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, onde 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<sup>-1</sup>) 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 (Figura 2).

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.

Figura 2 - Croqui do experimento em campo de cultivo de espinafre-da-amazônia em diferentes espaçamentos e doses de Nitrogênio. Rio Branco, Acre, 2021/2022.



### 3.2 PREPARO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DO SOMBRITE

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 (Figura 3).

Figura 3 - Preparo de solo para o experimento com espinafre-da-amazônia cultivado com doses de Nitrogênio e espaçamentos distintos. Rio Branco, Acre, 2021/2022.



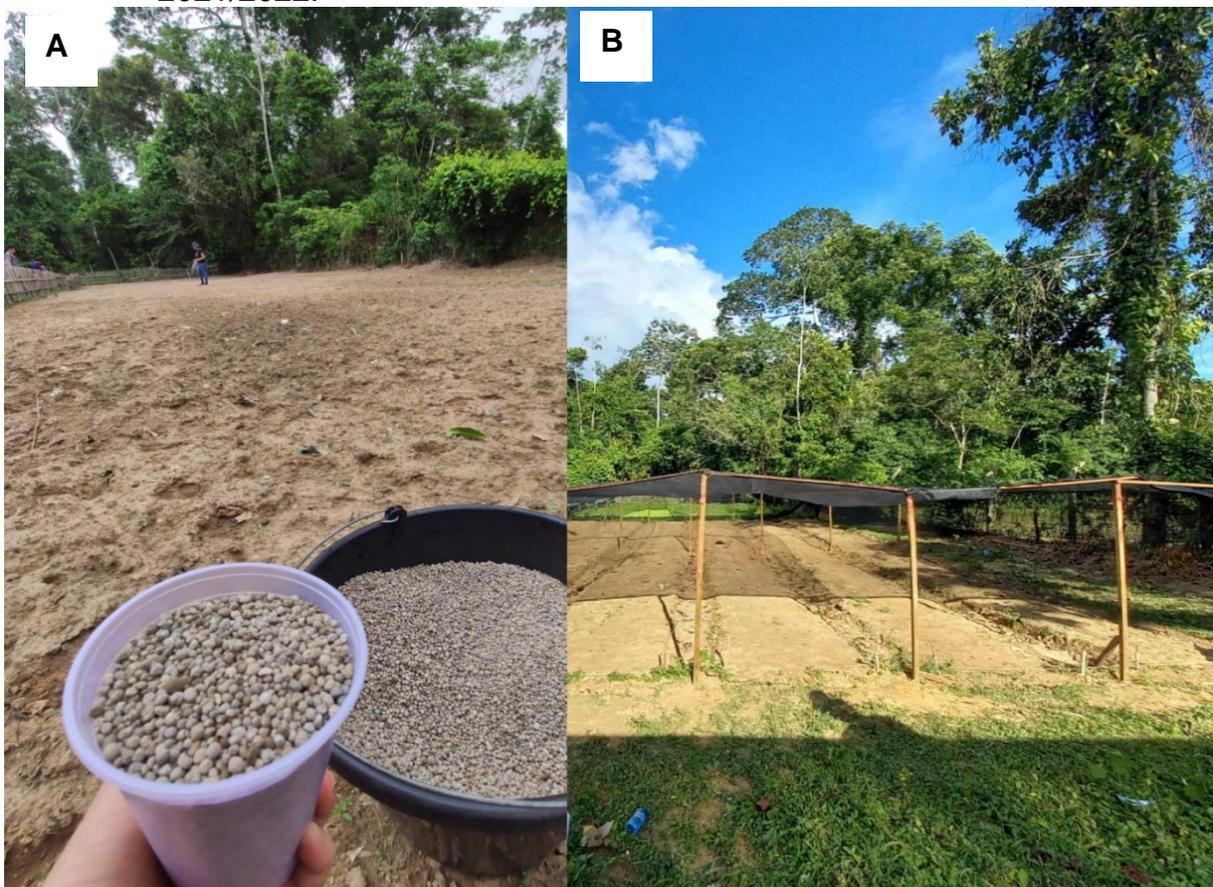
Com base no diagnóstico da análise de solo (Tabela 1), foi realizada a adubação de plantio na área total do experimento, pelo método de elevação dos teores de fósforo e potássio do solo, para o nível alto (CFSEMG,1999). Foram aplicadas as doses de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, em cloreto de potássio a lanço na área 15 dias antes do plantio definitivo (Figura 4).

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 <sup>-1</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>			cmolc.dm <sup>-3</sup>				%	
	Água	Argila	Silte	Areia	MO	P disponível	K	Ca	Mg	Al	H		SB
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 (Figura 4).

Figura 4 - Adubação de plantio com superfosfato simples e cloreto de potássio (A), construção do sombrite na área experimental (B). Rio Branco, Acre, 2021/2022.



### 3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS E PLANTIO

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 cm<sup>3</sup> com auxílio de boca de lobo, e posteriormente foram plantadas as mudas saudáveis e padronizadas (Figura 5).

Figura 5 - Preparo de substrato (A), produção de mudas por estaquia (B) e plantio definitivo de espinafre da Amazônia (C e D) em Rio Branco, Acre, 2021/2022.



### 3.4 TRATOS CULTURAIS

Foram realizadas capinas manuais a cada 10 dias, visando diminuir a competição por água e nutrientes com plantas espontâneas na área do experimento. A prática 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 verificada 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 piretroides, na dose recomendada de 60 mL.ha<sup>-1</sup> com intervalo de 10 dias.

### 3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

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 agrônômicas e de crescimento, foram utilizadas 8 plantas retiradas de cada uma das duas fileiras centrais das parcelas, e em seguida 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<sup>-1</sup> (PROD).

A altura de plantas (AP) foi determinada por régua 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 dada 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 cm<sup>2</sup>. E a produtividade do primeiro corte em kg ha<sup>-1</sup> (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 250ml, 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 – Formúla de obtenção do teor de proteína bruta ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) pelo método de Kjeldahl.

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

Onde :

*V* – Volume de Hcl gasto na titulação

*f* – Fator de conversão para proteína vegetal

*P* – Peso da amostra em g

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

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 principio de normalidade dos erros.

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

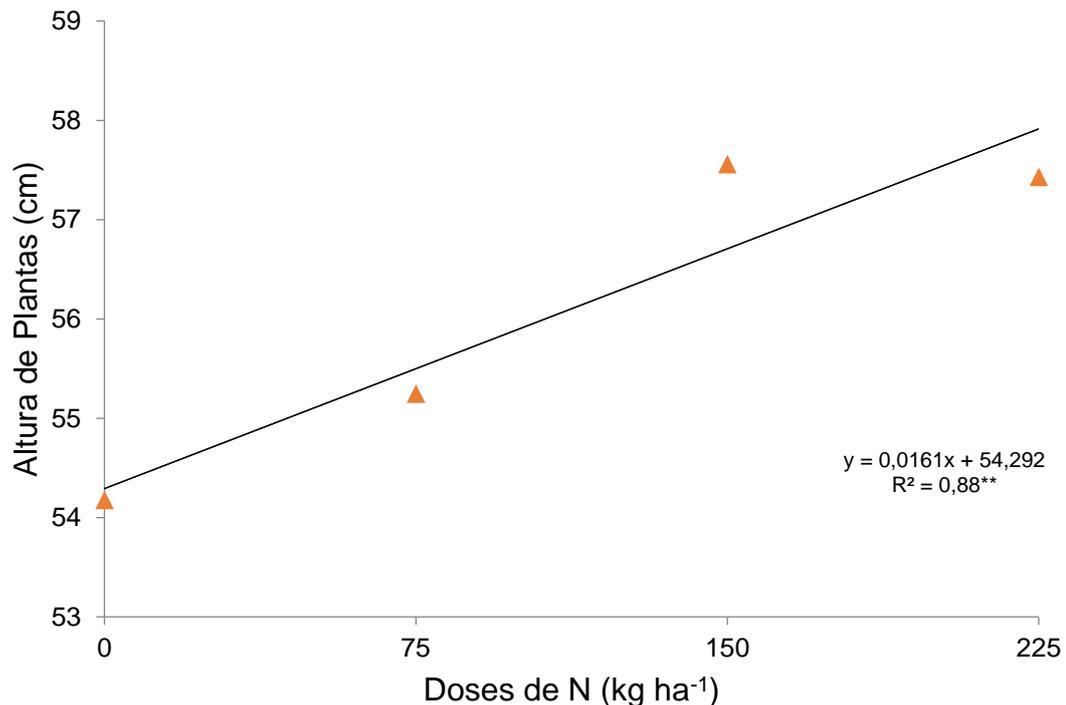
<sup>ns</sup> = Não significativo, \* = significativo a 5% e \*\* = significativo a 1% de probabilidade; médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey; <sup>(1)</sup> Ajuste de regressão no modelo linear crescente:  $y = 0,01609x + 54,292$   $R^2 =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

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  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  apresentou maior altura de plantas ( $57,56 \text{ cm}$ ), já a menor altura foi obtida com  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $54,18 \text{ cm}$ ) (Figura 6).

Figura 6 - 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  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  obteve maior altura de plantas e a testemunha ( $0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) obteve menor. O aumento da altura de plantas em função do N também foi observado em bertalha (*Bassela 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 síntese 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 <sup>-1</sup> )	(g planta <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(g 100g <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>
Densidades de plantas (DP)				
0,30 x 0,30 (111.111 plantas ha <sup>-1</sup> )	152,65 a	26,57 a	16.961 b	22,20 a
0,20 x 0,30 (166.666 plantas ha <sup>-1</sup> )	127,68 b	24,30 a	21.280 a	19,16 b
F (DP)	5,0718*	1,2593 <sup>ns</sup>	8,1694 <sup>ns</sup>	95,562**
Doses de Nitrogênio (DN)				
0 kg ha <sup>-1</sup>	116.35	22,87	15.739	15,53
75 kg ha <sup>-1</sup>	143.86	25,92	19.624	20,78
150 kg ha <sup>-1</sup>	139.18	24,38	19.056	21,78
225 kg ha <sup>-1</sup>	161.27	28,57	22.062	24,66
F (DN)	3,0126 <sup>ns</sup>	1,7754 <sup>ns</sup>	3,1205 <sup>ns</sup>	156,80**
F DP x DN	0,0750 <sup>ns</sup>	0,2981 <sup>ns</sup>	0,1704 <sup>ns</sup>	36,548**
Média	140,16	25,48	19.12	20,68
CV (%)	19,32	17,8	19,27	3,64

<sup>ns</sup> = 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; <sup>(1)</sup> 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> de massa fresca comercial, 20% a mais que o espaçamento de 0,30 m x 0,30 m. Dados que corroboram com os constatados 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.m<sup>2</sup>, com isso, recomendando o cultivo com 10 plantas.m<sup>2</sup>, 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<sup>-1</sup> e 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>, 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 mx 0,30 m (111.111 plantas ha<sup>-1</sup>) ter proporcionado maior MFPA (Tabela 3), é explicado, pelo espaçamento de 0,20 m x 0,30 m (166.666 plantas ha<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>), 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-plantas-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 7).

No geral, do experimento o espinafre-da-amazônia obteve teor de proteína média de 20,68 g 100g<sup>-1</sup>. Resultados superior a outras PANC, como bertalha (17,44g 100g<sup>-1</sup>), beldroega (12,82 g 100g<sup>-1</sup>) (VIANA, 2013). E também a outras hortaliças folhosas comumente comercializadas como alface (2,29 g 100g<sup>-1</sup>), acelga (2,28 g 100g<sup>-1</sup>) e couve (2,82 g 100g<sup>-1</sup>) (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<sup>-1</sup>) comparado ao 0,20 m x 0,30 m (19,16 g 100g<sup>-1</sup>). Ding et al. (2022), avaliando o desempenho agrônomico 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 enquadrou ( $r^2 = 0,92$ ), onde o maior teor de proteína foi obtido no cultivo com 225 kg ha<sup>-1</sup> (24,66 g 100g<sup>-1</sup>) incremento equivalente a 37% comparado a dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> (15,53 g 100g<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup>) 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<sub>3</sub><sup>-</sup>) e amônio (NH<sub>4</sub>) 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 conseqüentemente proteínas nas folhas (XU et al., 2012).

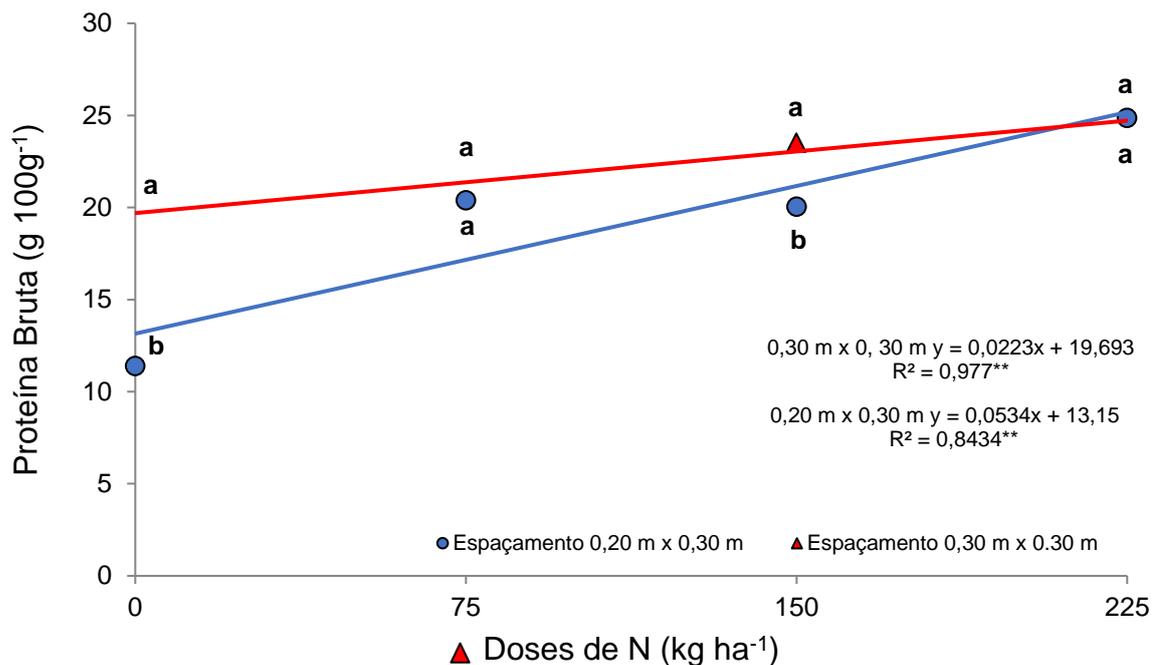
Em altos teores os nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), que não são absorvidos durante os processos de assimilação pela planta, são estocados nos tecidos, principalmente nas

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<sup>-1</sup> (controle), foi observado diferença estatística ( $p < 0,05$ ) onde o espaçamento de 0,30 m x 0,30 m obteve teor de proteína bruta de 19,67 g 100g<sup>-1</sup> sendo superior 42% ao de 0,20 m x 0,30 m (11,38 g 100g<sup>-1</sup>) (Figura 7). 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 g 100g<sup>-1</sup>. 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 7 - Representação do desdobramento entre as doses de Nitrogênio e os espaçamentos no teor de proteína bruta (g 100g<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>) e sua influência na composição centesimal, obteve maior teor de proteína na dose de 45 kg ha<sup>-1</sup>), apesar de teor obtido maior % de N nas folhas na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> de Nitrogênio (N), foi observado os maiores teores de proteínas em ambos os espaçamentos, mas nessa dose não houve diferença entre os mesmos (Figura 7). 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> combinado com a densidade de 8 plantas.m<sup>2</sup>.

Pode-se inferir com esses resultados, que a 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.

## 5 CONCLUSÕES

A densidade de 111.111 plantas ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>.

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

A dose de 225 kg ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, N. C. O.; CASTANHEIRA, J. D. As vantagens da introdução das plantas alimentícias não convencionais na alimentação dos beneficiários do bolsa família da estratégia saúde da família Bernardo Valadares, em Sete Lagoas – MG. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, Sete Lagoas – MG, v. 5, n. 4, p. 16-19, mar. 2017.
- ADAMS-PHILLIPS, L.; BARRY, C.; GIOVANNONI, J. Signal transduction systems regulating fruit ripening. **Trends in Plant Science**, Cambridge, v. 9, n. 7, p. 331-338, Jul. 2004.
- ALBA, R.; CORDONNIER-PRATT, M. M.; PRATT, L. H. Fruit-localized phytochromes regulate lycopene accumulation independently of ethylene production in tomato. **Plant Physiology**, Oxford, v. 123, n. 1, p. 363-370, May. 2000.
- ALI, M. A. M.; YOUSEF, E. A. A.; NASEF, I. N. Cauliflower growth, yield and quality response to Nitrogen fertilization and micronutrientes foliar application in newly reclaimed areas. **Plant Production**, Mansoura, v. 10, n. 3, p. 317-325, Mar. 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**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 1-7, Abr. 2020.
- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve Nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement**, London, v. 15, n. 2, p. 369-420, jul./dec. 2006.
- 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**, Samsun, v. 5, n. 4, p. 299-306, oct./dez. 2016.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. 2015. **AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 396p.
- 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**, Campinas, v.17, n.4, p.964-974, jan. 2015.
- BEDULLI, M. E. D. L.; LOPES, A. B.; RICHART, A.; KIELING, P. Adubação nitrogenada em cobertura em diferentes estádios fenológicos da cultura do trigo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 9-16, mar/2020.
- BELLALLOUI, N.; McCLURE, A. M.; MENGISTU, A.; ABBAS, H. K. The Influence of Agricultural Practices, the Environment, and Cultivar Differences on soybean Seed Protein, Oil, Sugars, and Amino Acids. **Plants**, Basel, v. 9, n. 3, p. 1-24, Mar. 2020.

BERNSTEIN, H. Soberania alimentar: uma perspectiva cética. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 17, n. 39, p. 276-336, maio/ago. 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.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P.; AGOSTINETTO, D. Papéis do arranjo de plantas e do cultivar de soja no resultado da interferência com plantas competidoras. **Planta Daninha**, v.28, n. especial, p.979-991, 2010.

BORGES, C. K. G. D; SILVA, C. C. Plantas alimentícias não convencionais (PANC): a divulgação 476. científica das espécies na cidade de Manaus, AM. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, v. 4, n. 11, 2018.

BRASIL. **Decreto N° 7.794, de 20 de agosto de 2012**. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília: Presidência da República, [2012]. Disponível: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/decreto/d7794](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794).

BRASIL. **Lei Federal N° 11.346, de 15 de setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar - SISAN. Brasília: Presidência da República, [2006]. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/conferencia/documentos/lei-de-segurana-alimentar-e-nutricional>. Acesso em: 25 jul. 2021.

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, DF, 26 dez. 2003.

CADAHÍA, C. **Fertirrigación: Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales**. Madrid: Libros Mundi-Prensa, 2005. 681p.

CAMARGO, R. A. L. de; BACCARIN, J. G.; SILVA, D. B. O. da. Mercados institucionais para a agricultura familiar e soberania alimentar. **Revista Nera**, Presidente Prudente, v. 19, n. 32, p. 34-55, nov. 2016.

CANDIAN, J. S.; REDIGOLO, M. V. N.; ANTUNES, W. L. de. P.; CARDOSO, A. I. I. Yield of chicory 'Folha larga' and 'Pão de açúcar' according to planting density. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, Boyacá, v. 11, n. 2, p. 322-328, jul./dec, 2017.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do Solo**. 2 ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 225p.

CARVALHO LB; GUZZO CD. Adensamento da beterraba no manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 73-82, abr/jun. 2008.

CARVALHO, S. M. F. de; MARCHIORETTO, M. S.; BÁO, 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, set. 2010.

CECÍLIO FILHO, A. B.; RODRIGUES, M. A.; DA SILVA, M. L. P.; CORTEZ, J. W. M. Sintomas de deficiência de macronutrientes em alface. **Científica**, Jaboticabal, v. 48, n. 3, p. 271-290, jul/set. 2020.

CECÍLIO FILHO, A. B.; SCHIAVON JÚNIOR, A. A.; CORTEZ, J. W. M. Produtividade e classificação de brócolos para indústria em função da adubação nitrogenada potássica e dos espaçamentos entre plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 12-17, jan/mar. 2012.

COCHRAN, W. G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. **Annals of Eugenics**, London, v. 11, n. 1, p. 47-52, Jan. 1941.

COLLA, G.; KIM, H-J.; KYRIACOU, M. C.; ROUPHAEL, Y. Nitrate in fruits and vegetables. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 237, n. 1, p. 221-238, Jul. 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, 1999.

CORDEIRO, S. Z. ***Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC.** Disponível em: <http://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/alternanthera-sessilis-l-r-br-ex-dc>. Acesso em: 01 ago. 2021.

CORRÊA, C. V.; CARDOSO, A. II.; SOUZA, L. G.; ANTUNES, W. L. P.; MAGOLBO, L. A. Produção de beterraba em função do espaçamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 111-114, Jan/mar. 2014.

DA SILVA, G. S.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C.; ALVES, A. U. Espaçamentos entrelinhas e entre plantas no crescimento e na produção de repolho roxo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 538-543, set. 2011.

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**, Basel, v. 12, n. 6, p. 1441, Jun. 2022.

DOMINGOS S. da C.; LIMA, S. da H. L.; Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agrária Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 3, p. 132-140, jul./set. 2015.

DUTRA, L. V. **Insegurança alimentar e nutricional e produção para o autoconsumo na zona rural de São Miguel do Anta, Minas Gerais**. 2013. 118 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

ECHER, M. de.; ZOZ, T.; ROSSOL, C. D.; STEINER, F.; CASTAGNARA, D. D.; LANA, M. do. C. Plant density and nitrogen fertilization in swiss chard. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 4, p. 703-707, out./dez. 2012.

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**, Marechal Cândido Rondon, PR, v. 20, n. 4, p. 365-370, out./dez. 2021.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 412 p.

FILHO, G. X. de P. Agroecologia e recursos alimentares não convencionais: contribuições ao fortalecimento da soberania e segurança alimentar e nutricional. **Campo - território - Revista de Geografia Agrária**, Uberlândia, v. 10, n. 20, p. 227-245, jul. 2015.

FONSECA, C.; LOVATTO, P.; SCHIEDECK, G.; HELLWIG, L.; GUEDES, A. F. A importância das plantas alimentícias não convencionais (PANCS) para a sustentabilidade dos sistemas de produção de base ecológica. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília - DF, v. 13, n. 1. jul. 2018.

GAION, L. A.; ITO, L. A.; GALATTI, F. de. S.; BRAZ, L. T. Densidade de plantio na cultura do quiabo. **Nucleus**, Ituverava, v. 10, n. 2, p. 199-206, Out. 2013.

GARCIA, R. M.; STEFANELLI, L. E. P.; SAUER, J. L.; FERREIRA, L. C.; MOTA FILHO, T. M. M.; ROSSI, E. S. A importância das PANCS na alimentação. *In: Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu*, 9., 2020, Botucatu. **Anais [...]**. São Paulo: JORNACITEC BOTUCATU, 2020. p. 1-6.

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**, Korbeek, n. 1326, v. 1, p. 223-230, Oct. 2021.

GOMES, R. R. **Caracterização agronômica 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.

GÓMEZ, M. I. **Manual técnico de fertilización de cultivos**. Bogotá: Microfertisa S.A. Produmedios, 2006. 116 p.

GRUBBS, F. E. Procedures for the detection of atypical observations on samples. **Technometrics**, Princeton, v. 11, n. 1, p. 01-21, de Feb. 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**, Mirpur, v. 13, n. 1, p. 35-45, jan./jun. 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **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.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados meteorológicos: Histórico**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 20 de 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**, Kayseri, v. 7, n. 2, p. 11454-11460, Feb. 2017.

JESUS, R. S. de; ANJOS, G. L. dos; FERREIRA, P. M.; JESUS, A. R. de; SOUSA, G. S. de; SANTOS, A. R. dos. Características agronômicas de ora-pro-nóbis cultivadas em ambientes de luz e adubação orgânica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 15048-15063, mar. 2020.

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**, Ogun, v. 9, n.10, p. 931-940, Mar. 2014.

KELEN, M. E. B.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C.; BRACK, P.; SILVA, D. B. da. **Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas**. 2 edição. Porto Alegre. UFRGS, 2015. 44 p.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. de. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 846-857, out./dez. 2008.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Riqueza de plantas alimentícias não-convencionais na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 63-65, jul. 2007.

KINUPP, V. Plantas alimentícias no Brasil, uma fonte complementar de alimento e renda. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre – RS, v. 1, n. 1, p. 333-336, nov. 2006

KINUPP, V.F; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 1ª 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**, Sep. 2016.

LIBERATO, P. da S.; LIMA, D. V. T. de; SILVA, G. M. B. da. PANCs - Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environmental Smoke**, João Pessoa, v. 2, n. 2, p. 102-111, jul. 2019.

LIRA, A. **Mais do que matos, elas são as plantas alimentícias não convencionais (PANCs)**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/33580014/mais-do-que-matos-elas-sao-as-plantas-alimenticias-nao-convencionais-pancs>. Acesso em: 25 jul. 2021.

MAGDA, M. H.; SHAFEEK, M. R.; MAHMOUD, A. R.; ALI, A. H. Beneficial effects of nitrogen fertilizer and humic acid on growth, yield and nutritive values of spinach (*spinacia olivera* L.). **Middle East Journal of Applied Sciences**, Faisalabad, v. 5, n. 2, p. 597-603, apr./jun. 2015.

MINAMI K; CARDOSO AII; COSTA F; DUARTE FR. Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 169-173, jun/dez. 1998.

MONIRUZZAMAN, M. Effects of plant spacing and mulching on yield and profitability of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Agricultural and Rural Development**, Dacca, v. 4, n. 1, p. 107-111, Jun. 2006.

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: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, 2019, p 1-5.

NASCIMENTO, M. V.; SILVA JUNIOR, R. L.; FERNANDES, L. R.; XAVIER, R. C.; BENETT, K. S. S.; SELEGUINI, A.; SABIN BENETT, G. Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, MS, v. 4, n. 1, p. 65-71, jan/mar. 2017.

OKADA, I. A.; DURAN, M. C.; BUZZO, M. L.; DOVIDAUSKAS, S.; SAKUMA, A. M.; ZENEBON, O. Validação e aplicação de metodologia analítica na determinação de nutrientes inorgânicos em arroz polido. **Food Science and Technology**, Campinas, SP, v. 27, n. 3, p. 492-497. jul./set. 2007.

ORTEGA, D. **Manejo integrado de riego y fertilización en sistemas de producción de flores de corte bajo invernadero**. *In*: ORTEGA, D. (ed.). Actualización en fertilización de cultivos y uso de fertilizantes. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. p.87-103.

PAIVA, W. de O. Amaranáceas: Nova opção de espinafres tropicais para a Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v 8, n. 3, p. 375-363, jul./set. 1978.

PAO, Y. C.; KAHLEN, 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**, Oxford, v. 3, n. 2, p. 1-17, Oct. 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 – AGROTEC**, João Pessoa, PB, v. 31, n. 1, p. 19-22, Dez. 2016.

POLESI, R. G.; ROLIM, R.; ZANETTI, C.; SANT' ANNA, V.; BIONDO, E. Agrobiodiversidade e segurança alimentar no vale do taquari, RS: Plantas alimentícias não convencionais e frutas nativas. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 19, n. 2, p. 118-135, ago. 2017.

PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVA, G. S. Population density and planting time on the growth and yield of cauliflower cv. Verona. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 25, n. 2, p. 92-98, 2012.

PROCÓPIO, S de O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista- RR, v. 8, n. 2, p. 212-221, mai/ago. 2014.

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**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 333-338, abr./jun. 2012.

REIS, A. R dos.; LANZA, M. G. D. B. **Aplicação da Fisiologia Vegetal para altas produtividades**. 1 ed. São Paulo: Modi Produções, 2022. 100p.

RIAD, G.; GHONAME, A.; AHMED, A.; EL-BAKY, M. A.; HEGAZI, A. Cabbage Nutritional Quality as Influenced by planting Density and Nitrogen Fertilization. **Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**, Cairo, v. 3, n. 1, p. 68-74, Jul. 2009.

RICE, R.W. **The physiological rol of minerals in the plant**. In: DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. (Ed.). Mineral nutrition and plant disease. St Paul: APS Press, 2009, p.9-29.

RUBIO, V.; REGLA B.; IRYGOYEN, M.L.; LÓPEZ, X.C.; ROJASTRIANA, M.; PAZ ARES, J. Plant hormones and nutrient signaling. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 69, p.361-373, 2009.

SARTORI, V. C.; THEODORO, H.; MINELLO, L. V.; PANSERA, M. R.; BASSO, A.; SCUR, L. **Plantas Alimentícias Não Convencionais**: Resgatando a soberania alimentar e nutricional. Caxias do Sul: Educs, 2020. 122 p.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete examples). **Biometrika**, London, v. 52, n. 3-4, p. 591- 611, Dec. 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**, Gurgaon, v. 13, n. 5, p. 43-48, sep./oct. 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 (UEAB)**, Delphi, v. 3, n. 3, p. 274-285, jan./feb. 2018.

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

SOUZA, A. de M.; PEREIRA, R. A.; YOKOO, E. M.; LEVY, R. B.; SICHIERI, R. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 190-199, out. 2012.

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**, Campinas, SP, v. 73, n. 4, p. 407-415, out./dez. 2014.

TEGEDER, M. Transporters involved in source to sink partitioning of amino acids and ureides: Opportunities for crop improvement. **Journal of Experimental Botany**, V.65, n. 7, p. 1865–1878, Apr. 2014.

TEIXEIRA, C. T. M.; PIRES, M. L. L. S. Análise da Relação Entre Produção Agroecológica, Resiliência e Reprodução Social da Agricultura Familiar no Sertão do Araripe. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 047-064, jan./mar. 2017.

TERRA, S. B.; FERREIRA, B. P. Conhecimento de plantas alimentícias não convencionais em assentamentos rurais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 15, n. 2, p. 221-228, abr./jun. 2020.

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**, Melbourne, v. 8, n. 1, p. 127-132, Jan. 2014.

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

VIANA, M. M. S. **Potencial nutricional, antioxidante e atividade biológica de hortaliças não convencionais**. 2013. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal São João Del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais, 2013.

VIERA, F. R. **Ciclo de Nitrogênio em sistemas agrícolas**. 1. Ed. Brasília: Embrapa. 2017. 165 p.

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

ZIKALALA, B. O. **The Chemical Composition of Baby Spinach (*Spinacia oleracea* L.) as affected by Nitrogen, Phosphorus and Potassium nutrition**. Dissertation (Master 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**, Maringá, PR, v. 12, n. 1, p. 103-125, jan./mar. 2018.