

RAYANE SILVA DOS SANTOS



**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BROMATOLÓGICA DE
ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC)
EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA**

RIO BRANCO - AC

2024

RAYANE SILVA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BROMATOLÓGICA DE
ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC)
EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA**

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

Orientadora: Profa. Dra. Almecina B. Ferreira

RIO BRANCO - AC

2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S237c Santos, Rayane Silva dos, 1995 -
Caracterização morfológica e bromatológica de espinafre-da-amazônia
(*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC) em diferentes épocas de colheita /
Rayane Silva dos Santos; orientador: Dra. Almecina B. Ferreira. – 2024.
49 f.:il; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Rio
Branco, 2024.

Inclui referências bibliográficas e apêndice.

1. Composição nutricional. 2. Colheita. 3. Plantas alimentícias não
convencionais. I. Ferreira, Almecina B. II. Título.

CDD: 338.1

RAYANE SILVA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E BROMATOLÓGICA DE
ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC)
EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado 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 fevereiro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Dra. Almecina Balbino Ferreira

Universidade Federal do Acre

Orientadora

Dra. Marilene Santos de Lima Pinto

Universidade Federal do Acre

Membro

Dra. Ana Karolina da Silva Ripardo

Universidade Federal do Acre

Membro

RIO BRANCO - AC

2024

Aos meus pais
Raimundo Irineu dos Santos e Vanilce Silva dos Santos
pelo apoio para vencer mais este desafio

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me abençoado e direcionado para enfrentar os desafios ao longo da vida e por ter me dado sabedoria para agir nas diversas situações, pois sem sua misericórdia e amor não teria chegado até aqui.

A meus pais Raimundo Irineu dos Santos e Vanilce Silva dos Santos, meus irmãos Romário Silva dos Santos, Rogério Silva dos Santos, Raini Silva dos Santos, Regine Silva dos Santos pela ajuda, compreensão, amor e carinho.

A profa. Dra. Almecina Balbino Ferreira, pela orientação e ensinamentos.

Aos membros da banca. Dra. Marilene Santos de Lima Pinto e Dra. Ana Karolina da Silva Ripardo, pelas valiosas contribuições que aprimoraram e enriqueceram a qualidade desta pesquisa.

Aos meus amigos de mestrado, Natália Souza Torres, Gabriela do Nascimento Souza, Jardeson Kennedy Moraes da Silva, Niqueli Cunha da Costa Sales, Igor da Silva Dias, Aldenice Santos de Lima Souza, Cleyton Silva de Araújo, Antônio Carnaúba de Aragão Júnior pelos momentos de alegrias e aflições compartilhados, momentos esses que sempre lembrarei.

A Universidade Federal do Acre pela oportunidade de execução deste estudo e condução do experimento.

Agradeço aos professores e colaboradores da Universidade Federal do Acre pela educação recebida.

Aos estagiários da Unidade Experimental PANC, que me ajudaram a executar o experimento.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente na execução deste estudo.

Porque ainda que a figueira não floresça, nem haja fruto na videira; ainda que decepcione o produto da oliveira, e os campos não produzam mantimento; ainda que as ovelhas da malhada sejam arrebatadas, e nos currais não haja gado; todavia eu me alegrarei no Senhor, exultarei no Deus da minha salvação.

(Habacuque 3: 17-18)

RESUMO

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) estão se destacando devido ao seu potencial nutritivo, capacidade de diversificar a dieta e promover a segurança alimentar. Nesse contexto, o espinafre-da-amazônia surge como uma PANC promissora, representando uma alternativa sustentável para a agricultura e o consumo alimentar. Adaptado ao ambiente amazônico e com um perfil nutricional rico em proteínas, vitaminas e minerais, é uma excelente opção para enriquecer a alimentação, especialmente em áreas com acesso limitado a vegetais frescos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição bromatológica e caracterização morfológica do espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC) em diferentes épocas de colheita. O experimento foi realizado na área experimental do Grupo PANC da Universidade Federal do Acre, utilizando um delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições de 16 plantas cada. Os tratamentos consistiram em cinco época de colheita do espinafre-da-amazônia, realizadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após o transplântio. Para cada colheita de planta foram realizadas avaliações morfológicas e bromatológicas, nas quais foram analisadas as seguintes variáveis: altura de plantas; diâmetro do caule; números de folhas e ramos laterais; área foliar; massas fresca e seca da parte aérea; produtividade; teores de proteína bruta total, cinzas e umidade. Os dados foram submetidos à análise de variáveis e análise de regressão ($\alpha = 0,05$). As épocas de colheita influenciaram significativamente ($p < 0,05$) todas as variáveis, exceto massa fresca da parte aérea e produtividade. O espinafre-da-amazônia demonstrou um aumento significativo na produção de ramos laterais e biomassa seca da parte aérea até os 75 dias após o plantio, enquanto o crescimento em altura foi observado até os 88 dias. Por outro lado, a área foliar e o teor de cinzas apresentaram redução ao longo dos períodos de avaliação. O teor máximo de proteína foi alcançado aos 46 dias após o transplântio, excedendo valores encontrados na literatura para outras hortaliças. Em suma, os resultados indicam a importância de considerar época de colheita das plantas ao planejar a colheita e o manejo da cultura do espinafre-da-amazônia, visando otimizar o rendimento e a qualidade da hortaliça. Conclui-se assim que as características morfológicas e bromatológicas do espinafre-da-amazônia são influenciadas positivamente pela época da colheita, com um padrão geral de crescimento rápido seguido por uma fase de estabilização ou declínio.

Palavras-chave: composição nutricional; colheita; plantas alimentícias não convencionais.

ABSTRACT

Unconventional Food Plants (UFPs) are standing out due to their nutritional potential and ability to diversify the diet and promote food security. In this context, Brazilian spinach emerges as a promising UFP, representing a sustainable alternative for agriculture and food consumption. Adapted to the Amazon environment and with a nutritional profile rich in proteins, vitamins, and minerals, it is an excellent option to enrich the diet, especially in areas with limited access to fresh vegetables. The aim of this study was to evaluate the bromatological composition and morphological characterization of Brazilian spinach (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC) at different harvest times. The experiment was conducted in the experimental area of the UFP's Group at the Federal University of Acre, using a randomized block design with four replications with 16 plants each. Treatments consisted of five harvest times of Brazilian spinach, performed at 30, 45, 60, 75, and 90 days after transplanting. For each harvest, morphological and bromatological evaluations were performed, analyzing the following variables: plant height; stem diameter; number of leaves and lateral branches; leaf area; shoot fresh and dry mass; productivity; total crude protein, content, ash, and moisture. The data were subjected to analysis of variance and regression analysis ($\alpha = 0.05$). Harvest times significantly influenced ($p < 0.05$) all variables, except fresh aerial part mass and productivity. Brazilian spinach showed a significant increase in lateral branch production and shoot dry biomass up to 75 days after planting, while height growth was observed up to 88 days. On the other hand, leaf area and ash content decreased over the evaluation periods. The maximum protein content was reached at 46 days after transplanting, exceeding values found in the literature for other vegetables. In summary, the results indicate the importance of considering the timing of plant harvesting when planning and managing the cultivation of Brazilian spinach, aiming to optimize both yield and vegetable quality. It is thus concluded that the morphological and bromatological characteristics of Brazilian spinach are positively influenced by harvest time, with a general pattern of rapid growth followed by a stabilization or decline phase.

Keywords: nutritional composition; harvest; unconventional food plant

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados climáticos registrados durante o período de avaliação do experimento com espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	19
Figura 2 - Preparo do solo para a implantação do experimento com espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	20
Figura 3 - Estaca para produção de mudas (A), irrigação das mudas (B), transplântio de espinafre-da-amazônia (C), cultivo de espinafre-da-amazônia (D). Rio Branco, AC, 2024.....	22
Figura 4 - Altura de plantas (AP) de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	27
Figura 5 - Diâmetro do caule (DC) de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	28
Figura 6 - Número de folhas (NF) de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	29
Figura 7 - Número de ramos laterais (NRL) de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	31
Figura 8 - Massa seca da parte aérea (MSPA) de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	32
Figura 9 - Área foliar (AF) de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	34
Figura 10 - Teor de umidade de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	35
Figura 11 - Teor de cinza (CZ) de ramos e folhas de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	37
Figura 12 - Teor de proteína bruta (PB) de ramos e folhas de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024.....	38

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2024.....	48
APÊNDICE B - Resumo da análise de variância para a variável diâmetro do caule (DC), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2024.....	48
APÊNDICE C - Resumo da análise de variância para a variável número de folhas (NF), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2024.....	48
APÊNDICE D - Resumo da análise de variância para a variável número de ramos laterais (NRL), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2024..	48
APÊNDICE E - Resumo da análise de variância para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2024.....	49
APÊNDICE F - Resumo da análise de variância para a variável área foliar (AF), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2024.....	49
APÊNDICE G - Resumo da análise de variância para a variável umidade na massa seca de folhas e ramos de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2024.....	49
APÊNDICE H - Resumo da análise de variância para a variável cinza na massa seca de folhas e ramos de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2024.....	49
APÊNDICE I - Resumo da análise de variância para a variável proteína na massa seca de folhas e ramos de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2024.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS	13
2.2 ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA	14
2.3 INFLUÊNCIA DA COLHEITA NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	19
3.2 PREPARO DO SOLO E INSTALAÇÃO DO SOMBRITE	20
3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS E TRANSPLANTIO	21
3.4 TRATOS CULTURAIS	22
3.5 AVALIAÇÕES MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS.....	23
3.6 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS	23
3.6.1 Proteínas	24
3.6.2 Umidade	25
3.6.3 Cinzas	26
3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA.....	27
4.2 CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA.....	35
5 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41
APÊNDICES	47

1 INTRODUÇÃO

As hortaliças são essenciais para a dieta humana, tanto na indústria culinária quanto na indústria farmacêutica devido ao seu alto valor nutricional, pois são fontes de carboidratos, vitaminas, minerais, fibras, antioxidantes e proteínas (Oloyede; Oloyede; Obuotor, 2013). Entretanto, o consumo de hortaliças frescas vem diminuindo diante dos hábitos alimentares atuais, resultado da globalização e do consumo exagerado de alimentos industrializados, convergindo para uma dieta rica em gorduras e açúcares e reduzida em carboidratos complexos e fibras (Liberato; Lima; Silva, 2019).

Diversificar o consumo de plantas e aumentar a variação de alimentos são estratégias que não apenas estimulam a produção local, mas também garantem a obtenção de nutrientes essenciais de forma mais acessível, sem a necessidade de recorrer a suplementos vitamínicos, os quais podem ser financeiramente inacessíveis para muitos indivíduos. Sendo assim, destacam-se as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), que embora não façam parte do circuito comercial de vegetais, possuem propriedades e compostos que promovem benefícios à saúde (Sartori *et al.*, 2020).

Dentre essas podemos ressaltar o espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC), espécie conhecida popularmente como espinafre-amazônico e orelha-de-macaco, é uma das PANC com potencial para incrementar a dieta, devido suas características nutricionais como elevado teor de proteína, lipídeos, vitaminas A, B9, C, K, flavonoides e minerais como cálcio, ferro e potássio (Ferreira *et al.*, 2021; Kinupp; Lorenzi, 2021).

A parte comercializada do espinafre-da-amazônia são as folhas frescas. Com isso, essa parte da planta precisa de maior atenção, principalmente em atratividade e ganho de biomassa, necessitando de estudos relacionados a fatores que podem ser melhorados para tal objetivo. Além disso, dada a constante variação na distribuição de nutrientes e metabólicos entre diferentes órgãos e tecidos ao longo do crescimento e desenvolvimento da planta, é crucial que o produtor possua conhecimento sobre o momento ideal para a colheita, visando maximizar a produtividade, o rendimento industrial e a qualidade (Adegbaju; Otunola; Afolayan, 2019).

Segundo Wan *et al.* (2022) a época de colheita das hortaliças convencionais é universalmente definida, e as culturas são normalmente colhidas e consumidas em estágio conhecido de crescimento da planta, independente das condições ambientais

para o seu crescimento e desenvolvimento. No entanto, para hortaliças não convencionais, incluindo o espinafre-da-amazônia, não há informações documentadas sobre a idade de desenvolvimento para a realização da colheita.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição bromatológica e caracterização morfológica do espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC) em diferentes épocas de colheita.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil possui a maior biodiversidade mundial de hortaliças, com mais de 46.000 espécies catalogadas (FLORA DO BRASIL, 2024), a demanda crescente por recursos alimentícios alternativos e de caráter terapêutico tem ganhado ênfase ao longo dos anos, mas o desconhecimento sobre a utilidade e forma de uso e propriedades nutricionais de muitas frutas e hortaliças nativas ou exóticas, espontâneas ou até cultivadas, resulta na redução do consumo dessas plantas (Amaro *et al.*, 2007; Terra; Vieira, 2019).

2.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS

O termo Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), criado pelo biólogo e pesquisador Valdely Ferreira Kinupp, define como um grupo de plantas de espécies nativas ou exóticas, que possuem uma ou mais partes comestíveis e não estão incluídas na dieta tradicional (Kelen *et al.*, 2015; Kinupp; Lorenzi, 2021).

São espécies consumidas em determinadas regiões por pequenos agricultores ou por determinados grupos familiares que mantêm a tradição de consumi-las. Muitas vezes negligenciadas e consideradas plantas daninhas, por germinarem constantemente em meio a outros cultivos, no entanto estas hortaliças podem não só se tornar uma importante fonte nutricional, mas também uma fonte de renda significativa, destacando-se pela sua relevância ecológica e potencial econômico (Silva *et al.*, 2018; Viana *et al.*, 2015).

São hortícolas que não apresentam produção em escala comercial, como é o caso da alface, rúcula, couve e repolho, porém apresentam em sua constituição compostos benéficos para a saúde humana como vitaminas C, D e A (Uusiku *et al.*, 2010; Viana *et al.*, 2015), minerais (Fasuyi, 2007; Kinupp; Barros, 2008), enzimas, carotenoides (Viana *et al.*, 2015) e compostos fenólicos, além de fibras e proteínas.

Esses alimentos apresentam antioxidantes naturais em sua composição, os quais detêm capacidade de neutralizar radicais livres, atuando também em vias metabólicas estimulando o sistema imune, reduzindo a pressão sanguínea e também exercendo papel importante na atividade de enzimas e sinalizadores celulares que retardam o aparecimento de doenças como câncer (Barbalho *et al.*, 2016).

O cultivo dessas plantas, devido à sua natureza rústica, implica em baixos custos de produção, não sendo requeridos maquinários de alto custo nem o uso intensivo de agrotóxicos. Além disso, podem ser cultivadas em pequenos espaços como fundos de quintais e em vasos, para o consumo alimentar das famílias (Abreu; Castanheira, 2017). Portanto, investir em estudos, novos cardápios e divulgação pode proporcionar renda para a agricultura familiar, turismo gastronômico, melhoria da saúde dos consumidores, e promover apreciação de novas espécies (Terra; Vieira, 2019).

Jesus *et al.* (2020) destacam que plantas não convencionais possuem uma ótima qualidade nutricional, sendo um complemento alimentar rico e promissor devido à sua facilidade de acesso e capacidade de se desenvolverem adequadamente com pouco manejo. No entanto, ressalta-se a necessidade de mais estudos para que a popularização delas possa render uma mudança no padrão alimentar das pessoas, bem como serem instrumento na preservação da biodiversidade local e renda aos produtores locais.

2.2 ESPINAFRE-DA-AMAZÔNIA

O espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC.) é uma PANC que pertence à família Amaranthaceae, também é conhecida pelos nomes populares de espinafre-amazônico e orelha-de-macaco. É nativa do Brasil e da América do Sul, sendo encontrada em todos os países tropicais e subtropicais. No Brasil, é consumida por pequena parte da população que a conhece, em pratos como cozidos, sopas e saladas (Kinupp; Lorenzi, 2021).

Embora seja considerada planta daninha em alguns países, essa espécie tem sido amplamente utilizada na medicina tradicional e como fonte de alimento ao longo dos anos. É empregada na medicina tradicional em países como China, Taiwan e Índia (Umate; Marathe, 2017). Na Malásia, é cultivada em grande escala para fins comerciais, enquanto na Tailândia é um ingrediente comum na culinária local. Suas aplicações culinárias incluem a preparação de omeletes, saladas picantes de atum cru, sopas, legumes fritos em tempurá e legumes fritos com molho de ostra (Saengha *et al.*, 2022).

O espinafre-da-amazônia é uma planta perene com porte ereto ou decumbente, atingindo altura de 15 a 50 cm, propagando-se exclusivamente por meio de estaquia (Chandrashekhar, 2019). As folhas são cartáceas, em forma deltóide, cuculadas ou encarquilhadas, com disposição oposta decussada. O caule ramifica-se com facilidade,

possuindo estrutura herbácea e cilíndrica, com nós e entrenós distintos. O sistema radicular é composto por numerosas raízes de formato cilíndrico, com diâmetro de 1 a 6 mm, emitidas da raiz principal e com coloração variando de creme a cinza. As flores são pequenas, brancas e sésseis (Walter; Merish; Tamizhamuthu, 2014).

É uma hortaliça folhosa de crescimento rápido e, embora seja considerada planta perene, é geralmente cultivado como uma hortaliça anual. Apresenta folhas maiores e mais tenras quando cultivado em sombreamento de 50%, mas pode tolerar tanto sombreamento mais intenso quanto exposição total ao sol (Muda *et al.*, 2022). Desenvolve-se melhor em solo bem drenado, porém úmido; no entanto, pode tolerar seca moderada durante a estação seca (Tiveron *et al.*, 2012).

De acordo com Cordeiro (2024), o espinafre-da-amazônia tem ganhado destaque no mercado internacional devido principalmente às suas qualidades nutricionais, sendo reconhecido por diferentes nomes, como “poor man’s lettuce” (alface dos pobres) e “brazilian spinach” (espinafre-do-Brasil). Destacam-se seus altos teores de proteína, vitaminas A, B9, C, K, flavonoides e minerais como cálcio, ferro e potássio.

Gomes (2020) observou que esta hortaliça contém 19 dos 20 aminoácidos existentes, demonstrando aptidão para suprir a necessidade de aminoácidos de um adulto, bem como teores expressivos de proteína, lipídeos e sais minerais. Os estudos farmacológicos destacam sua atividade anti-asmática, hematínica, anticancerígena, nootrópica, antipirética, antimicrobiana, antioxidante, hepatoprotetora e cicatrizante.

Umate e Marathe (2017) ao realizar testes qualitativos para vários fitoquímicos observaram a presença de alcaloides, taninos, flavonoides, cumarinas, fenólicos, flobataninos, terpenoides, esteroides, cardenolinas e saponinas na folha do espinafre-da-amazônia, o que ressalta a relevância medicinal da planta. Saengha *et al.* (2022) validaram o uso medicinal para exercer propriedades citotóxicas, anti-proliferativas e anti-migratórias em células cancerígenas de mama, fígado e colo do útero.

2.3 INFLUÊNCIA DA COLHEITA NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

A colheita tem papel fundamental na agricultura, pois é o resultado de todo o trabalho investido durante o ciclo de produção. Assim, é crucial que todas as etapas do processo produtivo, desde a produção de mudas até a colheita, sejam realizadas no tempo correto, possibilitando a maior produtividade, rendimento industrial e qualidade do produto final (Moura *et al.*, 2016).

Segundo Souza *et al.* (2018), os atributos de qualidade dos produtos hortícolas frescos são fortemente influenciados por fatores como as propriedades individuais de uma planta e o seu grau de maturidade no momento da colheita. O ponto de colheita ideal é geralmente determinado pela maturidade fisiológica, sendo o estágio de crescimento e desenvolvimento em que a planta atinge o nível ideal da composição nutricional. A época de colheita pode variar de acordo com o tipo de hortaliça e com a parte da planta comercializada (Moura *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2018).

Conforme a planta amadurece e se desenvolve, observa-se redução na velocidade de crescimento; a complexidade da estrutura ramificada aumenta, o número de extremidades de crescimento aumenta e a vitalidade da planta diminui. O período de maturidade é distinto para cada planta e o processo de maturação é acompanhado por extensas alterações bioquímicas (Oloyede; Oloyede; Obuotor, 2013).

A diversidade na composição, concentração e biossíntese de substâncias benéficas à saúde varia consideravelmente entre as hortaliças folhosas (Colonna *et al.*, 2016). A genética da planta e fatores ambientais, como a exposição à luz e condições de manuseio após a colheita, exercem influência significativa na qualidade nutricional e sensorial desses vegetais. Dentre esses fatores, o momento de colheita desempenha papel crucial na composição de flavonoides, fenóis e na capacidade antioxidante dos vegetais. Além disso, os níveis de minerais como cálcio (Ca), cobre (Cu), ferro (Fe) e zinco (Zn) também sofrem impactos substanciais (YOON *et al.*, 2016; Wan *et al.*, 2022).

No estudo realizado por Barkat *et al.* (2018), foi observado que a colheita de *Spinacia oleracea* em diferentes estádios de maturação influencia os níveis de fitoquímicos e suas propriedades benéficas para a saúde. Os níveis de flavonoides aumentaram até 30 dias após o plantio, e depois diminuíram, enquanto os carotenoides apresentaram aumento constante até 50 dias após o plantio. Os autores recomendam que o momento ideal de colheita do *Spinacia oleracea* para maximizar seu valor nutricional varia de acordo com o fitoquímico de interesse.

O estágio de desenvolvimento da planta influencia a acumulação e distribuição de minerais na planta, pois cada fase tem suas próprias necessidades nutricionais. À medida que a planta cresce e se desenvolve, as demandas nutricionais variam, sendo mais intensas em estádios específicos, como durante o crescimento vegetativo, a formação de flores e frutos, entre outros. Assim, a planta regula a absorção e distribuição de minerais de acordo com as demandas específicas de cada fase de seu ciclo de vida, com

o objetivo de atender as demandas metabólicas e fisiológicas essenciais para seu crescimento e reprodução adequados (Goto; Guimarães; Echer, 2001).

Adegbaju, Otunola e Afolayan (2019) avaliaram a composição nutricional de *Celosia argentea* em três estádios de maturação (pré-floração, floração e pós-floração) e observaram que o estágio de pré-floração apresentou o maior teor de proteína, juntamente com maior concentração de cálcio, potássio, fósforo, cobre e vitaminas (A, C e E), além dos maiores teores de alcaloides e saponinas. Por outro lado, o estágio de pós-floração apresentou os maiores teores de carboidratos e fibra bruta. No estágio de floração, foram observados os maiores teores de zinco.

A constituição mineral de cada órgão da planta é influenciada por uma série de processos que começam com a disponibilidade de nutrientes no solo e o transporte através das membranas das raízes até a deposição final desses nutrientes em compartimentos celulares. Durante o ciclo de vida das plantas, ocorre o acúmulo e redistribuição de macro e micronutrientes. Enquanto alguns nutrientes são relativamente imóveis nas plantas, alguns são facilmente redistribuídos para outras partes, principalmente durante condições de estresse abiótico (Barkat *et al.*, 2018; Wan *et al.*, 2022).

Segundo Adegbaju, Otunola e Afolayan (2019) a distribuição de minerais nos diferentes tecidos vegetais está influenciada pela mobilidade desses nutrientes dentro da planta. Em situações de deficiência de minerais, os nutrientes podem ser translocados das folhas e frutos maduros para folhas mais jovens. Alguns nutrientes são imóveis e não podem ser facilmente redistribuídos para folhas mais jovens ou outros órgãos, levando a concentrações mais altas desses nutrientes em partes específicas da planta em comparação com outras.

Makobo; Shoko e Mtaita (2010) ao avaliarem os teores de P, K, Ca, Na, Cu e Zn em diferentes fases de colheita de Amarantho (*Amarants cruentis* L.) colhidos aos 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias após a emergência, observaram que os minerais atingiram níveis mais alto em diferentes estádios de crescimento. Aos 21 dias após a emergência, Ca e Zn atingiram seus níveis mais altos, enquanto o K atingiu o pico aos 28 dias e Na e Cu aos 49 dias após a emergência. Eles também observaram que, quando o Ca e Zn atingiram seu nível máximo aos 21 dias, outros minerais, apesar de apresentarem baixa concentração, ainda conseguiam atender à dose diária requerida para humanos. Want *et al.* (2022) avaliaram o teor de cinzas em diferentes colheitas de quinoa e verificaram que o teor de cinzas apresentou variações significativas entre

as datas de colheita. O teor médio de Ca foi de 22,4 mg kg⁻¹, variando de 4,5 mg kg⁻¹ para 57,6 mg kg⁻¹. O maior teor de Ca foi obtido nas plantas colhidas aos 45 dias. As amostras colhidas aos 25 dias apresentaram maior teor de K e aos 30 dias maior teor de Mg.

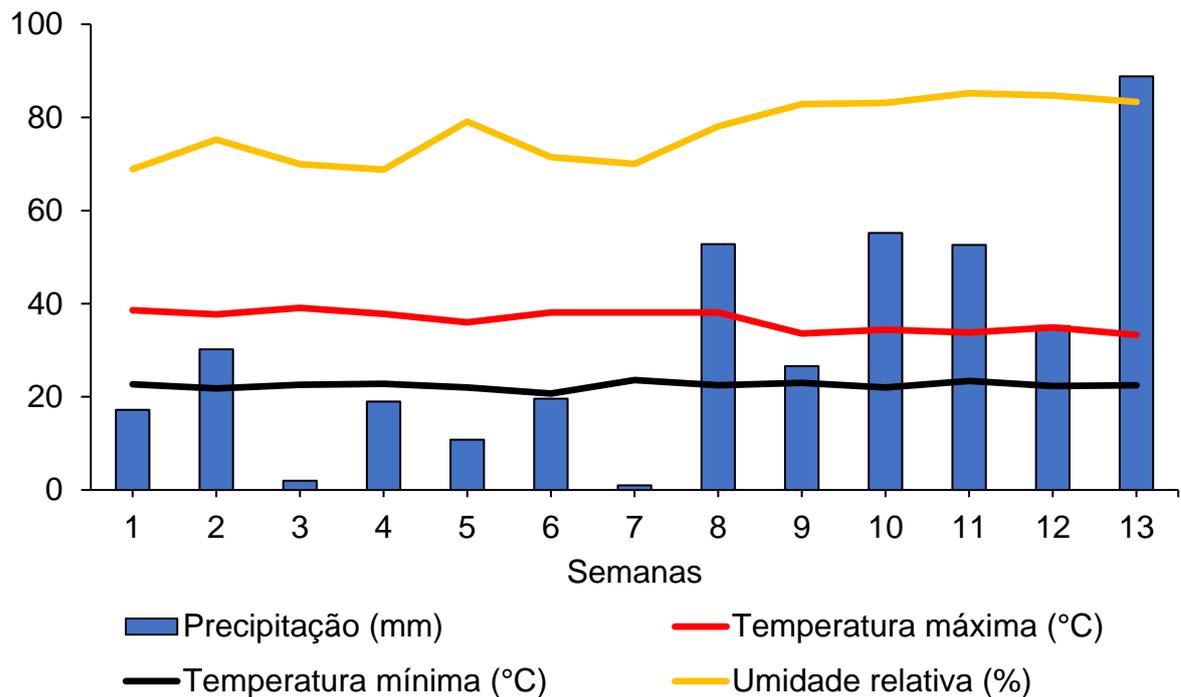
Adediran *et al.* (2015) avaliaram a composição nutricional de *Celosia argentea* em função das idades de colheita de 35, 49 e 63 dias após a semeadura, e observaram que aos 35 dias após a semeadura a planta apresentou maior teor de P, Na, Ca e proteína bruta, enquanto aos 63 dias o valor de K, Fe, e vitamina C foram maiores nas folhas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado e conduzido na área experimental do Grupo PANC da Universidade Federal do Acre - UFAC, situada no município de Rio Branco - AC, com latitude de 09° 58' 29"S e longitude 67° 48' 36"W, e altitude aproximada de 164 m. O clima da região, conforme a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Am, equatorial, quente e úmido, com temperaturas médias anuais variando de 24,5 °C a 32 °C, umidade relativa de 83%, precipitação pluviométrica anual de 1.648,94 mm, e com estações seca e chuvosa bem definidas (Alvares *et al.*, 2013).

Na Figura 1 estão apresentadas as temperaturas máxima e mínima, umidade relativa média do ar e a precipitação pluviométrica durante a condução do experimento, no período de 28 de setembro de 2023 a 27 de dezembro de 2023.

Figura 1 - Dados climáticos registrados durante o período de avaliação do experimento com espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024



Fonte: INMET (2024)

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro bloco de 16 plantas cada. Os tratamentos foram

constituídos de cinco épocas de colheita de espinafre-da-amazônia realizadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após o transplante (DAT), totalizando 20 parcelas experimentais.

Cada unidade experimental foi composta por 40 plantas dispostas em 4 linhas de plantio com 3 m de comprimento, distanciadas por 0,50 m. Para mitigar quaisquer efeitos de bordadura, foi considerada como área útil as duas fileiras centrais, contendo 16 plantas. O espaçamento utilizado foi de 0,20 m entre linhas e 0,30 m entre plantas. Os blocos foram formados por canteiros com altura de 30 cm, largura de 1 m e comprimento de 18 m, nos quais os tratamentos foram casualizados.

3.2 PREPARO DO SOLO E INSTALAÇÃO DO SOMBRITE

O solo foi preparado com o uso de microtrator, que revolveu a camada superficial do solo (0-25 cm). Isso ajudou a reduzir a compactação do solo, melhorando assim sua capacidade de retenção de água. Além disso, a aeração no perfil do solo foi aprimorada, permitindo melhor incorporação de insumos (Figura 2).

Figura 2 - Preparo do solo para a implantação do experimento com espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024



Com base no diagnóstico da análise de solo (Tabela 1), foi realizada a adubação de plantio na área total, elevando os teores de fósforo e potássio do solo para o nível alto (CFSEMG, 1999). Foram aplicados 78 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato triplo e 93 kg ha^{-1} de K_2O , em cloreto de potássio, distribuídos a lanço na área 15 dias

antes do plantio definitivo. Em cobertura, foi aplicado 75 kg ha^{-1} de N, quinze dias após o transplante, utilizando ureia como fonte.

Tabela 1 - Atributos físico-químicos do solo da área experimental para cultivo de espinafre-da-amazônia, Rio Branco, AC, 2024

Água	Argila	Silte	Areia	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H	SB	CTC	V
pH	g kg ⁻¹			mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³				%		
5,7	160	85	755	10	3	0,06	2,9	0,5	0	2,2	3,46	5,7	61

Por se tratar de uma espécie com a recomendação de cultivo sob sombreamento (GOMES, 2020), foi realizada a confecção de uma cobertura com sombrite de 50%, com pé direito de 1,7 m de altura, 20 m de comprimento e 10 m de largura, cobrindo toda a área experimental.

3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS E TRANSPLANTIO

Para a produção de mudas de espinafre-da-amazônia foi utilizado o método de estaquia de matrizes provenientes do banco de germoplasma da área experimental do Grupo de Pesquisa PANC (UFAC). 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, contendo quatro folhas e duas gemas axiais para enraizamento (Figura 3A). Para evitar a desidratação, as estacas foram imediatamente imersas em água após a retirada.

Após serem selecionadas, as mudas foram cultivadas em copos plásticos de 300 mL, contendo substrato obtido pela mistura de composto orgânico e substrato comercial na proporção de 1:1 (v/v). Posteriormente, as mudas foram aclimatadas no viveiro da área experimental do Horto PANC, sob sombrite de 50%, e submetidas à irrigação manual duas vezes ao dia, utilizando um regador, garantindo a reposição da água perdida pela evapotranspiração. Esse processo foi mantido por um período de 15 dias (Figura 3B).

O transplante foi realizado no dia 28 de setembro de 2023. Inicialmente, foram abertas covas com dimensões de 1000 cm^3 com o auxílio de um boca de lobo. Posteriormente, foram selecionadas as plantas mais vigorosas, cada uma com no

mínimo seis folhas expandidas. O transplântio foi conduzido para os canteiros, com espaçamento de 0,20 m entre linhas e 0,30 m entre plantas, totalizando 800 plantas (Figura 3C e 3D).

Figura 3 - Estaca para produção de mudas (A), irrigação da mudas (B), transplântio de espinafre-da-amazônia (C), cultivo de espinafre-da-amazônia (D). Rio Branco, AC, 2024



3.4 TRATOS CULTURAIS

Foi realizado nos canteiros a cobertura morta do solo, utilizando folhas provenientes do processo natural de senescência de espécies florestais (serapilheira). Antes da aplicação nos canteiros, as folhas foram secas em um local sombreado e arejado. A aplicação da cobertura morta foi efetuada 20 dias após o transplântio de espinafre-da-amazônia, para evitar efeito prejudicial dos resíduos vegetais sobre as plantas em sua fase inicial de desenvolvimento. Imediatamente após a distribuição, a área experimental foi irrigada, visando a acomodação da cobertura morta e evitando sua eventual remoção pelo vento.

As folhas foram aplicadas na superfície do solo para conservar a umidade do solo, manter a temperatura do solo, minimizar o crescimento de plantas daninhas, promover a atividade de organismos benéficos do solo e melhorar a fertilidade do solo (Santos, 2023). Além disso, foram realizadas capinas manuais, visando diminuir a competição por água e nutrientes com plantas espontâneas na área do experimento. E as irrigações foram feitas através do sistema de microaspersão, aplicando lâminas diárias, exceto nos dias chuvosos.

No monitoramento da cultura durante o experimento, foi verificado a presença

de lagartas enroladeiras das folhas, lagartas das folhas, vaquinha verde-amarela, percevejos nas plantas. Então foram realizadas duas aplicações de inseticida do grupo químico dos piretroides, na dose recomendada de 60 mL ha⁻¹ com intervalo de 10 dias.

3.5 AVALIAÇÕES MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS

As avaliações foram realizadas no laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal do Acre, em diferentes épocas após o transplante: aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias. Em cada período de avaliação, foram utilizadas amostras de plantas distintas para análise. As seguintes características foram avaliadas: 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 régua milimetrada dada em cm, sendo medido do colo da planta até o ápice do ramo principal. O diâmetro do caule (DC) 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), pela 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 (folhas e caules) em balança analítica com precisão de 0,001 g.

Para obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA), folhas e caules foram acondicionados em sacos de papel Kraft e colocadas em estufa de circulação forçada a 65 °C até obter massa constante, posteriormente foram aferidas em balança analítica com precisão de 0,001 g. A área foliar (AF) foi obtida pelo produto da largura (L) e do comprimento da folha (C), sendo medida diretamente na folha utilizando o equipamento medidor de área foliar com scanner (CI-202 - Tecnal[®]), fornecendo o resultado em cm². A produtividade das diferentes épocas de colheita em kg ha⁻¹ (PROD), foi determinada pela massa da parte aérea utilizada para consumo, por unidade de área.

3.6 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS

As análises da composição nutricional das plantas foram realizadas na Unidade de Tecnologia de Alimentos - UTAL da Universidade Federal do Acre, de acordo com

as normas analíticas descritas no livro Métodos Físico-químicas para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). As variáveis nutricionais analisadas foram: teor de proteína bruta total, umidade e cinzas (minerais), todas em base seca, exceto umidade. As amostras para a realização das análises foram obtidas através de plantas secas de cada tratamento. Estas foram trituradas com o auxílio de triturador, até obter amostra homogênea e representativa de aproximadamente 60 g para cada tratamento.

3.6.1 Proteínas

Para o teor de proteína, a análise foi realizada em triplicata. Inicialmente, foram pesadas 0,250 g de plantas secas trituradas de espinafre-da-amazônia em balança de precisão e acondicionadas em papeis de seda, amarradas e dispostas em tubos de ensaios. Posteriormente, 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 Kjeldalh. Primeiramente, para cada amostra, foram selecionados erlenmeyers de 250 mL. Em cada erlenmeyer, foram adicionados 25 mL de ácido bórico a 4% e 5 gotas de indicador verde de bromocresol + vermelho de metila 0,1% e colocados na saída do destilador de Kjeldalh. 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 erlenmeyers a destilação de aproximadamente 100 mL de âmonia formada.

Em seguida os erlenmeyers 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 (BRASIL, 2003):

$$\text{Proteína bruta (g 100 g)} = \frac{[V \times f \times 0,875]}{P_a}$$

Onde:

V = Volume de HCL gasto na titulação

f = Fator de conversão do ácido (rótulo da embalagem)

Pa = Peso da amostra

3.6.2 Umidade

A umidade foi determinada segundo técnica gravimétrica, com emprego do calor em estufa com circulação forçada de ar. As amostras foram pesadas em balança semianalítica e acondicionadas em sacos de papel Kraft, e após submetidas ao calor da estufa à temperatura de $55 \pm 1^\circ\text{C}$, por 24 horas, até a obtenção de massa constante pelo método ICNT-CA G-001/1. Em seguida, as amostras foram moídas no liquidificador até a mistura ficar homogênea. Depois foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g o conteúdo de 5 g e submetidas à secagem definitiva em estufa de esterilização (Quimis) e secagem sem circulação forçada de ar a 105°C , por 16 horas, pelo método ICNT-CA G-002/1, o resultado foi dado em (%).

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{[(P_i + P_a) - P_f] \times 100}{P_a}$$

Onde,

P_i = Peso Inicial

P_a = Peso da Amostra

P_f = Peso final

3.6.3 Cinzas

Para as cinzas foram utilizados cadinhos de porcelana, inicialmente foram adicionados 5 g de amostra das plantas trituradas de espinafre-da-amazônia e foram levados para uma chapa aquecedora, onde foram carbonizados, e então, colocados na mufla a 550°C por 3 horas, até virarem cinzas com coloração branca e levados para secagem. Para a determinação do teor de cinzas minerais (CZ), foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Teor de cinzas (\%)} = \frac{P_f - P_i}{P_a} \times 100$$

Onde,

Pf = Cadinho + amostra incinerada

Pi = Peso do cadinho

Pa = Peso da amostra

3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos, primeiramente, à detecção de dados discrepantes pelo teste de Grubbs (1969) e verificação da normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (1965), pelo teste de Cochran (1941) para detectar a homogeneidade das variâncias. Os dados para cinzas minerais (CZ) foram transformados em \sqrt{x} e de proteínas em $\ln x$, para atender o princípio de normalidade dos erros.

Posteriormente foi realizada a Análise de Variância (ANOVA), por meio do teste “F”, e, havendo significância ($p < 0,05$) para o efeito dos tratamentos, os resultados foram analisados por meio da Análise de Regressão, utilizando os softwares estatísticos Agroestat (Barbosa; Maldonado Junior, 2015) e Sisvar (Ferreira, 2011).

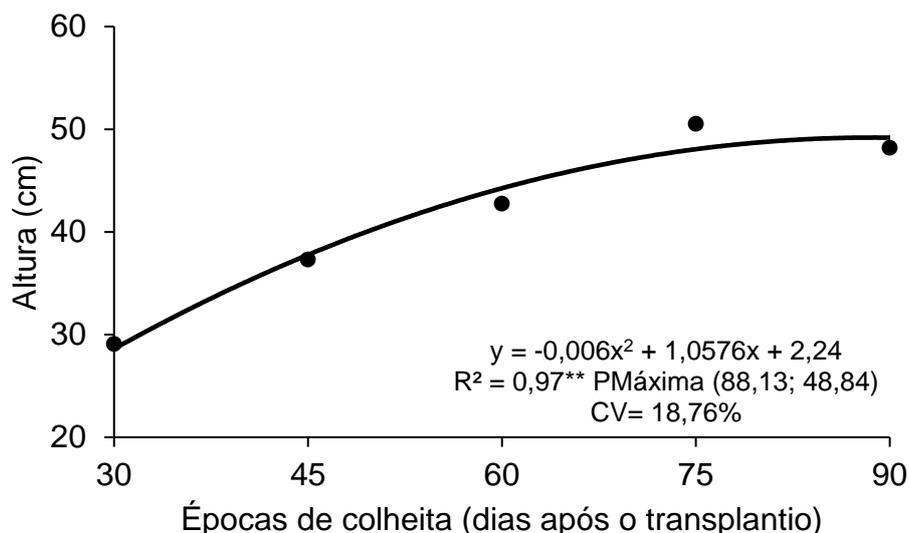
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, constatou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cinco épocas de colheita para altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, número de ramos laterais, massa seca da parte aérea, área foliar, umidade, cinzas e proteínas. No entanto, não houve diferença significativa em relação a massa fresca da parte aérea e produtividade.

4.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA

A altura de plantas de espinafre-da-amazônia foi crescente desde a primeira colheita (30 dias após o transplântio) até a quarta colheita (75 dias após o transplântio), ajustando-se ao modelo de regressão polinomial quadrático (Figura 4). O crescimento em altura foi favorecido com o aumento da maturidade da planta até 88 dias após o transplântio, com médias máximas estimadas de 48,84 cm, expressando incremento de 68% comparado a primeira colheita. Pode-se observar que após os 88 dias houve diminuição do crescimento das plantas.

Figura 4 - Altura de plantas (AP) de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024



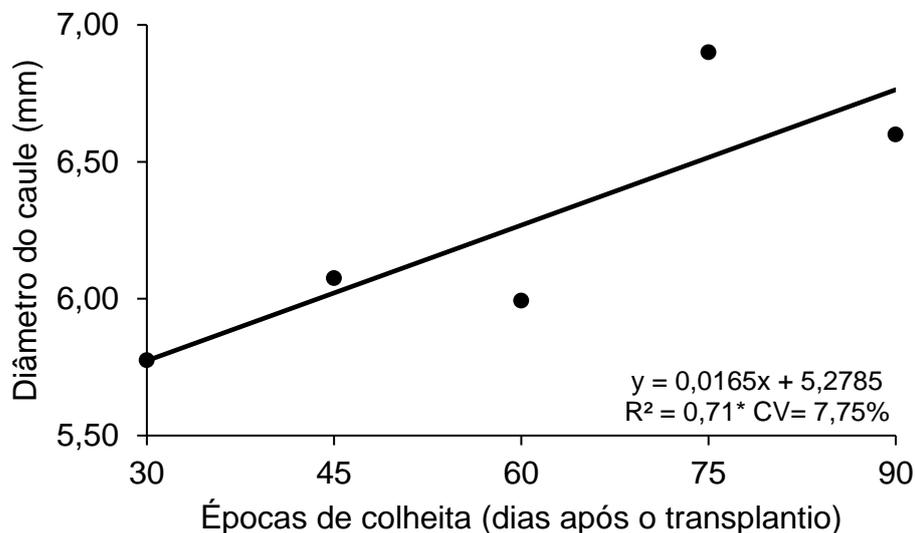
Os resultados acima reportados indicam que as plantas atingiram o tamanho definitivo, o que pode variar dependendo da espécie, genética, condições edafoclimáticas e tratos culturais. Souza *et al.* (2018) ao estudar a produtividade de cultivares de alface

em função da idade de colheita (20, 25, 30, 35 e 40 dias após o transplântio), observaram que dos 35 dias aos 40 dias após o transplântio houve desaceleração no crescimento para todas as cultivares, indicando o fim do ciclo vegetativo.

Segundo Zanatta *et al.* (2016), conforme a planta vai atingindo maturidade, ocorre a senescência de folhas e a produção de fotoassimilados é direcionada principalmente para a reprodução, em detrimento do crescimento em altura. Além disso, à medida que a planta amadurece, aumenta a quantidade de tecidos não assimilatórios, o que também contribui para a redução do crescimento em altura.

O diâmetro do caule também sofreu efeito significativo ($p < 0,05$) das épocas de colheita estudadas, verificou-se comportamento linear crescente com o aumento da idade das plantas, o maior diâmetro do caule (6,90 mm) foi obtido nas plantas colhidas aos 75 dias após o transplântio (Figura 5), essa é característica desejável, pois plantas com caules maiores oferecerão mais sustentação e são menos suscetíveis a danos estruturais.

Figura 5 - Diâmetro do caule (DC) de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024



O aumento do diâmetro do caule do espinafre-da-amazônia, no decorrer do estudo, pode ser atribuído ao maior período de crescimento e desenvolvimento. O adiamento da colheita permite que as plantas acumulem nutrientes e recursos por período mais longo, resultando em crescimento mais robusto do caule. Além disso, o amadurecimento prolongado pode promover o aumento na espessura do caule devido ao acúmulo de tecidos e células, contribuindo para caule mais espesso.

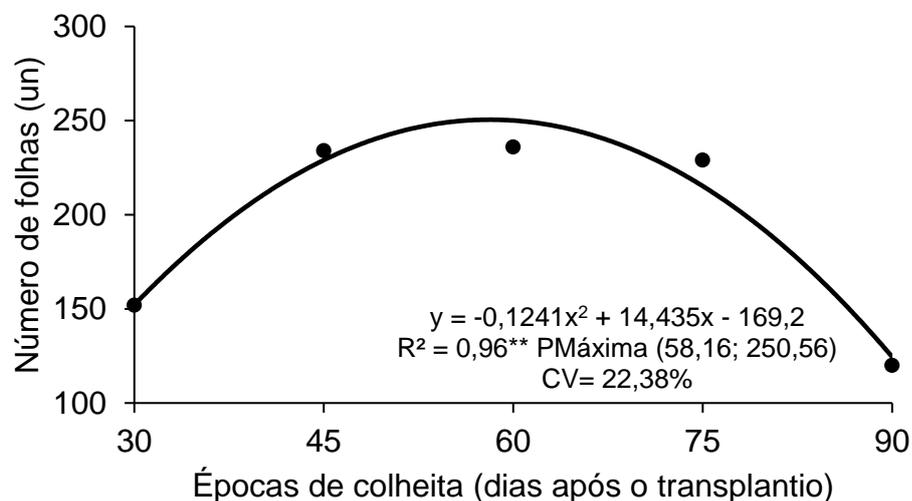
O acúmulo de tecidos de suporte é essencial para sustentar o crescimento e a reprodução. O caule desempenha um papel crucial no transporte de água e nutrientes, atendendo às demandas crescentes da planta à medida que ela se desenvolve. Esse crescimento do caule é uma resposta fisiológica importante para garantir a eficiência no transporte de recursos e atender às necessidades de crescimento e desenvolvimento da planta (Peixoto, 2020).

O aumento do diâmetro do caule com o avanço da maturidade das plantas também foi observado por Souza *et al.* (2018) em experimento com cultivares de alface colhidas em cinco épocas (20, 25, 30, 35, 40 dias após o transplântio). Nas duas últimas idades de colheitas, obtiveram diâmetro maior, variando de 22 cm (cultivar Aurélia) a 31 cm (cultivar Babá de verão). Os autores ressaltam que essa variação no comportamento das cultivares nessas idades está relacionada às características genéticas das plantas e à influência das condições edafoclimáticas locais.

Ao estudar a data de colheita de quinoa para consumo como hortaliça folhosa, Wan *et al.* (2022) observaram que as características morfológicas, como altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e produtividade, apresentaram tendência crescente com o tempo de colheita (20 a 55 dias após a semeadura).

Os valores do número de folhas foram ajustados utilizando o modelo polinomial de segundo grau. Houve incremento de 67% na quantidade de folhas no espinafre-da-amazônia até os 58 dias após o transplântio, atingindo médias máximas estimadas de 251 folhas planta⁻¹ (Figura 6). No entanto, observou-se decréscimo após este estágio de crescimento.

Figura 6 - Número de folhas (NF) de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024



Os resultados do número de folhas obtidos neste trabalho foram divergentes (251 folhas planta⁻¹) aos obtidos (372,8 folhas planta⁻¹) por Campos (2019) em experimento com espinafre-da-amazônia sob níveis de sombreamento, e também divergente aos resultados de Torres (2022), que obteve em média 364,65 folhas planta⁻¹ ao avaliar as características morfológicas do espinafre-da-amazônia submetido a sombreamento com malhas coloridas.

O número de folhas obtido neste estudo foi superior ao observado por Aragão Júnior *et al.* (2023) no cultivo de espinafre-da-amazônia em função dos espaçamentos e doses de nitrogênio, que ao avaliarem plantas com 60 dias após o transplante, obtiveram 167,23 folhas planta⁻¹ nas plantas cultivadas com o mesmo espaçamento do presente trabalho.

O aumento na produção de folhas para hortaliças folhosas, como o espinafre-da-amazônia, é importante, pois é a parte consumível da planta. Além disso, as folhas são os órgãos responsáveis pela fotossíntese, captando e utilizando a energia luminosa. A fotossíntese é essencial para as plantas, pois é por meio desse processo que elas convertem a energia solar em energia química, produzindo açúcares (como a glicose) e liberando oxigênio como subproduto. Esses açúcares são utilizados pela planta como fonte de energia para o crescimento, desenvolvimento e reprodução. Sendo assim, o crescimento das plantas é fortemente influenciado pelo tempo em que a superfície foliar é mantida ativa (Peixoto; Cruz; Peixoto, 2011).

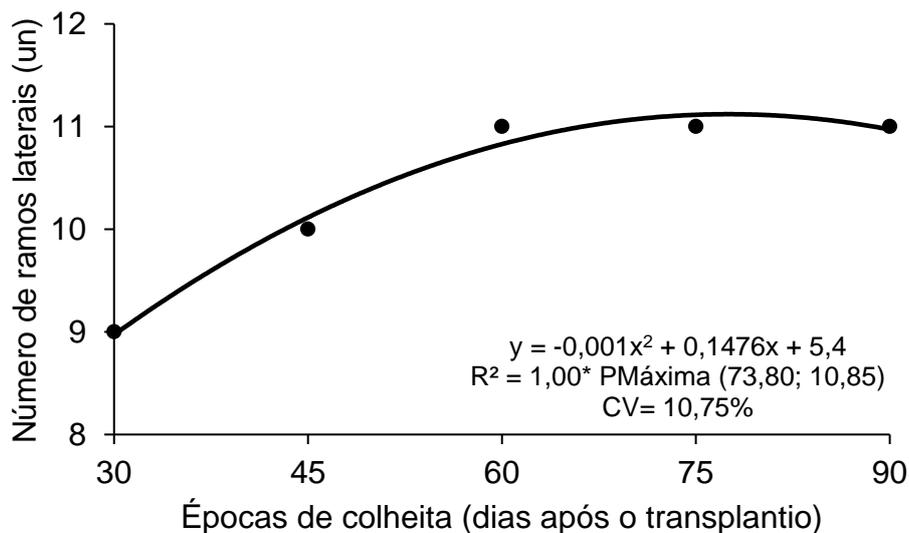
A redução no número de folhas conforme a planta envelhece é resultado da senescência, que leva à abscisão foliar. De acordo com Taiz *et al.* (2017), quando as folhas novas são iniciadas pelo meristema apical do caule, as folhas velhas muitas vezes são sombreadas e perdem a capacidade de realizar a fotossíntese de maneira eficiente. Conseqüentemente, as células específicas do pecíolo se diferenciam e formam uma camada de abscisão que permite a separação das folhas em senescência foliar da planta.

As mudanças estruturais da célula em senescência são acompanhadas pela degradação da clorofila e das proteínas, seguida do declínio da taxa fotossintética. Além disso, ocorre aumento da respiração celular, modificações no metabolismo oxidativo e alterações no metabolismo secundário. Essas alterações são parte do programa de senescência celular e estão relacionadas à remobilização de nutrientes e à preparação da planta para a próxima fase de seu ciclo de vida (Diaz-Mendoza *et al.*, 2016).

Em relação ao número de ramos laterais, houve maior emissão de ramos à medida que as plantas cresciam e se desenvolviam. Derivando a equação, obtém-se como ponto máximo médio 11 unidades de ramos por planta, quando o espinafre-da-amazônia é colhido aos 75 dias após o transplântio (Figura 7).

O aumento no número de ramos também resulta em um porte maior das plantas. Como parte comestível e de boa palatabilidade, esse incremento representa uma característica positiva devido à robustez e à quantidade de massa fresca, o que é desejável tanto para os produtores quanto para os consumidores, uma vez que o espinafre-da-amazônia é comercializado na forma de maço. Portanto, é desejável que as plantas apresentem maior quantidade de folhas, maior número de ramos laterais e maior área foliar (Torres, 2022).

Figura 7 - Número de ramos laterais (NRL) de espinafre-da-amazônia em diferentes estádios de crescimento. Rio Branco, AC, 2024

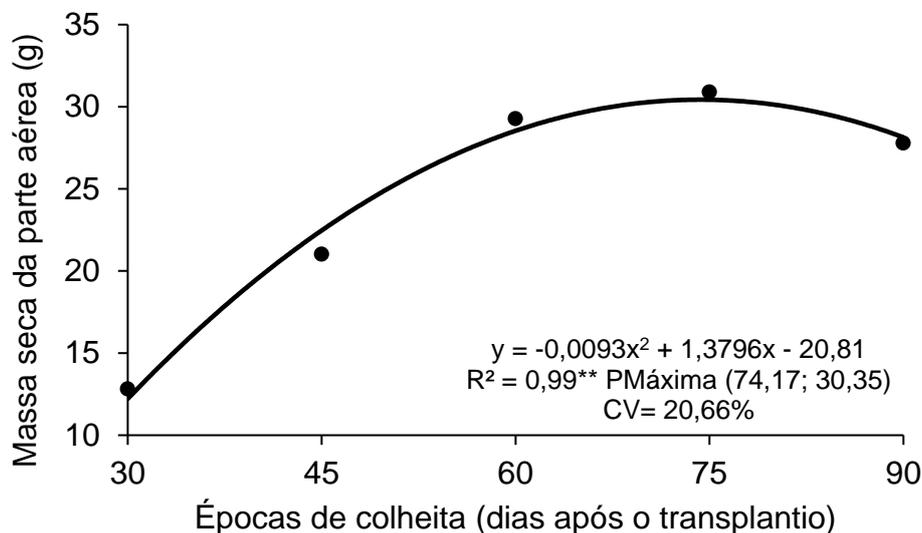


Gomes (2020) avaliou o desempenho morfoagronômico do espinafre-da-amazônia sob níveis de sombreamento. Foi observado que as plantas cultivadas com 50% de sombreamento, condição também utilizada no presente estudo, obteve média de 19 ramos planta⁻¹, resultado superior ao obtido neste estudo (11 ramos planta⁻¹). No entanto, é importante ressaltar que o autor realizou o cultivo do espinafre-da-amazônia em vasos. Esta condição pode ter reduzido a competição intraespecífica, melhorado o uso da água, favorecido a distribuição das raízes para melhor aproveitamento dos nutrientes do solo e proporcionado maior interceptação da radiação solar pelas plantas (Procópio *et al.*, 2014).

De acordo com Sichilima, Mataa e Mweetwa (2018), plantas cultivadas com menor densidade 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. E conforme a planta aumenta a maturidade, observa-se diminuição na taxa de crescimento. Simultaneamente, a estrutura da planta torna-se mais complexa, o número de meristemas apicais aumenta e o vigor diminui.

A produção de matéria seca apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) das épocas de colheita estudadas, indicando que esta também é uma característica morfológica influenciada pelo aumento da maturidade do espinafre-da-amazônia. Observou-se incremento dessa variável com o aumento da idade de colheita, ajustando-se ao modelo polinomial quadrático (Figura 8). O ponto de máxima eficiência técnica foi obtido aos 74 dias após o transplântio, com valor máximo estimado correspondente a 30,35 g. A partir desse ponto houve uma redução dos valores de biomassa no espinafre-da-amazônia.

Figura 8 - Massa seca da parte aérea (MSPA) de espinafre-da-amazônia em diferentes estádios de crescimento. Rio Branco, AC, 2024



No início do crescimento das plantas, cada nova folha que é formada contribui para maior interceptação da luz. Nessa fase a taxa de crescimento relativa é constante e a planta é predominantemente vegetativa, caracterizando a fase exponencial de crescimento. À medida que as folhas são gradualmente auto-sombreadas, o índice de área foliar aumenta, levando a planta uma fase de crescimento linear, onde ocorre o maior incremento na taxa de matéria seca. Quando a planta atinge o tamanho definitivo

entra para a fase de senescência, diminuindo o índice de área foliar. Nessa fase, ocorre menor interceptação da energia luminosa, resultando em decréscimo de matéria seca (Peixoto; Cruz; Peixoto, 2011).

Ao realizar estudo sobre o rendimento de produção e a composição química do espinafre-da-amazônia em épocas de colheita (15, 30, 45 e 60 dias após o plantio), Sommai *et al.* (2021) observaram que o conteúdo de matéria seca aumentou significativamente. O incremento foi equivalente a 12% em comparação com a colheita realizada 15 dias após o plantio.

Em estudo semelhante, Adediran *et al.* (2015) em experimento com *Celosia argentea* L. colhida em três períodos de colheita (35, 49, 63 dias após a semeadura) também verificaram acúmulo de matéria seca com o avançar da idade da planta e um incremento de 88% na última colheita em relação à primeira. Esse padrão de acúmulo também foi observado por Moura *et al.* (2016) ao realizar estudo com alface roxa em estádios de crescimento de 20, 30 e 45 dias após o transplantio, obtiveram teor de matéria seca de 5,26%, 5,08% e 6,95%, respectivamente.

Resultados divergentes foram obtidos por Souza *et al.* (2018) ao avaliarem cultivares de alface colhida em cinco épocas de colheita (20, 25, 30, 35 e 40 dias após o transplantio). Observaram que os valores máximos de massa seca foram associados à colheita realizada aos 30 dias após o transplantio. Após este estágio de crescimento, houve decréscimo no acúmulo de massa seca, atribuído pelos autores à mudança do dreno das folhas para a inflorescência da alface, resultando no consumo dos produtos da intensa fotossíntese durante o crescimento vegetativo.

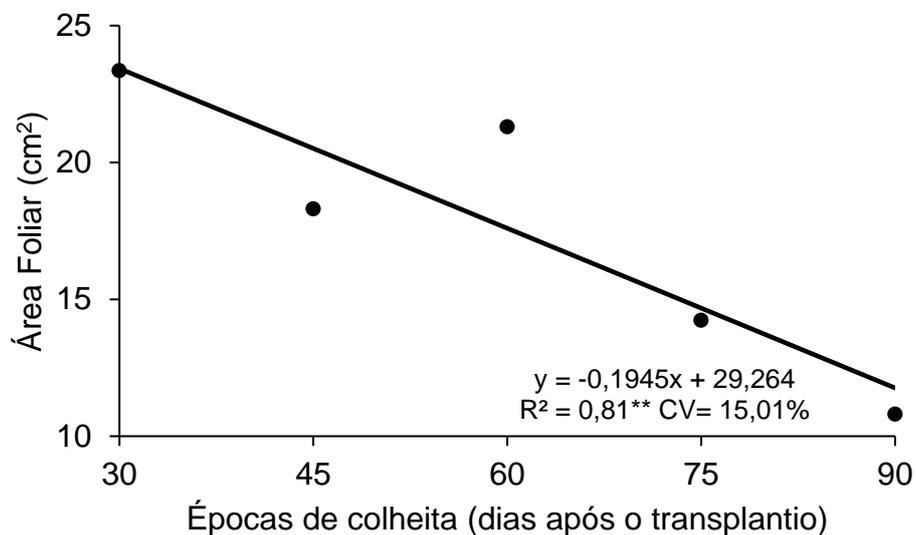
A produção e o acúmulo de biomassa estão relacionados à área foliar das plantas e à estrutura dos ramos. Estudos demonstram que quanto maior a área foliar, maior será a capacidade de fotossíntese, resultando em aumento na produção de fotoassimilados (Guimarães; Mandelli; Silva, 2011). Além disso, o acúmulo de massa também está associado à capacidade da espécie de acumular solutos e modificar seus tecidos vegetais, o que pode ser influenciado pela disponibilidade de luz, nitrogênio e potássio, bem como pela interação entre esses fatores (Zuffo *et al.*, 2016).

A maior área foliar foi observada aos 30 dias após o transplantio com 23,35 cm², posteriormente apresentou declínio com o crescimento das plantas (Figura 9). O aumento da área foliar nos estádios iniciais do espinafre-da-amazônia pode ser atribuído à sua natureza como uma planta de rápido crescimento. Apesar de

apresentar menor quantidade de folhas, a espécie demonstrou uma notável expansão do limbo foliar durante esse período.

Com o aumento da idade da planta observou-se redução da área foliar variando de 23,35 cm² (30 dias após o transplântio) para 10,80 cm² (90 dias após o transplântio). Contudo, verifica-se nas plantas colhidas aos 60 dias área foliar de 21,30 cm² e maior número de folhas (236 folhas planta⁻¹), o que contribuiu para que na colheita realizada aos 75 dias após o transplântio obtive-se maior massa seca da parte área (30,89 g).

Figura 9 - Área foliar (AF) de espinafre-da-amazônia em diferentes estádios de crescimento. Rio Branco, AC, 2024



A diminuição da razão de área foliar indica uma menor proporção de assimilados destinada às folhas. O que pode indicar que a planta está translocando esses assimilados para outras partes da planta (Dartora *et al.*, 2014). Conforme o espinafre-da-amazônia cresceu e amadureceu, começou a alocar mais de seus recursos para o crescimento de outros órgãos como caule e raízes e para posterior floração.

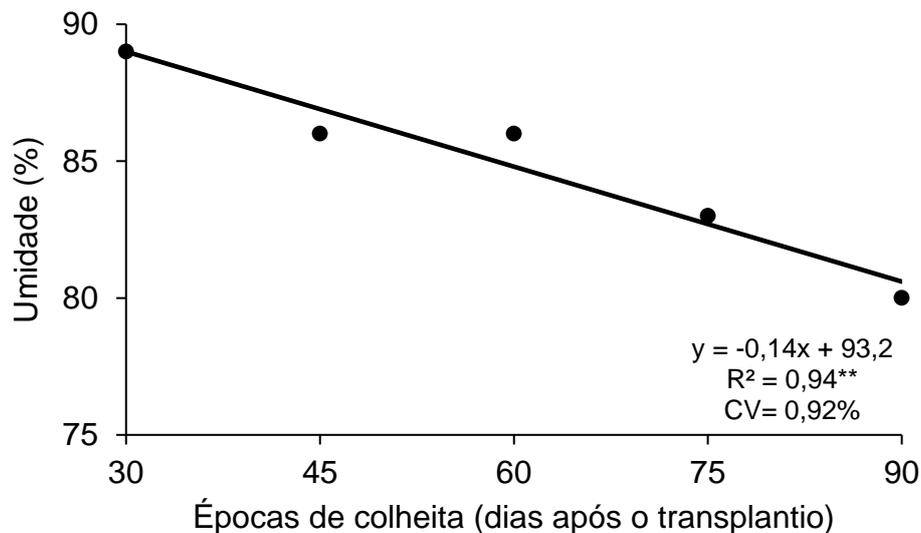
No estudo realizado por Muda *et al.* (2022) para avaliar a resposta de espinafre-da-amazônia à aplicação de NPK e a diferentes materiais de propagação, foi observado que durante o período de 21 a 42 dias após o plantio ocorreu crescimento exponencial da área de copa, independente do material utilizado para o plantio. Nas fases posteriores (42 a 49 dias após o plantio), a arquitetura da copa foi caracterizada por caule principal e ramos curtos, muitas folhas sobrepostas e alta densidade de folhas, culminando em alto índice de copa. Os autores recomendaram fazer o replântio

a cada quatro meses para melhorar o rendimento e a qualidade, mesmo considerando que o espinafre-da-amazônia é planta perene.

4.2 CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA

O teor de umidade apresentou comportamento linear decrescente com o aumento da maturidade do espinafre-da-amazônia (Figura 10). Observa-se que o teor de umidade diminuiu de 89% para 80% de 30 dias a 90 dias após o transplântio. Conforme o espinafre-da-amazônia amadurece, ocorre uma maior demanda por nutrientes e água para sustentar o crescimento e a produção de biomassa. Com o passar do tempo, a planta tende a utilizar mais água para suas atividades metabólicas, resultando em uma diminuição no teor de umidade.

Figura 10 - Teor de umidade de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024



De acordo com Arasaretnam; Kiruthika e Mahendran (2018) o teor de umidade em alimentos é um indicador crucial da atividade da água, desempenhando papel fundamental na preservação do conteúdo protoplasmático das células e na manutenção da textura das folhas. Além disso, a umidade é essencial para promover a atividade de enzimas e coenzimas solúveis em água, que desempenham um papel vital nas atividades metabólicas das plantas.

No entanto, é importante ressaltar que níveis elevados de umidade podem propiciar a contaminação microbiana e a degradação química dos alimentos. Portanto,

o controle adequado do teor de umidade é essencial para garantir a estabilidade, qualidade e composição dos alimentos, influenciando diretamente em processos como estocagem, embalagem e processamento dos alimentos (Ooi; Shahid; Ismail, 2012).

De acordo com Oliveira (2016) a alta concentração de água nas hortaliças as torna produtos alimentícios perecíveis, o que as torna suscetíveis à deterioração microbiana. Esse fato pode resultar em uma redução significativa do tempo de prateleira desses alimentos quando armazenados em temperatura ambiente.

Dessa forma o espinafre-da-amazônia apesar de ter folhas morfologicamente tenras, não apresenta teores de umidade elevados quando comparado a hortaliças convencionais, fator este que permite maior segurança ao transporte e armazenamento. Pereira *et al.* (2016) observaram teores de umidade na acelga com 97,89% seguido da alface e couve, com 95,81 e 91,58%, respectivamente.

Segundo Oliveira (2016), as hortaliças não convencionais, como ora-pro-nobis e capiçova (*Erechtites valerianifolius*), apresentaram umidade variando de 87,1 g 100 g⁻¹ a 92,4 g 100 g⁻¹ respectivamente. Barreira (2015) reportou para hortaliças cruas valores de umidades semelhantes, variando de 88,7 a 92,3 g 100 g (ora-pro-nobis e serralhã-lisa, respectivamente).

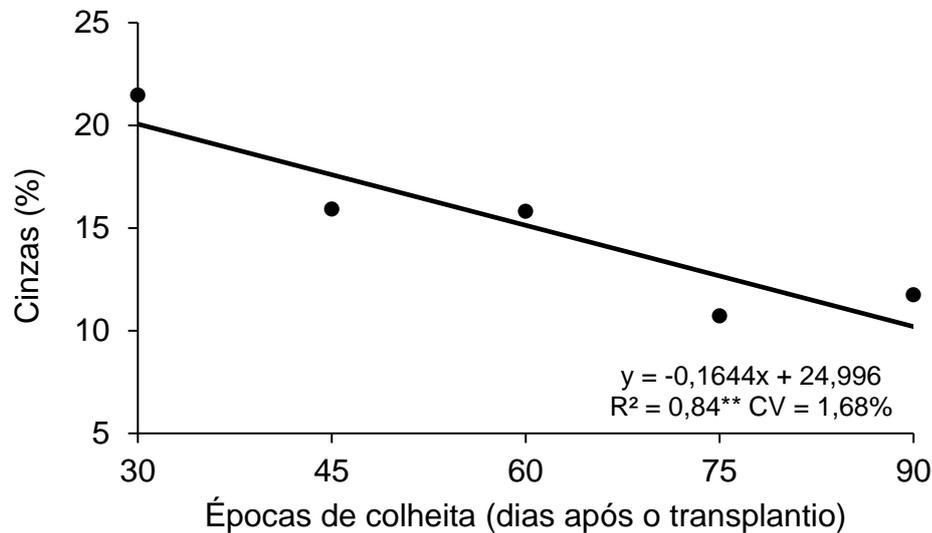
Souza (2023), em estudo com espinafre-da-amazônia cultivado sob telas coloridas e com diferentes doses de adubação, obteve teor de umidade de 90,2% a 93,3% realizando a avaliação aos 45 dias após o transplântio. E Gomes (2020), em experimento com espinafre-da-amazônia sob níveis de sombreamento realizou a colheita aos 40 dias após o transplântio e obteve teor de umidade de 91,67%.

Houve significância entre os tratamentos quando comparado a variável cinzas, que apresentou comportamento linear decrescente com o aumento da maturidade do espinafre-da-amazônia (Figura 11). Observa-se que o teor de cinzas diminuiu de 21,47% para 11,74% de 30 dias a 90 dias após o transplântio. As cinzas resultantes da incineração de um alimento consistem em resíduos inorgânicos que permanecem após a queima da matéria orgânica. Essa análise fornece informações sobre os minerais presentes na amostra do alimento (Cecchi, 2003).

Os resultados obtidos neste estudo mostram o potencial do espinafre-da-amazônia como fonte de minerais, observa-se que o teor de minerais obtido é superior a outras PANC, como bertalha (4,33%), peixinho (9,95%) (Viana *et al.*, 2015). E

também a outras hortaliças folhosas comumente comercializadas como alface (2,29 g 100 g⁻¹), alcega (2,28 g 100 g⁻¹) e couve (2,82 g 100 g⁻¹) (Pereira *et al.*, 2016).

Figura 11 - Teor de cinza (CZ) de ramos e folhas de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024



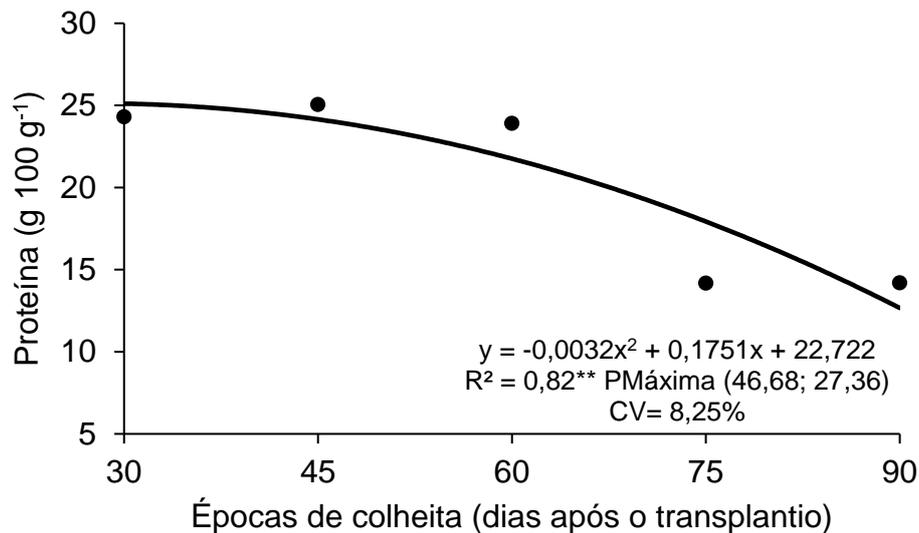
Gomes (2020), em estudo com espinafre-da-amazônia sob níveis de sombreamento ao realizar a colheita aos 40 dias após o transplante, observou teor de cinzas de 11,83 g 100 g⁻¹ nas plantas cultivadas com o mesmo sombreamento do presente estudo. De acordo com Hwong *et al.* (2022) a variação na quantidade de minerais presentes no espinafre-da-amazônia pode ser atribuída a diferentes fatores, como os constituintes do solo da área geográfica, o uso de fertilizantes e os fatores genéticos da espécie.

Segundo Goto; Guimarães e Echer (2001) mudanças nos fatores ambientais, como temperatura e umidade do solo, podem afetar o conteúdo de minerais nas folhas. Além disso, o crescimento das plantas e a absorção de minerais são altamente dependentes do conteúdo no solo. Muda *et al.* (2022) ao avaliarem a resposta do espinafre-da-amazônia a aplicação de fertilizante NPK recomendaram adubar a hortaliça a cada três semanas para otimizar a produção de folhas frescas.

O teor de proteína também sofreu efeito significativo das idades de colheita. O modelo polinomial quadrático explica a relação dos teores de proteínas presentes nas amostras em função do estágio de crescimento do espinafre-da-amazônia, onde o ponto de máxima eficiência técnica foi obtido aos 47 dias após o transplante, com

valor máximo estimado de 27,36 g 100 g⁻¹. A partir desse ponto houve redução dos valores de proteína no espinafre-da-amazônia (Figura 12), indicando mudanças no teor de proteína ao longo do tempo de crescimento.

Figura 12 - Teor de proteína bruta (PB) de ramos e folhas de espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco, AC, 2024



Resultado semelhante foi obtido por Ferreira *et al.* (2021) ao estudar as características físico-químicas do espinafre-amazônico sob diferentes doses de nitrogênio. Realizaram a colheita aos 55 dias após o transplantio e observaram teores de proteínas de 25 g 100 g⁻¹ quando submetido a adubação nitrogenada na dose de 5 g planta⁻¹. E por Aragão Júnior *et al.* (2023), ao avaliarem o teor proteico de espinafre-da-amazônia em função dos espaçamentos e doses de nitrogênio, obtiveram 25 g 100 g⁻¹ na dose de nitrogênio de 225 kg ha⁻¹ (colheita aos 60 dias após o transplantio).

Em estudo realizado por Sommai *et al.* (2021) sobre o rendimento de produção, composição química e degradabilidade *in vitro* do espinafre-da-amazônia em idades de colheita (15, 30, 45 e 60 dias após o plantio), também observaram que o aumento da maturidade das plantas resultou em diminuição no teor de proteína (25,64 g 100 g⁻¹, 23 g 100 g⁻¹, 21 g 100 g⁻¹, 21,20 g 100 g⁻¹ respectivamente). Além disso, verificaram aumento nos carboidratos estruturais, incluindo fibra de detergente neutro e fibra de detergente ácido.

De acordo com Oloyede, Oloyede e Obuotor (2013), é observado que a qualidade dos nutrientes das folhas tende a diminuir com o avanço da maturidade das plantas, resultando em redução nos teores de proteína e aumento correspondente na

quantidade de carboidratos estruturais indigestíveis. Makobo, Shoko e Mtaita (2010), ao avaliarem o conteúdo de nutrientes do Amarantho vegetal (*Amaranthus cruentus* L.) em diferentes fases de colheita, observaram que o nível de conteúdo proteico diminuiu de 50,8% para 43,47% durante 56 dias após a emergência.

Adegbaju, Otunola e Afolayan (2019) avaliaram a composição nutricional de *Celosia argentea* em três estádios de maturação (pré-floração, floração e pós-floração) e observaram maior teor de proteína no estádio de pré-floração, juntamente com maior concentração de minerais. Os autores destacam que a redução no teor de proteína no estádio de pós-floração pode ser atribuída à senescência das folhas. Durante a senescência, ocorre redução na atividade fotossintética, redistribuição de nutrientes, degradação de proteínas e diminuição da síntese de novas proteínas, o que contribui para a diminuição do teor de proteína nas folhas da planta (Avila-Ospina *et al.*, 2014).

Os resultados obtidos neste estudo mostram o potencial do espinafre-da-amazônia como fonte de proteína, verificou-se teor de proteína de 25 g 100 g⁻¹. Resultado superior a outras PANC, como bertalha (17,44 g 100 g⁻¹), beldroega (12,82 g 100 g⁻¹) (VIANA *et al.* 2015). E também a outras hortaliças folhosas comumente comercializadas como alface (2,29 g 100 g⁻¹), alcega (2,28 g 100 g⁻¹) e couve (2,82 g 100 g⁻¹) (Pereira *et al.*, 2016).

Gomes (2020), reporta o potencial de 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 e valina, precursores de diversas proteínas ligadas ao desenvolvimento muscular, manutenção osmótica e imunidade no corpo humano. Portanto o espinafre-da-amazônia pode ser consumido como fonte de proteína para o combate da desnutrição proteica.

5 CONCLUSÕES

As características morfológicas e bromatológicas do espinafre-da-amazônia são influenciadas positivamente pela época da colheita, com um padrão geral de crescimento rápido seguido por uma fase de estabilização ou declínio.

Aos 75 dias após o plantio, plantas desta espécie apresentam maior produção de ramos laterais e massa seca da parte aérea.

As concentrações mais elevadas de proteína são alcançadas aos 45 dias após o plantio.

O espinafre-da-amazônia apresenta potencial como fonte nutritiva. Ao levar em consideração a idade da planta para colheita direciona o produtor para a obtenção de melhor desempenho da característica desejável.

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, v. 5, n. 4, p. 1-16, dez. 2017.
- ADEDIRAN, O. A.; GANA, Z.; OLADIRAN, J. A.; IBRAHIM, H. Effect of Age at Harvest and Leaf Position on the Yield and Nutritional Composition of *Celosia argentea* L. **International Journal of Plant & Soil Science**, Minna, v. 5, n. 6, p. 359-365, Jan. 2015.
- ADEGBAJU, O. D.; G. A. OTUNOLA, G. A.; AFOLAYAN, A. J. Proximate, mineral, vitamin and anti-nutrient content of *Celosia argentea* at three stages of maturity. **South African Journal of Botany**, v. 124, p. 372-379, Aug. 2019.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, Dec. 2013.
- AMARO, G. B.; SILVA, D. M. Da; MARINHO, A. G.; NASCIMENTO, W. M. **Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar**. Brasília: Embrapa hortaliças, 2007. 16 p. (Circular técnica, 47).
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 18. ed. Washington: AOAC, 2007. 3000 p.
- ARAGÃO JÚNIOR, A. C. de; LIMA, M. S. de; TORRES, N. S.; NASCIMENTO, M. M. do; MING, L. C.; FERREIRA, A. B. Cultivo e teor proteico do espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. Ex DC) em função dos espaçamentos e doses de nitrogênio. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, AC, Revista Scientia Naturalis, v. 5, n. 1, p. 303-320, dez. 2023.
- ARASARETNAM, S.; KIRUTHIKA, A.; MAHENDRAN, T. Nutritional and mineral composition of selected green leafy vegetables. **Ceylon Journal of Science**, v. 47, n. 1, p. 35-41, Mar. 2018.
- AVILA-OSPINA, L.; MOISON, M.; YOSHIMOTO, K.; MASCLAUX-DAUBRESSE, C. Autophagy, plant senescence, and nutrient recycling. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 14, p. 3799–3811, Mar. 2014
- BARBALHO, S. M.; GUIGUER, E. L.; MARINELLI, P. S.; SANTOS, B. P. C.; BERNSTEIN, H. Soberania alimentar: uma perspectiva cética. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 17, n. 39, p. 276-336, maio/ago. 2015.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat – Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.
- BARKAT, N.; SINGH, J.; JAYAPRAKASHA, G. K.; PATIL, B. S. Effect of harvest time on the levels of phytochemicals, free radical-scavenging activity, α -amylase inhibition and bile acid-binding capacity of spinach (*Spinacia oleracea*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 9, p. 3468-3477, July 2018.

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, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 17, n. 4, p.964-974, jan. 2015.

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.

CAMPOS, K. L. **Desempenho agrônômico de espinafre da amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R. BR. Ex DC.) cultivado sob níveis de sombreamento**. 2018. 31 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2019.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

CFSEMG. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª aproximação. Viçosa, 1999.

CHANDRASHEKHAR, K. Ethnobotanical and Phyto pharmacological Overview of Matsyakshi (*Alternanthera sessilis* R. Br. ex DC). **Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine**, v. 5, n. 4, p. 152-155, Dec. 2019.

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

COLONNA, E.; ROUPHAEL, Y.; BARBIERI, G.; PASCALE, S. de. Nutritional quality of ten leafy vegetables harvested at two light intensities. **Food Chem**, v. 199, p. 702-710, May. 2016

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: 2 fev. 2024.

DARTORA, J.; ECHER, M. de M.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; PAULETTI, D. R. Crescimento e produção da couve-da-Malásia submetida a adubação nitrogenada. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 13, n. 2, p.133-142, abr./jun. 2014.

DIAZ-MENDOZA, M.; VELASCO-ARROYO, B.; SANTAMARIA, M. E.; GONZÁLEZ-MELENDI, P.; MARTINEZ, M.; DIAZ, S. Plant senescence and proteolysis: two processes with one destiny. **Genetics and Molecular Biology**, Madrid, v. 39, n. 3, p. 329-338, May 2016.

FASUYI, A. O. Bio-nutritional evaluations of three tropical leaf vegetables (*Telfairia occidentalis*, *Amaranthus cruentus* and *Talinum triangulare*) a sole dietary protein sources in rat assay. **Food Chemistry**, v. 103, n. 3, p. 757-765, Dec. 2007.

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, v. 20, n. 4, p. 365-370, Oct./Dec. 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.

FLORA DO BRASIL. **Espécies do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 2 fev. 2024.

GOMES, R. R. **Caracterização agronômica e nutricional de espinafre- amazônico (*Alternanthera sessilis* L.) sob níveis de sombreamento**. 2020. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2020.

GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. de M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. *In*: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C. do; RESENDE, R. S. (Coord.) **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001, v. 2, p.241-268.

GRUBBS, F. E. Procedures for the detection of atypical observations on samples. **Technometrics**, Princeton, v. 11, n. 1, p. 1-21, Feb. 1969

GUIMARÃES, M. de A.; MANDELLI, M. S.; SILVA, D. J. H. da. Seleção de genótipos de *Lactuca sativa* L. para a produção com adubação orgânica. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 2, p. 202-207, mar./abr. 2011.

HWONG, C. S.; LEONG, K. H.; AZIZ, A. A.; JUNIT, S. M.; NOOR, S. M.; KIN WENG KONG, K. W. *Alternanthera sessilis*: Uncovering the nutritional and medicinal values of an edible weed. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 298, n. 28, Aug. 2022.

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

INMET. **Banco de dados para pesquisa e ensino**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 2 jan. 2024.

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.

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**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. 44 p.

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

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 2. Ed. Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum, 2021. 768 p.

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.

MAKOBO, N. D.; SHOKO, M. D.; MTAITA, T. A. Nutrient content of vegetable amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) at diferente harvesting stages. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 6, n. 3, p. 285-289, Jan. 2010.

MOURA, L. de O.; CARLOS, L. de A.; OLIVEIRA, K. G. de; MARTINS, L. M.; SILVA, E. C. da. Physicochemical characteristics of purple lettuce harvested at diferente ages. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 489-495, Apr./June 2016.

MUDA, S. A.; LAKITAN, B.; WIJAYA, A.; SUSILAWATI, S. Response of Brazilian spinach (*Alternanthera sissou*) to propagation planting material and NPK fertilizer application. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 52, n. 1, e72730, Nov. 2022.

OLIVEIRA, H. A. B. **Valor nutricional de hortaliças não convencionais preparadas por agricultores familiares de acordo com seus hábitos e culturas alimentares**. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016.

OLOYEDE, F. M.; OLOYEDE, F. A.; OBUOTOR, E. M. Effect of Plant Maturity on the Antioxidant Profile of *Amaranthus cruentus* L. and *Celosia Argentea* L. **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences**, India, v. 2, n. 2, p. 18-21, Jan. 2013.

OOI, D. J.; SHAHID, I.; ISMAIL, M. Proximate Composition, Nutritional Attributes and Mineral Composition of *Peperomia pellucida* L. (Ketumpangan Air) Grown in Malaysia. **Molecules**, v. 17, n. 9, p. 11139-11145, Sept. 2012.

PEIXOTO, C. P. **Princípios de fisiologia vegetal: teoria e prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Pod editora, 2020. 256 p.

PEIXOTO, C. P.; T. V. da; CRUZ, T. V. da; PEIXOTO, M. de F. da S. P. Análise Quantitativa do Crescimento de Plantas: Conceitos e Prática. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 51-76, nov. 2011.

PEREIRA, E. M.; LEITE, D. D. de F. L.; FIDELIS, V. R. de L.; PORTO, R. M.; OLIVEIRA, M. I. V. de; MAGALHÃES, W. B. Caracterização físico-química de hortaliças tipo folha comercializadas no Brejo Paraibano. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 37, n. 1, p. 19-22, dez. 2016.

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, maio/ago. 2014.

SAENGHA, W.; KARIRAT, T.; BURANRAT, B.; KATISART, T.; MA, N. L.; LUANG-IN, V. Antioxidant properties and cytotoxic effects of *Alternanthera sissoo* and *Alternanthera bettzickiana* extracts against cancer cells. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 50, n. 3, p. 12-776, Sept. 2022.

SANTOS, F. das C. C. **Desempenho da alface (*Lactuca sativa* L.) submetida a diferentes tipos de cobertura morta**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnólogo em Agroecologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Cocal, 2023.

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.

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.

SOMMAI, S.; CHERDTHONG, A.; SUNTARA, C.; SO, S.; WANAPAT, M.; POLYORACH, S. In Vitro Fermentation Characteristics and Methane Mitigation Responded to Flavonoid Extract Levels from *Alternanthera sissoo* and Dietary Ratios. **Fermentation**, v. 7, n. 109, p. 1-15, July 2021.

SOUZA, Ê. G. F.; RIBEIRO, R. M. P.; PEREIRA, L. A. F.; SILVA NETO, J. S. de S.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M. da. Produtividade de cultivares de alface em função da idade de colheita no semiárido Potiguar, Brasil. **Revista Verde**, Pombal, v. 13, n. 3, p. 282-288, jul./set. 2018.

SOUZA, S. de L. **Desempenho morfoagronômico e nutricional de espinafre-amazônico (*Alternanthera sessilis* (L.) DC sob sombreamento de telas coloridas e diferentes doses de adubação**. 2023. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TERRA, S. B.; VIERA, C. T. R. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): levantamento em zonas urbanas de Santana do Livramento, RS. **Ambiência**, Guarapuava, v. 15, n. 1, p. 112 -130 jan./abr. 2019.

TIVERON, A. P.; MELO, P. S.; BERGAMASCHI, K. B.; VIEIRA, T. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A.; ALENCAR, S. M. Antioxidant activity of Brazilian vegetables and its relation with phenolic composition. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 7, p. 8943-8957, Dec. 2012.

TORRES, N. S. **Morfologia de espinafre-da-amazônia [*Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. Ex DC] sob sombreamento com malhas coloridas**. 2022. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2022.

UMATE, S. K.; MARATHE, V. R. Proximate and Phytochemical screening of *Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. Ex DC. (Amaranthaceae) – An underutilised leafy vegetable. **International Journal of Life Sciences**, v. 5, n. 4, p. 703-705, Dec. 2017

UUSIKU, N. P.; OELOFSE, A.; DUODU, K. G.; BESTER, M. J.; FABER, M. Nutritional value of leafy vegetables of Sub-saharan Africa and their potential contribution to human health: A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 23, n. 6, p. 499-509, Sept. 2010.

VIANA, M. M. S.; CARLOS, L. A.; SILVA, E. C.; PEREIRA, S. M. F.; OLIVEIRA, D. B.; ASSIS, M. L. V. Composição fitoquímica e potencial antioxidante em hortaliças não convencionais. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 33, n. 4, p. 504-509, out./dez. 2015.

WALTER, T. M.; MERISH, S.; TAMIZHAMUTHU, M. Review of *Alternanthera sessilis* with reference to traditional Siddha Medicine. **International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research**, Sikar, v. 6, n. 2, p. 249-254, June 2014.

WAN, Y.; ZHOU, M.; LE, L.; GONG, X.; JIANG, L.; HUANG, J.; CAO, X.; SHI, Z.; TAN, M.; CAO, Y.; WU, X.; WU, Q.; YE, X.; LIU, C.; Li, X.; PENG, L.; XIANG, D.; ZOU, L. O. Evaluation of morphology, phytochemistry and pigments suggests the optimum harvest date for high-quality quinoa leafy vegetable. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 304, n. 111240, Oct. 2022.

YOON, Y. E.; KUPPUSAMY, S.; KIM, S. Y.; KIM, J. H.; LEE, Y. B. Free amino acid composition of korean spinach (*spinacia oleracea*) cultivars as influenced by diferente harvesting time. **Korean Journal of Environmental Agriculture**, Jinju, v. 35, n. 2, p. 104-110, June 2016.

ZANATTA, T. P.; LIBERA, D. D.; SILVA, V. R. da; WERNER, C. J.; ZANATTA, M. M. Análise do crescimento da cultura da chia (*Salvia hispanica*). **Revista cultivando o saber**, Cascavel, PR, v. 9, n. 3, p. 110-122, jul./set. 2016.

ZUFFO, A. M.; ZUFFO JÚNIOR, J. M.; SILVA, L. M. A. da; SILVA, R. L. da; MENEZES, K. O. de. Análise de crescimento em cultivares de alface nas condições do sul do Piauí. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 63, n. 2, p. 145-153, mar./abr. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2024

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F _c
Tratamento	4	1197,94	299,49	4,93**
Bloco	3	268,66	89,55	
Erro	12	729,83	60,82	
Total	19			
CV (%)	18,76%			

** Significativo a 1%

APÊNDICE B - Resumo da análise de variância para a variável diâmetro do caule (DC), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2024

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F _c
Tratamento	4	3,40	0,85	3,61*
Bloco	3	2,32	0,77	
Erro	12	2,83	0,24	
Total	19			
CV (%)	7,75%			

* Significativo a 5%

APÊNDICE C - Resumo da análise de variância para a variável número de folhas (NF), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2024

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F _c
Tratamento	4	47296	11824,10	6,28**
Bloco	3	29967	9989,10	
Erro	12	22596	1883,00	
Total	19			
CV (%)	22,38%			

** Significativo a 1%

APÊNDICE D - Resumo da análise de variância para a variável número de ramos laterais (NRL), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2024

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F _c
Tratamento	4	19,7	4,9250	4,02*
Bloco	3	17,8	5,9333	
Erro	12	14,7	1,2250	
Total	19			
CV (%)	10,75%			

* Significativo a 5%

APÊNDICE E - Resumo da análise de variância para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2024

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F _c
Tratamento	4	891,42	222,86	8,80**
Bloco	3	508,64	169,55	
Erro	12	303,78	25,32	
Total	19			
CV (%)	20,66%			

** Significativo a 1%

APÊNDICE F - Resumo da análise de variância para a variável área foliar (AF), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2024

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F _c
Tratamento	4	421,77	105,44	15,14**
Bloco	3	51,94	17,31	
Erro	12	83,57	6,96	
Total	19			
CV (%)	15,01%			

** Significativo a 1%

APÊNDICE G - Resumo da análise de variância para a variável umidade na massa seca de folhas e ramos de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2024

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F _c
Tratamento	4	90,01	22,50	3777,80**
Bloco	3	0,02	0,01	
Erro	12	0,07	0,01	
Total	19			
CV (%)	0,92%			

** Significativo a 1%

APÊNDICE H - Resumo da análise de variância para a variável cinza na massa seca de folhas e ramos de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2024

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F _c
Tratamento	4	288,83	72,21	1120,07**
Bloco	3	0,15	0,05	
Erro	12	0,77	0,06	
Total	19			
CV (%)	1,68%			

** Significativo a 1%

APÊNDICE I - Resumo da análise de variância para a variável proteína na massa seca de folhas e ramos de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2024

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F _c
Tratamento	4	505,62	126,41	44,94**
Bloco	3	7,56	2,52	
Erro	12	33,75	2,81	
Total	19			
CV (%)	8,25%			

** Significativo a 1%