

RYAN DA CUNHA FEITOSA

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

RIO BRANCO - AC

2026

RYAN DA CUNHA FEITOSA

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

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 de título de mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Dra. Almecina Balbino Ferreira
Corientadora: Dra. Marilene Lima dos Santos

RIO BRANCO - AC

2026

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

F311c Feitosa, Ryan da Cunha, 2001 -

Caracterização morfológica e bromatológica de espinafre da Amazônia (*Altermanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC) em diferentes épocas de corte / Ryan da Cunha Feitosa; orientadora: Profa. Dra. Almecina Balbino Ferreira, coorientadora: Profa. Dra. Marilene Lima dos Santos. – 2026.

42 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Rio Branco, 2026.

Inclui referências bibliográficas e apêndices.

1. Plantas alimentícias não convencionais. 2. Bromatologia. 3. Crescimento (Plantas). I. Ferreira, Almecina Balbino (orientadora). II. Santos, Marilene Lima dos (coorientadora). III. Título.

CDD: 338.1

RYAN DA CUNHA FEITOSA

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

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal,
Campus Rio Branco, da Universidade
Federal do Acre, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre.

Aprovada em 10 de fevereiro de 2026

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **SUSANA MARIA MELO SILVA**
Data: 13/02/2026 20:06:18-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Susana Maria Melo Silva
Docente da UNAMA
(Membro)

Documento assinado digitalmente
 **MATHEUS MATOS DO NASCIMENTO**
Data: 13/02/2026 19:55:44-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Matheus Matos do Nascimento
Docente da IFAC
(Membro)

Documento assinado digitalmente
 **ALMECINA BALBINO FERREIRA**
Data: 17/02/2026 22:42:18-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dra. Almecina Balbino Ferreira
Docente da UFAC/CCBN
(Orientador)

RIO BRANCO-AC
2026

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a beleza libertadora do intelecto para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.”

– Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me direcionado para enfrentar os desafios da vida e nesse ciclo da pós graduação.

Aos meus pais Josecilda Bezerra da Cunha Feitosa e Raimundo Agostinho Feitosa e minhas irmãs Josivania Bezerra da Cunha Feitosa e Josana Bezerra da Cunha por todo incentivo e conselhos, além do suporte emocional.

A minha orientadora Dra. Almecina Balbino Ferreira pela paciência na orientação e ensinamentos repassados.

A minha coorientadora Dra. Marilene Santos de Lima, pelos conselhos e ajuda na execução do experimento, além de todo suporte emocional e ajuda nos momentos difíceis do mestrado.

Aos meus amigos, Marcia Chaves da Silva, Wendrio Sales de Melo, Jaderson Kennedy Souza, Marcio Chave da Silva, Barbara Barbosa Mota, Camila Freire, Joaes, Rayane dos Santos, Aldenice Lima e Rayse Duarte pelos momentos de alegria ao longo do mestrado.

A Universidade Federal do Acre e ao curso de produção vegetal por me proporcionarem esta formação e a oportunidade de seguir com a minha formação acadêmica.

Agradeço aos professores e colaboradores da universidade federal do Acre pela educação recebida e estrutura para um bom aprendizado.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

E a todos que não foram citados e de alguma forma me ajudaram a tornar este estudo possível e sempre torcem por mim.

RESUMO

Desde os primórdios da civilização, a natureza tem sido utilizada como fonte de alimentos e medicamentos, destacando-se as plantas silvestres comestíveis por apresentarem propriedades terapêuticas em função da abundante variedade de nutrientes e fitoquímicos ativos. O Brasil é um dos países mais ricos em biodiversidade do mundo, com aproximadamente 46.097 espécies catalogadas. O espinafre-da-amazônia é uma planta alimentícia não convencional, conhecida também como orelha-de-macaco e espinafre amazônico, que apresenta elevado teor de nutrientes, como aminoácidos, minerais, proteínas e lipídeos. O objetivo do presente estudo foi avaliar a composição bromatológica e a caracterização morfológica do espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de corte. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e dez repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Os tratamentos corresponderam a seis épocas de corte: 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após o transplântio. O corte foi realizado em plantas diferentes dentro de cada tratamento, e o preparo do solo ocorreu em estufa da Universidade Federal do Acre (UFAC), utilizou-se mistura de terra vegetal, areia e esterco avícola na proporção 3:1:1. Os resultados indicaram efeito significativo ($p < 0,05$) das épocas de colheita sobre as variáveis altura de planta, número de folhas, área foliar, número de ramos laterais, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, teor de cinzas e proteínas. As características morfológicas e bromatológicas do espinafre-da-amazônia foram influenciadas pela época de colheita, apresentando crescimento rápido seguido de estabilização. Entre 45 e 90 dias após o transplântio, observaram-se maior produção de ramos laterais e maior massa seca da parte aérea, enquanto as maiores concentrações de proteínas ocorreram aos 45 dias após o transplântio.

Palavras-chave: Plantas alimentícias não convencionais, crescimento vegetal, bromatologia.

ABSTRACT

Since the dawn of civilization, nature has been used as a source of food and medicine, with edible wild plants standing out for their therapeutic properties due to the abundant variety of nutrients and active phytochemicals they contain. Brazil is one of the most biodiverse countries in the world, with approximately 46,097 cataloged species. Amazonian spinach is an unconventional food plant, also known as monkey ear and Amazon spinach, and it has a high content of nutrients such as amino acids, minerals, proteins, and lipids. The objective of this study was to evaluate the bromatological composition and morphological characteristics of Amazonian spinach at different cutting times. The experimental design used was a completely randomized design (CRD), with six treatments and ten replications, totaling 60 experimental units. The treatments corresponded to six cutting times: 15, 30, 45, 60, 75, and 90 days after transplanting. Cutting was performed on different plants within each treatment, and soil preparation took place in a greenhouse at the Federal University of Acre (UFAC), using a mixture of topsoil, sand, and poultry manure in a 3:1:1 ratio. The results indicated a significant effect ($p < 0.05$) of harvest time on plant height, number of leaves, leaf area, number of lateral branches, fresh weight of the aerial part, dry weight of the aerial part, ash content, and protein content. The morphological and bromatological characteristics of Amazonian spinach were influenced by harvest time, showing rapid growth followed by a stabilization phase. Between 45 and 90 days after transplanting, greater production of lateral branches and higher dry weight of the aerial part were observed, while the highest protein concentrations occurred at 45 days after transplanting.

Keywords: Unconventional food plants, plant growth, food science.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação de Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação ao longo dos meses de avaliação. IMET. Rio Branco, AC, 2025.....	20
Figura 2 - Enchimento de copos (A), Irrigação (B), Preparo do solo (C), Transplântio (D), Enchimento dos vasos (E), Remoção das mudas do copos (F). Rio Branco, AC, 2025.....	21
Figura 3 - Altura de planta (AP) de espinafre da amazônia em diferentes épocas de corte. Rio Branco, AC, 2025.....	26
Figura 4 - Número de ramos laterais (NRL) de espinafre da amazônia em diferentes épocas de corte. Rio Branco, AC, 2025.....	27
Figura 5 - Número total de folhas (NTF) de espinafre da amazônia em diferentes épocas de corte. Rio Branco, AC, 2025.....	28
Figura 6 - Área foliar (AF) de espinafre da amazônia em diferentes épocas de corte. Rio Branco, AC, 2025.....	30
Figura 7 - Massa fresca da parte aérea (MFPA) de espinafre da amazônia em diferentes épocas de corte. Rio Branco, AC, 2025.....	31
Figura 8 - Massa seca da parte aérea (MSPA) de espinafre da amazônia em diferentes épocas de corte. Rio Branco, AC, 2025.....	32
Figura 9 - Análise de cinzas de espinafre da amazônia em diferentes épocas de corte. Rio Branco, AC, 2025.....	33
Figura 10 - Análise de proteína de espinafre da amazônia em diferentes épocas de corte. Rio Branco, AC, 2025.....	35

TABELA

Tabela 1 - Atributos físico químicos do solo utilizado para enchimento dos vasos para cultivo de espinafre da amazônia. Rio Branco, AC, 2025.....	21
---	----

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), de espinafre da amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.....	43
APÊNDICE B - Resumo da análise de variância para a variável número total de brotos (NTB), de espinafre da amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.....	43
APÊNDICE C - Resumo da análise de variância para a variável número total de folhas (NTF), de espinafre da amazônia. Rio Branco, AC, 2026.....	43
APÊNDICE D - Resumo da análise de variância para a variável área foliar (AF), de espinafre da amazônia. Rio Branco, AC, 2026.....	43
APÊNDICE E - Resumo da análise de variância para a variável massa fresca da parte aérea (MFPA), de espinafre da amazônia. Rio Branco, AC, 2026.....	44
APÊNDICE F - Resumo da análise de variância para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), de espinafre da amazônia. Rio branco, Acre, 2026.....	44
APÊNDICE G - Resumo da análise de variância para a variável teor de cinzas, de espinafre da amazônia. Rio Branco, AC, 2026.....	44
APÊNDICE H - Resumo da análise de variância para a variável teor de proteínas, de espinafre da amazônia. Rio Branco, AC, 2026.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS.....	15
2.2 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE.....	16
2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS E AVALIAÇÃO DE QUALIDADE.....	16
2.4 NUTRIÇÃO DE PLANTAS.....	17
2.5 INFLUÊNCIA DA COLHEITA NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E PREPARO DO SOLO.....	20
3.2 PRODUÇÃO DE MUDAS E PLANTIO.....	21
3.3 TRATOS CULTURAIS.....	22
3.4 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	22
3.5 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS.....	22
3.5.1 Cinzas.....	23
3.5.2.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA.....	25
4.2 CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA.....	32
5 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37
APÊNDICES.....	42

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização a natureza tem sido utilizada como fonte de alimento e remédios, em especial plantas silvestres comestíveis com propriedades terapêuticas devida a abundante variedade de nutrientes e fitoquímicos ativos. Ao redor do mundo, a população depende de plantas alimentícias não convencionais para complementar sua alimentação básica diária, além de suprir a escassez de alimento e medicamentos, particularmente em áreas de difícil acesso onde se encontra produtores rurais e comunidades menos favorecidas que vivem em situação de vulnerabilidade social (Ulian *et al.*, 2020).

O Brasil é um dos países mais ricos em biodiversidade do mundo, com aproximadamente 46.097 espécies catalogadas e quase metade é endêmica do território nacional, quando é referido, especificamente, em plantas alimentícias não convencionais, estima-se que cerca de aproximadamente, 3 mil espécies são conhecidas, contudo, atualmente, elas são pouco utilizadas como fonte de alimento (Flora do Brasil, 2024).

O termo PANC foi criado pelo biólogo e pesquisador Valdely Ferreira Kinupp, caracterizando as como um grupo de plantas de espécies nativas ou exóticas, que possuem uma ou mais partes comestíveis e não estão incluídas na dieta convencional da população (Kinupp; Lorenzi, 2021) mas apresentam grande potencial alimentício e nutricional sendo rico em vitaminas, sais minerais, aminoácidos e lipídeos (Durigon *et al.*, 2023).

Geralmente são espécies com alto teor de minerais e vitaminas, o que as conferem uma ótima fonte nutricional e são funcionais na alimentação humana. No aspecto econômico, as PANC possuem vantagens quando comparadas com plantas alimentícias convencionais, por não serem tão exigentes no quesito adubação e fertilidade, e se desenvolvem sem a necessidade de grandes transformações no ambiente (Silva *et al.*, 2019; Bezerra; Brito, 2020).

Com o avanço da globalização os alimentos ultraprocessados estão presentes diariamente na mesa da população se tornando uma alternativa de fácil acesso, barata, e de rápido preparo. Porém, a quantidade de nutrientes presentes nesses produtos são baixos, logo que, essa dieta é rica em gordura e açúcar, levando a população a um crescente índice de obesidade e desnutrição (Sartori *et al.*, 2020).

O espinafre-da-amazônia é uma planta alimentícia não convencional, sendo conhecida também como orelha-de-macaco e espinafre-amazônico, apresenta um elevado teor de nutrientes dentre eles tem os aminoácidos, minerais, proteínas e lipídeos, além de ser rico em flavonoides se tornando uma alternativa viável para a redução da desnutrição que afeta boa parte da população brasileira (Muda *et al.*, 2022).

Segundo Souza *et al.*, (2018) o ponto de colheita ideal é tipicamente determinado pela maturidade fisiológica, definida como o estágio em que a planta ou o órgão colhido atinge o nível ótimo de composição bioquímica e atributos sensoriais desejados pelo consumidor. A maturidade no momento da colheita não só influencia diretamente os atributos sensoriais e nutricionais, como também afeta a capacidade de armazenamento, susceptibilidade a deterioração e a ocorrência de distúrbios fisiológicos durante a pós-colheita. Produtos colhidos imaturos tendem a apresentar qualidade inferior e maior perda de textura e sabor, enquanto o excesso de maturação pode reduzir a vida de prateleira e resistência ao transporte (Moura *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2018).

A adubação é fundamental para o desenvolvimento de hortaliças, pois supre as necessidades nutricionais das plantas, permitindo o crescimento saudável e aumentando a produtividade e qualidade das folhas, frutos ou raízes colhidas. Estudos indicam que o fornecimento adequado de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, é essencial para otimizar a fotossíntese, promover a formação de biomassa e melhorar a resistência das plantas a pragas e doenças (Silva *et al.*, 2020).

Em cultivos de hortaliças, a adubação bem equilibrada influencia diretamente o valor nutricional e a aparência do produto final, atributos essenciais para a aceitação no mercado e a satisfação do consumidor (Oliveira; Santos, 2019). A aplicação de fertilizantes, portanto, precisa ser cuidadosamente planejada, considerando a fase de desenvolvimento da planta e as condições do solo, para evitar tanto a deficiência quanto o excesso de nutrientes, ambos prejudiciais ao crescimento saudável (Moraes *et al.*, 2021).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a composição bromatológica e caracterização morfológica do espinafre-da-amazônia em diferentes épocas de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O conceito de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) refere-se a variedades de vegetais, sejam elas nativas ou exóticas, que podem crescer espontaneamente em calçadas, terrenos baldios ou em meios a cultivos convencionais, além de também serem cultivadas. Essas plantas apresentam partes comestíveis, como folhas, flores, caules ou raízes, que normalmente não fazem parte da dieta humana habitual (Casemiro; Vendramin, 2020).

2.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS

As PANC são consideradas sustentáveis, visto que muitas delas podem ser consumidas inteiramente ou a maioria de suas partes como a beldroega (*Portulaca oleracea*) onde aproveita-se as folhas, flores, ramos e sementes. Além disso, as PANC são alimentos ricos nutricionalmente em diversos macronutrientes como: carboidrato, proteína, lipídios, vitaminas; A, B, C, entre outras e minerais; cálcio, zinco, potássio, magnésio, ferro dentre outros (Bezerra; Brito, 2020; Liberalesso; Oliveira, 2025).

Essa categoria de plantas tem sido cada vez mais estudadas na literatura científica devido ao seu potencial nutricional, presença de compostos bioativos e capacidade de diversificar dietas humanas, contribuindo para a promoção da segurança alimentar e nutricional, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioeconômica (Corado *et al.*, 2022).

O cultivo das PANC no Brasil é realizado quase predominantemente por populações rurais conforme o conhecimento empírico oriundo da agricultura familiar, contudo, a falta de conhecimento científico acerca de como utiliza-las corretamente prejudica seu uso, reduzindo a exploração de seus benefícios e aproveitamento como boas fontes alimentares além de ser uma alternativa para reduzir a insegurança alimentar e nutricional (Albuquerque *et al.*, 2019).

No aspecto econômico, as PANC possuem vantagens quando comparadas com plantas alimentícias convencionais, por exemplo a ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill), espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* L.) e major gomes (*Talinum paniculatum*) não são tão exigentes em adubação e fertilidade, e se desenvolvem sem a necessidade de grandes transformações no ambiente e uma menor frequência de irrigação (Silva *et al.*, 2019).

A incorporação das plantas alimentícias não convencionais no cotidiano alimentar tem sido associada a promoção de hábitos alimentares mais saudáveis e a educação nutricional, já que muitas

dessas plantas são de fácil acesso e podem contribuir com a diversidade alimentar sem grandes exigências de manejo agrícola intensivo (Branco *et al.*, 2022; Feitoza *et al.*, 2023).

2.2 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

Segundo Kinupp e Lorenzi (2021) o espinafre-da-amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) 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 pela pequena parte da população que o conhece em cozidos, sopas e saladas.

Quanto a caracterização botânica, a planta apresenta caule herbáceo, cilíndrico e de fácil ramificação, embora seja relativamente frágil, com nós e entrenós bem definidos. A espécie é facilmente identificada pela presença de folhas opostas, encarquilhadas, de formato elíptico e sem sabor aparente. As flores são pequenas, apresentam uma cor branca e sésseis. O sistema radicular é composto por várias raízes de formato cilíndrico, com diâmetro variando entre 1 e 6 mm, emitidas a partir da raiz principal, apresentando coloração que varia do creme ao cinza (Grupta *et al.*, 2024).

Segundo Cordeiro (2022), o espinafre-da-amazônia tem se destacado no mercado internacional, sendo conhecido por denominações como Poor man's lettuce (alface-dos-pobres) e Brazilian spinach (espinafre-do-brasil), reconhecimento atribuído principalmente às suas características nutricionais, como o elevado teor de proteínas, além da presença de vitamina A, B9, C e K, flavonoides e minerais essenciais, incluindo cálcio ferro e potássio. Complementarmente, Gomes (2020) destaca que o espinafre-da-amazônia contém 19 dos 20 aminoácidos existentes, evidenciando seu potencial para suprir as necessidades de aminoácidos de um adulto.

A detecção de metabolitos secundários como alcaloides, taninos, flavonoides, cumarinas fenólicos e terpenoides, esteroides e saponinas nas folhas do espinafre indica a presença de um perfil diversificado, que é comum em muitas plantas com interesse nutricional e medicinal (Da Silva *et al.*, 2023).

2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS E AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

A produção de mudas é uma das etapas mais importantes no cultivo de hortaliças, pois

delas depende o desempenho final das plantas nos canteiros de produção. A utilização de recipientes com substratos em substituição ao uso de solo, na formação de mudas, tem proporcionado aumentos substanciais na qualidade das mesmas (Batista *et al.*, 2016).

Na produção de mudas a determinação da qualidade é baseada, principalmente em avaliações morfofisiológicas ainda que o estado nutricional e fitossanitário tenha bastante importância para as projeções de crescimento. As características morfológicas frequentemente utilizadas na avaliação da qualidade das mudas em viveiros são a altura, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, radicular e total da planta e as suas relações.

A altura das plantas é uma das variáveis morfológicas mais utilizadas como indicador da capacidade de desempenho de mudas em campo, sendo relacionada ao crescimento inicial após o plantio (Auca *et al.*, 2018). É considerada, dentre os parâmetros morfológicos, a de maior facilidade de mensuração em viveiros, porém, a análise desta característica deve estar associada às medidas de diâmetro do coleto, peso da massa seca total da planta, relação peso da massa fresca da raiz/peso da massa fresca da parte aérea, aumentando assim a precisão na classificação de qualidade, principalmente nos primeiros meses de plantio (Gomes; Paiva, 2013).

O diâmetro do colo ou diâmetro do coleto é considerado o parâmetro morfológico que representa um bom indicador de qualidade de mudas (Gomes e Paiva, 2013). Esse parâmetro possui correlação positiva com as taxas de sobrevivência das mudas pós-plantio (Abreu *et al.*, 2015), além de ser preponderante para avaliar a rusticidade das espécies. Em plantios formados a partir de mudas com 15 diâmetros do colo ou coleto, é observada maior ocorrência de tombamentos devido ao estiolamento.

2.4 NUTRIÇÃO DE PLANTAS

Os nutrientes sendo eles macro ou micronutrientes são importantes, porque desempenham funções essenciais no metabolismo das plantas. Deste modo, as funções podem ser classificadas como estruturais fazendo parte da estrutura de um qualquer composto orgânico vital para a planta, constituintes de enzimas fazendo parte de uma estrutura específica, grupo ativo de enzimas, ativadores enzimáticos não fazem parte da estrutura. Os nutrientes não só ativam, como também inibem sistemas enzimáticos, afetando a velocidade de muitas reações no metabolismo da planta (Korndonfer., Souza, 2018).

O crescimento e o desenvolvimento das plantas dependem, além de outros fatores, como luz, água e dióxido de carbono, de um fluxo contínuo de sais minerais a partir da solução do solo, que é de onde a raiz retira ou absorve estes sais minerais ou nutrientes. Os minerais,

embora requeridos em pequenas quantidades, são fundamentais para o desempenho das principais funções metabólicas da célula (Shao *et al.*, 2019).

Os elementos minerais são classificados em dois grupos: macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes podem ser subdivididos em primários ou principais e secundários, sendo os primários, absorvidos pelas plantas em maiores quantidades, que os secundários. Os micronutrientes, são os elementos minerais absorvidos em menores quantidades. Existem também, elementos não essenciais, mas benéficos para as plantas. Esta divisão, não significa que um nutriente seja mais importante do que outro, apenas que eles são necessários em quantidades e concentrações diferentes (Kaur., Greger, 2019).

O desenvolvimento e crescimento das plantas dependem de uma nutrição mineral adequada, obtida através da absorção de sais minerais da solução do solo pelas raízes. Apesar de serem necessários em pequenas quantidades, esses minerais são essenciais para os processos metabólicos das células vegetais, como a fotossíntese, respiração e produção de proteínas (Khan *et al.*, 2021).

2.5 INFLUÊNCIA DA COLHEITA NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

A colheita representa uma etapa determinante no sistema produtivo agrícola, pois consolida os efeitos das práticas de manejo adotadas ao longo do ciclo da cultura. Do ponto de vista fisiológico e bioquímico, o momento da colheita define o estado metabólico do tecido vegetal e, conseqüentemente, influencia diretamente o perfil nutricional, a qualidade sensorial e a estabilidade pós-colheita dos produtos hortícolas. Estudos recentes destacam que a sincronização entre maturidade fisiológica e colheita é fundamental para maximizar o rendimento, a qualidade tecnológica e o valor nutricional (De Wit *et al.*, 2024; Yahia *et al.*, 2023).

A maturidade fisiológica corresponde ao estágio de desenvolvimento em que o órgão vegetal atinge sua máxima competência metabólica, refletida em níveis ideais de compostos primários (carboidratos, proteínas e minerais) e secundários (fenólicos, carotenoides, flavonoides e glucosinolatos). Alterações no momento da colheita podem modificar significativamente a concentração e a biodisponibilidade desses compostos, uma vez que a maturação é acompanhada por mudanças na atividade enzimática, respiração celular, síntese de metabólitos secundários e redistribuição de nutrientes (Ali *et al.*, 2022).

Durante o desenvolvimento vegetal, ocorre uma dinâmica complexa de acúmulo e redistribuição mineral. Elementos como cálcio (Ca), ferro (Fe), zinco (Zn) e magnésio (Mg)

apresentam padrões específicos de transporte e compartimentalização, regulados por mecanismos fisiológicos dependentes do estágio fenológico. Pesquisas recentes demonstram que a concentração mineral pode variar substancialmente entre fases vegetativas e reprodutivas, refletindo as demandas metabólicas e estruturais da planta (White; Broadley, 2022; FAO, 2023).

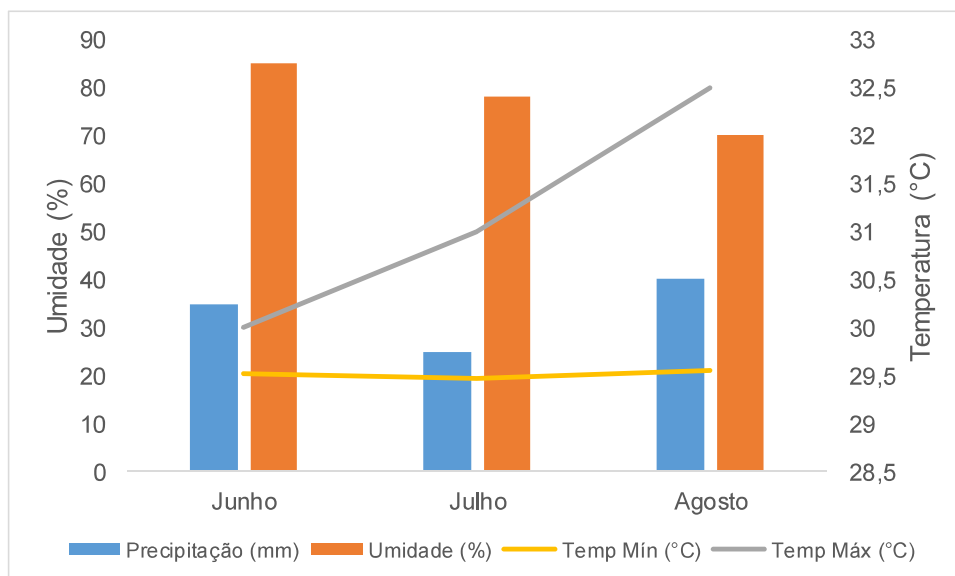
Em hortaliças folhosas, a colheita em estádios mais jovens tende a favorecer maior concentração de compostos fenólicos e maior capacidade antioxidante, enquanto estádios mais avançados podem promover maior acúmulo de carotenoides e biomassa total, embora com possível diluição de micronutrientes por efeito de crescimento (Wan *et al.*, 2022; Kyriacou; Rouphael, 2023). Essa variação é resultado de ajustes metabólicos associados à fotossíntese, estresse oxidativo e sinalização hormonal, particularmente mediada por etileno e espécies reativas de oxigênio.

Adicionalmente, evidências recentes indicam que a interação entre estágio de maturação e condições ambientais (intensidade luminosa, temperatura e disponibilidade hídrica) modula a expressão gênica relacionada à biossíntese de metabólitos bioativos. Dessa forma, o ponto de colheita deve ser determinado com base em indicadores fisiológicos objetivos, como teor de sólidos solúveis, índice de coloração, firmeza e perfil metabolômico, visando otimizar tanto a qualidade nutricional quanto a vida útil pós-colheita (Yahia *et al.*, 2023; De Wit *et al.*, 2024).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa, situada na horta da Universidade Federal do Acre - UFAC, localizada no município de Rio Branco, Acre, nas coordenadas (9°57'34" S, 67°52'13" W, 143 m de altitude), durante os meses de junho a agosto de 2025. O clima da região é quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com médias de temperatura de 34°C de máxima e mínima de 22°C, com umidade relativa de 88,4% e precipitação de 752 mm durante a realização do experimento (Inmet, 2025).

Figura 1 - Variação de Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação ao longo dos meses de avaliação. IMET. Rio Branco, AC, 2025.



3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E PREPARO DO SOLO

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 6 tratamentos e dez repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Os tratamentos foram 6 épocas de corte diferentes sendo: T1 - 15 dias, T2 - 30 dias, T3 - 45 dias, T4 - 60 dias, T5 - 75 dias e T6 - 90 dias após o transplântio. O corte ocorreu em plantas diferentes, mas dentro do mesmo tratamento e o preparo do solo foi realizado na estufa da Universidade Federal do Acre – UFAC, contendo a mistura de terra vegetal, areia e esterco avícola na proporção 3:1:1 (v/v).

Tabela 1 – Atributos físico-químicos do solo utilizado para enchimento dos vasos para cultivo de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, AC, 2025.

Água	Argila	Silte	Areia	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H	SB	CTC	V
pH	gkg ⁻¹		mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³							%
5,86	483,7		31,7	2,56	74,93	4,45	0,76	0,83	3,97		10,20	52	

3.2 PRODUÇÃO DE MUDAS E PLANTIO

Para o experimento, foram produzidas mudas de espinafre-da-amazônia pelo método de estaquia, utilizando matrizes provenientes do banco de matrizes do horto de PANC da Universidade Federal do Acre. As estacas foram retiradas dos ramos laterais das plantas matrizes, com ênfase na seleção dos mais vigorosos, os quais foram seccionados para a produção de estacas padronizadas com 12 cm de comprimento e 4 mm de diâmetro, contendo quatro folhas e duas gemas para enraizamento.

Após a seleção, as estacas foram cultivadas em copos plásticos de 500 mL contendo substrato comercial. Em seguida, as mudas foram aclimatadas no viveiro da Unidade Experimental de PANC da Universidade Federal do Acre (UFAC), sob sombrite com 50% de sombreamento, sendo submetidas à irrigação por aspersão duas vezes ao dia, durante um período de 15 dias. Posteriormente, as mudas de espinafre-da-amazônia foram transplantadas para vasos na estufa da horta da Universidade Federal do Acre.

Figura 2 – Enchimentos de copos (A), Irrigação (B), Preparo do solo (C), Transplântio (D), Enchimento dos vasos (E), Remoção das mudas dos copos (F). Rio Branco, AC, 2025.



3.3 TRATOS CULTURAIS

Foram realizados arranques manuais de plantas espontâneas a cada 10 dias, visando reduzir a competição por água e nutrientes na área dos vasos, uma vez que foi utilizada terra vegetal cuja procedência e local de origem não eram conhecidos. Além disso, foi realizada irrigação diária, bem como o monitoramento da ocorrência de pragas e doenças.

3.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

Aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após o transplântio, o material foi colhido e conduzido ao Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal do Acre. Para a determinação das variáveis agrônômicas e de crescimento, foram utilizadas 10 plantas por estágio de crescimento. Foram analisadas as seguintes variáveis: altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de ramos laterais (NRL), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA).

A altura de plantas (AP) foi determinada com régua milimetrada, expressa em centímetros (cm), sendo medida do colo da planta até o ápice do ramo principal das plantas de espinafre-da-amazônia.

O diâmetro do caule (DC) foi determinado com o uso de paquímetro digital, na altura do colo da planta. O número de folhas (NF) foi aferido por contagem unitária das folhas com comprimento superior a 2 cm. O número de ramos laterais (NRL) correspondeu à quantidade de ramos emitidos a partir do ramo principal, com comprimento superior a 10 cm.

A massa fresca da parte aérea (MFPA) foi determinada por meio da pesagem da parte aérea em balança de precisão, sendo os resultados expressos em gramas (g). Para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), folhas e caules foram acondicionados em sacos de papel kraft e colocados em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingirem massa constante; posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão, com os valores expressos em gramas.

A área foliar (AF) foi estimada pelo produto da largura (L) pelo comprimento (C) da folha. Para essa determinação, foram utilizadas três folhas de diferentes tamanhos (pequena, média e grande) por repetição dentro de cada tratamento.

3.5 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS

Para a realização das análises bromatológicas, amostras secas de espinafre-da-amazônia foram encaminhadas à Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL) da Universidade Federal do Acre, para a determinação de proteína e cinzas (minerais).

Para a obtenção das amostras, as plantas foram trituradas com o auxílio de liquidificador até apresentarem uma amostra homogênea e representativa, com aproximadamente 60 g por tratamento. Todos os procedimentos adotados foram realizados seguindo as normas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.5.1 Cinzas

Para a determinação de cinzas, foram utilizados cadinhos de porcelana. Inicialmente, foram adicionados 5 g de amostra das plantas trituradas de espinafre-da-amazônia, que foram levadas para uma chapa aquecedora, onde foram carbonizadas. Em seguida, os cadinhos foram colocados em mufla a 550 °C por 3 horas, até que a amostra se transformasse em cinzas de coloração branca, sendo posteriormente levadas para secagem. Para a determinação do teor de cinzas minerais (CZ), foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Teor de cinzas (\%)} = \text{Pf} - \text{Pi}/\text{Pa} \times 100$$

Onde,

Pf = Cadinho + amostra incinerada

Pi = Peso do cadinho

Pa = Peso da amostra

3.5.2 Proteínas

Para a determinação do teor de proteína, a análise foi realizada em triplicata. Foram pesadas 0,250 g de plantas secas trituradas de espinafre-da-amazônia em balança de precisão, acondicionadas em papéis de seda, amarradas e dispostas em tubos de ensaio. Em seguida, foram adicionados 5 g de mistura catalítica e 7,5 mL de ácido sulfúrico 98% PA aos tubos, que foram colocados em bloco digestor, em capela laboratorial, por aproximadamente duas horas, a uma temperatura aproximada de 350 °C.

Após a digestão e quando os tubos de ensaio atingiram temperatura ambiente, iniciou-se a etapa de destilação utilizando o destilador de Kjeldahl. Para cada amostra, foram preparados erlenmeyers de 250 mL, aos quais foram adicionados 25 mL de ácido bórico a 4%

e 5 gotas de indicador verde de bromocresol + vermelho de metila a 0,1%, e posicionados na saída do destilador.

Com os tubos de ensaio posicionados no destilador, foram adicionados 25 mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 40% e 25 mL de água destilada, iniciando-se o processo de destilação, que resultou na coleta de aproximadamente 100 mL de amônia nos erlenmeyers.

Posteriormente, os erlenmeyers foram submetidos à titulação para determinação do teor de nitrogênio. Para isso, foi utilizada uma bureta de 25 mL, preenchida com ácido clorídrico (HCl) 0,1 M, titulado até a mudança de coloração do conteúdo. O teor de proteína foi calculado utilizando a fórmula estipulada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), aplicando-se o fator de conversão de 5,75 para proteína vegetal (Brasil, 2003).

Equação 1 - Fórmula de obtenção do teor de proteína bruta (g 100 g⁻¹) pelo método de Kjeldalh.

$$Proteína\ g\ 100\ g = \frac{v * 0,14 * f}{p} * 5,75$$

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 foram submetidos primeiramente à detecção de dados discrepantes pelo teste de Grubbs (1969) e verificação da normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk (1965), pelo teste de Cochran (1941) para verificar a homogeneidade das variâncias, e submetidos a Análise de Variância (ANOVA), com aplicação de todos os pressupostos. Após verificação de diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, os resultados foram analisados por meio de regressão utilizando os software estatístico Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados obtidos, houve efeito significativo ($p>0,05$) entre as cinco épocas de colheita para altura de planta, número de folhas, área foliar, número de ramos laterais, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, cinzas e proteínas.

4.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA

A variável altura de planta do espinafre-da-amazônia apresentou valor crescente desde o primeiro corte (15 dias após o transplântio) até o sexto corte (90 dias após o transplântio), ajustando-se ao modelo de regressão linear (Figura 3). Ao longo dos dias, o crescimento das plantas foi favorecido pela maturidade das mudas, que se tornaram progressivamente mais altas a cada período de avaliação, atingindo seu ápice aos 90 dias após o transplântio, com média de 29,90 cm.

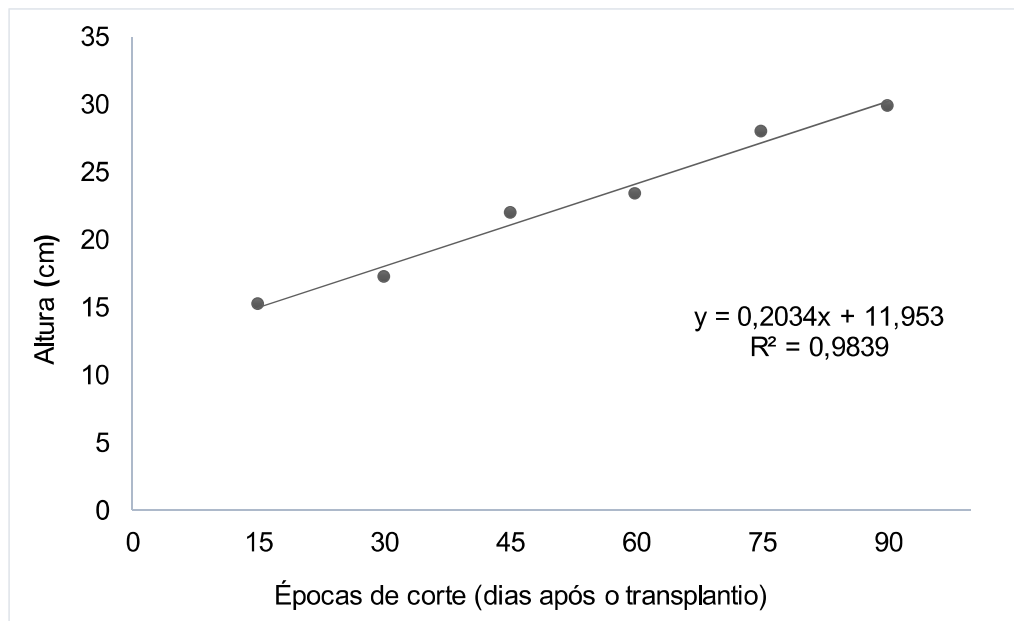
Observou-se um padrão de crescimento linear, comportamento típico de plantas em fase vegetativa ativa, quando os recursos são alocados predominantemente para a expansão do caule e das folhas, sem competição significativa com estruturas reprodutivas (Taiz; Zeiger, 2017).

Os resultados apresentados indicam que as plantas ainda não haviam atingido seu tamanho definitivo, o qual pode variar em função da espécie, do material genético, das condições edafoclimáticas e dos tratos culturais adotados. Souza et al. (2018), ao estudarem a produtividade de cultivares de alface em função da idade de colheita (20, 25, 30, 35 e 40 dias após o transplântio), observaram que, entre 35 e 40 dias após o transplântio, houve desaceleração no crescimento para todas as cultivares, indicando o fim do ciclo vegetativo, fato que não foi verificado no presente estudo.

Segundo Zanatta et al. (2016), à medida que a planta atinge a maturidade, ocorre a senescência foliar e a produção de fotoassimilados passa a ser direcionada principalmente para a reprodução, em detrimento do crescimento em altura. Além disso, com o avanço da maturidade, há aumento da proporção de tecidos não assimiladores, o que também contribui para a redução do crescimento em altura.

De acordo com Seleiman *et al.* (2021), a ausência de desvios da linearidade sugere que as plantas não foram submetidas a estresses abióticos, como déficit hídrico e deficiência nutricional, nem a estresses bióticos, como ataque de pragas e doenças, que poderiam ocasionar reduções significativas no crescimento e comprometer o ajuste linear da regressão, comportamento semelhante ao observado no presente estudo.

Figura 3 – Altura de planta (AP) de espinafre-da-amazonia em diferentes épocas de colheita. Rio Branco , AC, 2025.



Em relação ao número total de ramos laterais, houve aumento significativo ao longo das avaliações, observando-se taxa constante de desenvolvimento das gemas axilares durante o período analisado. Com o avanço do desenvolvimento das mudas, os dados ajustaram-se a um modelo de regressão linear, resultando em maior número de brotações entre 45 e 90 dias após o plantio.

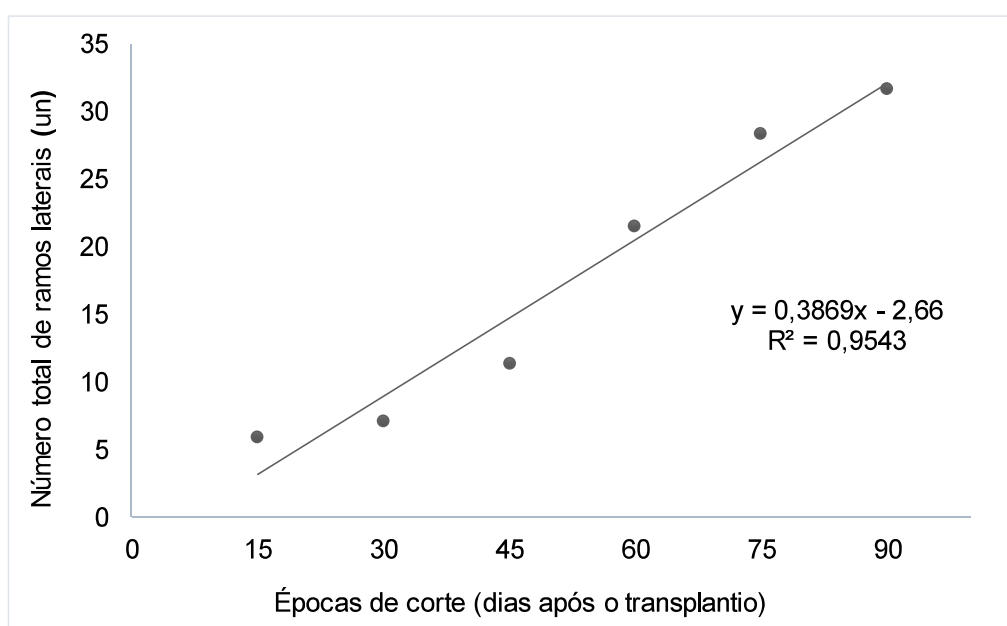
A espécie *Alternanthera sessilis* é descrita como altamente ramificada, apresentando hábito prostrado e decumbente (Kinnup; Lorenzi, 2021). Portanto, o padrão linear crescente do número de ramos está de acordo com a morfologia da planta, que tende a emitir ramos de forma contínua à medida que alonga seus caules e forma novos nós.

Estudos de Silva *et al.* (2022) e Silva *et al.* (2023), sobre produção de mudas e propagação via estacas, demonstram que a *Alternanthera sessilis* apresenta elevada capacidade de brotação vegetativa e rápido desenvolvimento da parte aérea, reforçando a tendência de crescimento constante observada no presente estudo.

Júnior *et al.* (2023) avaliaram o número de ramos laterais de espinafre-da-amazônia aos 60 dias de cultivo, observando aumento significativo com o incremento de nitrogênio e a redução do espaçamento. No presente estudo, aos 60 dias, foi registrada média de aproximadamente 21 ramos laterais, valor próximo ao encontrado por Júnior *et al.* (2023), o que sugere coerência entre os experimentos.

O aumento constante no número de ramos laterais é desejável para o cultivo do espinafre-da-amazônia, uma vez que a produção de folhas comerciais depende diretamente de ramos produtivos (Sharma *et al.* 2023). Muda *et al.* (2022) e Santos *et al.* (2024) analisaram o número de ramos laterais e observaram redução com o avanço da senescência. No presente trabalho, apesar do bom ajuste linear, é importante considerar que a taxa de ramificação tende a diminuir em estágios mais avançados do ciclo, fato que não foi verificado neste estudo.

Figura 4 – Número de ramos laterais (NRL) de espinafre-da-amazonia em diferentes épocas de corte, Rio Branco, AC, 2025.



Em relação ao número total de folhas, observou-se aumento significativo ao longo dos dias, atingindo o pico aos 90 dias após o transplante. O incremento linear do número de folhas ao longo do período experimental sugere crescimento vegetativo constante durante a condução do experimento. Esse comportamento é típico de plantas em fase inicial de desenvolvimento, nas quais a taxa de expansão foliar é elevada em razão da intensa atividade meristemática e da adequada disponibilidade de recursos.

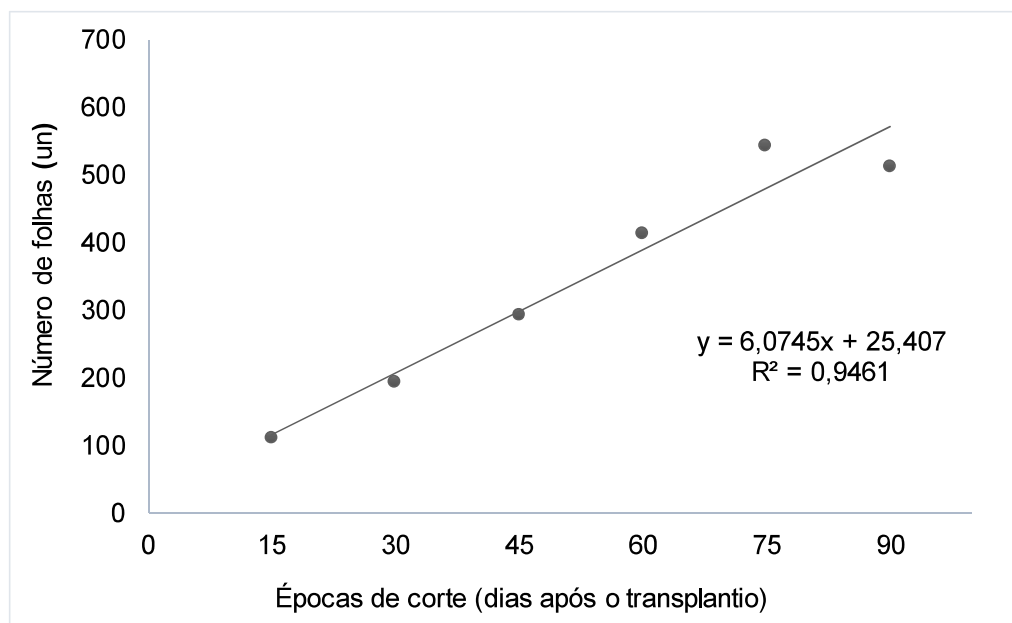
Segundo Taiz *et al.* (2017), o crescimento foliar é fortemente dependente da taxa fotossintética e do balanço hormonal da planta. Assim, o padrão observado pode refletir condições ambientais favoráveis, como adequada luminosidade, disponibilidade hídrica e nutrição equilibrada, fatores que favorecem a expansão celular.

O número total de folhas está diretamente relacionado à capacidade fotossintética, ao crescimento, à produtividade e à sanidade geral da planta. As folhas constituem os principais

órgãos fotossintetizantes, de modo que, quanto maior o número de folhas saudáveis, maior será a área foliar disponível para interceptação da luz solar e produção de açúcares, os quais serão utilizados no crescimento de raízes, caules e flores, na formação de frutos e no armazenamento de reservas.

O número total de folhas é considerado um indicador confiável do vigor vegetativo. Por meio dessa variável, é possível avaliar o estado fitossanitário da planta, sua capacidade produtiva, a eficiência no uso de recursos e a resposta ao manejo agrícola. Além disso, essa variável auxilia na definição do momento ideal de colheita, na tomada de decisões quanto à realização de podas e à aplicação de defensivos ou fertilizantes foliares, bem como no monitoramento dos estádios fenológicos.

Figura 5 – Número total de folhas (NTF) de espinafre-da-amazonia em diferentes épocas de corte, Rio Branco, AC, 2025.



A área foliar apresentou crescimento linear dos 15 aos 75 dias após o transplante, seguido de redução aos 90 dias. A maior área foliar foi observada aos 75 dias após o transplante, com média de 6,40 cm².

O padrão de crescimento observado está de acordo com o comportamento típico de plantas folhosas, como o espinafre-da-amazônia, que apresentam incremento gradual da área foliar durante as fases iniciais e intermediárias de desenvolvimento. A expansão foliar é

fundamental para o aumento da capacidade fotossintética e para o acúmulo de biomassa (Taiz *et al.*, 2017).

Estudos realizados por Aragão Júnior *et al.*, (2023), com a espécie *Alternanthera sessilis* cultivada sob diferentes doses de nitrogênio e espaçamentos, demonstraram resultados semelhantes, ou seja, a área foliar e o número de folhas aumentaram significativamente ao longo do ciclo, com valores mais elevados em doses intermediárias de N (150–225 kg ha⁻¹). Esses autores observaram que a planta apresenta rápido crescimento vegetativo e boa adaptação às condições de alta temperatura e umidade da Amazônia Ocidental.

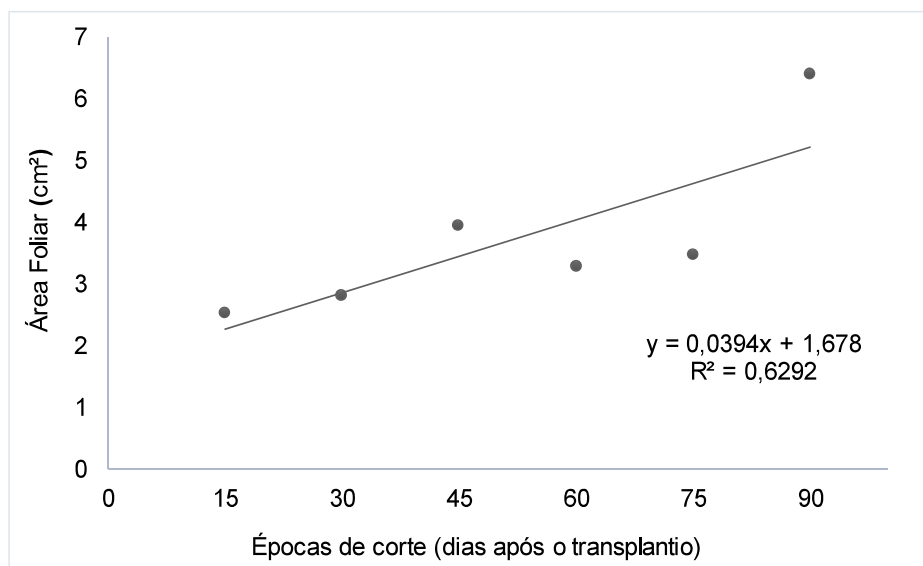
De forma semelhante, Santos *et al.*, (2024) relataram que o sombreamento e o uso de adubação orgânica podem influenciar positivamente o desenvolvimento foliar e a produção de biomassa de *Alternanthera sessilis*, evidenciando que o microclima exerce papel relevante no processo de expansão foliar.

Assim, o crescimento linear registrado neste estudo reflete a fase de desenvolvimento ativo da cultura, na qual a expansão foliar ocorre de maneira contínua e proporcional ao tempo. No entanto, é esperado que, em períodos mais prolongados, o crescimento se estabilize e a área foliar atinja um platô, comportamento típico de espécies herbáceas (Taiz *et al.*, 2017).

Segundo Aragão Júnior *et al.* (2023), em condições edafoclimáticas do Acre, a cultura pode atingir área foliar média de 4 a 6 cm² por folha aos 60 e 75 dias após o transplântio, valores comparáveis aos observados neste estudo. Além disso, os autores destacam que a área foliar está diretamente relacionada ao rendimento de biomassa e à qualidade nutricional das folhas.

Dessa forma, os resultados obtidos confirmam o bom potencial de crescimento foliar da espécie *Alternanthera sessilis* sob condições tropicais, reforçando sua aptidão para cultivo em sistemas de produção sustentáveis e de baixo custo na região amazônica.

Figura 6 – Área foliar (AF) de espinafre-da-amazonia em diferentes épocas de corte, Rio Branco, AC, 2025.



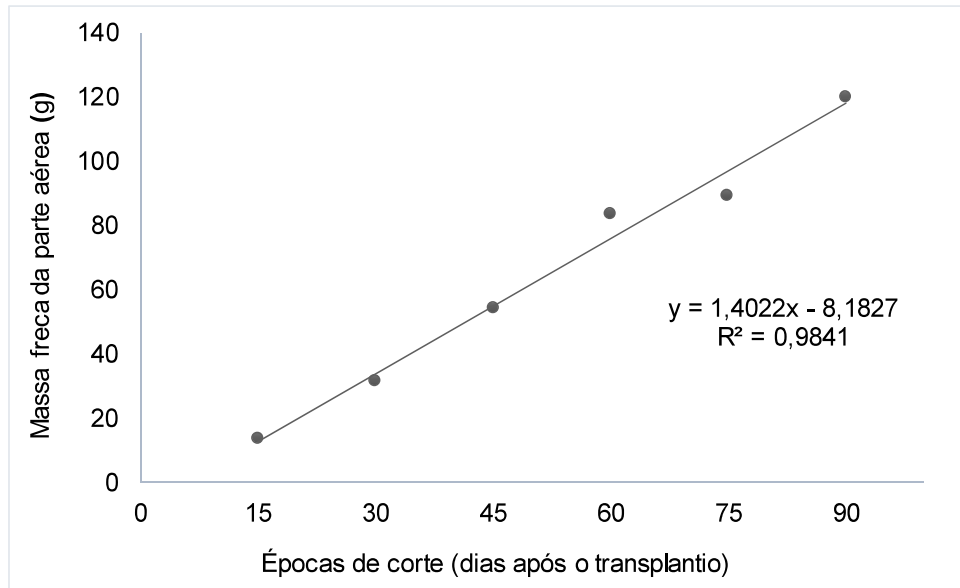
A produção de massa fresca da parte aérea apresentou resultado significativo ($p \leq 0,05$), evidenciando que, à medida que o tempo avançou, houve incremento no desenvolvimento das plantas, atingindo o ápice aos 90 dias após o transplântio. Esse resultado está diretamente relacionado à atividade fotossintética, processo responsável pela conversão de energia luminosa em energia química, promovendo o crescimento vegetal e o acúmulo de biomassa.

Observou-se regressão linear crescente desde o primeiro tratamento, aos 15 dias, até o ponto máximo aos 90 dias, com média de 120,21 g. Tal comportamento é esperado, considerando o maior período de permanência das plantas em ambiente protegido, o que favorece o crescimento contínuo. A importância da massa fresca da parte aérea reside no fato de que essa variável reflete diretamente o estado fisiológico e o desempenho de crescimento da planta sob determinadas condições ambientais e de manejo.

A massa fresca da parte aérea constitui uma das primeiras respostas da planta aos efeitos de fatores como disponibilidade hídrica, nutrientes no solo, luminosidade, temperatura e práticas de manejo, como a adubação. Plantas saudáveis e adequadamente nutridas tendem a apresentar maior acúmulo de biomassa aérea. Por outro lado, reduções na biomassa podem indicar clorose ou murcha.

Entre as aplicações dessa variável, destaca-se a avaliação do crescimento, uma vez que maiores valores de massa fresca da parte aérea indicam maior desenvolvimento sob condições semelhantes. Além disso, essa medida permite a comparação entre tratamentos, possibilitando a análise dos efeitos de fertilizantes ou outras práticas de manejo. No diagnóstico de estresses, como déficit hídrico, salinidade ou deficiência nutricional, é comum observar redução na massa fresca da parte aérea, evidenciando limitações ao crescimento vegetal.

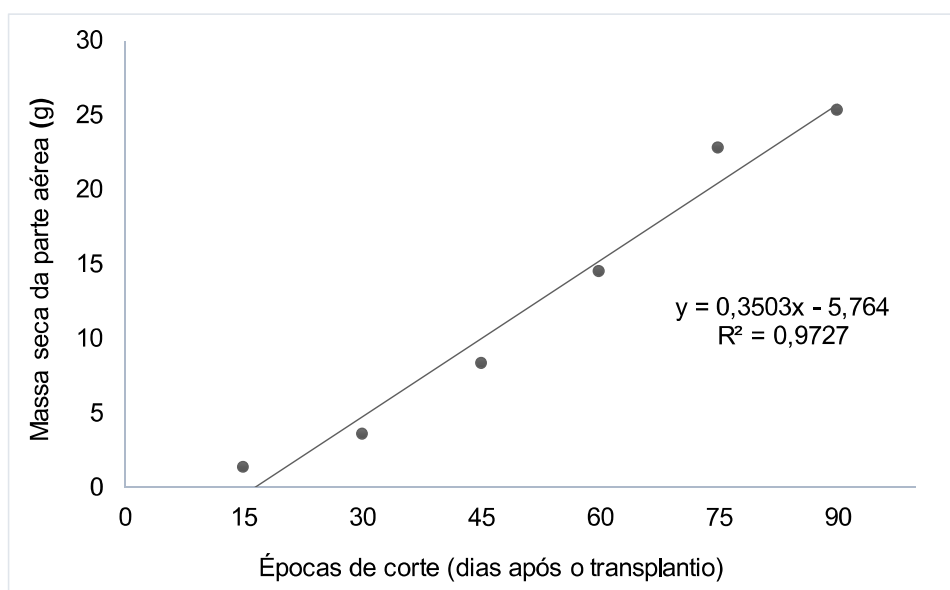
Figura 7 – Massa fresca da parte aérea (MFPA) de espinafre-da-amazonia em diferentes épocas de corte, Rio Branco, AC, 2025.



O acúmulo linear de massa seca da parte aérea observado nesta variável é característico de espécies herbáceas em fase vegetativa ativa, especialmente quando cultivadas sob condições adequadas de luminosidade, disponibilidade hídrica e nutrientes (Taiz; Zeiger, 2017). A ausência de desvios significativos da linearidade sugere que as plantas não foram submetidas a limitações ambientais ou fisiológicas capazes de comprometer o desenvolvimento, como estresse hídrico, deficiência nutricional ou competição por luz.

O crescimento da massa seca não segue padrão estritamente linear ao longo de todo o ciclo da planta. Em condições normais, ocorre inicialmente uma fase de crescimento exponencial, seguida por desaceleração à medida que a planta atinge a maturidade ou inicia a formação de flores e frutos (Larcher, 2000). O fato de o crescimento ter se mantido linear até os 90 dias após o transplântio indica que as plantas ainda se encontravam em plena fase vegetativa, sem indícios de senescência ou transição fenológica.

Figura 8 – Massa seca da parte aérea (MFPA) de espinafre-da-amazonia em diferentes épocas de corte, Rio Branco, AC, 2025.



4.2 CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA

Os dados obtidos revelam redução significativa no teor de cinzas da parte aérea do espinafre-da-amazônia à medida que o período de crescimento avança (Figura 8). A regressão linear indica que, a cada dia adicional de desenvolvimento, ocorre decréscimo médio de 0,11% no teor de cinzas. Esse padrão é consistente com as alterações físicas e estruturais típicas de plantas folhosas perenes durante o processo de maturação.

O teor de cinzas reflete a quantidade total de minerais inorgânicos presentes na matéria seca vegetal, incluindo cálcio, potássio, magnésio, ferro e fósforo, nutrientes essenciais à saúde humana e animal (Oliveira *et al.*, 2020). Em *Talinum triangulare*, folhas jovens (colhidas entre 20 e 30 dias após o corte) apresentam concentrações minerais particularmente elevadas, atribuídas à alta atividade metabólica, à maior densidade de tecidos meristemáticos e à maior relação folha/caule (Santos *et al.*, 2015).

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam o potencial do espinafre-da-amazônia como fonte de minerais. Observa-se que o teor mineral encontrado é superior ao de outras Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), como a bertalha e o peixinho (Viana *et al.*, 2015), bem como ao de hortaliças folhosas amplamente comercializadas, como alface, acelga e couve (Pereira *et al.*, 2016).

Além disso, em estádios mais avançados de desenvolvimento, muitos minerais são remobilizados das folhas mais velhas para estruturas em crescimento ou de armazenamento, como os caules suculentos característicos de *Talinum triangulare*, seguindo o padrão geral de

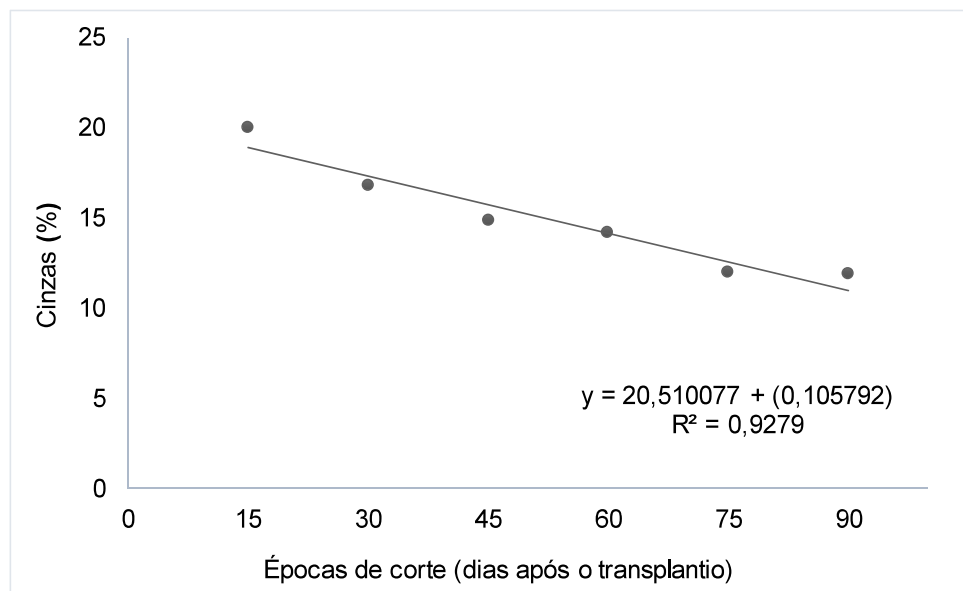
alocação de nutrientes descrito por Marschner (2012). Esse processo tende a ser mais pronunciado em espécies suculentas, que utilizam caules e folhas como reservatórios hídricos e nutricionais.

A redução no teor de cinzas possui implicações diretas para o valor nutricional funcional da planta. Estudos demonstram que folhas jovens de *Talinum triangulare* apresentam teores de ferro e cálcio superiores aos de *Spinacia oleracea*, sendo recomendadas em dietas voltadas à prevenção de anemia e osteoporose (Oliveira *et al.*, 2020; Lima *et al.*, 2021). Assim, colheitas tardias podem comprometer esse potencial nutracêutico.

Portanto, o manejo da colheita deve priorizar o equilíbrio entre produtividade e qualidade nutricional. Recomenda-se a realização da colheita entre 25 e 35 dias após o corte, período em que a planta apresenta elevada densidade mineral, adequada massa fresca e menor teor de compostos antinutricionais (Silva *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2015).

Figura 9 – Análise de cinzas de espinafre da amazonia em diferentes épocas de corte, Rio Branco, AC, 2025.

Uma análise de regressão quadrática revelou que o teor de proteína bruta (%) em *Alternanthera sessilis* variou significativamente ao longo do período de crescimento, atingindo



valor máximo aos 45 dias após o corte, com concentração estimada de 10,06%.

O modelo apresentou coeficiente de determinação $R^2 = 69,27\%$, indicando que aproximadamente 70% da variabilidade observada na concentração proteica foi explicada pelo tempo de crescimento. Os parâmetros do modelo foram estatisticamente significativos ($p >$

0,05), confirmando a adequação do ajuste e a existência de relação não linear entre o tempo de desenvolvimento e o teor de proteína bruta.

Os valores observados nos pontos experimentais (15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias) seguiram a tendência esperada: aumento inicial até o pico aos 45 dias, seguido de declínio progressivo, comportamento característico de forrageiras ou plantas de rápido crescimento em fase de maturação.

O padrão observado, com aumento do teor proteico até um ponto ótimo seguido de redução, é consistente com o comportamento fisiológico descrito para diversas espécies forrageiras tropicais, incluindo *Alternanthera sessilis*, planta herbácea anual amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, reconhecida por sua elevada palatabilidade e valor nutricional (Saha *et al.*, 2018; Chakraborty; Ghosh, 2020).

Estudos anteriores demonstram que o teor de proteína em *Alternanthera sessilis* varia conforme a idade da planta, sendo mais elevado em estádios juvenis e reduzindo-se com a maturação, à medida que ocorre maior acúmulo de lignina e celulose (Grupta *et al.*, 2016). Nesse contexto, o pico proteico observado aos 45 dias coincide com a fase de pleno desenvolvimento vegetativo, anterior à intensificação da lignificação e à senescência, quando a planta mantém elevada atividade metabólica e intensa síntese de compostos nitrogenados.

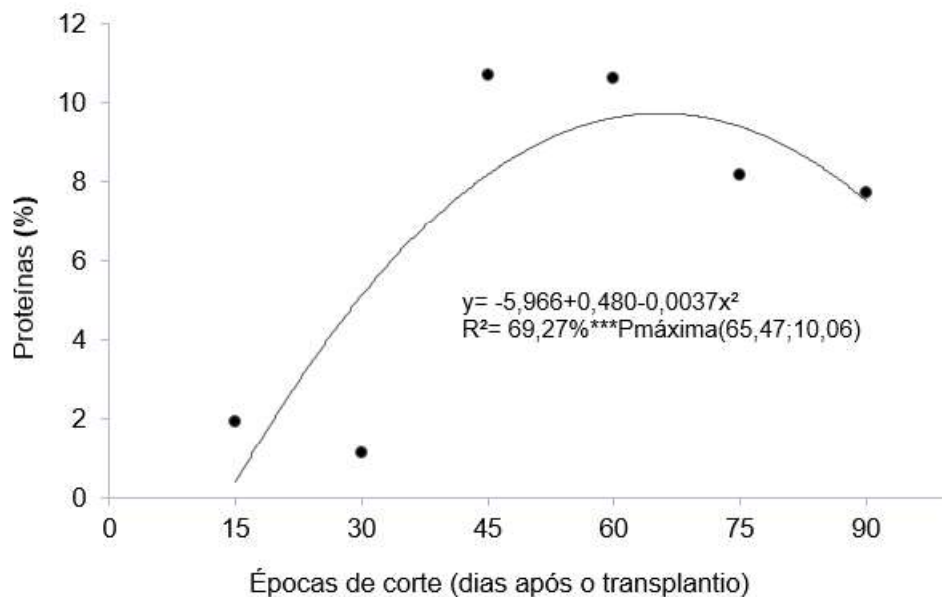
A literatura indica que *Alternanthera sessilis* pode apresentar teores de proteína bruta entre 8,5% e 15,0%, dependendo da estação, das condições edafoclimáticas, do manejo e da idade de colheita (Mukherjee *et al.*, 2019; Ahmed *et al.*, 2021). O valor máximo encontrado neste estudo (10,06%) situa-se dentro dessa faixa, embora abaixo dos valores máximos reportados, o que pode estar associado às condições ambientais locais, ao genótipo utilizado ou ao método analítico empregado.

De forma comparativa, estudos com outras espécies do gênero *Alternanthera* demonstraram comportamento semelhante. *Alternanthera philoxeroides* apresentou teor proteico máximo aos 60 dias, com 11,2% (Zhang *et al.*, 2020), enquanto *Alternanthera tenella* atingiu pico aos 70 dias, com 9,8% (Silva *et al.*, 2022). Essa similaridade reforça a hipótese de que o padrão de acúmulo proteico em espécies do gênero *Alternanthera* segue curva unimodal, influenciada pelo equilíbrio entre crescimento vegetativo e maturação.

A redução no teor proteico após 60 dias pode estar relacionada à diluição de nutrientes decorrente do aumento da biomassa seca, à translocação de nitrogênio para estruturas reprodutivas ou à senescência foliar (Kumar *et al.*, 2021). Além disso, o aumento do teor de fibra dietética e da lignificação em plantas mais velhas reduz a digestibilidade e o valor nutritivo, mesmo diante do incremento da biomassa total (Chatterjee *et al.*, 2020).

O menor ajuste observado nos primeiros pontos experimentais (15 e 30 dias) sugere que o modelo pode ter subestimado o teor proteico nessas fases iniciais, fenômeno comum em espécies de rápido crescimento, nas quais a composição química pode variar intensamente em curtos intervalos de tempo (Saha *et al.*, 2018). Recomenda-se, portanto, a realização de avaliações mais frequentes nos primeiros 45 dias, a fim de melhor caracterizar a dinâmica inicial de acúmulo proteico.

Figura 10 – Análise de proteína de espinafre da amazonia em diferentes épocas de corte, Rio Branco, AC, 2025.



4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos ao longo do período experimental demonstram que a espécie *Alternanthera sessilis* apresentou crescimento vegetativo contínuo e consistente sob as condições avaliadas. As variáveis morfológicas analisadas.

O incremento linear da massa fresca e da massa seca da parte aérea reforça a elevada capacidade de acúmulo de biomassa da espécie, refletindo adequado desempenho fisiológico, eficiência fotossintética e boas condições de cultivo. A ausência de desvios marcantes nas regressões sugere que não houve ocorrência de estresses abióticos ou bióticos capazes de comprometer o desenvolvimento da cultura.

No que se refere à qualidade nutricional, verificou-se comportamento distinto entre os constituintes analisados. O teor de proteína bruta apresentou ajuste quadrático, com pico aos 45 dias após o corte, indicando que estádios intermediários de desenvolvimento favorecem maior concentração proteica. Por outro lado, o teor de cinzas apresentou redução linear ao longo do ciclo, evidenciando maior concentração mineral em folhas mais jovens. Esses resultados confirmam que o valor nutricional da planta está diretamente relacionado à idade de colheita, havendo um ponto de equilíbrio entre produtividade e qualidade nutricional.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; FERREIRA, D. H. A. A.; MONTEIRO, F. A. S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 141-150, jan. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 11 set. 2023.
- ALBIERO, K. Conhecendo as PANC: Plantas Alimentícias Não Convencionais. Florianópolis, SC: Instituto Federal de Santa Catarina, out. 2019. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-plantas-alimenticias.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2023.
- ALBUQUERQUE, U. P.; NASCIMENTO, A. L. B.; SOLDATI, G. T.; FEITOSA, I. S.; CAMPOS, J. L. A.; HURRELL, J. A.; REYES-GARCÍA, V. Ten important questions/issues for ethnobotanical research. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v. 33, p. 376-385, abr. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a>. Acesso em: 09 ago. 2023.
- AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). Official methods of analysis. 18. ed. Washington: AOAC, 2007. 3000 p.
- AUCA, E. C.; DIONISIO, L. F. S.; LOZANO, R. M. B.; SCHWARTZ, G. Propagation of Brazil nut (Humb. y Bonpl) seedlings using seeds in minigreenhouses. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, RR, v. 12, n. 4, p. 300-313, nov. 2018. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/5222>. Acesso em: 09 ago. 2023.
- BARREIRA, T.; PAULA, G.; RODRIGUES, V.; ANDRADE, F. Diversidade e equitabilidade de plantas alimentícias não convencionais na zona rural de Viçosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Viçosa, MG, v. 17, p. 964-974, fev. 2015. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/522>. Acesso em: 10 out. 2023.
- BATISTA, M. A.; BEZERRA NETO, F.; SILVA, M. L.; AMBRÓSIO, M. M.; CUNHA, J. L. Atributos de solo-planta e de produção de beterraba influenciados pela adubação com espécies da Caatinga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 31-38, fev. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/GSHGxPhwskHyqX3p5zCK>. Acesso em: 09 ago. 2023.
- BEZERRA, J. A.; BRITO, M. M. Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANC) e o uso na alimentação: Revisão. **Research, Society and Development**, Itajubá, v. 9, n. 9, p. e369997159, ago. 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7159>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- BRANCO, Camila da Silva Vaz; SILVA, Elga Batista da; BARBOSA, Maria Ivone Martins Jacintho. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no contexto da gastronomia e da educação alimentar e nutricional. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, SP, v. 29, n. 00, p. e022024, 2022. DOI: 10.20396/san.v29i00.8665956. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8665956>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Política e Programa Nacional de Plantas Mediciniais

e Fitoterápicos. Brasília: **Ministério da Saúde**, Brasília, dez. 2016. 190 p. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs>. Acesso em: 03 nov. 2023.

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.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, dez. 2008. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article>. Acesso em: 12 set. 2024.

CASEMIRO, Í. P.; VENDRAMIN, A. L. A. Plantas alimentícias não convencionais no Brasil: o que a Nutrição sabe sobre este tema? **Demetra**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. e42725-e42725, mar. 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index>. Acesso em: 18 ago. 2024.

CERQUEIRA, F. B.; FREITAS, G. A.; MACIEL, C. J.; CARNEIRO, J. S. S.; LEITE, R. C. Produção de mudas de tomate cv. Santa Cruz em diferentes substratos. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 2, n. 2, p. 39-45, abr./jun. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/Kmx6HZ9ttBYb9QdgvNvTjjr>. Acesso em: 2 nov. 2024.

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. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/229626674>. Acesso em: 09 ago. 2024.

CORADO, Paloma Isabel Santos Araújo; LIMA, Letícia Nunes da Costa; FONTENELLE, Larissa Cristina. O consumo de plantas alimentícias não convencionais para a promoção da segurança alimentar e nutricional e da cultura alimentar brasileira. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, SP, v. 29, n. 00, p. e022016, 2022. DOI: 10.20396/san.v29i00.8669197. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8669197>. Acesso em: 22 dez. 2025.

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: 02 out. 2024.

CORREA, A. R.; DE AQUINO ARANTES, C. R.; CAMILI, E. C.; GUIMARÃES, S. C. *Portulaca oleracea* L.: genotypes phenology and thermal sum in tropical climate. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 16, n. 1, p. 1-17, fev. 2023. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view>. Acesso em: 09 ago. 2024.

DA SILVA, Letícia Teodósio; GONÇALVES, Thaís Paula Rodrigues; DUARTE, Ana Carolina Oliveira. Análise fitoquímica e potencial antioxidante do extrato das folhas de *Anadenanthera colubrina*.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, Mar. 1960. Disponível em: <https://pubs.cif-ifc.org/doi/10.5558/tfc36010-1>. Acesso em: 09 ago. 2024.

DURIGON, Jaqueline et al. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): da construção de um conceito à promoção de sistemas de produção mais diversificados e resilientes. *Revista*

Brasileira de Agroecologia. V.18 N. 1, 2023. Issn 1980-9735. Publicado em 15 de fevereiro de 2023. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.33240/rba.v18i1.23722>. Acesso em 12 out. 2024.

EGEA, M. B.; MARCIONILIO, S. M. L. A biodiversidade como fonte de compostos bioativos: moléculas e aplicações. Rio Verde, GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, jan. 2022. 112 p. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano>. Acesso em: 14 out. 2024.

FEITOZA, Marilua de Carvalho; COFFANI-NUNES, João Vicente; DORACENZI, Eduardo Lopes; NASCIMENTO, Ana Paula Branco do. Consumo de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) e suas contribuições para a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), Vale do Ribeira, São Paulo. **Scientific Journal ANAP**, [S. l.], v. 1, n. 4, 2023. Disponível em: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap/article/view/4002>. Acesso em: 22 dez. 2025.

FERREIRA, M. V. N.; PEREIRA, R. Y. F.; SILVA, R. O.; DOIHARA, I. P. Resíduo de café e casca de ovo na produção de mudas de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). **Global Science and Technology**, Chapadinha, v. 13, n. 2, p. 169-185, nov.2020. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/4242>. Acesso em: 09 ago. 2024.

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

FILGUEIRA F. A. R. Manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, Viçosa, MG, fev. 2012. 402 p. Disponível em: <https://www.editoraufv.com.br/produto/novo-manual-de-olericultura>. Acesso em: 09 out. 2024.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. nov. 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, nov. 2001. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-08042002-094507/pt-br.php>. Acesso em: 5 nov. 2024.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. Viçosa: Editora UFV, Viçosa, MG, mai. 2013, 116 p. Disponível em: <https://editoraufv.plataformaneo>. Acesso em: 10 out. 2024.

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

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. American Society for Quality, **Alexandria**, VA, v. 11, n. 1, p. 1-21, Feb. 1969. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/AD0781499.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

GUPTA H, RAJ J, RATHI A, SUNDARAM E, KUMAR S, MANCHANDA R. Morfoanatomia da folha, caule e raiz de *Alternanthera sessilis* (L.) R. Br. ex DC e *Alternanthera pungens* Kunth (Amaranthaceae) e sua importância na identificação de medicamentos. *Indian J Res Homoeopathy* 2012; 6:1-7. doi: 10.53945/2320-7094.1700.

KAUR, HARMANJIT; GREGER, MARIA. A review on Si uptake and transport system. *Plants*, v. 8, n. 4, p. 81, 2019.

KELEN, M. E. B.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C. K.; BRACK, P.; SILVA, D. B. Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, jul. 2015. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/viveiros>. Acesso em: 09 ago. 2024.

KORNDÖRFER, G. & SOUZA, S. R. Elementos benéficos. In: FERNANDES, Manlio Silvestre; SOUZA, Sônia Regina de; SANTOS, Leandro Azevedo (2018). *Nutrição Mineral de Plantas*, cap. 15, 563-599.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. Plantas Alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo, Instituto Plantarum de Estudos da Flora, ago. 2014. 768 p. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003104985>. Acesso em: 1 ago. 2024.

KRAUSE, M. R.; MONACO, P. A.; HADDAD, I. R.; MENEGHELLI, L. A.; SOUZA, T. D. Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 305-310, abr. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/RbfXYsH7Ch5sjSH5bt>. Acesso em: 09 ago. 2024.

LIBERALESSO, Andréia Maria; OLIVEIRA, Letícia. Plantas alimentícias não convencionais (PANC): uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, [S. l.], v. 3, p. 122-136, 2020. DOI: 10.70151/0mt07276. Disponível em: <https://rbpm.emnuvens.com.br/revista/article/view/54>. Acesso em: 22 dez. 2025.

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. Disponível em: <https://environmentalsmoke.com.br>. Acesso em: 09 ago. 2024.

MADEIRA, N. R.; BOTREL, N.; AMARO, G. B.; MELO, R. A. C. Mangarito: sabor de tradição. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 33, n. 3, p. 395-399, jul. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/VP3hmRKQkqgPtMXwj>. Acesso em: 16 out. 2024.

MARCINIK, Yuri F. Guerra entre Rússia e Ucrânia pode afetar o agronegócio brasileiro. **Periódico UEPG**, Ponta Grossa, PR, abr. 2022. Disponível em: <https://periodico.sites.uepg.br/index.php/todasasnoticias/240economia/2625guerra-entre-russia-e-ucrania-pode-afetar-o-agronegocio-brasileiro>. Acesso em: 17 ago. 2024.

MORAES, J. P., LIMA, V. R., & ALVES, R. M. (2021). Planejamento da adubação em cultivos de hortaliças: Teoria e prática. *Horticultura Brasileira*, 17(1), 89-97.

MUDA, Strayker Ali; LAKITAN, Benyamin; WIJAYA, Andi; SUSILAWATI, Susilawati. Response of Brazilian spinach (*Alternanthera sissoo*) to propagation planting material and NPK fertilizer application. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 52, e72730, 2022. DOI: 10.1590/1983-40632022v5272730.

OLIVEIRA, A. C., & SANTOS, M. E. (2019). A importância da adubação na qualidade das hortaliças. *Agricultura e Nutrição*, 11(4), 203-214.

POLYZOS, N.; PASCHOALINOTTO, B. H.; COMPOCHOLI, M.; DIAS, M. I.; BARROS, L.; PETROPOULOS, S. A. Impacto do tipo de produção agrícola sobre as partes comestíveis de beldroegas (*Portulaca oleracea* L.). In: **ENCONTRO NACIONAL COM A CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM PORTUGAL**, jul. 2022, Lisboa. Anais [...]. Lisboa: Ciência 22, Lisboa, PT, 2022. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/25637>. Acesso em: 08 jan. 2024.

SALLES, J. S.; STEINER, F.; ABAKER, J. E. P.; FERREIRA, T. S.; MARTINS, G. L. M. Resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n2, p. 35-40, abr./jun. 2017. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php>>. Acesso em: 12 jan. 2024.

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.

SELEIMAN, M. F.; AL-SUHAIBANI, N.; ALI, N.; AKMAL, M.; ALOTAIBI, M.; REFAY, Y.; DINDAROGLU, T.; ABDUL-WAJID, H. H.; BATTAGLIA, M. L. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants*, Basel, v. 10, n. 2, p. 259, 2021. DOI: 10.3390/plants10020259.

SHAO, SILIANG; WANG, YUCHEN; JU, SHUMING. Effects of silicon on the germination, growth and physiology activity of *Zea mays* L. seedlings under PH stress. *Journal of Plant Nutrition*, v. 42, n. 2, p. 153-163, 2019.

SHARMA; DR. RAKESH BHARGAVA; DR. DIPALI GUPTA. Examinando a Diversidade Genética no Espinafre (*Spinacia oleracea* L.) através da Análise de Características Morfológicas Seleccionadas. *Journal for ReAttach Therapy and Developmental Diversities*, [S. l.], v. 6, n. 5s, p. 1051–1057, 2023. DOI: 10.53555/jrtdd.v6i5s.2305. Disponível em: <https://jrtdd.com/index.php/journal/article/view/2305>. Acesso em: 13 jan. 2026.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Oxford, UK, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, Dec. 1965. Disponível em: <https://academic.oup.com/biomet/article-abstract/52/3-4/591>. Acesso em: 19 jan. 2024.

SILVA, P. L.; LIMA, D. V. T.; SILVA, G. M. B. PANCs - plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environmental Smoke**, João Pessoa, PB, v. 2, n. 2, p. 102-111, jul. 2019. Disponível em: <https://environmentalsmoke.com.br>. Acesso em: 22 set. 2024.

SILVA, L. F., MENDES, C. A., & FERREIRA, P. R. (2020). Nutrição e adubação de hortaliças: Principais nutrientes e práticas recomendadas. *Revista Brasileira de Horticultura*, 15(2), 123-135.

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.

ULIAN, T., DIAZGRANADOS, M., PIRONON, S., PADULOSI, S., LIU, U., DAVIES, L., HOWES, M.J.R., BORRELL, J.S., ONDO, I., PÉREZ-ESCOBAR, O.A., SHARROCK, S., 2020. Unlocking plant resources to support food security and promote sustainable agriculture. *Plants People Planet* 2 (5), 421–445. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10145>.

APÊNDICES

APENDICE A – Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	5	1655,65	331,13	24,90**
Erro	54	717,92	13,29	
Total	59			
CV (%)	16,11			

**Significativo a 5%

APENDICE B – Resumo da análise de variância para a variável número total de brotos (NTB), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	5	6174,75	1234,95	24,40**
Erro	54	2732,90	50,60	
Total	59			
CV (%)	40,31			

**Significativo a 5%

APENDICE C – Resumo da análise de variância para a variável número total de folhas (NTF), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	5	1537749,68	307549,93	16,26**
Erro	54	1020906,90	18905,68	
Total	59			
CV (%)	39,92			

**Significativo a 5%

APENDICE D – Resumo da análise de variância para a variável área foliar (AF), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	5	97,00	19,40	57,98**
Erro	54	18,06	0,33	
Total	59			
CV (%)	15,43			

**Significativo a 5%

APENDICE E – Resumo da análise de variância para a variável massa fresca da parte aérea (MFPA), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	5	78698,26	15739,65	12,42**
Erro	54	68414,22	1266,93	
Total	59			
CV (%)	54,39			

**Significativo a 5%

APENDICE F – Resumo da análise de variância para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	5	4966,04	993,20	19,51**
Erro	54	2748,70	50,90	
Total	59			
CV (%)	56,48			

**Significativo a 5%

APENDICE G – Resumo da análise de variância para a variável teor de cinzas, de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	5	189,98	37,99	429,04**
Erro	18	1,59	0,08	
Total	23			
CV (%)	1,99			

**Significativo a 5%

APENDICE H – Resumo da análise de variância para a variável teor de proteínas, de espinafre-da-amazônia. Rio Branco, Acre, 2026.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	5	352,14	70,42	258,73**
Erro	18	4,89	0,27	
Total	23			
CV (%)	7,76			

**Significativo a 5%