

MÁRCIO CHAVES DA SILVA



**PRODUTIVIDADE E FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS
ESPONTÂNEAS NO CULTIVO DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA**

Alternanthera sessilis (L.) R.Br. ex DC.

RIO BRANCO - AC

2024

MÁRCIO CHAVES DA SILVA

**PRODUTIVIDADE E FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS
ESPONTÂNEAS NO CULTIVO DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA**

***Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.**

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

Orientadora: Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira

RIO BRANCO - AC

2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

- S586p Silva, Márcio Chaves da, 1994 -
Produtividade e fitossociologia de plantas espontâneas no cultivo de
espinafre da Amazônia *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. / Márcio Chaves
da Silva; orientadora: Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira. – 2024.
150 f. :il; 30 cm.
- Tese (Doutorado) – 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. Qualidade de mudas. 2. Substratos orgânicos. 3. Produção de plantas. I.
Ferreira, Regina Lúcia Félix. II. Título.

CDD: 338.1

MÁRCIO CHAVES DA SILVA

**PRODUTIVIDADE E FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS
ESPONTÂNEAS NO CULTIVO DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA**
Alternanthera sessilis (L.) R.Br. ex DC.

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

APROVADA em 28 de fevereiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 REGINA LUCIA FELIX FERREIRA
Data: 06/03/2024 11:21:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira (Presidente)
Universidade Federal do Acre - UFAC

Documento assinado digitalmente
 CLEVERSON AGUIRO DE CARVALHO
Data: 05/03/2024 12:36:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Cleverson Agueiro de Carvalho (Membro)
Universidade Federal do Acre - UFAC

Documento assinado digitalmente
 GEAZI PENHA PINTO
Data: 05/03/2024 19:36:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Geazi Penha Pinto (Membro)
Instituto Federal do Acre - UFAC

Documento assinado digitalmente
 SANDRA BEZERRA DA SILVA
Data: 05/03/2024 23:16:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Sandra Bezerra da Silva (Membro)
Secretaria Municipal de Agricultura

Documento assinado digitalmente
 THAYS LEMOS UCHOA
Data: 06/03/2024 10:02:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Thays Lemos Uchoa (Membro)
Agro Com Elas

*Aos meus amados pais
Marcos Antônio Bezerra da Silva e Edmilza de Souza Chaves
Pelo apoio oferecido em minha formação acadêmica*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e a meus pais pela vida.

Aos meus familiares, meus pais Edmilza de Souza Chaves e Marcos Antônio Bezerra da Silva e irmã Márcia Chaves da Silva, além de avós, tios e primos, pelo apoio e suporte nesta jornada de conhecimento.

A minha amada orientadora, Professora Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira, pelo incentivo, apoio, confiança, disponibilidade e dedicação ao longo deste período de doutorado, que além de uma excelente e exemplar orientadora, é minha segunda mãe.

A minha namorada Bárbara Barbosa Mota, companheira de pesquisa e de vida, que foi o suporte de força e sabedoria para continuar trilhando o árduo caminho do conhecimento.

Aos amigos, orientados e estagiários, Alessandra Torres, Camila Freire, Cleverson Carvalho, Izabel Melo, Jardeson Kennedy, Joaes Alves, Nárcya Trindade, Nilton César, Paula Moura, Roger Ventura, Ryan Feitosa, Saulo Nascimento e Wendrio Melo, vocês foram muito importante nesta jornada.

A minha sogra Socorro Mota, que me incentivou enfrentar os desafios e perseverar em minha jornada acadêmica.

Aos professores da Pós-graduação em Produção Vegetal por todos os ensinamentos.

A Universidade Federal do Acre e ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal pela oportunidade de dar continuidade à minha formação acadêmica. Sinto-me honrado pela possibilidade de ampliar meus conhecimentos.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

Aos membros da banca examinadora por se disporem a ler, avaliar e contribuir para a melhoria da qualidade deste trabalho.

Por fim, mas não menos importante, a minha vó paterna Maria José Bezerra da Silva e vô materno Milton Martins Chaves, que mesmo não estando mais neste plano, acreditaram um dia em meu sonho e estão sempre comigo na memória e coração.

Enfim, a todos que mesmo não tendo seus nomes mencionados, tornaram isso possível e torcem pelo meu êxito pessoal e profissional.

Meu muito obrigado.

“Reconhece a queda, mas não desanima, levanta sacode a poeira e dá a volta por cima.”

Elza Soares

RESUMO

O espinafre da Amazônia é uma espécie de hortaliça classificada como planta alimentícia não convencional, apresenta alto potencial de uso, principalmente pelas excelentes propriedades nutricionais. O trabalho realizado com espinafre da Amazônia resultou em 6 capítulos, sendo o primeiro capítulo uma revisão de literatura e os demais divididos em etapas experimentais da produção de mudas e cultivo da espécie. Todos os experimentos foram realizados na horta experimental da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, no período de abril de 2022 a julho de 2023. O experimento 1 (capítulo II) teve como objetivo avaliar a qualidade de mudas de espinafre da Amazônia propagadas por estacas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos e sete blocos. Os tratamentos foram o número de nós por estaca, onde: T1 = estaca com 1 nó, T2 = estaca com 2 nós e T3 = estaca com 3 nós. Foram avaliados: altura, diâmetro do caule, comprimento e largura foliar, número de brotações, número e comprimento de raízes, massa fresca da parte aérea e de raízes, massa seca da parte aérea e de raízes, massa fresca e seca total, e calculado o índice de qualidade de Dickson. Estacas com 3 nós proporcionam formação de mudas de qualidade para o espinafre da Amazônia. O experimento 2 (capítulo III) teve como objetivo avaliar a qualidade de mudas de espinafre da Amazônia produzidas em substratos alternativos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram os diferentes substratos, onde: T1 = substrato de palheira, T2 = substrato palheira com carvão, T3 = substrato comercial, T4 = substrato comercial + substrato de palheira e T5 = substrato comercial + substrato palheira com carvão. Foram avaliados: altura, diâmetro, comprimento e largura foliar, número de brotações e folhas, comprimento de raízes, massa fresca da parte aérea e de raízes, massa seca da parte aérea e de raízes e calculado o índice de qualidade de Dickson. Os substratos palheira com carvão e palheira pura, quando em mistura ao comercial é uma alternativa a produção de mudas de qualidade para o espinafre da Amazônia. O experimento 3 (capítulo IV) teve como objetivo avaliar o rendimento de plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas com diferentes índices de qualidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições. Os tratamentos foram as mudas produzidas de estacas com diferentes números de nós, sendo: T1 = 1 nó, T2 = 2 nós e T3 = 3 nós. Foram avaliados: Altura, diâmetro, número de brotações e de folhas, largura e comprimento foliar, massa fresca da parte aérea e das raízes, massa seca da parte aérea e de raízes, e produtividade. Plantas cultivadas a partir de mudas produzidas com 3 nós proporcionaram maior rendimento para o espinafre da Amazônia. O experimento 4 (Capítulo

V) teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo de espinafre da Amazônia cultivado em sistema orgânico sob coberturas alternativas do solo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos foram as coberturas alternativas do solo, sendo: solo sem cobertura (testemunha), folhas de jambo, palha de capim, casca de arroz e casca de castanha. Foram avaliadas: altura, diâmetro, área da copa, número de folhas, comprimento e largura foliar, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, produtividade, número de indivíduos e massa seca das plantas espontâneas. O uso de cobertura alternativa no solo proporciona desempenho produtivo superior em plantas de espinafre da Amazônia. O experimento 5 (Capítulo 6) teve como objetivo realizar um estudo fitossociológico na comunidade de plantas infestantes em cultivo orgânico de espinafre da Amazônia. Para amostragem foi utilizado o método do quadrado, com amostra de 0,5 m x 0,5 m, lançada vinte vezes. As espécies de plantas daninhas foram quantificadas e identificadas, seguido dos cálculos: densidade, densidade relativa, frequência, frequência relativa, abundância, abundância relativa, massa seca relativa, índice de valor de importância e importância relativa. As espécies de maior importância no cultivo foram *Digitaria horizontalis*, *Phyllanthus amarus*, *Amaranthus blitum* e *Acalypha alopecuroidea*.

Palavras-chave: Qualidade de mudas. Substratos orgânicos. Produção de plantas. Coberturas alternativas de solo. Plantas infestantes.

ABSTRACT

Amazonian spinach is a species of vegetable classified as a non-conventional food plant and has a high potential for use, mainly due to its excellent nutritional properties. The work carried out with Amazon spinach resulted in 6 chapters, the first chapter being a literature review and the others divided into experimental stages of seedling production and cultivation of the species. All experiments were carried out in the experimental unit of the Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, from April 2022 to July 2023. Experiment 1 (chapter II) aimed to evaluate the quality of propagated Amazon spinach seedlings by cuttings. The experimental design was in randomized blocks, with three treatments and seven blocks. The treatments were the number of nodes per cutting, where: T1 = cutting with 1 node, T2 = cutting with 2 nodes and T3 = cutting with 3 nodes. The following were evaluated: height, stem diameter, leaf length and width, number of shoots, number and length of roots, fresh mass of shoots and roots, dry mass of shoots and roots, total fresh and dry mass, and calculated the Dickson quality index. Cuttings with 3 nodes provide quality seedling formation for Amazon spinach. Experiment 2 (chapter III) aimed to evaluate the quality of Amazon spinach seedlings produced in alternative substrates. The experimental design was in randomized blocks, with five treatments and four replications. The treatments were different substrates, where: T1 = palm substrate, T2 = palm substrate with charcoal, T3 = commercial substrate, T4 = commercial substrate + palm substrate and T5 = commercial substrate + palm substrate with charcoal. The following were evaluated: height, diameter, leaf length and width, number of shoots and leaves, root length, fresh mass of shoots and roots, dry mass of shoots and roots and the Dickson quality index was calculated. The palm substrates with charcoal and pure palm, when mixed with commercial substrates, are an alternative to the production of quality seedlings for Amazon spinach. Experiment 3 (chapter IV) aimed to evaluate the yield of Amazon spinach plants grown from seedlings with different quality indices. The experimental design was completely randomized, with three treatments and ten replications. The treatments were seedlings produced from cuttings with different numbers of nodes, being: T1 = 1 node, T2 = 2 nodes and T3 = 3 nodes. The following were evaluated: Height, diameter, number of shoots and leaves, leaf width and length, fresh mass of shoots and roots, dry mass of shoots and roots, and yields. Plants grown from seedlings produced with 3 nodes provided higher yields for Amazon spinach. Experiment 4 (Chapter V) aimed to evaluate the productive performance of Amazonian spinach grown in an organic system under alternative soil covers. The experimental design was in randomized blocks, with four replications and five treatments. The treatments were alternative soil covers, including: bare

soil (control), jambo leaves, grass straw, rice husks and chestnut husks. The following were evaluated: height, diameter, crown area, number of leaves, leaf length and width, fresh mass of the aerial part, dry mass of the aerial part, productivity, number of individuals and dry mass of spontaneous plants. The use of alternative soil cover provides superior productive performance in Amazon spinach plants. Experiment 5 (Chapter 6) aimed to carry out a phytosociological study on the weed community in organic cultivation of Amazon spinach. For sampling, the square method was used, with a sample measuring 0.5 m x 0.5 m, launched twenty times. Weed species were quantified and identified, followed by the calculations: density, relative density, frequency, relative frequency, abundance, relative abundance, relative dry mass, importance value index and relative importance. The most important species in cultivation were *Digitaria horizontalis*, *Phyllanthus amarus*, *Amaranthus blitum* and *Acalypha alopecuroidea*.

Keywords: Seedling quality. Organic substrates. Plant production. Alternative ground covers. Weedy plants.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Famílias, classes, espécies botânicas e nome popular de plantas espontâneas no cultivo orgânico espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	129
--	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Análise de correlação entre as variáveis estudadas para as mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022.....	52
Figura 2 - Análise de componentes principais das variáveis associadas a formação das mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022.....	53
Figura 3 - Índice de Qualidade de Dickson em mudas de espinafre da Amazônia, produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022.....	68
Figura 4 - Análise de correlação entre as variáveis de resposta estudadas para as mudas de espinafre da Amazônia produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022.....	69
Figura 5 - Análise de componentes principais associadas a formação e o crescimento das mudas de espinafre da Amazônia cultivada com uso de diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022.....	70
Figura 6 - Temperatura mínima, temperatura máxima e umidade relativa do ar na casa de vegetação para os meses de condução do experimento. Rio Branco, AC, 2023.....	81
Figura 7 - Rendimento de plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas de estacas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023.....	89
Figura 8 - Análise de correlação entre as variáveis de resposta estudadas para plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023.....	91
Figura 9 - Análise de componentes principais das variáveis associadas a formação das plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas de estacas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023.....	93
Figura 10 - Número plantas espontâneas (NPE) e massa seca das plantas espontâneas (MSPE) em cultivo orgânico de espinafre da Amazônia sob coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	105
Figura 11 - Análise de componentes principais das variáveis associadas as plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	112
Figura 12 - Precipitação acumulada, temperatura média, umidade relativa do ar nos meses de condução do experimento. Rio Branco, AC, 2023.....	114
Figura 13 - Análise de correlação entre as variáveis de resposta estudadas para plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	116

Figura 14 - Percentual das famílias botânicas encontradas em área de cultivo orgânico de espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	130
Figura 15 - Densidade de plantas (plantas m ⁻²) e rendimento de biomassa das principais plantas espontâneas no cultivo orgânico espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	131
Figura 16 - Índice de valor de importância (IVI - %) e importância relativa (IR - %) das principais plantas espontâneas no cultivo orgânico espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comprimento foliar (CF), largura foliar (LF), diâmetro do coleto (DC), altura da planta (ALT), número total de brotações (NTB), número total de folhas (NTF), número total de raízes (NTR) e comprimento de raízes (CR) de mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022	49
Tabela 2 - Massa fresca da parte aérea (MFPA), Massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca da raiz (MSR), Massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022.....	50
Tabela 3 - Substratos utilizados. Rio Branco, AC, 2022.....	63
Tabela 4 - Análise de correlação entre as variáveis de resposta estudadas para as mudas de espinafre da Amazônia produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022	66
Tabela 5 - Altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento foliar (CF), largura foliar (LF) número total de brotações (NTB) e comprimento de raiz (CR) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022	67
Tabela 6 - Altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2023	85
Tabela 7 - Altura da planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), número total de brotações (NTB), número total de folhas (NTF), Comprimento foliar (CF) e largura foliar (LF) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023.....	87
Tabela 8 - Massa fresca da Parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023	88
Tabela 9 - Altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), área de copa (AC), número total folhas (NTF), comprimento foliar (CF) e largura foliar (LF) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	109
Tabela 10 - Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade (PROD) e rendimento (REND) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	110

Tabela 11 - Densidade relativa (Dr - %), Frequência relativa (Fr - %), abundância relativa (AbR - %) e massa seca relativa (MsR - %) das principais plantas daninhas no cultivo orgânico espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	133
--	-----

LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE A - Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento foliar (CF), largura foliar (LF) e número total de brotações (NTB) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2023..... 138
- APÊNDICE B - Resumo da análise de variância para número total de folhas (NTF), número total de raízes (NTR), comprimento de raízes (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca de raízes (MFR) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022..... 138
- APÊNDICE C - Resumo da análise de variância para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022..... 139
- APÊNDICE D - Resumo da análise de variância para Altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento foliar (CF), largura foliar (LF) e número total de brotações (NTB) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022..... 139
- APÊNDICE E - Resumo da análise de variância para número total de folhas (NTF), comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca de raízes (MFR) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022..... 140
- APÊNDICE F - Resumo da análise de variância para massa seca de raízes (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022..... 140
- APÊNDICE G - Resumo da análise de variância para altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2023..... 141
- APÊNDICE H - Resumo da análise de variância para Altura da planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), número total de brotações (NTB), número total de folhas (NTF), Comprimento foliar (CF) e largura foliar (LF) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023..... 141
- APÊNDICE I - Resumo da análise de variância Massa fresca da Parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e produtividade (PROD) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023..... 142

APÊNDICE J - Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), área de copa (AC) e número total folhas (NTF) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	142
APÊNDICE K - Resumo da análise de variância para comprimento foliar (CF), largura foliar (LF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade (PROD) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	143
APÊNDICE L - Resumo da análise de variância para número de indivíduos (NI) e massa seca das plantas espontâneas (MSPE) em área cultivo orgânico de espinafre da Amazônia sob coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	143
APÊNDICE M - Plantas matrizes de espinafre da Amazônia cultivadas em canteiro sob condição de estufa. Rio Branco, AC, 2022.....	144
APÊNDICE N - Estacas de espinafre da Amazônia com presença de um nó (A), dois nós (B), três nós (C) e mudas formadas com 30 dias de cultivo. Rio Branco, AC, 2022.....	144
APÊNDICE O - Etapas de avaliação em mudas de espinafre da Amazônia, com medição de altura da planta (A), aferimento de diâmetro do caule (B), medidas de comprimento e largura foliar (C), medição de comprimento de raízes (D) e pesagem de massa fresca em balança de precisão (E). Rio Branco, AC, 2022....	145
APÊNDICE P - Etapas de avaliação em mudas de espinafre da Amazônia, com realização de pesagem de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B). Rio Branco, AC, 2022.....	146
APÊNDICE Q - Etapas de seleção das estacas com 1 nó (A), 2 nós (B), 3 nós (C), formação das mudas (D) e cultivo em vaso das plantas de espinafre da Amazônia(E). Rio Branco, AC, 2023.....	147
APÊNDICE R - Registro de cultivo orgânico de espinafre da Amazônia com uso de coberturas alternativas de solo (A), com presença ocasional de lagarta na plantas (B, C) . Rio Branco, AC, 2023.....	148
APÊNDICE S - Revolvimento do solo (A), incorporação da matéria orgânica (B), transplântio das mudas e incorporação das coberturas alternativas de solo (C) e plantas de espinafre da Amazônia após 40 dias de cultivo. Rio Branco, AC, 2023.....	149
APÊNDICE T - Coleta de amostras de plantas espontâneas (A) e plantas espontâneas desenvolvidas (B e C) no cultivo orgânico de espinafre da Amazônia sob coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023.....	150

LISTA DE ABREVIATURAS

Ab	Abundância
AbR	Abundância relativa
AC	Área de copa
ALT	Altura de planta
CF	Comprimento foliar
Corr	Correlação
CR	Comprimento de raiz
CV	Coefficiente de variação
D	Densidade
DC	Diâmetro do coleto
Dr	Densidade relativa
F	Frequência
Fr	Frequência relativa
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IQD	Índice de qualidade de Dickson
IR	Importância relativa
IVI	Índice de valor de importância
LF	Largura foliar
MFPA	Massa fresca da parte aérea
MFR	Massa fresca de raiz
MFT	Massa fresca total
MSPE	Massa seca de plantas espontâneas
MsR	Massa seca relativa
MST	Massa seca total
NPE	Número de plantas espontâneas
NTB	Número total de brotações
NTF	Número total de folhas
NTR	Número total de raízes
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
PCA	Análise de Componentes Principais (<i>Principal Component Analysis</i>)
PROD	Produtividade
REND	Rendimento

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA	20
1. INTRODUÇÃO GERAL	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE <i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R.Br. ex DC.	22
2.2 PRODUÇÃO DE MUDAS E AVALIAÇÃO DE QUALIDADE	24
2.3 ASPECTOS GERAIS NA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS	26
2.4 COBERTURA MORTA	28
2.5 PLANTAS ESPONTÂNEAS	31
REFERÊNCIAS	35
CAPÍTULO II - QUALIDADE DE MUDAS DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA (<i>Alternanthera sessilis</i> L.) PROPAGADAS POR ESTACAS	41
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
3.1 EFEITO DA ESTACA NA FORMAÇÃO DAS MUDAS	49
3.2 MATRIZ DE CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	51
4 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO III - SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA	59
1. INTRODUÇÃO	62
2. MATERIAL E MÉTODOS	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
3.1 EFEITO DO SUBSTRATO NA FORMAÇÃO DAS MUDAS	66
3.2 MATRIZ DE CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	68
4 CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS	73
CAPÍTULO IV - RENDIMENTO DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA CULTIVADOS A PARTIR DE MUDAS COM DIFERENTES ÍNDICES DE QUALIDADE	75
1. INTRODUÇÃO	78
2. MATERIAL E MÉTODOS	81
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	85

3.1 EFEITO DA QUALIDADE DAS MUDAS NO RENDIMENTO DAS PLANTAS	85
3.2 CORRELAÇÃO MÚLTIPLA E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	91
4. CONCLUSÕES	95
REFERÊNCIAS	96
CAPÍTULO V - PRODUTIVIDADE DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA CULTIVADO EM SISTEMA ORGÂNICO SOB COBERTURAS ALTERNATIVAS DO SOLO	99
1. INTRODUÇÃO	102
2. MATERIAL E MÉTODOS	105
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
3.1 EFEITO DA COBERTURA DE SOLO NA FORMAÇÃO DAS PLANTAS	109
3.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E MATRIZ DE CORRELAÇÃO	114
4 CONCLUSÕES	118
REFERÊNCIAS	119
CAPÍTULO VI - FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS EM CULTIVO ORGÂNICO DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA	122
1. INTRODUÇÃO	125
2. MATERIAL E MÉTODOS	127
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	129
4. CONCLUSÕES	135
REFERÊNCIAS	136
APÊNDICES	138

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1 INTRODUÇÃO GERAL

As hortaliças são alimentos essenciais na nutrição e saúde humana, pois desempenham papel significativo como fonte de vitaminas (A, C e K), minerais (ferro e potássio), fibras e antioxidantes, sendo seu consumo regular associado a redução de doenças cardíacas, diabetes e certos tipos de câncer (Yahia *et al.*, 2019). Ainda, as hortaliças são importantes para garantia da segurança alimentar e nutricional, pois apresentam ampla diversidade de espécies, sendo ricas fontes de nutrientes. Além destes benefícios, a capacidade adaptativa oportunizada pela diversidade de espécies, auxilia no fornecimento constante de alimentos e cultivo por pequenos produtores, reduzindo a dependência de importação de alimentos e contribuindo com a economia local (Schreinemachers *et al.*, 2018; White; Gleason, 2022).

No entanto, com as mudanças climáticas e a intensificação ocorrência de eventos extremos, como altas temperaturas, geadas, secas e inundações, intensificando assim a degradação dos ambientes, promovendo impactos negativos na produção e qualidade agrícola, resultando no aumento de preço dos alimentos, elevando a insegurança alimentar e nutricional (Arora, 2019; Fuglie, 2021; Malhi *et al.*, 2021). Dentre as espécies agrícolas mais afetadas pelas mudanças climáticas estão as hortaliças, principalmente pelas suas características, impactadas na diversidade, produtividade e na qualidade (Ayyogari *et al.*, 2014). Neste contexto, além das técnicas estabelecidas, a utilização de espécies alternativas e resistentes as mudanças climáticas é interessante, como as plantas alimentícias não convencionais (PANCs).

As PANCs são um grupo diversificado de espécies, não sendo comumente utilizada na alimentação tradicional ou mesma produzida comercialmente, crescendo espontaneamente nos ambientes (Gabam; Borges, 2020). Essas plantas são rústicas, adaptam-se facilmente as condições climáticas, ainda atendendo as questões de diversidades, nutricionais e sociais, podendo ser fonte de alimento em regiões onde o cultivo de plantas convencionais é dificultado. Muitas destas espécies são adaptadas a condições específicas, podendo ser cultivada com menor necessidade de recursos, como água e fertilizantes, a exemplo das espécies de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.), vigreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* L.), entre outras inúmeras espécies (Kinnup; Lorenzi, 2014; Padilha *et al.*, 2023).

Dentre as espécies PANCs, destaca-se o espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.), hortaliça folhosa, herbácea, perene de clima tropical e nativa da região Amazônica. A planta é propagada exclusivamente por estaca, apresentando rápido crescimento

e desenvolvendo eficazmente em ambientes de sombra moderada, adaptando-se ao pleno sol (Kinnup; Lorenzi, 2014; Cordeiro, 2020). A espécie apresenta alto potencial de uso alimentício e farmacológico, destacando-se pelas excelentes propriedades nutricionais, em especial o alto percentual de proteína, que chega a 25% (Aragão Júnior *et al.*, 2023). Entretanto, apesar do alto potencial de utilização, existe necessidade de pesquisas específicas sobre propagação, cultivo e técnicas de manejo, facilitando assim a produção e uso da espécie.

A produção e utilização de mudas de qualidade no estabelecimento de cultivos é fundamental para o sucesso das lavouras de hortaliças, influenciando diretamente na produção final (Souza *et al.*, 2020; Gallegos Cedillo *et al.*, 2021). Alguns fatores atuam diretamente na formação das mudas, como substrato, luminosidade, nutrição, qualidade de material propagativo, entre outros, influenciando em todo processo de formação. Logo, o aperfeiçoamento destes fatores são fundamentais para obtenção de mudas de qualidade, possibilitando menores custos e maior qualidade das mudas, conseqüentemente auxiliando no rendimento final (Souza; Resende, 2014; Favarato *et al.*, 2022).

Associado as técnicas de produção de mudas, outras práticas de cultivo auxiliam na obtenção de maiores produtividade e qualidade das hortaliças, como o uso de cobertura morta no solo (Ahmad *et al.*, 2022). O uso de cobertura morta mostra-se uma prática eficiente, favorecendo as condições de cultivo, proporcionando inúmeros benefícios, dentre os principais o controle de plantas infestantes, manutenção da umidade, regulação da temperatura e proteção contra erosões no solo. Adicionalmente, caso a cobertura morta seja orgânica, ocorre ainda a incorporação de matéria orgânica e adição de nutrientes no solo à medida que os materiais se decompõe, favorecendo a atividade biológica (Ngsong *et al.*, 2019; El-Beltagi *et al.*, 2020).

O uso de materiais orgânicos em cobertura morta no solo são opções interessantes, observado os inúmeros benefícios, como facilidade de obtenção e aplicação (Ngsong *et al.*, 2019; Ahmad *et al.*, 2022). Inúmeros materiais podem ser utilizados, como folhas, serragem, cascas, entre outros, que são geralmente de baixo custo, e uma opção as coberturas plásticas, produto inorgânico e associado as grandes industriais agrícolas (Iqbal *et al.*, 2020). Entretanto, para uso eficiente desta prática são necessárias observações específicas, quanto ao comportamento e desenvolvimento das plantas, assim como utilização de práticas integradas de manejo.

Neste contexto, considerando a importância da elaboração de métodos de cultivo em hortaliças, especialmente nas espécies de plantas alimentícias não convencionais, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e fitossociologia de plantas espontâneas no cultivo de espinafre da Amazônia *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.) é uma hortaliça folhosa classificada como planta alimentícia não convencional, pertencente à família Amaranthaceae, com provável centro de origem no Brasil (Kinupp; Lorenzi, 2014). A planta é uma alternativa alimentícia as espécies convencionalmente utilizadas, destacando-se pelas suas características nutricionais, principalmente seu alto percentual de proteína.

2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.

Na classificação botânica, o espinafre da Amazônia pertence ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Caryophyllales, família Amaranthaceae, gênero *Alternanthera* e espécie *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. A família Amaranthaceae é composta por indivíduos cosmopolitas, com ampla faixa de distribuição, exceto para regiões com baixa temperatura, compreendendo aproximadamente 180 gêneros e 2500 espécies, sendo o gênero *Alternanthera* um dos com maior número de espécies, cerca de 80, sendo 36 espécies encontrada no Brasil. Composta principalmente por plantas com as características de ervas anuais e perenes, com algumas exceções, existindo arbustos e árvores (Souza; Lorenzi, 2012; Kinupp; Lorenzi, 2014; Senna, 2020).

O *A. sessilis* é uma espécie classificada como planta alimentícia não convencional (PANC), sendo uma erva perene de caráter herbáceo, seu crescimento é ereto e decumbente, podendo alcançar de 20 a 30 cm de altura, com caules ramosos, estriados, levemente pilosos e filotaxia oposta cruzada. Suas folhas são simples, coloração variado de verde claro ao escuro, possui tamanhos e formas irregulares (largura e comprimento entre 4 e 6 cm), ovaladas, lâmina ondulada e encarquilhadas. As flores da espécie são pequenas, aproximadamente 1 mm, sendo organizadas em inflorescências axilares do tipo glomero, séssil e de coloração branca, não ocorrendo formação de frutos (Kinupp; Lorenzi, 2014; Cordeiro, 2020; Senna, 2020)

A espécie apresenta uma distribuição cosmopolita, abrangendo principalmente regiões tropicais e subtropicais. Embora, possivelmente seu centro de origem seja no Brasil, o espinafre da Amazônia pode ser encontrado em diversos países do mundo, abrangendo regiões da América, África, Ásia e Oceania, demonstrando sua adaptação aos diversos ambientes. Observando a ampla distribuição geográfica, é possível ratificar a capacidade de adaptação da espécie, que tolera ambientes devoráveis como períodos de secas e inundações, com sua propagação facilitada em ambientes úmidos e sombreados (Kinupp; Lorenzi, 2014; Cordeiro, 2020).

A ampla distribuição geográfica do *A. sessilis* faz com que a mesma seja conhecida popularmente por diversas nomenclaturas, como espinafre da Amazônia, espinafre amazônico, espinafre brasileiro, alface dos pobres, alface samba e orelha de macaco, fazendo alusão ao possível centro de origem e suas características morfológicas. Na maioria das localidades, as plantas da espécie são encontradas espontaneamente em ambientes de solos úmidos e em habitats perturbados, sendo considerado plantas ervas daninhas em algumas culturas (Kinupp; Lorenzi, 2014).

O alto potencial de usos do espinafre da Amazônia decorre de suas características bioativas, em especial o alto teor de proteína, que pode chegar a 25% na composição da planta, além das diversidades de vitaminas, minerais, fibras e antioxidantes, entre outros compostos minoritários. Logo, observado o alto teor proteico e a diversidade de compostos importantes presentes nas plantas de espinafre da Amazônia, seu uso como fármacos, nutracêuticos, alimento funcional e medicina complementar, torna-se interessante seu cultivo, podendo a espécie ser uma alternativa para adquirir estes compostos, sendo facilitado pela ampla distribuição (Radhakrishnan *et al.*, 2015; Nikam; Namdas, 2022; Junior *et al.*, 2023).

Apesar do seu alto potencial de uso, atualmente seu consumo é realizado apenas por populações tradicionais, principalmente na região amazônica (AM e PA), onde são preferencialmente utilizada suas folhas em saladas ainda *in natura*, ou como componente de outros alimentos, como bolinhos, sopas e risotos. Sendo ainda tradicionalmente cultivada em pequenas hortas, canteiros suspensos, vasos ou latas, vendida raramente em maços frescos de folhas e brotos terminais, ocorrendo localmente em pequenas quantidades nas feiras regionais de algumas cidades amazônicas (Kinupp; Lorenzi, 2014; Cordeiro, 2020).

O cultivo do espinafre da Amazônia é realizado por estacas, onde seções do caule são retiradas de partes tenras, que é obtido de corte de um segmento do caule, removendo as folhas e brotações, contendo a estaca no mínimo um nó, local que sob induções emitirá as folhas e raízes. Alguns trabalhos científicos concluem que o número de nós presente na estaca modificam a qualidade das mudas da espécie, sendo que estaca de maiores tamanhos formam mudas de maior qualidade, com possibilidade ainda de cultivo em substratos distintos, incluindo materiais orgânicos que permita alta umidade (Kinupp; Lorenzi, 2014; Silva *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023).

A espécie é propagada pela técnica de estaquia, que pode suceder-se para formação de mudas e cultivo, ou diretamente cultivada no solo, com maior possibilidade de sucesso quando é utilizado de materiais com características físicas de baixa densidade e alta disponibilidade de nutrientes (Kinupp; Lorenzi, 2014). A *A. sessilis* tolera ambientes adversos de estresse, sendo

seu cultivo em sombra parcial que a espécie apresentará seu máximo rendimento, desde que em solo úmido e rico em matéria orgânica (Gomes *et al.*, 2020). O uso de fertilizantes, como nitrogênio podem ser aplicados, promovendo seu maior desenvolvimento e folhas com maiores dimensões, sendo ainda o uso de podas, estimulará seu crescimento e surgimento de novos ramos e folhas (Muda *et al.*, 2022; Junior *et al.*, 2023).

2.2 PRODUÇÃO DE MUDAS E AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

A produção de mudas é uma das etapas de maior importância no cultivo de hortaliças, sendo a qualidade das mudas produzidas determinantes na produtividade e qualidade das culturas, ainda interferindo na taxa de sobrevivência no transplante, ciclos de cultivo e prevenção de ocorrência para pragas e doenças (Filgueira, 2013). Alguns fatores influenciam diretamente na formação e qualidade das mudas, como a composição do substrato, qualidade e quantidade de luz, nutrição, qualidade das sementes e material propagativo, genética do material, recipientes de formação, além de outros fatores, que podem afetar especificamente em algumas características (Sediyama *et al.*, 2014; Favarato *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023).

A produção de mudas está relacionada a vários fatores durante seu processo de formação, devendo serem observados detalhado e integradamente, como a escolha do material propagativo, sendo preferencialmente selecionando materiais geneticamente superiores e livre de patógenos, características essenciais para um crescimento vigoroso, maior resistência a pragas e doenças. O substrato também é outro fator chave, deve oferecer as condições favoráveis a formação das mudas, como textura, porosidade e nutrição adequada. As condições ambientais, principalmente durante o crescimento inicial, como luminosidade, temperatura e umidade necessitam de ajustes, pois nesta fase, a maior sensibilidade. Além disso, a irrigação e a proteção contra pragas e doenças são essenciais, para evitar ocorrência de estresses, comprometendo o desenvolvimento (Filgueira, 2013; Sediyama *et al.*, 2014; Ronga *et al.*, 2021).

Alguns estudos relatam que a qualidade das mudas impactam em até 60% na produção final em cultivo de hortaliças, influenciando em todo o processo de desenvolvimento (Simões *et al.*, 2015; Araújo Neto *et al.*, 2017). A qualidade genética e sanidade das mudas também influem no desenvolvimento, atuando na taxa de sobrevivência, vigor de crescimento, resistência a doenças, além de uniformidade da produção. Plantas oriundas de mudas de alta qualidade propendem a desenvolvimento mais eficiente, resultando em plantas mais produtivas, embora outros fatores, como técnicas de manejo, condições climáticas e práticas de cultivo também desempenhem papéis essenciais (Filgueira, 2013; Ronga *et al.*, 2021).

A produção de mudas tem sido abordada em diversas pesquisas com espécies de hortaliças, investigando os principais fatores e sua influência no desenvolvimento das plantas, todavia objetivando o aprimoramento desenvolvimento de técnicas de cultivo, e a obtenção de mudas de alta qualidade, favorecendo assim a produtividade final. A exemplo, os trabalhos realizados com mudas em telas sombreamento na cultura da alface (Oliveira *et al.*, 2021), nutrição com silício em alface (Gonzaga *et al.*, 2020), material propagativo em espinafre da Amazônia (Silva *et al.*, 2023), substratos alternativos em chicória e espinafre da Amazônia (Souza *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2022) e combinação de estacas e substratos orgânicos em ora-pro-nóbis (Souza *et al.*, 2023).

Nas avaliações de desenvolvimento e qualidade das mudas, são frequentemente utilizadas as variáveis de altura da planta, diâmetro do coleto, comprimento de raiz, número de folhas, área foliar, massas frescas e secas de raízes e parte aérea, que embora expressem resultados interessantes, e avaliem individualmente as características biométricas, que mesmo observadas em conjunto, nem sempre os resultados obtidos expressam a real qualidade das mudas, sendo utilizados com mais precisão os índices biométricos, que correlacionam as variáveis (Gallegos-Cedillo *et al.*, 2021, Silva *et al.*, 2023).

Para avaliar a qualidade das mudas e aumentar a eficiência de aferição quanto ao crescimento e qualidade, alguns índices biométricos são frequentemente utilizados, adequando-se as características de cada espécie, estes correlacionam as principais variáveis que descrevem o crescimento das plantas, como os índices: raiz/parte aérea, altura/diâmetro, IQD, entre outros, aumentando assim a eficiência na avaliação das mudas e auxiliando na tomada de decisão, como seleção das melhores mudas em experimentos específicos (Medeiros *et al.*, 2016; Gallegos-Cedillo *et al.*, 2021).

Dentre estes índices biométricos citados, o índice de qualidade de Dickson (IQD) O índice de qualidade de Dickson, embora tenha sido proposto inicialmente para avaliar qualidade de mudas espécies florestais (Dickson *et al.*, 1969), tem sido constantemente empregado para avaliar a qualidade de mudas em hortaliças, considerado um excelente indicador de qualidade, pois o mesmo relacionam e integram os principais parâmetros de crescimento. O IQD destaca-se, pois, além de relacionar os parâmetros de crescimento, certifica a distribuição equilibrada da biomassa da parte e raízes, considerando a altura e o diâmetro das mudas (Medeiros *et al.*, 2016; Gallegos-Cedillo *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2023).

O índice de qualidade já foi utilizado na seleção de mudas de algumas espécies de hortaliças, como: espinafre da Amazônia (Silva *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023a), vinagreira (Silva *et al.*, 2023b), ora-pro-nóbis (Souza *et al.*, 2023a; Souza *et al.*, 2023b), entre outras

espécies de hortaliças. Embora o IQD relacione os principais parâmetros avaliados e o uso de mudas de maior qualidade possam ser determinantes na produtividade, mas vale comentar que a relação entre a qualidade das mudas e a produtividade final não é certa, uma vez que mudas de qualidade inferior podem ser recuperar e igualar o desenvolvimento das de maiores qualidades.

2.3 ASPECTOS GERAIS NA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS

A produção de hortaliças abrange várias etapas agrônômicas, que incluem do preparo do solo e produção de mudas, até a pós-colheita dos produtos, demandando atenção em diversos aspectos cruciais para obtenção de produtividade e qualidade (Clemente, 2015). As condições climáticas, manejo da espécie e do solo estão entre as principais, uma vez que cada espécie vegetal exigem condições específicas de umidade, temperatura e nutrição, para seu máximo potencial produtivo. As técnicas de produção variam de acordo com alguns aspectos, incluem opções de métodos tradicionais, além de métodos modernos com uso de tecnologia de precisão (Filgueira, 2013; Souza; Resende, 2014; Welbaum, 2015).

Neste contexto, a seleção de variedades, manejo do solo, irrigação, controle de pragas e doenças, práticas de colheita e pós-colheita são essenciais. A escolha das variedades é muito importante, selecionando aquelas de alto rendimento e resistentes aos estresses, assim como o manejo do solo, com fertilidade adequada e considerando implementação de práticas de rotação de culturas e uso de cobertura morta. A irrigação e o manejo de pragas e doenças devem ser eficientes e adaptados às necessidades, minimizando o desperdício de água na irrigação e adotando preferencialmente práticas integradas ao controle das patologias. Assim, um adequado manejo das etapas de produção são essenciais para obtenção de produtividade, qualidade nas hortaliças e ainda facilitando as etapas de colheita (Filgueira, 2013; Welbaum, 2015).

A produção de hortaliças no Brasil representa um setor significativo da economia, que embora as estimativas apresentem oscilações, o total produzido alcança milhões de toneladas, contribuindo substancialmente com o produto interno bruto. Estima-se, que apenas no ano de 2022 a movimentação financeira nas centrais de abastecimento (Ceasas) do país alcançaram R\$ 61,8 bilhões, com destaques as cadeias produtivas da batata (R\$ 13,2 bilhões), tomate (R\$ 11,7 bilhões) e cebola (R\$ 4,9 bilhões), totalizando R\$ 29,8 bilhões, valor superior a cadeia do arroz. Logo, observamos a relevância das hortaliças, que além da importância alimentícia e nutricional, representa parte importante para a economia do setor agrícola (Conab, 2022).

Na produção de hortaliças são utilizados alguns sistemas de cultivo, geralmente associado as características e aplicações específicas, como as condições ambientais e os recursos disponíveis, destacando-se como os principais sistemas os de cultivo convencional, cultivo orgânico e misto (Filgueira, 2013; Souza; Resende, 2014). O cultivo convencional é o principal sistema adotado atualmente, faz uso intensivo de insumos químicos, objetivando altos rendimentos, enquanto o sistema orgânico prioriza a sustentabilidade, com práticas que favorecem a saúde do solo e a biodiversidade, excluindo uso de químicos sintéticos. Portanto, cada sistema apresenta vantagens e desafios, e a escolha depende dos recursos disponíveis, preocupações ambientais, qualidade, saúde e mercado consumidor (Araújo Neto; Ferreira, 2019; Fernández *et al.*, 2022).

O sistema convencional no cultivo de hortaliças é o mais utilizado atualmente, principalmente pelos grandes produtores, caracterizado pelo uso intensivo de insumos agrícolas, como fertilizantes, herbicidas e inseticidas sintéticos. Esse sistema apresenta-se algumas vantagens as altas produtividades, uniformidade e qualidade visual. Entretanto, pode causar problemas ambientais, como degradação do solo e contaminação hídrica, sendo ainda um sistema não sustentável no uso de energia no processo. Ainda mais grave, pode estar relacionado a problemas com a saúde humana e caráter social, escravizando os produtores a obtenção de insumos. Assim, o sistema convencional é um dos mais utilizados, prioriza grandes produções, no entanto apresenta algumas implicações negativas, incentivando o uso de práticas agrícolas mais sustentáveis (Filgueiras, 2013; Araújo Neto; Ferreira, 2019).

Enquanto o sistema orgânico de produção, baseia-se na promoção de práticas sustentáveis, não utilizando insumos químicos, oferecendo diversas vantagens econômicas, sociais e ecológicas. (Araújo Neto; Ferreira, 2019). Entre as inúmeras vantagens, destaca-se a manutenção da saúde do solo, com uso de compostos orgânicos e rotação de culturas, resultando em maior biodiversidade e sustentabilidade do sistema, ainda com a ausência de químicos sintéticos, reduzindo os riscos de contaminação ambiental e exposição humana. No entanto, este sistema pode ser mais complexo, com necessidade de utilização de estratégias integradas e abordagens a logo prazo. Logo, este sistema de produção de hortaliças pode ser uma alternativa aos modelos convencionais e reducionistas, priorizando qualidade e sustentabilidade (Sediyama *et al.*, 2014; Fernández *et al.*, 2022).

Alguns trabalhos já pesquisaram os benefícios e desafios dentre os aspectos sociais, ecológicos e econômicos para os sistemas agrícolas na produção de hortaliças, como o cultivo em sistema orgânico e o convencional (Seufert *et al.*, 2012; Welbaum, 2015). Embora não tenha um consenso, principalmente na questão de rendimentos, pode-se observar que a agricultura ecológica apresentava médias iguais ou superiores em algumas culturas. Estes estudos não

representam uma escala global e os parâmetros de produção são diferenciados, dificultando a real avaliação para produção. No entanto, quanto as características de qualidade nutricional, segurança alimentar, aspecto social, proteção ecológica e manutenção da biodiversidade, as produções em sistema orgânica de hortaliças são superiores (Mariani; Henkes, 2014; Yu *et al.*, 2018).

Enquanto a produção de hortaliças não convencionais, a literatura indica que geralmente estão cultivadas em sistema orgânico ou misto de produção, principalmente associado a agricultura familiar (Kelen *et al.*, 2015). Estas espécies quando cultivadas estão geralmente em pequenas hortas, observado características de uso e interesse de mercado, com exceções a algumas poucas espécies que estão fortemente atrelada a cultura regional, como o jambu e vinagreira, aspectos culturais do estado do Pará e Maranhão, respectivamente. No entanto, a produção da maioria destas espécies de hortaliças enfrenta desafios, que incluem a falta de conhecimento e técnicas estabelecidas para cultivo, além de apresentar limitada aceitação no mercado consumidor, sendo desconhecidas a maioria (Kinupp; Lorenzi, 2014; Tuler *et al.*, 2015).

2.4 COBERTURA MORTA

Muitas práticas de manejo tem sido desenvolvidas, com objetivo de melhorar a produção, qualidade e a sustentabilidade dos produtos hortícolas. Dentre essas práticas de manejo utilizadas no cultivo de hortaliças, destaca-se o uso de cobertura morta no solo, técnica com aplicação simples, que proporciona inúmeras vantagens, favorecendo as condições microclimáticas e características do solo. Essa estratégia de cobertura do solo tem sido importante na horticultura, pois o favorecimento das condições de cultivo possibilita aumento na produção e qualidade dos produtos (Jabran, 2019; Ngsong *et al.*, 2019; Sharma *et al.*, 2023).

A aplicação de cobertura morta no solo é uma prática comum na agricultura, sendo empregada em todo o mundo, especialmente no cultivo de hortaliças, que geralmente são de ciclo curtos e requerem manejo intensivo. A cobertura de solo compreende na aplicação de materiais na superfície do solo, formando uma camada protetora, seja orgânico ou inorgânico, favorecendo as condições de desenvolvimento das plantas. Diversos materiais podem ser utilizados como cobertura morta, tais como os de origem orgânica, como palhas, cascas, folhas secas, serragem, entre outros, e os materiais inorgânicos, tal qual as lonas plásticas de cores variadas, rochas, tecidos, entre outras inovações de materiais sintéticos (Iqbal *et al.*, 2020; Ahmad *et al.*, 2022; El-Beltagi *et al.*, 2022; Sharma *et al.*, 2023).

A utilização de coberturas orgânicas e inorgânicas proporcionam inúmeros benefícios no cultivo de hortaliças, pois promovem o controle de plantas daninhas, conservam a água no

solo, facilitam o ajuste da temperatura, auxiliam na proteção contra a incidência direta de luz e impacto da chuva no solo. Caso utilizada coberturas com materiais orgânicos, ainda são adicionais os benefícios de incorporação de matéria orgânica e adição de nutrientes, estes adicionados à medida que os materiais realizam o processo de decomposição. O favorecendo das condições químicas, físicas e biológicas do solo, contribuindo para o desenvolvimento das plantas cultivadas e obtenção de maiores produções (Nwosisi *et al.*, 2019; Mendonça *et al.*, 2021; Ahmad *et al.*, 2022; El-Beltagi *et al.*, 2022).

Embora a cobertura plástica seja popularmente utilizada entre os agricultores de hortaliças, a utilização de cobertura morta utilizando materiais orgânicos são alternativas importantes, pois além dos inúmeros benefícios gerais proporcionados, a utilização destes insumos potencializam as atividades biológicas no solo, visto que na medida que se decompõe, incorporam matéria orgânica e nutrientes. Ainda, associado aos diversos benefícios promovidos, o emprego desta técnica facilita a utilização pelos produtores, que geralmente não tem acesso as coberturas plásticas comercializadas, sendo mais uma alternativa, além da promoção dos benefícios ambientais, pois utiliza-se de materiais que seriam resíduos agroindustriais (Ngsong *et al.*, 2019; Ahmad *et al.*, 2022; Khan *et al.*, 2022).

Dentre os benefícios proporcionados pelo uso de cobertura morta, o controle de plantas daninhas é um dos principais, pois essas plantas competem com as culturas pela água, luz, nutrientes, espaço e ainda podem produzir substâncias com efeitos alopatícos, reduzindo o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos produtos em hortaliças. Estudos verificam que o uso de cobertura podem reduzir em até 90% a população de plantas daninhas, e ganhos de até 60% na produtividade, em comparação ao solo sem cobertura. Portanto, o uso e manejo da cobertura no controle de plantas daninhas é fundamental, a fim de possibilitar o sucesso na produção de hortaliças (El-Beltagi *et al.*, 2022; Khan *et al.*, 2022; Nascimento *et al.*, 2022).

O controle de plantas daninhas é um dos principais benefícios proporcionados pela cobertura morta, sendo está a causa de perdas significativas de produtividade nas hortaliças, funcionando a cobertura como obstáculo físico ao crescimento das espécies invasoras, mas também impedindo a passagem de luz até superfície do solo, dificultando inicialmente no processo de germinação destas espécies. A luz é fator chave na germinação e crescimento das daninhas, portanto, o uso desta técnica é uma possibilidade de manejo em campo, assim possibilitando reduzir o uso e dependência de herbicidas, consequentemente levando a menores gastos com insumos e resultando em produtos com maior qualidade, livre de agrotóxicos (Mennam *et al.*, 2020; Petrikovszki *et al.*, 2020; El-Beltagi *et al.*, 2022).

Além do controle de daninhas, a cobertura morta promove manutenção da umidade e temperatura no solo, benefícios extremamente importantes para o desenvolvimento das plantas. A cobertura morta atua diminuindo a evaporação da água no solo, podendo reduzir a necessidade de irrigações, com algumas coberturas, por características próprias retendo a água e protegendo do escoamento, fornecendo a cultura de acordo com a necessidade (Petrikovszki *et al.*, 2020). Também favorece a manutenção da temperatura no solo, evitando altas oscilações, confirmando estudos que afirmam que a temperatura estável no solo favorece a maiores produções, principalmente em condições climáticas quentes, pois dificulta ocorrência de extremos de temperatura, situação que prejudica o desenvolvimento das plantas, reduzindo negativamente a absorção de nutrientes e água pelas raízes (Kader *et al.*, 2019; El-Metwally *et al.*, 2022).

Uma característica particular do uso de cobertura morta utilizando-se de materiais orgânicos é a incorporação de nutrientes no solo à medida que se decompõe, sendo este atribuído ao material selecionado e sua relação carbono-nitrogênio. A decomposição destes materiais não apenas enriquece o solo com nutrientes, mas também melhora sua estrutura física com agregação das partículas, promovida com a incorporação matéria orgânica, aumentando também a capacidade de retenção de água, característica benéfica no cultivo de hortaliças. Ademais, favorece a atividade dos organismos do solo, que auxiliam na manutenção e melhoria das características físico-químicas, e com o equilíbrio, oportuniza proteção natural das variações climáticas, ocorrência de pragas e necessidade de aditivos químicos (Ngosong *et al.*, 2019; Youssef *et al.*, 2021; El-Beltagi *et al.*, 2022).

Apesar das inúmeras vantagens, algumas contradições são verificadas na literatura quanto ao uso de cobertura morta, no qual relacionam efeitos adversos da cobertura ao desenvolvimento e produtividade das plantas. Esses impactos negativos diretos e indiretos da cobertura estão relacionados a efeitos alopáticos, redução do pH do solo, indução de doenças, inflamabilidade, infestação de pragas, insuficiência de nitrogênio e infestação de plantas daninhas. Embora relatadas possíveis desvantagens, em condições reais de campo não são impactantes, e as vantagens das coberturas são dominantes, promovendo os múltiplos benefícios no cultivo das hortaliças (Iqbal *et al.*, 2020; Khan *et al.*, 2022).

Alguns estudos confirmam que a utilização de materiais orgânicos como cobertura morta no solo proporciona inúmeros benefícios no cultivo de hortaliças, aumentando a produtividade em até 60% quando comparando ao solo sem cobertura, consequentemente viabilizando maior rentabilidade (Meneses *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2020; Nascimento *et al.*, 2022). Maiores produtividades são obtidas nos cultivos de hortaliças utilizando-se desta técnica, sendo relacionadas as condições ótimas ocasionadas pela cobertura. No entanto, apesar dos inúmeros benefícios e a possibilidade de uso de diversidade de materiais, uma seleção adequada

e um manejo apropriado são fundamentais para obtenção dos resultados positivos (Nwosisi *et al.*, 2019; Ahmad *et al.*, 2022; Khan *et al.*, 2022).

2.5 PLANTAS ESPONTÂNEAS

Na literatura agrícola, alguns termos são comumente empregados para definir o grupo de plantas que crescem no local de cultivo de forma não desejada, como plantas invasoras, ervas daninhas, plantas infestantes e plantas voluntárias. Conceitualmente, são termos são sinônimos e descrito de maneira mais ampla como qualquer planta que germine na área de cultivo espontaneamente e que cause interferência prejudicial nas atividades agropecuárias, podendo ser espécies nativas ou exóticas. No entanto, estes são termos reducionistas, apenas exploram a visão negativa destas plantas, que elas não tem importância positiva e só causam prejuízos (Pitelli, 2015; Barroso; Murata, 2021; Siqueira *et al.*, 2021).

No entanto, em uma visão holística, considerando os diversos aspectos da biologia e ecologia destas espécies, o termo “plantas espontâneas” é mais abrangente e indicado, pois não adjetiva o surgimento destas plantas, nem de benéficas e nem de daninhas. Na agroecologia, conceitualmente são definidas como espécies que surgem naturalmente nos cultivos, que não seja a cultura principal, não atribuído qualidade. Logo, essas plantas podem causar danos as lavouras, competindo pelos recursos, fonte de pragas e doenças, ferimentos em humanos e intoxicações, mas também podendo ser benéficas, com uso medicinal, alimentares, auxiliar no equilíbrio ecológico, proteger o solo e uso na ornamentação, com amplos aspectos (Araújo Neto; Ferreira, 2019; Siqueira *et al.*, 2021).

A comunidade de plantas espontâneas é formada por uma diversidade de espécies, gêneros, famílias, que colonizam os ambientes e interagem entre si e com os fatores bióticos e abióticos. Por serem plantas pioneiras, são adaptadas evolutivamente, com facilitação de ocupação das áreas, com objetivo de rapidamente recuperar a cobertura e iniciar processo de regeneração. Essas espécies podem surgir nas lavouras, e por suas características evolutivas, causar interferência na cultura de interesse, causando danos em todas as etapas de cultivo, inclusive na colheita, levando a ocorrência de prejuízos de produção e econômicos, que incluem menor receita e maiores gastos no controle fitossanitário (Pitelli; Bianco, 2013; Pitelli, 2015; Siqueira *et al.*, 2021).

As plantas espontâneas destacam-se pelas suas características de competição nas lavouras, que incluem eficiência na produção, dispersão e manutenção de seus propágulos reprodutivos, além do ciclo rápido de desenvolvimento, que possibilitam rápida colonização dos ambientes. Suas características de desenvolvimento facilitam interferência nas culturas agrícolas, podendo

ser diretamente, competindo pelos recursos essenciais, como água, luz e nutrientes, ou pela emissão de substâncias alelopáticas, mas também indiretamente, podendo ser fontes para pragas e doenças. Entretanto, o impacto da interferência varia conforme alguns relação entre os fatores, como a característica da cultura, crescimento e manejo, adicionalmente as características das plantas infestantes no local, como diversidade, densidade e distribuição (Barroso; Murata, 2021; Mendes; Silva, 2022).

O cultivo de hortaliças geralmente demanda muitos recursos e manejo intensivo, sendo a maioria das espécies de ciclo curto, que para alcançar altas produções é fundamental um solo rico em nutrientes, irrigações constantes e luminosidade, condições ideais também ao surgimento de plantas infestantes. Observando as características de crescimento e habilidade competitiva das plantas espontâneas, estas podem limitar o cultivo de hortaliças, resultando em drásticas reduções ao crescimento e produtividade das culturas. Logo, técnicas adequadas de manejo são necessários, e os estudos fitossociológicos podem auxiliar na definição das medidas tomadas (Mendes; Silva, 2022).

Perdas produtivas proporcionadas pela competição das plantas infestantes já foram verificadas em alguns trabalhos científicos com hortaliças. Essas perdas variam conforme grau de intensidade de infestação e a hortaliça cultivada, como por exemplo as perdas de produção observadas na cultura do pimentão - 92% (Cunha *et al.*, 2015), quiabo - 70% (Santos *et al.*, 2020) e cenoura - 98% (Reginaldo *et al.*, 2021). As plantas espontâneas causam significativas perdas de produção, tanto por efeito direto e indireto, tornando necessário adoção de práticas de manejo, sendo estas aplicadas de forma isolada ou integrada, como os métodos de controle cultural, mecânico, físico, biológico e químico (Siqueira *et al.*, 2021; Araújo Neto; Ferreira, 2019).

Dentre as formas de avaliar o efeito das práticas de manejo nos sistemas agrícolas, assim como determinar a dinâmica de crescimento, distribuição e ocupação da comunidade de plantas infestantes, estão os levantamentos fitossociológicos. Estes estudos possibilitam analisar as comunidades de plantas espontâneas, assim como comparar populações em um determinado período e local, verificando estrategicamente as espécies de maior importância na área de cultivo. Ainda, esses métodos de avaliação fornecem informações de composição e distribuição das espécies na comunidade, possibilitando identificação botânica e posição na distribuição dos indivíduos, permitindo uma interpretação quantitativa e aferições de relações ecológicas (Pitelli; Bianco, 2013; Mendes; Silva, 2022).

Nos levantamentos fitossociológicos, identificação botânica das espécies e a obtenção dos índices na comunidade de plantas infestantes são fundamentais para o planejamento e aplicação das técnicas de manejo. A identificação botânica das plantas espontâneas é um dos principais

parâmetros a serem avaliados, realizada através da observação detalhada das características morfológicas, classificadas seguindo chaves de identificação e guias ilustrados. Os resultados da identificação são a base de tomada de decisão, facilitando a aplicação adequada das práticas de manejo, observado que cada espécie possui biologia e ecologia de desenvolvimento, podendo interferir de formas e períodos diferentes (Pitelli; Bianco, 2013; Barroso; Murata, 2021; Mendes; Silva, 2022).

Os índices fitossociológicos são variáveis numéricas atribuída as espécies da comunidade de plantas espontâneas, importantes para caracterizar a estrutura da comunidade, observando disposição, organização e arranjo dos indivíduos. Os principais índices fitossociológicos aplicados são densidade, densidade relativa, frequência, frequência relativa, abundância, abundância relativa e o índice de valor de importância. Esses índices são utilizados na avaliação da estrutura da comunidade infestante, e quando observados em correlação com a identificação botânica são ferramentas importantes no estabelecimento de estratégias de manejo, uma vez que nem todas as espécies têm a mesma importância, causando interferência no desenvolvimento e produtividade das culturas (Barroso; Murata, 2021; Mendes; Silva, 2022).

Estudos fitossociológicos em plantas infestantes que ocorrem nos cultivos de hortaliças, foram realizados por Silva *et al.*, 2018 (alface), Amorim e Mesquita, 2019 (alho), Nina *et al.*, 2020 (cará-roxo) e Souza *et al.*, 2023 (cenoura), observando alta diversidade de espécies e estrutura de distribuição específica. As condições de implantação de cada cultura e o manejo de cultivo adotado, resulta nas condições do ambiente a ocorrência de algumas espécies de espontâneas. A ocorrência de algumas espécies, sinalizam para condições específicas e assim necessitam de manejo ajustado, sendo estas informações importantes ao que utilizam de manejo integrado ou mesmo convencional, objetivando máxima eficiência (Karnas *et al.*, 2019; Mendes e Silva, 2022).

Estes estudos, são ferramentas importantes para o desenvolvimento de técnicas e práticas de manejo eficientes no cultivo de hortaliças, pois fornecem as informações e embasamento técnico necessário. Deste modo, conhecer as características das plantas infestantes, como morfologia, ciclo de vida, via de propagação, hábito de crescimento, identificação da família, gênero, espécie, além das características de distribuição na comunidade são fundamentais. Essas informações são a base para um manejo adequado, com menores custos das ações de controle e obtenção de maiores produtividades (Pitelli; Bianco, 2013; Albuquerque *et al.*, 2017; Karnas *et al.*, 2019; Ruchel *et al.*, 2020).

As plantas infestantes em cultivos de hortaliças se diversificam, com ocorrência e diversidade de espécies sucedendo-se de acordo as características do ambiente, manejo da cultura e as técnicas trabalhadas. Ainda, é importante observar que nem todas as espécies

infestantes são prejudiciais, interferindo no desenvolvimento e produção da cultura, ocasionando prejuízos. Assim, um manejo eficiente deve considerar os amplos aspectos e propor ações pontuais, considerando as plantas espontâneas, a cultura, e a interação de ambas e relação com as condições do ambiente (Siqueira *et al.*, 2021; Mendes; Silva, 2022; Souza *et al.*, 2023).

Estudos fitossociológicos realizados em cultivos orgânicos de hortaliças, observaram maior diversidade de plantas espontâneas, que por selecionarem o manejo integrado das plantas infestantes, estes levantamentos são imprescindíveis, a fim de prever o comportamento da comunidade e os possíveis efeitos negativos, e assim propor métodos de controle (Karnas *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2023). Ademais, estes estudos também podem auxiliar agricultores que trabalham em sistemas convencionais de agricultura, sendo estas informações cooperantes na aplicação de outras práticas de controle das plantas infestantes, como uso de herbicidas (Siqueira *et al.*, 2021).

REFERÊNCIAS

- AHMAD, A.; YASEEN, M.; HUSSAIN, H.; TAHIR, M. N.; GONDAL, A. H.; IQBAL, M.; AHMAD, Z. Effects of Mulching on Crop Growth, Productivity and Yield. In: **Mulching in Agroecosystems: Plants, Soil & Environment**. Singapore: Springer Nature Singapore, p. 215-229, 2022.
- ALBUQUERQUE, J. A. A.; SANTOS, T. S.; CASTRO, T. S.; EVANGELISTA, M. O.; ALVES, J. M. A.; SOARES, M. B. B.; MENEZES, P. H. S. Estudo florístico de plantas daninhas em cultivos de melancia na Savana de Roraima, Brasil. **Scientia Agropecuaria**, v. 8, n. 2, p. 91-98, 2017.
- AMORIM, D. S.; MESQUITA, M. L. R. Floristic composition, phytosociology and weed diversity in chives (*Allium schoenoprasum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, p. 1-7, 2019.
- ARAGÃO JÚNIOR, A. C.; DE LIMA, M. S.; TORRES, N. S.; DO NASCIMENTO, M. M.; 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, v. 5, n. 1, p. 303-320, 2023.
- ARAÚJO NETO, S. E. de; FERREIRA, R. L. F. **Agricultura ecológica tropical**. Rio Branco, AC: Clube dos Autores, 2019. 169 p.
- ARAÚJO NETO, S. E.; ALVES, G. K. E. B.; SIMÕES, A. C.; BOLDT, R. H. Qualidade de mudas e produtividade de rúcula em função de condicionadores de substratos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 3, p. 179-186, 2017.
- ARORA, N. K. Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. **Environmental Sustainability**. v. 2, p. 95-96, 2019.
- AYYOGARI, K.; SIDHYA, P.; PANDIT, M. K. Impact of climate change on vegetable cultivation - a review. **International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology**, v. 7, n. 1, p. 145-155, 2014.
- BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. 547 p.
- CLEMENTE, F. M. V. T. **Produção de hortaliças para agricultura familiar**. Editora técnica - Brasília : Embrapa, 2015. 108 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim hortigranjeiro**. Brasília, DF: Conab, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort?view=default>. Acesso em 02 de janeiro de 2024.
- CORDEIRO, S. Z. **Alternanthera sessilis (L.) R.Br. ex DC. Herbário**. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 2020. Disponível em: <http://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/alternanthera-sessilis-l-r-br-ex-dc>. Acesso em: 28 de nov. 2023.

CUNHA, J. L. X. L.; FREITAS, F. C. L.; COELHO, M. E. H.; SILVA, M. G. O.; MESQUITA, H. C.; SILVA, K. S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Agr@mbiente**, v. 9, n. 2, p. 175-183, 2015.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

EL-BELTAGI, H. S.; BASIT, A.; MOHAMED, H. I.; ALI, I.; ULLAH, S.; KAMEL, E. A.; GHAZZAWY, H. S. Mulching as a sustainable water and soil saving practice in agriculture: A review. **Agronomy**, v. 12, n. 8, p. 1881, 2022.

EL-METWALLY, I.; GERIES, L.; SAUDY, H. Interactive effect of soil mulching and irrigation regime on yield, irrigation water use efficiency and weeds of trickle-irrigated onion. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 68, n. 8, p. 1103-1116, 2022.

FAVARATO, L. F.; FORNAZIER, M. J.; ZANÚNCIO JUNIOR, J. S. **Cultura da alface**. Vitória, ES: Ed. Incaper, 2022. 136 p.

FERNÁNDEZ, J. A.; AYASTUY, M. E.; BELLADONNA, D. P.; COMEZAÑA, M. M.; CONTRERAS, J.; DE MARIA MOURÃO, I.; RODRÍGUEZ, R. A. Current trends in organic vegetable crop production: Practices and techniques. **Horticulturae**, v. 8, n. 10, p. 893, 2022.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. 421 p.

FUGLIE, K. Climate change upsets agriculture. **Nature Climate Change**, v. 11, p. 294-295, 2021.

GABAM, S. V. F.; BORGES, O. M. A. Knowledge, Nutritional Value and Uses of Some Non Conventional Plant Foods. **Novel Techniques in Nutrition and Food Science**, v. 5, n. 3, p. 462-464, 2020.

GALLEGOS-CEDILLO, V. M.; DIÁNEZ, F.; NÁJERA, C.; SANTOS, M. Plant agronomic features can predict quality and field performance: a bibliometric analysis. **Agronomy**, v. 11, n. 11, p. 1-31, 2021.

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

GONZAGA, T. O. D.; ARAÚJO, C.; ANDRADE, A. L.; RIBEIRO-SANTOS, J. M.; SILVA, G. B.; SILVA, V. L. Produção de mudas de alface (*Lactuca sativa*) submetidas a diferentes doses de Silício. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2020.

IQBAL, R.; RAZA, M. A. S.; VALIPOUR, M.; SALEEM, M. F.; ZAHEER, M. S.; AHMAD, S.; NAZAR, M. A. Potential agricultural and environmental benefits of mulches - a review. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 44, n. 1, p. 1-16, 2020.

JABRAN, K. Use of Mulches in Agriculture: Introduction and Concepts. **Role of Mulching in Pest Management and Agricultural Sustainability**, p. 1-14, 2019.

KADER, M. A.; SINGHA, A.; BEGUM, M. A.; JEWEL, A.; KHAN, F. H.; KHAN, N. I. Mulching as water-saving technique in dryland agriculture. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 43, n. 1, p. 1-6, 2019.

KARNAS, Z.; ISIK, D.; TURSUN, N.; JABRAN, K. Critical period for weed control in sesame production. **Weed Biology and Management**, v. 19, p. 121-128, 2019.

KELEN, M. E. B.; VAN NOUHUYS, I. S.; KEHL, L. C. K.; BRACK, P.; SILVA, D. B. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas**. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2015. 45 p.

KHAN, B. A.; NIJABAT, A.; KHAN, M. I.; KHAN, I.; HASHIM, S.; NADEEM, M. A.; IKRAM, M. Implications of Mulching on weed management in crops and vegetable. In: **Mulching in Agroecosystems: Plants, Soil & Environment**. Singapore: Springer Nature Singapore, p. 199-213, 2022.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 2014. 768p.

MALHI, G. S.; KAUR, M.; KAUSHIK, P. Impact of Climate Change on Agriculture and its Mitigation Strategies: A Review. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1318, 2021.

MARIANI, C. M.; HENKES, J. A. Agricultura orgânica x agricultura convencional: Soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 2, 315 - 338, 2014.

MEDEIROS, C. H.; CUSTÓDIO, T.; RIBEIRO, L. V.; SEDREZ, F.; GAMBOA, A. M. Substratos alternativos para a produção de mudas de alface. **Revista Científica Rural**, v. 18, n. 1, p. 100-107, 2016.

MENDES, K. F.; SILVA, A. A. **Plantas daninhas: biologia e manejo**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022. 160 p.

MENDONÇA, S. R.; ÁVILA, M. C. R.; VITAL, R. G.; EVANGELISTA, Z. R.; DE CARVALHO PONTES, N.; DOS REIS NASCIMENTO, A. The effect of different mulching on tomato development and yield. **Scientia Horticulturae**, v. 275, n. 1, p. 109657, 2021.

MENESES, N. B.; MOREIRA, M. A.; DE SOUZA, I. M.; BIANCHINI, F. G. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@ mbiente Online**, v. 10, n. 2, p. 123-129, 2016.

MENNAN, H.; JABRAN, K.; ZANDSTRA, B. H.; PALA, F. Non-chemical weed management in vegetables by using cover crops: A review. **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 257, 2020.

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

NASCIMENTO, M. F.; FERREIRA, R. L. F.; OLIVEIRA, R. V. Cultivo orgânico de Alho do Norte *Allium tuberosum* em função de doses de biofertilizante e coberturas de solo. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 1, p. 75-86, 2022.

NGOSONG, C.; OKOLLE, J. N.; TENING, A. S. Mulching: A sustainable option to improve soil health. **Soil fertility management for sustainable development**, p. 231-249, 2019.

NIKAM, S. R.; NAMDAS, D. D. Preliminary Phytochemical Analysis of *Alternanthera sessilis* Leaves (Linn). R. Br. ex DC. **Ymer**, v. 21, n. 1, p. 220-225, 2022.

NINA, N. C. S.; SANTOS, R. S.; OLIVEIRA, O. M. S.; NINA, S. D. F. M. Fitossociologia de plantas espontâneas na cultura do cará roxo (*Dioscorea trifida*) sob manejo orgânico em Manaus-AM. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. 1-5, 2020.

NWOSISI, S.; NANDWANI, D.; HUI, D. Mulch treatment effect on weed biomass and yields of organic sweetpotato cultivars. **Agronomy**, v. 9, n. 4, p. 190, 2019.

OLIVEIRA, C. P.; DAMASCENO, S. F. P.; ARRUDA SILVA, S. M. Avaliação do desenvolvimento de mudas de *Lactuca sativa* sobre diferentes formas de sombreamentos. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 5, p. 2130-2142, 2021.

PADILHA, A. F.; PIETROBELLI, S. R.; PEREIRA, G. F.; FINATTO, T.; MADEIRA, N. R.; VARGAS, T. D. O. Análise bibliométrica da produção científica sobre plantas alimentícias não convencionais. **Interações**, v. 24, n. 2, p. 427-443, 2023.

PETRIKOVSKI, R.; ZALAI, M.; TÓTHNÉ BOGDÁNYI, F.; TÓTH, F. The effect of organic mulching and irrigation on the weed species composition and the soil weed seed bank of tomato. **Plants**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2020.

PITELLI, R. A. O termo planta-daninha. **Planta daninha**, v. 33, n. 3, p. 622-623, 2015.

PITELLI, R. A.; BIANCO, S. Avaliações de índices fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. In: SILVA, J. F.; MARTINS, D. (Ed.). **Manual de aulas práticas de plantas daninhas**, Jaboticabal: Funep, 2013. cap. 1, p. 1-8.

RADHAKRISHNAN, S.; SARAVANA BHAVAN, P.; SEENIVASAN, C.; MURALISANKAR, T.; SHANTHI, R. Effects of native medicinal herbs (*Alternanthera sessilis*, *E clipta alba* and *C issus quadrangularis*) on growth performance, digestive enzymes and biochemical constituents of the monsoon river prawn *M acrobachium malcolmsonii*. **Aquaculture Nutrition**, v. 21, n. 4, p. 496-506, 2015.

REGINALDO, L. T. R. R.; LINS, H. A.; SOUSA, M. F.; TEÓFILO, T. M. S.; MENDONÇA, V.; SILVA, D. V. Weed interference in carrot yield in two localized irrigation systems. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 1, p. 119-131, 2021.

RONGA, D.; VITTI, A.; ZACCARDELLI, M.; PANE, C.; CARADONIA, F.; CARDARELLI, M.; ROUPHAEL, Y. Root zone management for improving seedling quality of organically produced horticultural crops. **Agronomy**, v. 11, n. 4, p. 630, 2021.

RUCHEL, Q.; ZANDONÁ, R. R.; FRAGA, D. V.; AGOSTINETTO, D.; LANGARO, A. C. Effect of high temperature and recovery from stress on crop–weed interaction. **Bragantia**, v. 79, n. 4, p. 457-466, 2020.

SANTOS, R. N. V.; PIRES, T. P.; MESQUITA, M. L. R.; CORREA, M. J. P.; SILVA, M. R. M. Weed interference in okra crop in the organic system during the dry season. **Planta Daninha**, v. 38, e020217201, 2020.

SCHREINEMACHERS, P.; SIMMONS, E. B.; WOPEREIS, M. C. S. Tapping the economic and nutritional power of vegetables. **Global food security**, v. 16, p. 36-45, 2018.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, p. 829-837, 2014.

SENNA, L. R. **Alternanthera in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://servicos.jbrj.gov.br/flora/search/Alternanthera_sessilis>. Acesso em 14 de nov. 2023.

SEUFERT, V., RAMANKUTTY, N. & FOLEY, J. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. **Nature**, v. 485, p. 229-232, 2012.

SHARMA, S.; BASNET, B.; BHATTARAI, K.; SEDHAI, A.; KHANAL, K. The influence of different mulching materials on Tomato's vegetative, reproductive, and yield in Dhankuta, Nepal. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 11, p. 100463, 2023.

SILVA, C. T.; FERREIRA, E. A.; PEREIRA, G. A. M.; FIALHO, C. T.; RIBEIRO, V. H. V.; DO SANTOS, J. B. Phytosociology in organic system of lettuce production. **Horticultura Argentina**, v. 37, n. 92, p. 42-60, 2018.

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, R. V.; DE SOUZA, J. K. M.; DA SILVA, M. C.; MOURA, P. A.; DE LIMA, A. P. A.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis*) produzidas com uso de substratos distintos. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 2, p. 489-498, 2022.

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, R. V.; MOTA, B. B.; DA SILVA, M. C.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* L.) propagadas por estacas. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 1, p. 238-251, 2023a.

SILVA, O. L. M.; MOTA, B. B.; DA SILVA, M. C.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade de mudas de vinagreira propagadas por estacas na Amazônia Sul-ocidental. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 1, p. 186-193, 2023b.

SIMÕES, A. C.; ALVES, GKEB.; FERREIRA, R. L. F.; ARAUJO NETO, S. E. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 33, 521-526, 2015.

SIQUEIRA, C. B.; OLIVEIRA, F. S.; PEIXOTO, P. M. C.; AMARAL, A. A. D. Importância e manejo das plantas espontâneas na perspectiva da agroecologia-revisão. **Nucleus**, v. 18, n. 2, p. 51-72, 2021.

SOUZA, J. K. M., DOS SANTOS, R. S., MOTA, B. B., DA SILVA, M. C.; FERREIRA, R. L. F. Performance of *Pereskia aculeata* Mill. on colored shading meshes. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 2, 2023a.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014. 841 p.

SOUZA, L. G. D. S.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E. D.; DA SILVA, N. M.; UCHÔA, T. L.; DE ALMEIDA, W. A. Chicory yield influenced by seedling quality and growing environment. **Horticultura Brasileira**, v. 38, p. 224-229, 2020.

SOUZA, L. G.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; UCHÔA, T. L.; SILVA, N. M.; MOURA FRANCISCO, W.; PINTO, G. P. Desempenho agrônômico de cultivares de beterraba sob coberturas de solo e épocas de cultivo. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, p. 764-777, 2020.

SOUZA, L. G.; FERREIRA, R. L. F.; DE ARAÚJO NETO, S. E.; UCHÔA, T. L.; DA SILVA, N. M.; PINTO, G. P.; DE MOURA FRANCISCO, W. Fitossociologia de plantas espontâneas em cultivo orgânico de cenoura. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 1, p. 262-271, 2023a.

SOUZA, N. C. D., FERREIRA, R. L. F., MOTA, B. B., & SILVA, M. C. D. Production of *Pereskia aculeata* seedlings combining substrates and cutting diameters. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 53, p. e75987, 2023b.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGIII**. 3. ed. Nova Odessa/SP: Instituto Plantarum, 2012, 768p.

TULER, A. C.; PEIXOTO, A. L.; SILVA, N. C. B. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 70, p. 1-12, 2019.

WELBAUM, G. E. **Vegetable production and practices**. Wallingford UK: CABI, 2015. 486 p.
WHITE, R. R.; GLEASON, C. B. Global human-edible nutrient supplies, their sources, and correlations with agricultural environmental impact. **Scientific Reports**, v.12, n. 16781, p. 1-10, 2022.

YAHIA, E. M.; GARCÍA-SOLÍS, PABLO.; CELIS, M. E. M. Contribution of fruits and vegetables to human nutrition and health. In: Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables. **Woodhead Publishing**, p. 19-45, 2019.

YU, X.; GUO, L.; JIANG, G.; SONG, Y.; MUMINOV, M. A. Advances of organic products over conventional productions with respect to nutritional quality and food security. **Acta Ecologica Sinica**, v. 38, n. 1, p. 53-60, 2018.

CAPÍTULO II

QUALIDADE DE MUDAS DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA (*Alternanthera sessilis* L.) PROPAGADAS POR ESTACAS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de espinafre da Amazônia propagadas por estacas. O experimento foi realizado na horta da Universidade Federal do Acre, no período de abril a maio de 2022. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos e sete blocos. Os tratamentos foram o número de nós por estaca, onde: T1 = estaca com 1 nó, T2 = estaca com 2 nós e T3 = estaca com 3 nós. Para as avaliações utilizou-se 10 plantas úteis nas parcelas de cada bloco, que aos 21 dias de cultivo foram avaliados: altura, diâmetro do caule, comprimento e largura foliar, número de brotações, número e comprimento de raízes, massa fresca da parte aérea e de raízes, massa seca da parte aérea e de raízes, massa fresca e seca total, e calculado o índice de qualidade de Dickson. Houve efeito significativo do número de nós na estaca para produção de mudas. Estacas com 3 nós proporcionou qualidade de muda superior. Os tratamentos (1 e 2 nós) embora apresente qualidade de muda inferior ao com 3 nós, ocorreu formação completa da muda. Estacas com 3 nós proporcionaram formação de mudas de qualidade para o espinafre da Amazônia.

Palavras-chave: Estaquia. Hortaliça não convencional. Produção de mudas.

QUALITY OF AMAZONIAN SPINACH (*Alternanthera sessilis L.*) SEEDLINGS PROPAGATED BY CUTTINGS

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the quality of Amazon spinach seedlings propagated by cuttings. The experiment was carried out in the unit of the Federal University of Acre, from April to May 2022. The experimental design was in randomized blocks, with three treatments and seven blocks. The treatments were the number of nodes per cutting, where: T1 = cutting with 1 node, T2 = cutting with 2 nodes and T3 = cutting with 3 nodes. For the evaluations, 10 useful plants were used in the plots of each block, which were evaluated after 21 days of cultivation: height, stem diameter, leaf length and width, number of shoots, number and length of roots, fresh mass of the aerial part and roots, dry mass of shoots and roots, total fresh and dry mass, and the Dickson quality index was calculated. There was a significant effect of the number of nodes on the cuttings for seedling production. Cuttings with 3 nodes provided superior seedling quality. Although the treatments (1 and 2 nodes) presented lower seedling quality than those with 3 nodes, complete seedling formation occurred. Cuttings with 3 nodes provided quality seedling formation for Amazon spinach.

Keywords: Cutting; Unconventional vegetable. Seedling production.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional contínuo e às novas tendências no consumo de uma população cada vez mais consciente, saudável e sustentável, tem pressionado o mercado alimentício com a exigência em fontes alternativas por alimentos que atendam às necessidades nutricionais (Sá *et al.*, 2020). Para isso, exercerá inevitavelmente, a necessidade de uma expansão agrícola para aumentar a produtividade com a pressão sobre os recursos naturais, contribuindo nos impactos negativos como mudanças ecológicas e climáticas nos agroecossistemas para atender às demandas da cadeia produtiva (Fasolin *et al.*, 2019; Kumar *et al.*, 2022).

A importância do desenvolvimento de produtos que viabilizem as novas fronteiras agrícolas no fornecimento de nutrientes são cruciais para a população, principalmente em países em desenvolvimento, com populações mais vulneráveis à extrema pobreza e desnutrição. Nesse contexto, a utilização de plantas alimentícias não-convencionais (PANCs) tem emergido como potencial de suprimento na cadeia alimentar, especialmente, no que diz respeito, a sua utilização na melhoria da qualidade nutricional e na segurança alimentar (Millião *et al.*, 2022; Rehman *et al.*, 2022).

As PANCs também conhecida como ‘hortaliças não-convencionais’, são descritas como espécies que possuem uma ou mais partes com potencial alimentar ainda com o uso incomum e que geralmente não tem valor de mercado e/ou são comercializadas em pequena escala (Kinupp; Lorenzi, 2014). Consideram-se hortaliças não-convencionais as plantas nativas, exóticas, cultivadas e espontâneas presentes no ambiente local (Leal *et al.*, 2018), podendo ocupar áreas de condições extremas que não favoreçam as plantas alimentícias convencionais. Além de apresentar rusticidade a intempéries e a resistência aos fatores bióticos, dispensa muitas vezes, o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas (Kinupp; Lorenzi, 2014).

As hortaliças de maneira geral, tem o papel vital na dieta humana tanto na culinária quanto na indústria de fármacos, devido seus valores nutricionais, vitaminas, minerais, fibras, terapêuticos e alto valor de proteínas. Desta forma, as PANCs merecem destaque, uma vez que a flora brasileira apresenta uma rica diversidade de espécies ainda pouco utilizadas que podem constituir uma fonte de renda alternativa e opção de diversificação cultural, contribuindo para economia local e regional (Pereira *et al.*, 2021). Além do mais, muitas espécies PANCs possuem fácil aptidão a propagação, baixo nível tecnológico, adequando-se a sistemas de cultivo orgânico e agroecológico (Brasil, 2010). Reforçando ainda mais, quando se pensa nos grupos emergentes

de pessoas como: flexitárianos, vegetarianos e veganos que têm buscado fontes alternativas de nutrientes a partir dos vegetais, contribuindo em mais opções em suas dietas.

O espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* L.), erva perene de clima tropical pertencente à família das Amaranthaceae, popularmente conhecida como ‘orelha-de-macaco’, ‘alface-samba’, é uma hortaliça folhosa não-convencional nativa da América do Sul. Espécie rica em nutrientes contendo carotenóides, vitaminas, ricas em cálcio, potássio, ácido fólico, e minerais como o ferro. É uma espécie rústica, rápido crescimento, e se desenvolve adequadamente em pleno sol, porém, apresenta folhas de tamanhos maiores e crescimento considerável em locais de sombra moderada. Possui folhas arredondadas, enrugadas, com flores pequenas e brancas (Kinupp; Lorenzi, 2014; Bassingthwaighte, 2018; Allam *et al.*, 2022). *A. sessilis* é amplamente consumida como medicamento tradicional para o tratamento de várias doenças humanas. Suas folhas são consumidas preferencialmente de forma cozida (Radhakrishnan *et al.*, 2015).

De acordo com a literatura, o espinafre da Amazônia é facilmente propagado por meio de estacas da planta, possui rápido enraizamento, principalmente em locais favoráveis para o seu desenvolvimento (Kinupp; Lorenzi, 2014). A técnica de estaquia, principalmente utilizada no setor agrícola, no cultivo de frutíferas e espécies florestais, como o eucalipto, que consiste na manutenção de cepas produzidas a partir de propagação da planta matriz, após a poda apical das mudas, confeccionados de estacas (Fiss *et al.*, 2017; Moreira *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2022).

Alguns estudos com a utilização estacas de pequenas dimensões e com presença de gemas já foram realizados em espécies de importância comercial, como a oliveira (*Olea europaea* L.) (Frölech *et al.*, 2020), erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil) (Pimentel *et al.*, 2020), o pessegueiro (*Prunus persica* L.) (FISS *et al.*, 2017); a batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) (Nasser *et al.*, 2020), assim como também, plantas alimentícias não-convencionais como o fisalis (*Physalis peruviana* L.) (Oliveira *et al.*, 2020), e ora-pro-nobis (Tofanelli; Mogor, 2021), entre outras espécies que tiveram resultados promissores com esse tipo de método de propagação vegetativa.

Porém, quando se relaciona aos tipos de estaquia usual, em especial, na estaquia, as informações agronômicas são escassas. Logo, a necessidade de buscar métodos alternativos de propagação para resolver questões relacionadas à disponibilidade de materiais de plantio, especialmente em escala comercial, assim como também, contribuir para o conhecimento do desenvolvimento das estacas da cultura para a ciência, principalmente as características agronômicas.

As vantagens de obtenção de estacas por estacas estão relacionadas ao baixo custo, necessidade de pequena área para propagação, mantém as características genotípica da planta, desenvolvimento relativamente curto e ao alto rendimento da planta matriz, devido aos pequenos tamanhos das estacas, tornando-se o trabalho menos onerosos e laborioso (Tofanelli; Mogor, 2021). Mesmo com essas vantagens, o método de enraizamento por estacas muitas vezes pode variar em relação fatores exógenos como: posição de coleta nos ramos, presença/ausência de lesão na estaca e fatores endógenos como tipo e concentração de reguladores vegetais, entre outros (Fiss *et al.*, 2017).

Todavia, não há informações agronômicas a respeito da capacidade de produção de espinafre da Amazônia plantadas por propagação vegetativa por estaca, tampouco, recomendações técnicas sobre os diferentes tamanhos das estacas para produção de mudas dessa hortaliça não-convencional. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de espinafre da Amazônia propagadas por estacas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, 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 abril a maio de 2022. O clima da região é quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com médias de temperatura de 25,4 °C e umidade relativa de 88,4% e precipitação de 752 mm durante a realização do experimento (Inmet, 2022).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com sete blocos e três tamanhos de estacas: T1 - Estaca herbácea com um nó (2 gemas) \pm 4 cm; T2 - estaca herbácea com 2 nós (4 gemas) \pm 6 cm e T3 - estaca herbácea com 3 nós (6 gemas) \pm 10 cm de comprimento, com dezesseis plantas por parcela. As estacas para propagação foram obtidas com material oriundo de matrizes cultivadas em condição de estufa. O material selecionado (estacas) foram acondicionadas em bandejas de isopor com 128 células, utilizando substrato comercial mecplant® e irrigadas conforme a necessidade diária com auxílio de um regador manual.

As mudas permaneceram em casa de vegetação, com cobertura filme transparente de 100 micras e laterais fechadas com tela de sombreamento. Quando apresentaram formação de 6 a 8 folhas, posteriormente aos 21 dias após o acondicionamento, efetuaram-se as avaliações.

Os atributos químicos e físicos do substrato comercial apresentados na instalação do experimento. Químicos: pH = 5,6; P = 2,09 mg.L⁻¹; K = 112,0 mg.L⁻¹; Ca = 122,0 mg.L⁻¹; Mg = 44,8; S = 134,0 mg.L⁻¹; B = 0,08 mg.L⁻¹; Cu = 0 mg.L⁻¹; Fe = 0 mg.L⁻¹; Mn = 0,60 mg.L⁻¹; Na = 37,0 mg.L⁻¹ e Físicos: D.a = 269,0 Kg.m⁻³; C.R.A = 249,36 %; C.E = 0,639 Mili.Sc.m⁻¹.

Aos 21 dias após a instalação do experimento e formação completa das mudas, avaliou-se: comprimento foliar (CF - mm), largura foliar (LF - mm), altura total (ALT - mm), diâmetro do coleto (DC - mm), número total de brotações (NTB - unidade), número total de folhas (NTF - unidade), número total de raízes (NTR - unidade), comprimento de raízes (CR - cm), massa fresca da parte aérea (MFPA - g/planta), massa fresca das raízes (MFR - g/planta), massa seca da parte aérea (MSPA - g/planta), massa seca das raízes (MSR - g/planta), massa fresca total (MFT - g/planta), massa seca total (MST - g/planta) e calculou-se o índice de qualidade Dickson (IQD).

Foram avaliadas 10 plantas por parcela. Sendo que, o diâmetro do coleto, comprimento de raízes, largura e comprimento foliar foi obtido com o auxílio de um paquímetro. A altura total das mudas foi mensurada com auxílio de régua graduada. O número total de brotações, número total de folhas e o número total de raízes foi realizado através da contagem. As mudas

foram retiradas das bandejas de cultivo com substrato aderido às suas raízes, de modo que não fosse danificado o sistema radicular. O sistema radicular foi separado da parte aérea, as raízes foram lavadas cuidadosamente até a retirada do solo aderido. O excesso de água das raízes foi retirado com o auxílio de papel toalha e em seguida o material foi avaliado.

As massas frescas da parte aérea e de raízes foram aferidas por pesagem em balança de precisão. O material coletado seguiu para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, durante 48 horas, até apresentarem massa constante.

Para verificar a qualidade das mudas, foi calculado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), seguindo a metodologia de Dickson *et al.*, (1960), considerando a seguinte fórmula:

$$IQD = (MST) / ((ALT/DC) + (MSPA/MSR))$$

Em que: IQD - Índice de qualidade de Dickson; MST - Massa seca total (g); ALT - Altura total (cm); DC - Diâmetro do coleto (mm); MSPA - Massa seca da parte aérea (g) e MSR - Massa seca da raiz (g).

Os dados coletados foram submetidos a verificação de dados discrepantes (outliers) pelo teste de Grubbs (1969), de normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e de homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran (1941). Posteriormente efetuou-se análise de variância pelo teste F, constatando-se significância estatística, foram realizadas comparações de médias pelo teste de Tukey (1949) a 5% de probabilidade. Para determinar a influência do número de nós nas miniestacas também foi realizada a análise multivariada utilizando os componentes principais e correlação múltipla das variáveis. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa de código aberto R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EFEITO DA ESTACA NA FORMAÇÃO DAS MUDAS

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) para os tamanhos das estacas nas variáveis morfológicas avaliadas, com exceção para o comprimento foliar, largura foliar e diâmetro do coleto (APÊNDICES A, B e C). De modo geral, observou-se que as estacas com 3 nós (6 gemas) e ± 10 cm de comprimento, apresentaram maior desenvolvimento da muda, com maior altura, comprimento de raízes e números totais de folhas, brotação e raízes (Tabela 1).

Tabela 1 - Comprimento foliar (CF), largura foliar (LF), diâmetro do coleto (DC), altura da planta (ALT), número total de brotações (NTB), número total de folhas (NTF), número total de raízes (NTR) e comprimento de raízes (CR) de mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022

Estaca	CF	LF	DC	ALT	NTB	NTF	NTR	CR
	----- mm -----				----- unidade -----			-- cm--
1 nó	23,71 a	18,88 a	4,41 a	41,3 c	2,17 b	5,98 b	33,43 c	6,93 b
2 nós	24,49 a	19,53 a	4,38 a	62,8 b	2,72 b	6,84 ab	54,20 b	7,67 ab
3 nós	25,43 a	20,78 a	4,36 a	89,2 a	4,28 a	8,40 a	69,20 a	9,66 a
CV (%)	6,58	4,75	4,34	15,53	13,17	13,44	7,85	16,34

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

As estacas apresentam mecanismos de emitir raízes que vai de interação com vários fatores, sendo características genéticas, condições ambientais que são altamente importantes no processo de auxiliar no enraizamento, assim também os fatores endógenos, levando em consideração os carboidratos, os reguladores de crescimento que são fundamentais na indução e crescimento das raízes (Lima *et al.*, 2011).

Segundo Wendling *et al.* (2005), o enraizamento de estacas herbáceas têm capacidade de apresentarem enraizamento mais rápido, do que plantas que apresentam estacas lenhosas, assim também, quanto mais nova à estaca melhor a taxa de enraizamento. O desempenho análogo do enraizamento pode estar relacionado a níveis endógenos de auxina e de carboidratos em ambos os tipos de material vegetativo (Lima *et al.*, 2011; Pimentel *et al.*, 2016; De Sá *et al.*, 2022).

Considerando apenas o tamanho das estacas estabelecidas, chama-se atenção para o tratamento de estacas com 1 nó (2 gemas) e o menor comprimento (± 4 cm), embora tenham diferenciado estatisticamente inferior aos demais tratamentos, considerando a otimização e

produção de mudas propagadas vegetativamente, este tamanho de estacas poderá reduzir o volume de material para formação de canteiros, além da possibilidade de obtenção de maior número de estacas por planta, entretanto não considerando a qualidade destas mudas.

A estaquia torna-se uma técnica eficiente para propagação vegetativa de *Alternanthera sessilis* (L.), pois a retirada de estacas da porção mediana da planta-matriz apresentou enraizamento de 100% aos 21 dias de experimento, até mesmo, para estacas com um nó. No entanto, ao comparar o menor tamanho das estacas, Melo *et al.* (2019) trabalhando com estacas de Nogueira-Macadâmia, observaram que estacas de menor diâmetro não promoveram resultados promissores, estes autores apontaram baixa taxa de sobrevivência da espécie.

De Sá *et al.* (2022), não observaram diferenças significativas entre as estacas apical e basal da erva-mate. Por outro lado, o uso de estacas de porção apical possui melhor desempenho no enraizamento, sobrevivência e biomassas de raízes comparado as estacas retiradas da porção mediana observados em clones de eucalipto (Correia *et al.*, 2015).

Quanto às massas frescas e secas da parte aérea, raízes e total, maiores massas foram observados em estacas com 3 nós (Tabela 2), esses resultados já eram esperados, pois, este comportamento deve-se, provavelmente, ao fato que maiores estacas possuem substâncias de reserva e conseqüentemente, maiores biomassas da parte aérea e de suas raízes, a outra questão são atuação de hormônios e outras substâncias que conjuntamente atuam promovendo tanto a brotação e o potencial promissor sistema produção de folhas quanto o enraizamento adventício (Campos *et al.*, 2017; Tofanelli; Mogor, 2021). Nota-se que, nas variáveis de biomassas secas da parte aérea em estacas com 2 nós não diferiram ($p>0,05$) estaticamente das estacas com apenas 1 nó.

Tabela 2 - Massa fresca da parte aérea (MFPA), Massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca da raiz (MSR), Massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022

Estaca	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MFT	MST	IQD
	----- g planta ⁻¹ -----						
1 nó	0,77 b	0,31 c	0,10 b	0,04 b	1,08 b	0,14 b	0,04 b
2 nós	0,96 b	0,45 b	0,12 b	0,06 b	1,41 b	0,18 b	0,05 b
3 nós	1,34 a	0,56 a	0,21 a	0,11 a	1,90 a	0,32 a	0,08 a
CV (%)	15,16	8,83	16,07	13,04	12,19	13,45	10,35

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem ($p>0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

De acordo com Thiessen *et al.* (2022), a massa seca é um parâmetro essencial para avaliar a viabilidade técnica de tipo de estaquia a ser utilizado. Dessa forma, fica evidenciado quanto maior a quantidade da parte aérea e sistema radicular, melhores são as condições para o desenvolvimento da muda. Pois, as raízes são órgãos responsáveis pela absorção de água e nutrientes vitais para o crescimento das plantas. Verificou-se no presente estudo que o enraizamento das estacas obtidas proporcionou maiores comprimentos de raízes, e conseqüentemente, acúmulo de biomassas secas tantas das raízes quanto a parte área, conforme a matriz de correlação e análise de componentes principais (Figuras 1 e 2).

Houve efeito ($p < 0,05$) dos tratamentos para os valores de variável indicativa de qualidade das mudas, o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) variou de 0,04 a 0,08, evidenciando que as estacas de 3 nós com ± 10 cm proporcionaram melhor qualidade das mudas (Tabela 2). O índice de qualidade de Dickson - IQD é um indicativo para a qualidade das mudas formadas, pois avalia o equilíbrio da biomassa das plantas dentro dos parâmetros avaliados, dentre os parâmetros mais importantes para desenvolvimento das mudas em condições de campo. Logo, quanto maior o valor IQD, melhor será a qualidade de mudas. O IQD, mesmo que desenvolvido para avaliar a qualidade de mudas para espécies florestais, também tem sido utilizado para observar a qualidade de mudas em espécies de hortaliças, observando as peculiaridades dos valores dos índices calculados (Simões *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2022).

3.2 MATRIZ DE CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

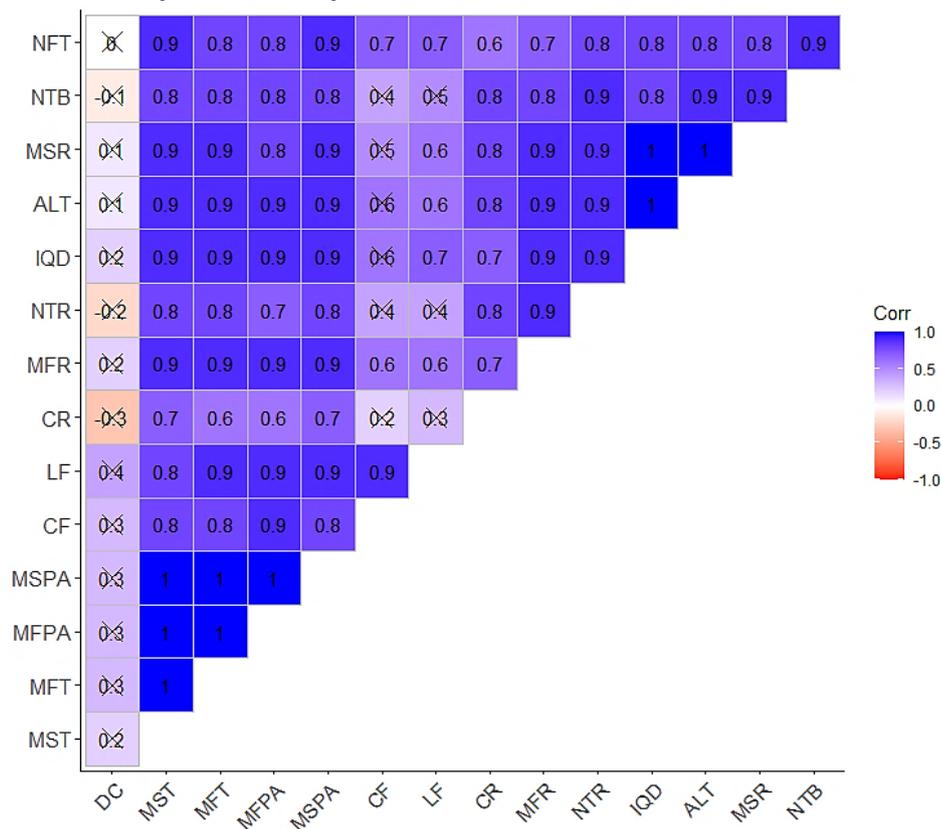
Quando os dados foram correlacionados para verificação de associação entre variáveis, observou-se correlação significativa ($P < 0,05$) na maioria das variáveis estudadas, com correlações positivas e correlações fracas (Figura 1). Ao comparar os resultados das correlações das variáveis morfométricas de crescimento entre si, ALT, NTB, NTF, NTR, CR, MFPA, MFR, MSPA, MSR, MFT e MST, foram observadas correlações fortes e positivas.

A correlação da variável DC com as demais variáveis avaliadas foi fraca ou a mesma não apresentou correlação. Resultado esperado, observado que as mudas têm origem da técnica de estaquia, e o diâmetro das mudas praticamente não se alteraram em relação a medida inicial da estaca até a formação das mudas. As variáveis de comprimento e largura foliar (CF e LF) apresentaram correlação positiva e significativa entre si, indicando que o aumento do comprimento, segue aumento da largura foliar. Essas variáveis, também se correlacionaram fortemente com as massas secas e fresca total e de parte aérea (Figura 1).

As correlações entre o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) com as características de crescimento foram fortes e positivas, exceto para a variável diâmetro do coleto, que apresentou correlação fraca para com o índice (Figura 1). O aumento dos valores nas características de crescimento das mudas proporcionará aumento no índice de qualidade, indicando mudanças de qualidade para selecionar as melhores a serem cultivadas.

A variável altura da estaca, teve correlação forte e positiva para todas as variáveis avaliadas, logo quanto maior o tamanho da estaca, maior foram os valores das variáveis, indicando assim a importância desta variável. As massas obtidas (MFPA, MFR, MSPA, MSR, MFT, MST) apresentam correlações fortes e positivas entre si (Figura 1), indicando que o aumento de massa em uma destas variáveis implica no aumento de massa nas demais variáveis.

Figura 1 - Análise de correlação entre as variáveis estudadas para as mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022

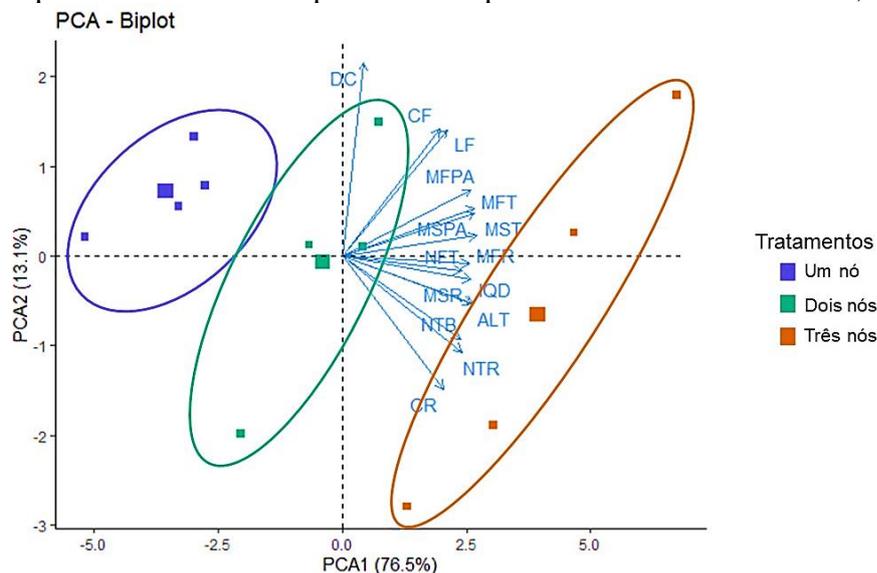


*Correlações positivas e negativas são exibidas em azul e vermelho, a intensidade da cor é proporcional ao coeficiente de correlação. Comprimento foliar - CF, largura foliar - LF, altura total - ALT, diâmetro do coleto - DC, número total de brotações - NTB, número total de folhas - NTF, Número total de raízes - NTR, Comprimento de raízes - CR, massa fresca da parte aérea - MFPA, massa fresca das raízes - MFR, massa seca da parte aérea - MSPA, massa seca das raízes - MSR, massa fresca total - MFT, massa seca total - MST e calculou-se o índice de qualidade Dickson - IQD

A correlação forte e positiva para o Índice de Qualidade de Dickson com as características de crescimento, principalmente as massas frescas e secas, estão relacionados principalmente pelas características de crescimento das mudas como estão relacionadas no modelo da equação, pois as massas secas de raiz e da parte aérea são parâmetros essenciais para avaliar a viabilidade de mudas, logo, quanto maior a quantidade do sistema radicular da parte aérea, melhores são as condições para o desenvolvimento da muda e consequentemente maior será o índice (Thiessen *et al.*, 2022).

A figura 2 ordena biplotação da modelagem de saída de análise de componentes principais (PCA). Os dois primeiros componentes principais atingiram 89,9% da variação total sobre a formação das mudas de espinafre da Amazônia, onde PCA1 representam 76,5% e PCA2 13,1% da variância dos dados da matriz das mudas. Isso permitiu que a variabilidade dos dados e possíveis associações entre as variáveis fossem descritas em dois eixos principais. Logo, as características que apresentaram forte associação com PCA1 e PCA2 podem explicar a resposta das plantas com os diferentes tratamentos.

Figura 2 - Análise de componentes principais das variáveis associadas a formação das mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022



*ALT - altura total, DC - diâmetro do caule, CF - comprimento foliar, LF - largura foliar, NTF - número total de folhas, NTB - número total de brotações, NFB - número de folhas por brotação, NTR - número total de raiz, CR - comprimento de raiz, MFPA - massa fresca da parte aérea, MFR - massa fresca de raiz, MSPA - massa seca da parte aérea, MSR - massa seca de raiz, MFT - massa fresca total, MST - massa seca total e IQD - Índice de qualidade de Dickson.

As variáveis CR, CF, LF, NTB, NTF, ALT, MSR, IQD, MFR, NTF, MST, MSPA e MFPA apresentaram contribuições semelhantes ao PCA1. Essas variáveis estiveram fortemente associadas as estacas com 3 nós na formação das mudas, contribuindo para valores mais

elevados nessas variáveis. Observou-se também altas correlações positivas entre essas variáveis de crescimento, pois formaram ângulos agudos entre as variáveis.

Analisando PCA2, apresentou pouca contribuição na análise. O diâmetro do caule (DC) apresentou a maior contribuição à estaca com dois nós, embora sem associação específica. Observado que para diâmetro do caule, na metodologia de instalação do experimento as estacas tinham aproximadamente o mesmo diâmetro, pois foram retiradas da mesma porção da planta matriz, indicando assim dissimilaridade com as demais variáveis avaliadas, que tiveram maior associação com o maior tamanho de estaca, aqueles com presença de três nós. Isso provavelmente está ligado ao tamanho da estaca e maior disponibilidade de nutrientes para formação inicial das mudas.

As variáveis morfométricas avaliadas nas mudas formadas apresentaram maior contribuição quando eram provenientes de estacas de maior altura (± 10 cm), com presença de 3 nós, indicando associação entre o maior comprimento das estacas com a produção de mudas mais vigorosas. Assim pode-se observar que é determinante na produção de mudas da espécie o tamanho da estaca, pois o comprimento da estaca e número de nós normalmente está relacionado a quantidade de substâncias reservas, que pode favorecer o desenvolvimento de mudas (Campos *et al.*, 2017; Nasser *et al.*, 2020; Tofanelli; Mogor, 2021).

4 CONCLUSÃO

A propagação por estaquia do espinafre da Amazônia mediante o tamanho de estaca com 3 nós proporciona formação de mudas de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

- ALAM, M. A.; RAHMAT, N. A.; MIJIN, S.; RAHMAN, M. S.; HASAN, M. M. Influence of palm oil mill effluent (POME) on growth and yield performance of Brazilian spinach (*Alternanthera sissoo*). **Journal of Agrobiotechnology**, v. 13, n. 1, p. 40-49, 2022.
- BASSINGTHWAIGHTE, D. Brazilian Spinach. Optimise Learning, 2018. Disponível em: <https://www.optimiselearning.com.au/brazilian-spinach/>. Acesso em: 10 de julho de 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Hortaliças não convencionais: (tradicional). Brasília: MAPA/ACS, 2010. 52p. Disponível em: https://www.abcsem.com.br/docs/cartilha_hortalicas.pdf. Acesso em: 25 de agosto de 2022.
- CAMPOS, J. A.; DE OLIVEIRA, N. J. F.; CHAMBA, J. S. V.; COLEN, F.; DA COSTA, C. A.; DA SILVA, S. F. A. Brotação de ora-pro-nóbis em substrato alternativo de casca de arroz carbonizada. **Holos**, v. 7, p. 148-167, 2017.
- COCHRAN, W. G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. **Annals of Eugenics**, v. 11, n. 1, p. 47-52, 1941.
- CORREIA, A. C. G.; XAVIER, A.; DIAS, P. C.; TITON, M.; SANTANA, R. C. Redução foliar em miniestacas e microestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, v. 39, p. 295-304, 2015.
- DE SÁ, F. P.; GOMES, E. N.; DE ALMEIDA MAGGIONI, R.; WENDLING, I.; HELM, C. V.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Biochemical and anatomical features of adventitious rhizogenesis in apical and basal mini-cuttings of *Ilex paraguariensis*. **New Forests**, v. 53, p. 1-20, 2022.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- FASOLIN, L. H.; PEREIRA, R. N.; PINHEIRO, A. C.; MARTINS, J. T.; ANDRADE, C. C. P.; RAMOS, O. L.; VICENTE A. A. Emergent food proteins—Towards sustainability, health and innovation. **Food Research International**, v. 125, p. 108586, 2019.
- FISS, C. R.; SCHUCH, M. W.; TOMAZ, Z. F. P.; MOREIRA, R. M.; DA SILVA, J. J. B. Rooting of japanese apricot mini-cuttings with indolebutyric acid. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 37-37, 2017.
- FRÖLECH, D. B.; DE BARROS, M. I. L. F.; DE ASSIS, A. M.; SCHUCH, M. W. Etiolation and indolbutyric acid in the *Olea europaea* cv. Maria da Fé minicuttings. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 2, p. 1-4, 2020.
- GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **Technometrics**, v. 11, n. 1, p. 1-21, 1969.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. 2017. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 29 de junho de 2022.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Plantarum, 2014. 768p.

KUMAR, M.; TOMAR, M.; PUNIA, S.; DHAKANE-LAD, J.; DHUMAL, S.; CHANGAN, S.; KENNEDY, J. F. Plant-based proteins and their multifaceted industrial applications. **LWT**, v. 154, p. 112620, 2022.

LEAL, M. L.; ALVES, R. P.; HANAZAKI, N. Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 14, n. 1, p. 1-9, 2018.

LIMA, D. M.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; MAYER J. L. S. Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schwacke com a aplicação de ácido indol butírico relacionada aos aspectos anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 422-438, 2011.

DE MELO, M. N. V.; DA SILVA, V. H. D.; PERDONÁ, M. J. Ambientes para produção de mudas de noqueira-macadâmia por estaquia. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 12, n. 27, 2019.

MILIÃO, G. L.; DE OLIVEIRA, A. P. H.; DE SOUZA SOARES, L.; ARRUDA, T. R.; VIEIRA, É. N. R.; JUNIOR, B. R. D. C. L. Miracle Tree Moringa oleifera: Status of the Genetic Diversity, Breeding, In Vitro Propagation, and a Cogent Source of Commercial Functional Food and Non-Food Products. **Plants**, v. 11, n. 22, p. 3132, 2022.

MOREIRA, R. M.; SCHUCH, M. W.; TOMAZ, Z. F. P.; RAASCH, C. G.; CASARIN, J.V. Mother plant luminescence and zeatin concentration in the in vitro establishment of an olive plant. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 3, n. 2, p. 81-81, 2017.

NASSER, M. D.; CARDOSO, A. I. I.; RÓS, A. B.; DE CARVALHO MARIANO-NASSER, F. A.; COLOMBARI, L. F.; RAMOS, J. A. Produtividade e qualidade de raízes de batata-doce propagadas por diferentes tamanhos de miniestacas. **Scientia Plena**, v. 16, n. 7, 2020.

OLIVEIRA, J. R.; SANTOS, M. N.; DE SOUZA, J. M.; DE SOUZA OLIVEIRA, V.; AMOURIM, M, A, A. Initial growth of *Physalis peruviana* L. seedlings on different substrates. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 32, p. 1-7, 2020.

OLIVEIRA PEREIRA, F.; DE MEDEIROS, F. D.; ARAÚJO, P. L. Natural toxins in Brazilian unconventional food plants: uses and safety. In: **Local food plants of Brazil**. Cham: Springer International Publishing, p. 89-114, 2021.

PIMENTEL, N.; BISOGNIN, D. A.; KIELSE, P.; LENCINA, K. H.; MELLO, U. S. Shoot segment and substrate composition in rooting of juvenile ipe-roxo mini-cuttings. **Ciência Rural**, v. 46, p. 996-1002, 2016.

PIMENTEL, N.; PEDROSO, M. F.; LENCINA, K. H.; OLIVEIRA, J. M. S. D.; BISOGNIN, D. A. Anatomical characterization of the adventitious roots of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) mini-cuttings. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 63, p. 1-13, 2020.

RADHAKRISHNAN, S.; SARAVANA BHAVAN, P.; SEENIVASAN, C.; MURALISANKAR, T.; SHANTHI, R. Effects of native medicinal herbs (*Alternanthera sessilis*, *E clipta alba* and *C issus quadrangularis*) on growth performance, digestive enzymes and biochemical constituents of the monsoon river prawn *M acrobachium malcolmsonii*. **Aquaculture nutrition**, v. 21, n. 4, p. 496-506, 2015.

REHMAN, U.; BAHAR, F. A.; SAAD, A. A.; BHAT, M. A.; SINGH, L.; MAHDI, S. S.; PALMO, T. Trends, challenges and prospects of underutilized food crops under temperate ecologies: **A review**, v. 2, p. 503-512, 2022.

SÁ, A. G. A.; MORENO, Y. M. F.; CARCIOFI, B. A. M. Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. **Trends in Food Science & Technology**, v. 97, p. 170-184, 2020.

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

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, R. V.; DE SOUZA, J. K. M.; DA SILVA, M. C.; MOURA, P. A.; DE LIMA, A. P. A.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis*) produzidas com uso de substratos distintos. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 2, p. 489-498, 2022.

SIMÕES, A. C.; ALVES, G. K.; FERREIRA, R. L.; ARAÚJO NETO, S. E. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. **Horticultura brasileira**, v. 33, p. 521-526, 2015.

SOUZA, L.; SILVA, N.; UCHÔA, T. L.; ALMEIDA, W.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E. Aumento da produtividade de mostarda-folhas utilizando mudas de alta qualidade produzidas com substratos alternativos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 13, n. 4, p. 291-296, 2017.

THIESEN, L. A.; ALTISSIMO, B. S.; HOLZ, E.; PINHEIRO, M. V. M.; SCHMIDT, D. Technical feasibility of minicutting of different portions of the branch to produce clonal seedlings of *Aloysia triphylla*. **Comunicata Scientiae**, v. 13, p. e3476-e3476, 2022.

TOFANELLI, M. B. D.; MÓGOR, Á. F. Plantio horizontal de miniestacas de ora-pro-nóbis: Um novo método. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e17510414054-e17510414054, 2021.

TUKEY, J. W. Comparing individual means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 5, p. 99-114, 1949.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de corticeira-do-mato por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2005. 5p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 130).

CAPÍTULO III

SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de espinafre da Amazônia produzidas em substratos alternativos. O experimento foi realizado na horta da Universidade Federal do Acre, no período de março a abril de 2022. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro blocos. Os tratamentos foram os diferentes substratos, onde: T1 = substrato de palheira, T2 = substrato palheira com carvão, T3 = substrato comercial, T4 = substrato comercial + substrato de palheira e T5 = substrato comercial + substrato palheira com carvão. As avaliações ocorreram aos 30 dias de cultivo, avaliando: altura, diâmetro, comprimento e largura foliar, número total de brotações e folhas, comprimento de raízes, massa fresca da parte aérea e de raízes, massa seca da parte aérea e de raízes, massa fresca e seca total, e calculado o índice de qualidade de Dickson. Houve efeito significativo dos substratos utilizados para as variáveis avaliadas das mudas de espinafre. Os substratos alternativos em mistura com o comercial, apresentou-se como uma alternativa na produção de mudas. Os substratos palheira com carvão e palheira pura, quando em mistura ao comercial é uma alternativa a produção de mudas de qualidade para o espinafre da Amazônia.

Palavras-chave: Hortaliça não convencional. Qualidade de mudas. Amaranthaceae. *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.

ALTERNATIVE SUBSTRATES IN THE PRODUCTION OF AMAZONIAN SPINACH SEEDLINGS

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the quality of Amazonian spinach seedlings produced with alternative substrates. The experiment was carried out in the garden of the Federal University of Acre, from March to April 2022. The experimental design was in randomized blocks, with five treatments and four blocks. The treatments were the different substrates, where: T1 = palm substrate, T2 = palm substrate with charcoal, T3 = commercial substrate, T4 = commercial substrate + palm substrate and T5 = commercial substrate + palm substrate with charcoal. The evaluations took place after 30 days of cultivation, evaluating: height, diameter, leaf length and width, total number of shoots and leaves, root length, fresh mass of shoots and roots, dry mass of shoots and roots, mass total fresh and dry, and the Dickson Quality Index calculated. There was a significant effect of the substrates used for the evaluated variables of the spinach seedlings. The alternative substrates mixed with the commercial one, presented itself as an alternative in the production of seedlings. The palm substrate with charcoal and palm substrate, when mixed with the commercial one, is an alternative to produce quality seedlings for Amazonian spinach.

Keywords: Unconventional vegetables. Seedling quality. Amaranthaceae. *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. (Amaranthaceae) popularmente conhecida como orelha-de-macaco ou espinafre brasileiro espinafre sissoo. É uma planta herbácea, perene, considerada uma hortaliça não-convencional. Espécie rica em nutrientes contendo carotenoides, vitaminas C, K e ácido fólico, e minerais como ferro e cálcio. Apresentam folhas arredondadas, enrugadas e flores pequenas e brancas. Cultivada em pequena escala, é comercializada principalmente em grandes feiras em estados da região Norte, como Amazonas e Pará (Kinupp; Lorenzi, 2014; Da Silva *et al.*, 2019; Bassingthwaighte, 2022).

Conforme literatura, o cultivo do espinafre da Amazônia é adequado em regiões tropicais, solos ricos em matéria orgânica e propagada assexuadamente, por meio de estacas vegetativas, por possuir rápido crescimento, rusticidade e enraizamento (Kinupp; Lorenzi, 2014; Bhuyan *et al.*, 2018; Alam *et al.*, 2022). Dessa forma, para obter mudas de alta qualidade faz-se necessário a adoção do uso de substratos alternativos que atendam às necessidades da cultura, pois o vegetal adequadamente cultivado, possui melhor crescimento e desenvolvimento da espécie (Primavesi, 2017).

De forma de geral, os substratos são essenciais na qualidade de mudas, devendo apresentar boas condições de umidade, macro e microporosidade, disponibilidade de nutrientes, capacidade de trocas catiônicas entre minerais e fornecimento para o desenvolvimento radicular (Soares *et al.*, 2014; Kratz; Wendling, 2016; Pinheiro *et al.*, 2022). Além de serem livres de patógenos, e de substâncias que possam reduzir ou prejudicar o desenvolvimento das plantas (Schafer; Lerner, 2022).

Apesar de todas as informações sobre a composição de um substrato, ainda, é difícil encontrar um substrato vegetal com matérias-primas que atendam todas as características desejáveis, ou ainda que seja indisponível sua aquisição para os agricultores, por isso, é comum o uso de misturas (materiais básicos, complementos e aditivos) para alcançar respostas satisfatórias (Pacheco; Petter, 2011; Schafer, 2022). Por esse motivo, é importante identificar matérias-primas adequadas e de fácil acesso para o cultivo de espécies de interesse (Oliveira *et al.*, 2022).

Atualmente, diversos subprodutos oriundos da natureza e derivados agroindustriais poderiam ser reaproveitados em sistemas de produção vegetal como forma de reciclagem de nutrientes a fim de reduzir impactos negativos gerados pelo acúmulo desses resíduos no meio em que são introduzidos (Chagas *et al.*, 2019; Salkić *et al.*, 2019). Como exemplo temos resíduos de restos vegetais como a palheira, fibra de coco, pinheiro composto e casca de

eucalipto, turfa, casca de arroz carbonizado, e mineiras como vermiculite, perlite e argila expandida (Schafer; Lerner, 2022).

A qualidade de mudas é a base para o desenvolvimento de várias hortaliças tanto para as espécies convencionais quanto as não-convencionais, desse modo, a escolha do substrato adequado, material de propagação oriundo de matrizes vigorosas, e outras práticas culturais são fundamentais para estabelecer um padrão de desenvolvimento que apresentem características desejáveis como bom enraizamento, uniformidade e folhas bem desenvolvidas para que haja sucesso no transplante. Dessa forma esses métodos de manejo facilita o ciclo de produção para o agricultor (Pinheiro *et al.*, 2022; Salkić *et al.*, 2022).

Contudo, não há informações agronômicas para produção de mudas de espinafre da Amazônia, principalmente utilizando-se de substratos alternativos ao comercial, que são de alto custo para as regiões distantes dos centros de produção, dificultando a produção para pequenos produtores, em especial aqueles da agricultura familiar. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de espinafre da Amazônia produzidas com substratos alternativos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de estufa, na horta da Universidade Federal do Acre (UFAC), Campus Sede, localizada no município de Rio Branco, Acre (9° 57' 35" S e 67° 52' 15" W, altitude de 163 m), no período de março a abril de 2022. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Am, quente e úmido, com médias anuais de temperatura de 24,5 °C, umidade relativa do ar de 85% e precipitação anual de 1.700 mm a 2.400 mm (Inmet, 2022).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, quatro repetições e dezesseis amostras por unidade experimental. Os tratamentos foram as diferentes misturas de substratos (Tabela 3). Os substratos orgânicos palheira com carvão e palheira foram obtidos localmente a partir da decomposição da palmeira de ouricuri (*Attalea phalerata*).

Tabela 3 - Substratos utilizados. Rio Branco, AC, 2022

Sigla	Substrato	Proporção
SP	Substrato de palheira	1
SP+C	Substrato de palheira + carvão	1:1
SC	Substrato comercial	1
SC+SP	Substrato comercial + substrato de palheira	1:1
SC+SP+C	Substrato comercial + substrato de palheira + carvão	1:1:1

A multiplicação do espinafre da Amazônia (*alternanthera sessilis* L.) foi realizada utilizando estacas da porção mediana de plantas matrizes adultas. As estacas foram excisadas com cortes retos, observando presença de quatro gemas axilares e padronizadas com dois nós cada (\pm 10 cm de comprimento e 4 mm de diâmetro), e todas as folhas retiradas do material, evitando causar danos as gemas presentes. As mesmas foram acondicionadas em bandejas de isopor com 128 células, utilizando os substratos em teste e irrigadas conforme a necessidade diária com auxílio de um regador manual.

Aos 30 dias de cultivo, com formação completa das mudas, observados pela estabilização do crescimento, avaliou-se em 10 plantas úteis por parcela em cada bloco, as variáveis: altura da muda (cm), diâmetro do coleto (mm), comprimento foliar (cm), largura foliar (mm), número total de brotações, número total de folhas, comprimento de raízes (mm), massa fresca da parte aérea (g), massa fresca das raízes (g), massa seca da parte aérea (g), massa seca das raízes (g), massa fresca total (g), massa seca total (g) e calculou-se o Índice de

qualidade Dickson (IQD), seguindo a metodologia proposta por Dickson *et al.* (1960) usando a fórmula:

$$IQD = \frac{(MST)}{\left(\frac{ALT}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)}$$

Em que: IQD - Índice de qualidade de Dickson;

ALT - Altura da planta (cm);

DC - Diâmetro do coleto (mm);

MST - Massa seca total (g);

MSPA - Massa seca da parte aérea (g);

MSR - Massa seca da raiz (g).

As plantas foram retiradas das bandejas de cultivo, mantendo o substrato ainda aderido às suas raízes, evitando danificar o sistema radicular. O sistema radicular foi separado da parte aérea, as raízes foram lavadas cuidadosamente até a retirada do solo aderido e o excesso de água das raízes foi retirado com o auxílio de papel toalha, seguido de avaliação do material.

O diâmetro do coleto e o comprimento de raízes foi obtido com uso de um paquímetro. A largura e comprimento foliar foi obtido das métricas de largura e comprimento da maior folha em cada planta com auxílio de paquímetro. A altura total das mudas foi mensurada com uso de régua graduada. O número de folhas e o número de raízes foi obtido por contagem de cada unidade. As massas frescas e secas foram aferidas por pesagem em balança de precisão. O material coletado fresco (raízes e parte aérea) seguiu para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, durante 48 horas, até apresentarem massa constante.

Os dados referentes as características biométricas foram submetidas a verificação de dados discrepantes pelo teste de Grubbs (1969), normalidade dos erros pelo teste de Shapiro e Wilk (1965) e homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran (1941). Posteriormente efetuou-se análise de variância pelo teste F de Snedecor e Cochran (1948) e constatando-se significância estatística, foram realizadas comparações de médias pelo teste de Tukey (1949) a 5% de probabilidade. Para verificar a influência do substrato na formação das mudas de espinafre da Amazônia, foi realizado complementarmente análise multivariada, utilizando correlações múltiplas e a análise dos componentes principais. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se do programa de código aberto R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EFEITO DO SUBSTRATO NA FORMAÇÃO DAS MUDAS

Houve efeito significativo dos substratos na formação da mudas para as variáveis: comprimento foliar (CF), largura foliar (LF), número total de folhas (NTF), número total de brotações (NTB), comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD), exceto para altura (ALT) e diâmetro (DC) (APÊNDICES D, E e F).

Observou-se efeito positivo do substrato comercial (SC) sob todos os parâmetros avaliados, seguidos pelas misturas do substrato comercial com os condicionadores palheira pura (SC+SP) e palheira pura mais carvão (SC+SP+C). A combinação de SC+SP e o substrato de palheira pura contribuíram para incremento na largura foliar, apresentando médias similares ao SC. O substrato isolado composto de palheira pura ocasionou uma redução de aproximadamente 5% no CR em relação aos demais tratamentos aplicados (Tabela 4).

Tabela 4 - Altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento foliar (CF), largura foliar (LF) número total de brotações (NTB) e comprimento de raiz (CR) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas em substratos alternativos. Rio Branco, AC, 2022

Substrato	ALT -- cm --	DC ----- mm -----	CF ----- mm -----	LF ----- mm -----	NTF ----- uni -----	NTB ----- uni -----	CR -- mm --
SC	5,81 a	4,57 a	25,61 a	21,66 a	17,20 a	4,05 a	76,18 a
SC+SP+C	5,99 a	4,71 a	18,16 b	16,89 b	13,65 b	3,80 a	73,01 a
SC+SP	6,19 a	4,75 a	15,17 c	14,74 ab	12,00 b	3,65 ab	71,74 a
SP+C	5,64 a	4,56 a	13,77 c	13,81 c	8,85 c	2,90 bc	69,23 a
SP	5,52 a	4,53 a	15,38 c	15,53 ab	7,45 c	2,40 c	52,22 b
CV (%)	15,61	11,01	7,91	12,65	11,68	11,72	5,51

*Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p>0,05$) entre si pelo teste de Tukey. SC - Substrato comercial, SC+SP+C = Substrato comercial + substrato de palheira com carvão, SC+SP - Substrato comercial + substrato de palheira, SP+C - Substrato de palheira com carvão e SP - Substrato de palheira.

A mesma tendência pode ser observada para as massas fresca de parte aérea, raiz e total, em que a combinação de palheira pura + substrato comercial proporcionou médias semelhantes ao SC, o qual registrou valores médios superiores para todas as variáveis de massas. Esses resultados apontam que a superioridade da mistura (SC+SP) pode estar associada ao incremento de matéria orgânica por meio da adição da palheira pura ao substrato comercial (Tabela 5).

A incorporação de matéria orgânica além de disponibilizar nutrientes à plântula, aprimora as características físicas do substrato, atuando diretamente na constituição e na estabilização da estrutura dos agregados dos solos/substratos, pois potencializa a floculação do solo, abrindo espaços que evitam a compactação, diminuindo a densidade e promovendo melhor estruturação (Llanillo *et al.*, 2013; Soares *et al.*, 2014, Primavesi, 2017).

Tabela 5 - Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raízes (MFR), massa seca de raízes (MSR), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) de mudas de espinafre da Amazônia produzidas em substratos alternativos. Rio Branco, AC, 2022

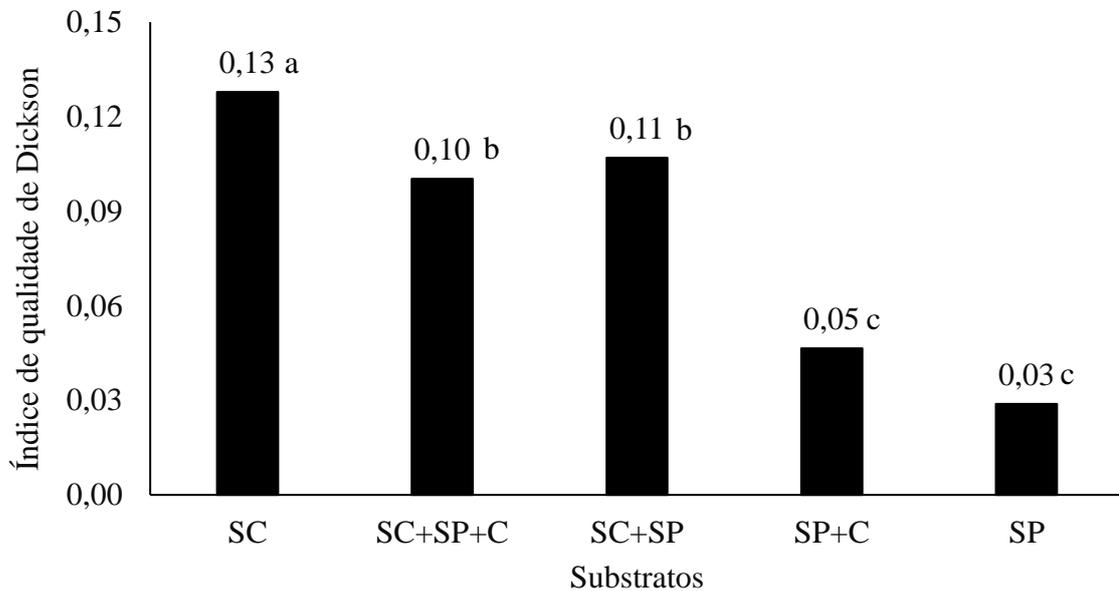
Substrato	MFPA	MSPA	MFR	MSR	MFT	MST
	----- (g) -----					
SC	1,15 a	0,26 a	0,31 a	0,14 a	1,46 a	0,40 a
SC+SP+C	0,89 b	0,20 b	0,15 c	0,11 b	1,04 b	0,31 b
SC+SP	1,05 ab	0,18 b	0,28 a	0,12 b	1,33 a	0,30 b
SP+C	0,60 c	0,11 c	0,21 b	0,06 cd	0,81 c	0,17 c
SP	0,68 c	0,14 c	0,18 b	0,03 d	0,86 c	0,17 c
CV (%)	22,64	16,63	20,31	16,17	14,78	15,08

*Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p>0,05$) entre si pelo teste de Tukey. SC - Substrato comercial, SC+SP+C = Substrato comercial + substrato de palheira com carvão, SC+SP - Substrato comercial + substrato de palheira, SP+C - Substrato de palheira com carvão e SP - Substrato de palheira.

A combinação de resíduos orgânicos ao substrato comercial é benéfica e comumente empregada na propagação de mudas de diferentes espécies vegetais. Além de promover melhoria nos atributos do solo, a reutilização desses materiais reduz os custos de produção e os impactos ambientais negativos de sua deposição inadequada (Araújo *et al.*, 2017; Araújo Neto; Ferreira, 2019). Observações efetuadas por Medeiros *et al.* (2018), demonstraram aumento significativo em todas as características morfológicas de mudas de pepino cultivadas sob a mistura de substrato comercial mais resíduos de palheira e soja.

O índice de qualidade de Dickson funciona como excelente indicador de qualidade de mudas pois é empregado para calcular a robustez (altura e diâmetro) e o equilíbrio entre as biomassas (MSPA/MSR). Desse modo, quanto maior o valor de IQD, maior será o padrão de qualidade das mudas produzidas (Maekawa *et al.*, 2020). Conforme os resultados apontados na Figura 3, o substrato comercial propiciou mudas de qualidade superior comparado as combinações com os condicionadores e a palheira pura. O condicionar mostrou-se promissor a ser utilizado na produção de mudas quando em mistura ao comercial, proporcionando formação completa das mudas e qualidade apenas inferior ao comercial.

Figura 3 - Índice de Qualidade de Dickson em mudas de espinafre da Amazônia, produzidas em substratos alternativos. Rio Branco, AC, 2022



*Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. SC - Substrato comercial, SC+SP+C = Substrato comercial + substrato de palheira com carvão, SC+SP - Substrato comercial + substrato de palheira, SP+C - Substrato de palheira com carvão e SP - Substrato de palheira. CV = 16,97%.

3. 2 MATRIZ DE CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

A correlação entre as variáveis morfométricas avaliadas apontou associações significativas ($p > 0,05$), verificando correlações positivas, tanto de alta quanto de baixa magnitude. Não se observou a presença de correlações negativas (Figura 4). As variáveis CF, LF, NTB, NTF, MFPA, MSPA, CR, MFR, MSR, MFT, MST e IQD apresentaram correlações positivas de ampla magnitude (acima ou igual a 0,70) entre si. As variáveis ALT e DC apresentaram correlações fracas com as demais, exceto entre si.

Associações de correlação positiva entre as variáveis em formação morfométricas em mudas já são esperadas, com tendência a apresentar baixa correlação para com as variáveis de altura e diâmetro. No presente trabalho, as mudas formadas foram oriundas da técnica de estaquia, onde o diâmetro e comprimento das mudas são preferencialmente padronizados, em especial o diâmetro, que pouco se altera na fase inicial de formação da muda.

O comprimento e largura foliar (CF e LF) apresentaram correlação positiva e de alta magnitude, indicando que o aumento de uma variável, segue aumento da outra. Essas variáveis avaliadas das folhas, também se associam positivamente com as variáveis de massas secas e

fresca da parte aérea, logo que a maior parte da massa da parte aérea é representada pelas folhas nesta espécie.

Figura 4 - Análise de correlação entre as variáveis de resposta estudadas para as mudas de espinafre da Amazônia produzidas em substratos alternativos. Rio Branco, AC, 2022



*As correlações positivas e negativas são exibidas em azul e vermelho, respectivamente; a intensidade da cor e tamanho do círculo são proporcionais aos coeficientes de correlação. LF - largura foliar, CF - comprimento foliar, ALT - altura total, DC - diâmetro do coleto, NTB - número total de brotações, NTF - número total de folhas, CR - comprimento de raízes, MFPA - massa fresca da parte aérea, MFR - massa fresca das raízes, MSPA - massa seca da parte aérea, MSR - massa seca das raízes, MFT - massa fresca total, MST - massa seca total e índice de qualidade Dickson - IQD.

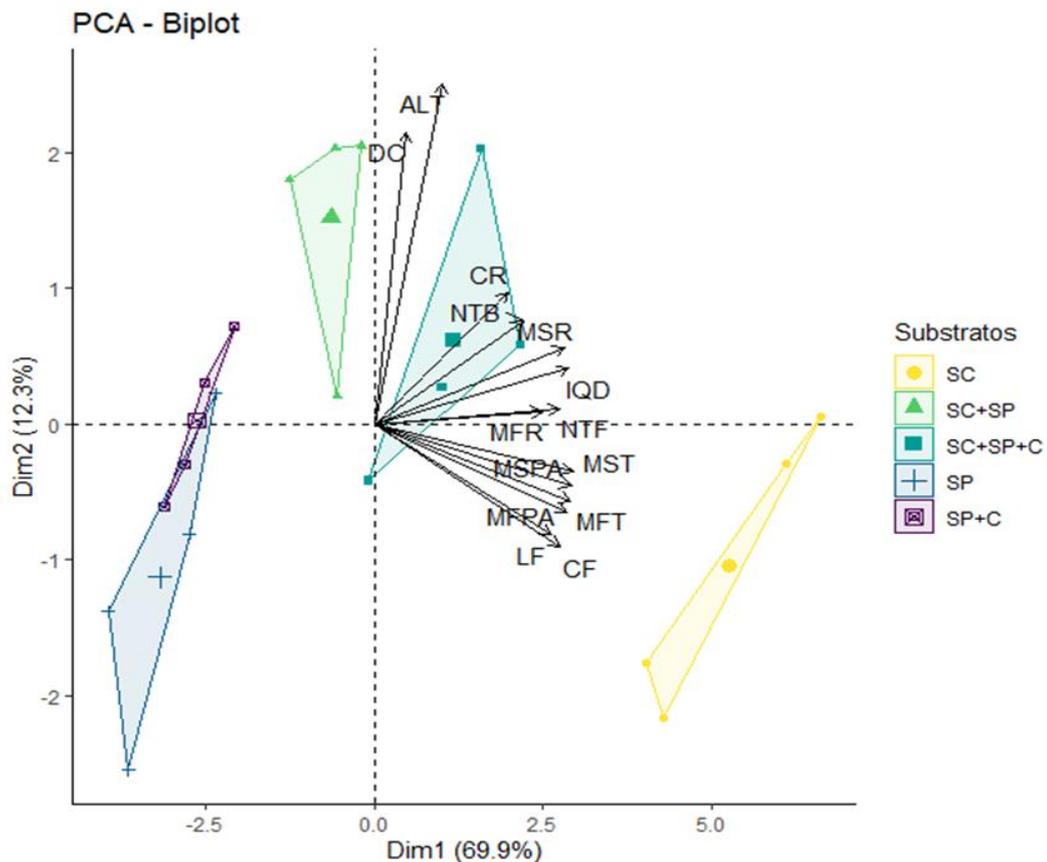
A correlação entre o IQD e as variáveis de crescimento avaliadas foram fortes e positivas, com exceção para altura e diâmetro do coleto, com correlação fraca e não significativa (Figura 4). As características de crescimento nas mudas avaliadas e o seu crescimento, com tratamento com maiores valores proporcionará aumento no índice de qualidade, o qual será utilizado para selecionar as melhores mudas. Logo, o IQD terá uma maior correlação com as variáveis de massa, que serão os principais parâmetros respostas dentro deste universo de trabalho, observado que as estacas selecionadas para produção das mudas foram padronizadas em diâmetro e comprimento.

As massas obtidas nas avaliações (MFPA, MSPA, MFR, MSR, MFT e MST) apresentaram correlações significativas acima de 0.9 entre si, indicado que o aumento de uma variável implica no aumento da outra. Conforme a análise de componentes principais (PCA) a

variabilidade total dos dados explicada foi de 82,2% sendo 69,9% no eixo 1 e 12,3% no eixo 2 (Figura 5). Essa proporção é coerente com Sneath e Sokal (1973) que preconizam que o número de componentes principais utilizado na interpretação deve apresentar um nível de explicação acima de 70% da variância total dos dados. As variáveis foram separadas em dois grupos respostas.

No primeiro quadrante ficaram concentradas as variáveis CR, NTB, MSR, que foram fortemente influenciadas pela combinação do substrato comercial e os condicionadores palheira pura + carvão. ALT e DC, ficaram próximas ao eixo principal e deste modo não contribuíram para a variabilidade do modelo e não foram influenciadas por nenhum dos tratamentos avaliados.

Figura 5 - Análise de componentes principais associadas a formação e o crescimento das mudas de espinafre da Amazônia cultivadas em substratos alternativos. Rio Branco, AC, 2022



*LF - largura foliar, CF - comprimento foliar, ALT - altura total, DC - diâmetro do coleto, NTB - número total de brotações, NTF - número total de folhas, CR - comprimento de raízes, MFPA - massa fresca da parte aérea, MFR - massa fresca das raízes, MSPA - massa seca da parte aérea, MSR - massa seca das raízes, MFT - massa fresca total, MST - massa seca total e índice de qualidade Dickson - IQD.

As demais variáveis IQD, NTF, CF, LF e as massas, estavam vetorialmente direcionadas para o SC, que se concentrou no primeiro e segundo quadrante, confirmando a maior influência desse tratamento sob esses parâmetros. Os substratos SP e SP + C não se correlacionaram com nenhuma das variáveis correspondendo ao crescimento e qualidade inferior das mudas de espinafre da Amazônia. A palheira pura + substrato comercial, concentrou seus pontos no quarto quadrante e apresentou a menor nuvem de dispersão, indicando maior a homogeneidade do tratamento.

Os resultados da estatística multivariada são condizentes com a estatística univariada, que indicaram efeito positivo da adição de condicionares alternativos, indicado pelo substrato de palheira na análise de componentes principais. O maior reflexo está indicado nas características de crescimento, especialmente na qualidade das mudas formadas, no qual os substratos são os principais envolvidos em fornecer condições para o desenvolvimento das mudas em vegetais, especialmente as hortaliças (Chagas *et al.*, 2019; Pinheiro *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2022).

Logo, destaca-se que os substratos são determinantes na formação de mudas de qualidade, ainda sendo fundamental na produção futura com uso destas mudas em campo, observado que essa qualidade de mudas indicam que são resistentes as intemperes do cultivo, como pragas, doenças, condições do campo e conseqüentemente favorecer o desenvolvimento e obter-se o seu maior potencial produtivo (Araújo Neto; Ferreira, 2019; Chagas *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2022).

4 CONCLUSÃO

O substrato comercial proporciona produção de mudas de melhor qualidade de espinafre da Amazônia.

Os substratos palheira com carvão e palheira pura, quando em mistura com substrato comercial é uma alternativa promissora a produção de mudas de espinafre da Amazônia.

REFERÊNCIAS

- ALAM, M. A.; RAHMAT, N. A.; MIJIN, S.; RAHMAN, M. S.; HASAN, M. M. Influence of palm oil mill effluent (POME) on growth and yield performance of Brazilian spinach (*Alternanthera sissoo*). **Journal of Agrobiotechnology**, v. 13, n. 1, p. 40-49, 2022.
- ARAÚJO NETO, S. E.; FERREIRA, R. L. F. **Agricultura ecológica tropical**. Rio Branco, AC: Clube de Autores, 2019. 169p.
- ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; DE SANTANA ARAUCO, A. M.; DE OLIVEIRA GONÇALVES, E.; DE ALMEIDA, K. N. S. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, v. 5, n. 1, p. 16-23, 2017.
- BASSINGTHWAIGHTE, D. Brazilian Spinach. **Optimise Learning**, 2018. Disponível em: <www.optimiselearning.com.au/brazilian-spinach/>. Acesso em 10 de julho de 2022.
- BHUYAN, B.; BAISHYA, K.; RAJAK, P. Effects of *Alternanthera sessilis* on liver function in carbon tetra chloride induced hepatotoxicity in wister rat model. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**, v. 33, n. 2, p. 190-195, 2018.
- CHAGAS, J. F.; DA PAZ, S. A.; VENTURA, M. V.; COSTA, E. M.; MORTATE, R. K.; NUNES, B. D. M.; ALEX, J. D. O. Propagation and Vegetative Development of *Portulaca oleracea* Linn. in Different Substrates. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 7, 2019.
- COCHRAN, W. G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. **Annals of Eugenics**, v. 11, n. 1, p. 47-52, 1941.
- DA SILVA, P. L.; DE LIMA, D. V. T.; DA SILVA, G. M. B. PANCs - plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environmental Smoke**, v. 2, n. 2, p. 102-111, 2019.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, Ontário, v. 36, n. 8, p. 10-13, 1960.
- GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **American Society for Quality**, v. 11, n. 1, p. 1-21, 1969.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: 28 ago. 2022.
- KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 2014. 768p.
- KRATZ, D.; WENDLING, I. Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Revista Ceres**, v. 63, n. 3, p. 348-354, 2016.
- LLANILLO, R.F.; GUIMARÃES, M.F.; FILHO, J.T. Morfologia e propriedades físicas de solo segundo sistemas de manejo em culturas anuais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.5, p.524–530, 2013.

MAEKAWA, L.; COELHO, M. F. B.; DOS SANTOS WEBER, O. L. Substratos e restrição luminosa na produção de mudas de *Ficus gomelleira* Kunth. **Revista de Ciências Agrárias-Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 63, p. 1-7, 2020.

MEDEIROS, M. D. B. C. L.; JESUS, H. I.; SANTOS, N. D. F. A.; MELO, M. R. S.; SOUZA, V. Q.; BORGES, L. S.; FREITAS, L. S. Índice de qualidade de Dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 159-173, 2018.

OLIVEIRA, A. K. M.; PINA, J. C.; MATIAS, R. Crescimento e fitoquímica das folhas de *Basella alba*, uma olerícola não-convencional, em diferentes substratos. **Vivências**, v. 18, n. 37, p. 319-336, 2022.

PACHECO, L. P.; PETTER, F. A. Benefits of cover crops in soybean plantation in brasilian cerrados. **Soybean Applications and Technology**. p. 67-94, 2011.

PINHEIRO, B. L.; CORA, L. S.; BIAZATTI, R. M.; CRESTANI, M. C. W.; RUBERT, M.; DE LIMA, J. M. G.; DO NASCIMENTO, M. A. Desenvolvimento de mudas de repolho pelo uso de diferentes substratos. **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, 2022.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Ed. Nobel, 2017. 552p.

SALKIĆ, E.; SALKIĆ, B.; PAŠALIĆ, A.; SALKIĆ, A. Influence of Substrate on Germination and Fruiting of Tomatoes. **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, v. 23, n. 4, p. 44-49, 2022.

SCHAFFER, G. Plant substrate. **Ornamental Horticulture**, v. 28, n. 2, p. 140-141, 2022.

SCHAFFER, G.; LERNER, B. L. Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. **Ornamental Horticulture**, v. 28, p. 181-192, 2022.

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

SILVA, M. C. OLIVEIRA, R. V.; DE SOUZA, J. K. M.; SILVA, M. C.; MOURA, P. A.; DE LIMA, A. P. A.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis*) produzidas com uso de substratos distintos. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2022.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification**. Ed. WF Freeman e Co., San Francisco, 1973. 573p.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. Statistical methods. Ames: Iowa State University Press, 1948. 503 p.

SOARES, I. D.; PAIVA, A. V. de; MIRANDA, R. O. V. de; MARANHÃO, A. S. Propriedades físicos e químicas de resíduos agrofloretais amazônicos para uso como substrato. **Nativa**, v. 2, n. 3, p. 155-161, 2014.

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

CAPÍTULO IV

RENDIMENTO DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA CULTIVADOS A PARTIR DE MUDAS COM DIFERENTES ÍNDICES DE QUALIDADE

RESUMO

O espinafre da Amazônia é uma hortaliça classificada como não convencional, espécie que apresenta alto potencial na agricultura, podendo ser uma alternativa as hortaliças convencionais. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas com diferentes índices de qualidade. O experimento foi conduzido na horta experimental da Universidade Federal do Acre, durante o período de maio a julho de 2023. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições. Os tratamentos foram as mudas de origem com diferentes índices de qualidade, sendo: T1 = mudas produzidas com 1 nó, T2 = mudas produzidas com 2 nós e T3 = mudas produzidas com 3 nós. Aos 50 dias de cultivo, foram avaliados: Altura de planta, diâmetro do caule, número total de brotações, número total de folhas, largura foliar, comprimento foliar, massa fresca da parte aérea, massa fresca das raízes, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e produtividade. Houve efeito significativo na produtividade das plantas com mudas de diferentes índices de qualidade. Plantas originadas por mudas que foram produzidas com estacas de 3 nós apresentaram maior produtividade. As plantas que tiveram por origem mudas com 1 e 2 nós obtiveram produtividade inferiores, embora tenha ocorrido formação completa e desenvolvimento das plantas. Plantas cultivadas a partir de mudas produzidas com 3 nós proporcionaram maior rendimento para o espinafre da Amazônia.

Palavras-chave: *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. Hortaliça não convencional. Qualidade de mudas. Produtividade.

YIELD OF AMAZONIAN SPINACH CULTIVATED FROM SEEDLINGS WITH DIFFERENT QUALITY INDEXES

ABSTRACT

Amazonian spinach is a vegetable classified as unconventional, a species that has high potential in agriculture and can be an alternative to conventional vegetables. Therefore, the objective of this work was to evaluate the yield of Amazon spinach plants grown from seedlings produced with different cutting sizes. The experiment was conducted in the experimental unit of the Federal University of Acre, during the period from April to June 2023. The experimental design was completely randomized, with three treatments and seven replications. The treatments were seedlings of origin with different quality indices, being: T1 = seedlings produced with 1 node, T2 = seedlings produced with 2 nodes and T3 = seedlings produced with 3 nodes. After 50 days of cultivation, the following were evaluated: Plant height, stem diameter, total number of shoots, total number of leaves, leaf width, leaf length, fresh mass of the aerial part, fresh mass of the roots, dry mass of the aerial part, root dry mass and productivity. There was a significant effect on the productivity of plants with seedlings of different quality indices. Plants originated from seedlings that were produced with 3-node cuttings showed greater productivity. Plants that originated from seedlings with 1 and 2 nodes had lower productivity, although complete formation and development of the plants occurred. Plants grown from seedlings produced with 3 nodes provided higher yields for Amazonian spinach.

Keywords: *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. Unconventional vegetable. Seedling quality. Productivity.

1 INTRODUÇÃO

As hortaliças são cultivadas pelo homem desde o início das atividades de agricultura, contribuindo significativamente na alimentação, nutrição e economia, tendo como principais características plantas com aspecto herbáceo, geralmente de curto ciclo de cultivo, necessidade de tratamentos culturais intensivos e as partes comestíveis podendo ser utilizadas diretamente na alimentação humana, sem preparo prévio (Filgueira, 2012). As hortaliças são importantes na nutrição e saúde humana, pois apresentam inúmeros benefícios, como fontes de nutrientes essenciais, vitaminas, fibras, atuam ainda no processo de hidratação, saúde digestiva, prevenção de doenças, entre outros (Schreinemachers *et al.*, 2018; White; Gleason, 2022; Martinho *et al.*, 2023).

No entanto, apesar da importância das hortaliças para alimentação, nutrição e segurança alimentar, seu cultivo atualmente tem foco na economia de mercado, com altas produções e seleção de espécies, não observando os aspectos de diversidade ou questões nutricionais. Além disso, com os agravos das mudanças climáticas, ocorrem perdas excessivas na agricultura, ainda com diminuição da diversidade de espécies e o crescimento da insegurança alimentar (Gabam; Borges, 2020; White; Gleason, 2022). Neste cenário, uma alternativa é o uso de plantas alimentícias não convencionais (PANCs), espécies que podem ser facilmente obtidas em cada localidade, adaptando-se aos ambientes, com grande diversidade de espécies e atendem as questões nutricionais (Kelem *et al.*, 2015; Gabam; Borges, 2020; Padilha *et al.*, 2023).

As PANCs são alternativas às espécies convencionalmente cultivadas, sendo conceitualmente definida como quaisquer espécies de plantas ou partes comestíveis destas, podendo ainda ser espontâneas, cultivadas, nativas ou exóticas, mas não estão inseridas na alimentação rotineira, ainda não sendo convencional seu cultivo e utilização, ou seja, desconhecida da maior parte da população (Kelen *et al.*, 2015), como por exemplo a vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.), major gomes (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.), beldroega (*Portulaca oleracea* L.), espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.), entre outras inúmeras espécies (Kinupp; Lorenzi, 2014; Gabam; Borges, 2020).

Dentre as plantas alimentícias não convencionais, destaca-se o espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.), uma erva perene, com hábito de crescimento ereto e decumbente, atingindo até 30 cm de altura, com folhas verdes e encarquilhadas, com sua propagação sendo realizada por estaquia, utilizando-se de seções do caule. A espécie pertence à família das amarantáceas, nativa da região amazônica, é classificada como uma hortaliça folhosa, sendo popularmente conhecida como orelha de macaco, alface samba, espinafre dos

pobres e espinafre da Amazônia. Geralmente a planta é encontrada espontaneamente em ambientes de solos úmidos e sombreados, sendo pouco conhecida e quando cultivada é em pequenas quantidades por populações tradicionais (Kinupp; Lorenzi, 2014; Cordeiro, 2020).

O espinafre da Amazônia apresenta alto potencial de uso alimentício e farmacológico, destacando principalmente pelo alto teor de proteína em sua composição, chegando a 25% em cada 100 g de amostra seca, mas também detém ampla diversidade de minerais, vitaminas, fibras e antioxidantes, além de outros compostos (Radhakrishnan *et al.*, 2015; Nikam; Namdas, 2022; Aragão Júnior *et al.*, 2023). Seu uso na alimentação é realizado principalmente utilizando-se das folhas e brotos, que são consumidos crus, cozidas ou como parte de ingredientes na culinária tradicional. Essa PANC também é empregada na medicina tradicional, sendo utilizada suas malhas das mais diversas formas para tratamento de doenças do sangue, problemas respiratórios, gastrointestinais, entre outros (Kinupp; Lorenzi, 2014; Hwong *et al.*, 2022).

Considerando o potencial de uso da espécie como uma alternativa as espécies convencionais, principalmente por suas características ambientais, composição nutricional e farmacológica, no entanto na literatura tem limitadas informações agrônomicas que auxiliem no estabelecimento de cultivos. A insuficiência de informações científicas para produção de mudas e o adequado manejo da planta, dificulta possíveis estabelecimento de plantios (Polesi *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2023). Logo, pesquisas que auxiliam na implantação e condução das culturas são fundamentais, pois proporcionam aos produtores maior possibilidade de sucesso.

A qualidade das mudas indicam relação direta com o sucesso no cultivo de hortaliças, reforçando a importância de obter sempre mudas de alta qualidade, objetivando maiores produções (Souza *et al.*, 2020; Diel *et al.*, 2022). Mudanças de qualidade dispõem de algumas características que podem ser fatores positivos para o sucesso das plantas, como a genética do material, manejo das mudas, qualidade dos propágulos, entre outros, impactando no desenvolvimento e resultado da produção, assim destacando e reforçando a necessidade de práticas agrícolas desde o início do cultivo (Gallegos Cedillo *et al.*, 2021). Quanto ao espinafre da Amazônia, Silva *et al.*, 2023 observaram que mudas produzidas de diferentes tamanhos de estacas produzem mudas de qualidade distintas, no entanto não se sabe a real diferença quanto ao rendimento final utilizando essas mudas.

Algumas pesquisas avaliando o rendimento e a produtividade de hortaliças convencionais já foram realizadas, utilizando-se de mudas com diferentes índices de qualidade e obtendo resultados com diferenças de produções significativas em algumas espécies, como a alface (*Lactuca sativa* L.) (Simões *et al.*, 2015; Antunes *et al.*, 2018); rúcula (*Eruca sativa* Mill.) (Ferreira *et al.*, 2017); chicória (*Eryngium foetidum* L.) (Souza *et al.*, 2020) e tomate

(*Solanum lycopersicum* L.), entre outras espécies de hortaliças convencionais, com literatura limitada de pesquisas em espécies PANCs.

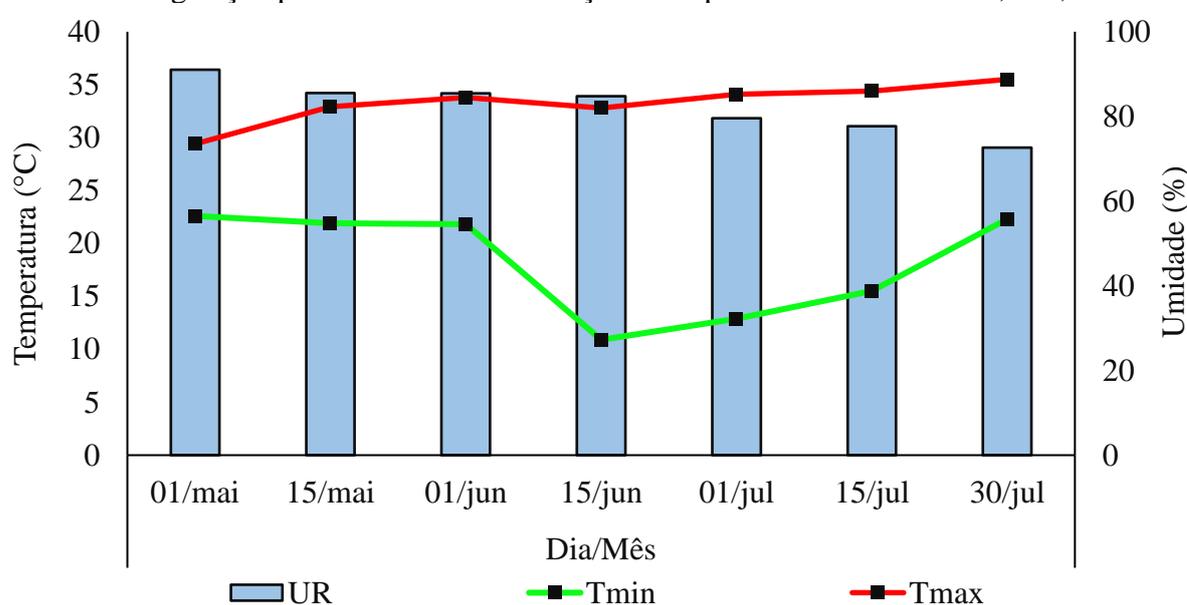
Para aumentar a diversidade de espécies e atender à crescente demanda de mercado por hortaliças mais nutritivas, com preços mais acessíveis, observando o atual cenário das mudanças climáticas e a sensibilidade de grande parte das hortaliças convencionais, uma alternativa interessante é uso de plantas alimentícias não convencionais (PANCs), como o espinafre da Amazônia. As PANCs são alternativas promissoras, pois podem auxiliar no fortalecimento da segurança alimentar e nutricional, promovendo a diversificação de espécies, reduzindo a dependência das culturas convencionais, disponibilidade em baixos custos, pois geralmente se desenvolvem com facilidade em ambientes naturais e sem necessidade de insumos ou pequenas quantidades (Durigon *et al.*, 2023; Padilha *et al.*, 2023).

Contudo, não há informações agronômicas sobre o rendimento de plantas de espinafre da Amazônia cultivada a partir de mudas de qualidade distintas. Essas informações podem não somente aumentar eficiência de cultivo da espécie, como impulsionar práticas agrícolas, viabilizando informações para favorecimento da diversificação alimentar de hortaliças não convencionais e valorizando a biodiversidade de espécies vegetais da amazônica. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes tamanhos de estacas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada na horta experimental da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, nas coordenadas de latitude $9^{\circ} 57' 36''$ S e longitude de $67^{\circ} 52' 14''$ W, 163 m de altitude, durante o período de maio a julho de 2023. O monitoramento climático da temperatura e umidade dentro do ambiente de cultivo durante a condução do experimento foram realizados utilizando-se de um termo-higrômetro digital com sensor externo de leitura (Figura 6).

Figura 6 - Temperatura mínima, temperatura máxima e umidade relativa do ar na casa de vegetação para os meses de condução do experimento. Rio Branco, AC, 2023



*UR - Umidade relativa, Tmin - temperatura mínima, Tmax - temperatura máxima.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos e dez repetições, totalizando 30 unidades amostrais. Os tratamentos foram o cultivo de plantas de espinafre da Amazônia a partir de mudas produzidas com diferentes tamanhos de estacas, sendo: T1 = mudas produzidas com estacas de 1 nó (2 gemas \pm 4 cm comprimento), T2 = mudas produzidas com estacas de 2 nós (4 gemas \pm 6 cm de comprimento) e T3 = mudas produzidas com estacas de 3 nós (6 gemas \pm 10 cm de comprimento), seguindo metodologia de Silva *et al.*, 2023.

Foram produzidas um total de 60 mudas, utilizando-se de material herbáceo de matrizes adultas cultivadas em canteiro. O material vegetal selecionado foi seccionado em estacas de acordo com os tratamentos, sendo acondicionados em recipientes de poliestireno com

capacidade de 200 cm³, preenchidos utilizando substrato comercial mecplant®, sucedido de irrigações diárias realizadas com auxílio de regador manual.

As mudas foram mantidas em casa de vegetação durante 30 dias, período que apresentaram formação completa, com presença de folhas totalmente desenvolvidas e visualização de raízes. Após formação completa das mudas, foi realizado o transplante para local de cultivo, utilizando-se de vasos de 5 litros⁻¹ preenchidos com substrato comercial mecplant®. Foram transplantadas uma muda por vaso, seguindo o delineamento experimental definido, sendo mantido o cultivo em condição de estufa e realização de irrigações diárias com auxílio de regador manual.

O substrato comercial utilizado na produção das mudas e no cultivo em vaso de espinafre da Amazônia apresentou os seguintes atributos, químicos: pH = 5,6; P = 2,09 mg.L⁻¹; K = 112,0 mg.L⁻¹; Ca = 122,0 mg.L⁻¹; Mg = 44,8; S = 134,0 mg.L⁻¹; B = 0,08 mg.L⁻¹; Cu = 0 mg.L⁻¹; Fe = 0 mg.L⁻¹; Mn = 0,60 mg.L⁻¹; Na = 37,0 mg.L⁻¹ e físicos: D.a = 269,0 Kg.m⁻³; C.R.A = 249,36 %; C.E = 0,639 Mili.Sc^m⁻¹.

A produção de mudas e o cultivo foram realizados em condição de estufa com as seguintes características: estrutura do tipo arqueada, germinada, medindo 6,9 m de largura e 22 m de comprimento, 3,0 m de altura no pé direito e 3,5 m de altura central no arco, com cobertura plástica transparente de 100 micras e laterais fechadas com tela de sombreamento.

Para aferir a qualidade das mudas, conforme descrito por Silva *et al.*, 2023, foram selecionadas 10 plantas de cada tratamento no momento do transplante para avaliações. Foram avaliadas nas mudas: Altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD).

A altura (ALT) das mudas foi verificada utilizando-se de régua graduada em centímetros (cm). O diâmetro do coleto (DC) foi obtido com auxílio de paquímetro analógico graduado em milímetros (mm). Para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) foram realizadas pesagens em balança de precisão (0,01 g), após material passar por processo de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até obter massa constante.

Para determinação da qualidade das mudas, foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD), seguindo metodologia proposta por Dickson *et al.* (1960), utilizando-se da equação:

$$IQD = MST / ((ALT/DC) + (MSPA/MSR))$$

Em que: IQD - Índice de qualidade de Dickson; ALT - Altura da planta (cm); DC - Diâmetro do coleto (mm); MST - Massa seca total (g); MSPA - Massa seca da parte aérea (g); MSR - Massa seca da raiz (g).

Aos 50 dias após o transplântio foi realizada a colheita, avaliando-se as características: altura de planta (ALT - cm planta⁻¹), diâmetro do caule (DC - mm planta⁻¹), número total de brotações (NTB - brotações planta⁻¹), número total de folhas (NTF - folhas planta⁻¹), largura foliar (LF - cm planta⁻¹), comprimento foliar (CF - cm planta⁻¹), massa fresca da parte aérea (MFPA - g planta⁻¹), massa fresca das raízes (MFR - g planta⁻¹), massa seca da parte aérea (MSPA - g planta⁻¹), massa seca de raízes (MSR - g planta⁻¹), massa fresca total (MFT - g planta⁻¹), massa seca total (MST - g planta⁻¹) e calculou-se o rendimento (REND - maços planta⁻¹).

Foram avaliadas 10 plantas por tratamento. Ainda no vaso foram tomadas as medidas de altura e diâmetro do caule, seguido pela contagem do número total de folhas e número de brotações. A parte aérea fora separada do sistema radicular com auxílio de tesoura de poda, seguida de lavagem cuidadosa do sistema radicular, para retirada do substrato aderido. O excesso de umidade das raízes foi retirado com uso de papel toalha.

As medidas de altura da planta, largura foliar, comprimento foliar e comprimento de raiz foram obtidas com auxílio de régua graduada em centímetros (cm). O diâmetro do caule foi mensurado com paquímetro digital, graduado em milímetros (mm). O número total de folhas e número total de brotações foi realizado por contagem das unidades. As massas frescas e secas de raízes e parte aérea foram avaliadas por pesagem em balança digital de precisão (precisão de 0,01 g). A massa seca foi aferida após secagem do material em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir massa constante.

Para verificar o rendimento das plantas (maços/planta⁻¹), foi realizado cálculo com base no peso de 300 g (peso de um maço comercial), adaptando metodologia de Lima *et al.*, 2019, utilizada na cultura do jambu *Acmela oleracea* (L.) que apresenta crescimento semelhante, utilizando-se da massa fresca da parte aérea, considerando a seguinte fórmula:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Massa fresca da parte aérea (g)}}{300 \text{ g (maço comercial)}}$$

Os dados obtidos foram submetidos a verificação de dados discrepantes pelo teste de Grubbs (1969), normalidade dos erros pelo de Shapiro-Wilk (1965) e de homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran (1941). Posteriormente, efetuou-se a análise de variância pelo

teste F, que constatando a significância estatística foram realizadas as comparações de médias pelo teste de Tukey (1949) a 5% de probabilidade. A variável massa seca de raízes avaliada na etapa de mudas, não atendeu ao pressuposto de homogeneidade das variâncias, no qual foi realizado transformação dos dados para $x^{0,5}$. Para determinar a influência da qualidade das mudas utilizadas no desenvolvimento das plantas de espinafre da Amazônia, foi realizada análise multivariada utilizando os componentes principais e correlação múltipla das variáveis. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa de código aberto R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EFEITO DA QUALIDADE DAS MUDAS NO RENDIMENTO DAS PLANTAS

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos tamanhos de estacas na formação das mudas de espinafre da Amazônia para as variáveis de altura (ALT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD), com exceção para diâmetro do coleto (DC), onde não foi verificado dissimilaridade entre os tratamentos (APÊNDICE G). O tratamento utilizando estacas com 3 nós (6 gemas \pm 10 cm de comprimento) promoveram o maior desenvolvimento e qualidade nas mudas, apresentando maiores alturas, massas secas da parte aérea e raízes, além do índice de qualidade Dickson (tabela 6).

Tabela 6 - Altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2023

Estaca	ALT --- cm ---	DC --- mm ---	MSPA ----- g -----	MSR ----- g -----	MST ----- g -----	IQD -- índice --
1 nó	41,8 c	4,33 a	0,12 b	0,05 b	0,17 b	0,05 b
2 nós	61,0 b	4,43 a	0,14 b	0,06 b	0,20 b	0,05 b
3 nós	87,2 a	4,40 a	0,25 a	0,12 a	0,37 a	0,09 a
CV (%)	16,03	7,18	14,36	19,48	15,75	11,83

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

A maior qualidade das mudas verificadas no tratamento utilizando-se de estacas com 3 nós, confirma que o maior tamanho da estaca possibilita o desenvolvimento superior nas mudas, assim como é observado e discutido na pesquisa realizada por Silva *et al.*, 2023. O tamanho da estaca correlaciona-se com a maior quantidade de substâncias de reservas nutricionais armazenadas, assim possibilitando uma maior predisposição ao enraizamento e emissão de formação de folhas na formação das mudas (Melo *et al.*, 2019; Tofanelli; Mógor, 2021).

Os mecanismos que induzem as estacas na emissão de raízes e parte aérea depende da interação com diversos fatores, como as condições do ambiente e aquelas específicas do substrato, ainda das características genéticas e propensão do material na formação de mudas, observando que nem todas as espécies podem ser propagadas por estaquia. O desempenho das estacas na formação de mudas podem estar relacionado aos níveis endógenos de auxina e

carboidratos, pois apresentam funções essenciais neste processo, facilitando o desenvolvimento, inteiramente ligado a quantidade de substâncias de reservas na estaca, que promovem a brotação e o desenvolvimento da muda (Melo *et al.*, 2019; Sá *et al.*, 2022).

Estacas com 1 e 2 nós (2 gemas \pm 4 cm de comprimento e 4 gemas \pm 6 cm de comprimento, respectivamente) apresentaram menor qualidade nas mudas, embora observado desenvolvimento completo, não sendo verificado diferenças significativas entre ambos, exceto para a variável altura, possivelmente influenciada pelo tamanho inicial da estaca (Tabela 6). O menor tamanho de estaca embora tenha resultado em menor qualidade das mudas, o uso de menores estacas pode ser interessante, objetivando propagação da espécie ou manutenção de banco de matrizes, pois o uso de estacas de menor tamanho proporcionará maior rendimento de estacas por plantas (Tofanelli; Móggor, 2021; Silva *et al.*, 2023).

No entanto, apesar das possibilidades para utilização das mudas de qualidade inferior, em cultivos, o uso de mudas com maior qualidade é fundamental para o maior desenvolvimento das plantas. A avaliação de qualidade, expressa pelo índice de Dickson, estabelece relação entre as biomassas e os parâmetros morfométricos avaliados. Essas mudas de espinafre da Amazônia de maior qualidade, tem possível associação ao fato de maiores estacas deterem maior quantidade de substâncias de reserva armazenadas, proporcionando desenvolvimento superior, já que as substâncias de reserva auxiliam na formação de folhas e raízes (Sá *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023).

Quanto as plantas de espinafre da Amazônia cultivadas, houve efeito significativo ($p < 0,05$) da qualidade das mudas para as variáveis avaliadas: altura de planta (ALT), número total de brotações (NTB), número total de folhas (NTF), comprimento foliar (CF), largura foliar (LF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR), massa fresca (MFT), seca total (MST) e rendimento (REND), ainda não sendo verificado diferença estatística significativa ($p > 0,05$) para diâmetro do caule (DC), largura foliar (LF) e comprimento foliar (CF) (APÊNDICE H e I).

As plantas cultivadas a partir de mudas com maior índice de qualidade (mudas produzidas de estacas com 3 nós) apresentaram maior desenvolvimento, sendo verificada as maiores médias em ALT, NTB e NTF, ainda não sendo observada diferença entre as plantas que utilizaram mudas produzidas de estacas com 1 e 2 nós. Quanto as variáveis DC, LF e CF, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que o caule não se diferenciou na formação das plantas pela qualidade das mudas no plantio, assim como o tamanho das folhas, demonstrando desenvolvimento homogêneo das plantas as condições do ambiente de cultivo (Tabela 7).

Tabela 7 - Altura da planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), número total de brotações (NTB), número total de folhas (NTF), Comprimento foliar (CF) e largura foliar (LF) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023

Mudas	ALT	DC	NTB	NTF	LF	CF
	-- cm --	-- mm --	----- uni -----		----- cm -----	
1 nó	18,87 b	5,10 a	5,00 b	255,14 c	5,56 a	5,00 a
2 nós	19,27 b	4,98 a	4,86 b	296,14 b	6,10 a	5,31 a
3 nós	21,23 a	5,02 a	6,29 a	335,71 a	5,90 a	5,28 a
CV (%)	19,79	4,86	5,38	5,46	9,65	6,04

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

As maiores médias observadas em ALT, NTB e NTF no tratamento utilizando-se de mudas formadas de estacas com 3 nós, foram superiores à média dos demais tratamento em aproximadamente 11%, 28% e 22%, respectivamente (Tabela 7). O desempenho de altura, número totais de brotações e folhas nas plantas de espinafre, são possivelmente relacionadas a qualidade das mudas utilizadas, pois apresentam mesma relação de resposta aos tratamentos entre qualidade de mudas e crescimento das plantas, ainda observando que estes são parâmetros importantíssimos na formação e desenvolvimento das hortaliças.

As variáveis ALT, NTB e NTF são parâmetros morfológicos importantíssimos para avaliação do desenvolvimento das plantas, além de excelentes indicadores de qualidade em hortaliças, principalmente quando observadas em conjunto com as demais características. Além de determinação através de análise não destrutiva, são facilmente obtidas e precisam o desempenho das plantas em campo, estando relacionadas as demais variáveis avaliadas, como a biomassa total. A associação de maior altura e brotações, indicam que podem apresentar mais folhas, e o maior número de folhas infere a maiores produções, ainda que um aumento do número de folhas estão geralmente associados ao aumento da atividade fotossintética, proporcionando maior produtividade e o vigor (Taiz *et al.*, 2017; Yin *et al.*, 2019; Gallegos-Cedillo *et al.*, 2021).

O diâmetro do caule e a área foliar (LF e CF) foram estatisticamente iguais entre os tratamentos (Tabela 7). A variável DC, padronizada nas estacas ainda na produção das mudas, manteve-se suas características após cultivo e desenvolvimento das plantas, não influenciando nos demais fatores avaliados. Quanto as dimensões das folhas verificadas em LF e CF, associasse que independente da qualidade das mudas utilizadas, as folhas se desenvolveram com máximo vigor, precisando a igualdade de condições impostas no cultivo e os estímulos das mudas em se desenvolverem, com resultado de alocação de biomassa nas folhas.

O DC é um dos fatores importantes na avaliação de qualidade e desenvolvimento das plantas, pois é o eixo de sustentação da parte aérea vegetal, que é responsável pela maior percentual da biomassa em vegetais. Enquanto na folha, LF e CF destaca-se como um parâmetro chave na produtividade de plantas, pois é área foliar que influencia e determina na quantidade de fotoassimilados produzidos, interceptando a luz para processos fotossintéticos. Ainda, comercialmente, as folhas são as partes de maior interesse nas hortaliças desta classificação, observado que as folhas formam maior parte da massa fresca da parte aérea, sendo um indicador de produtividade (Taiz *et al.*, 2017; Gallegos-Cedillo *et al.*, 2021).

Maiores massas foram verificadas em plantas produzidas utilizando mudas de maior qualidade (mudas de estacas de 3 nós), ocorrendo diferenciação entre os 3 tratamentos testados, sendo observadas nas variáveis MFPA, MFR, MSPA, MSR, MFT e MST, seguindo ordem crescente de acordo com a qualidade das mudas (Tabela 8). Silva *et al.*, 2023 observaram a diferença na qualidade de mudas de espinafre da Amazônia produzidas de estacas de diferentes tamanhos, e inferiram que qualidade destas mudas poderiam influenciar no desenvolvimento e rendimento das plantas quando cultivadas.

Tabela 8 - Massa fresca da Parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023

Mudas	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MFT	MST
	----- gramas ⁻¹ -----					
1 nó	84,12 c	13,57 b	9,55 c	2,81 c	97,69 c	12,36 c
2 nós	98,45 b	16,57 a	11,72 b	3,34 b	115,02 b	15,07 b
3 nós	113,80 a	18,42 a	13,71 a	3,79 a	132,22 a	17,50 a
CV (%)	6,08	19,54	8,61	7,77	6,35	7,80

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

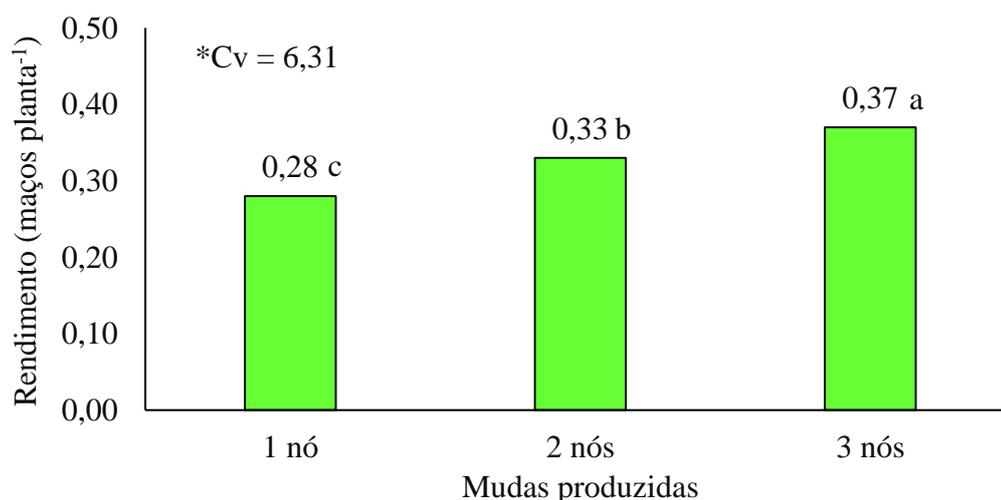
Embora na etapa de mudas não tenham sido observadas diferenças para os 3 tratamentos nas variáveis de massa, quando cultivadas as plantas apresentaram distinção, com as médias para massas frescas e secas totais superiores em aproximadamente 35% e 41% no tratamento com mudas de estacas de 3 nós, comparando ao de 1 nó, respectivamente (Tabela 8). As massas frescas e secas são parâmetros essenciais na avaliação de hortaliças, sendo o peso fresco um indicador de produtividade, pois geralmente é utilizado nas hortaliças como base no comércio, diferente do peso seco, mais relacionado a qualidade, pois o acúmulo de biomassa vegetal é expresso como

ganho de massa seca, medida que reflete o desempenho das plantas aos fatores do ambiente, como atividade de fotossíntese (Taiz *et al.*, 2017; Gallegos-Cedillo *et al.*, 2021).

As maiores massas verificadas nas plantas que utilizaram mudas de maior qualidade estão possivelmente associadas a qualidade inicial destas mudas no cultivo. A qualidade das mudas são relatadas como fundamentais para um maior rendimento e produtividade em cultivos de hortaliças, influenciando diretamente (Antunes *et al.*, 2018), pois a maior qualidade das mudas implicará diretamente no desenvolvimento das plantas, podendo influir sobre a taxa de pegamento das mudas, uniformidade das plantas, resistência a pragas e doenças, desenvolvimento, qualidade do produto, eficiência no uso de recursos, custos de cultivo, entre outras possibilidades (Yin *et al.*, 2019).

Quanto ao rendimento, maiores médias foram verificadas nas plantas cultivadas utilizando-se de mudas produzidas de estacas com 3 nós, seguidas das plantas que utilizaram mudas de estacas com 2 e 1 nós, respectivamente. O rendimento das plantas quando correlacionado a qualidade das mudas, observa-se que as mudas de maior qualidade apresentaram maior rendimento ao final do cultivo, ocorrendo ainda diferença entre os tratamentos com mudas de estacas de 1 e 2 nós, resultado distinto da qualidade das mudas, em as mudas de 1 e 2 nós apresentaram mesma qualidade (Figura 7).

Figura 7 - Rendimento de plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas de estacas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023



*Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. CV = coeficiente de variação.

As plantas cultivadas utilizando mudas de maior qualidade apresentaram rendimento final superior em 32% (0,37 maços.planta⁻¹) ao tratamento utilizando de mudas de menor qualidade, com 1 nó (0,28 maços.planta⁻¹) e 12% aqueles com mudas de 2 nós (0,33

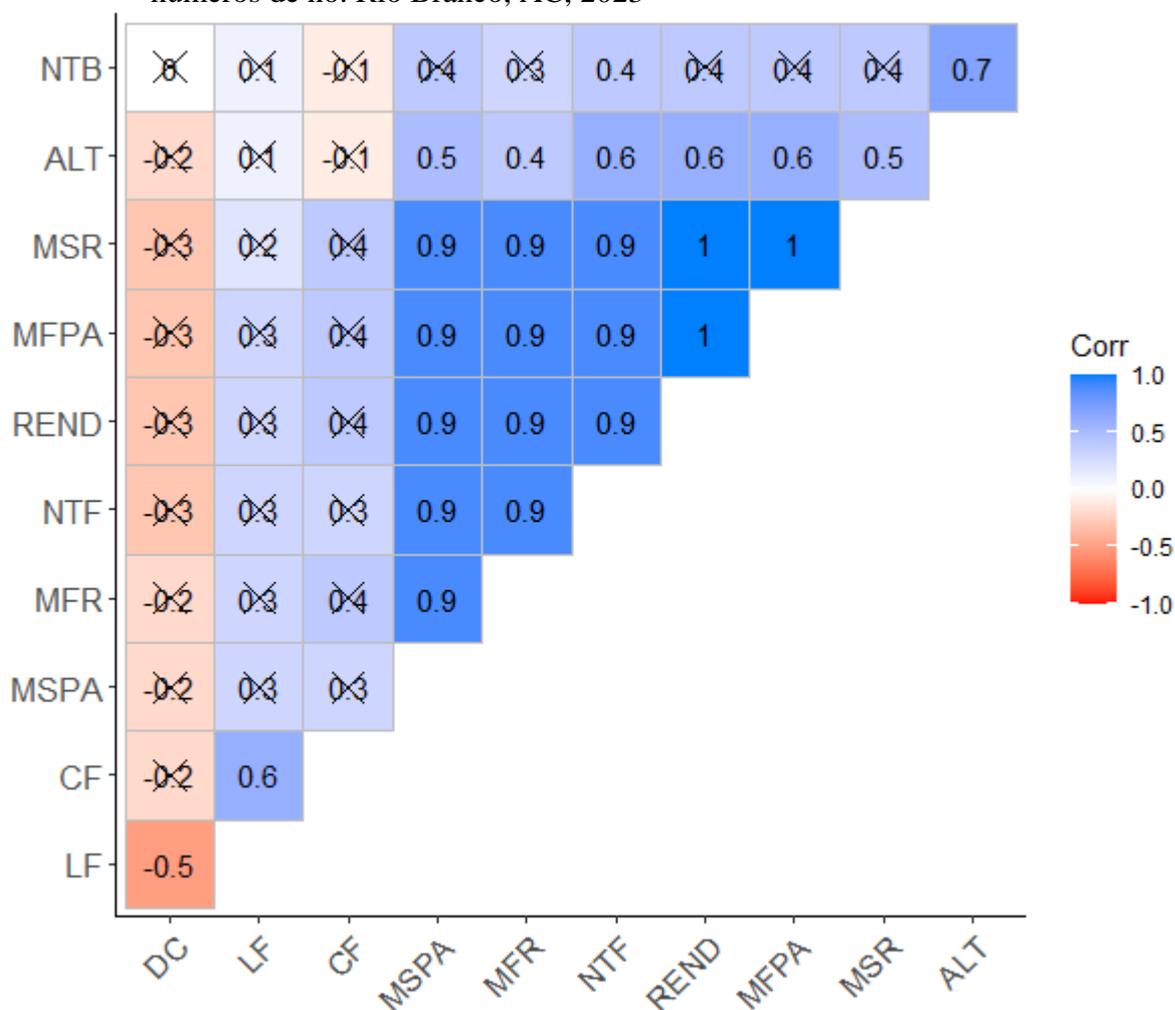
maços.planta⁻¹), respectivamente (Figura 7). O rendimento superior está relacionado a qualidade inicial das mudas de espinafre da Amazônia, considerando que o vigor das mudas definirá a maior capacidade de uso dos recursos disponíveis, assim promovendo maior atividade de fotossíntese e alocação de biomassa (Yin *et al.*, 2019).

Alguns estudos verificando a qualidade de mudas em hortaliças e sua relação com o rendimento final, observaram comportamento distintos entre as espécies, reafirmando a importância da qualidade inicial no desenvolvimento das plantas. Simões *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2017 e Souza *et al.*, 2020, trabalhando respectivamente com alface, rúcula e chicória, verificaram a importância da qualidade das mudas na produtividade final das plantas, com as mudas de maior qualidade apresentando maior produção, sendo associado a esse resultado a capacidade de desenvolvimento inicial das plantas e alocação de biomassa, ainda sendo observado alterações pontuais entre a qualidade das mudas e produtividade.

3.2 CORRELAÇÃO MÚLTIPLA E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Na correlação entre as variáveis avaliadas foi verificada associação significativa para a maioria das variáveis estudadas ($p < 0,05$), com correlações positivas, fracas e ocorrência de correlação negativa (Figura 8). As correlações para as variáveis biométricas de crescimento nas plantas de espinafre da Amazônia, quando correlacionadas entre si, apresentaram correlações fortes e positivas para MFPA, MSPA, MFR, MSR, NTF e REND.

Figura 8 - Análise de correlação entre as variáveis de resposta estudadas para plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023



*Correlações positivas e negativas são exibidas em azul e vermelho, respectivamente; a intensidade da cor e tamanho do círculo são proporcionais aos coeficientes de correlação. Altura de planta - ALT, diâmetro do coleto - DC, número total de brotações - NTB, número total de folhas - NTF, comprimento foliar - CF, largura foliar - LF, massa fresca da parte aérea - MFPA, massa fresca das raízes - MFR, massa seca da parte aérea - MSPA, massa seca das raízes - MSR, massa fresca total - MFT, massa seca total - MST e rendimento - REND.

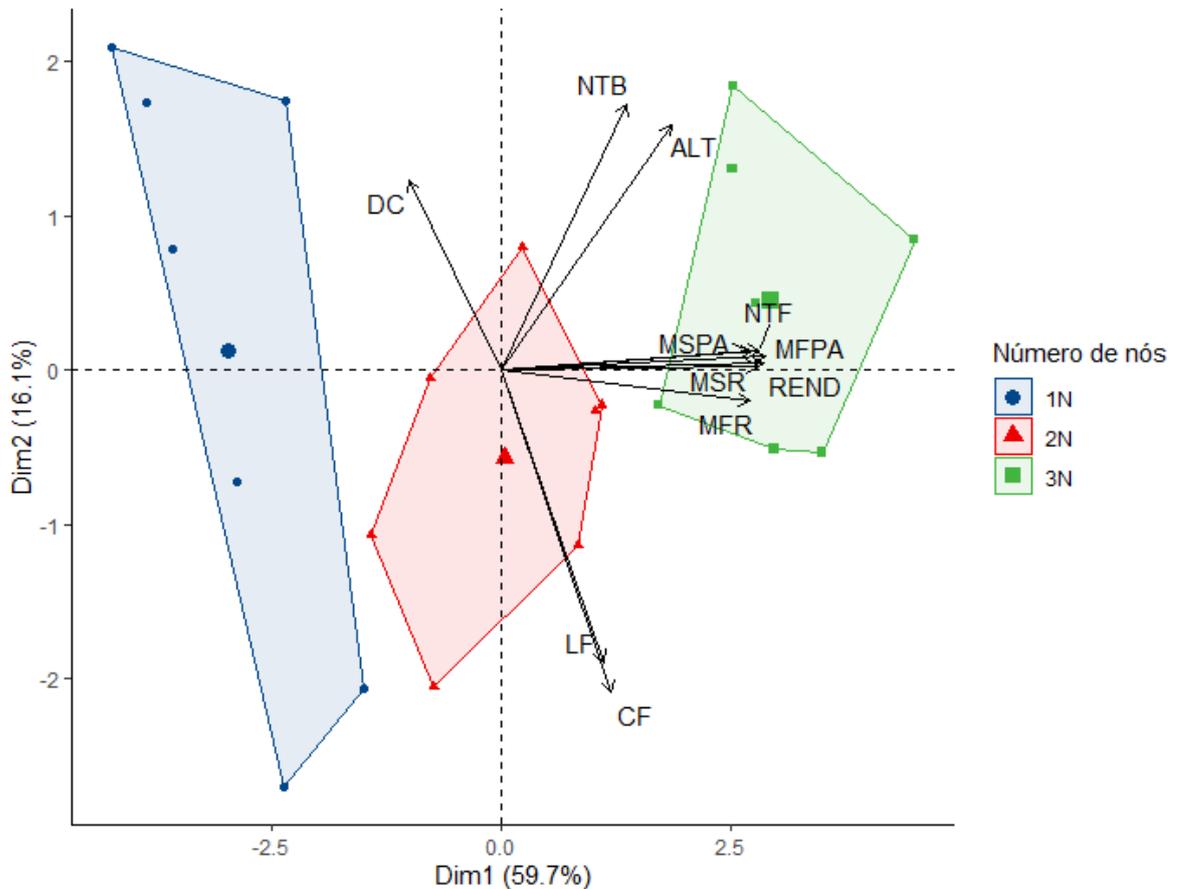
As variáveis biométricas CF, LF, ALT e NTB apresentaram correlações não significativas ($P > 0,05$) os demais fatores, sendo ainda positivas com associações fracas. Exceções significativas são verificadas em correlações positivas específicas entre CF e LF, NTB e ALT, ainda ocorrendo correlação positiva da variável ALT com a MSPA, MFPA, MSR, NTF e REND. A variável DC apresenta correlações não significativa ($p > 0,05$) com todas as variáveis avaliadas, sendo as mesmas ainda negativa, com exceção na correlação para a variável LF, apresentando correlação negativa e significativa (Figura 8).

As correlações positivas altamente significativa entre as variáveis MFPA, MSPA, MFR, MSR, NTF e REND estão relacionado as características de crescimento e a avaliação das plantas. O REND é um cálculo de estimativa, que tem como parte principal a massa fresca da parte aérea da planta, logo o aumento ou diminuição está inteiramente correlacionado. Características de crescimento como as massas frescas de parte aérea e raízes estão associados a formação da planta, logo que o desenvolvimento da parte área estimula o crescimento de raízes, e as plantas durante crescimento necessitam de maior quantidade de recursos, principalmente água e minerais. O NTF associa-se ao desenvolvimento da planta, pois as folhas são os principais órgãos pelo qual as plantas realizam fotossíntese, e a maior quantidade de fotossíntese possibilita o maior crescimento nos vegetais (Taiz *et al.*, 2017).

A correlação não significativa entre CF, LF, DC e NTB com a maioria das variáveis resulta do desenvolvimento semelhante destas características nas plantas. O DC não correlacionado sugere que a padronização do diâmetro das estacas ainda nas mudas incide na formação da planta. O CF e LF indicam que independente das mudas utilizadas com os diferentes tamanhos de estacas no cultivo, ocorre desenvolvimento semelhante das folhas, que correlacionam positivamente apenas entre si, que é uma característica da espécie as folhas apresentarem comprimento e largura de tamanho semelhante, como observado em mudas por Silva *et al.*, 2023.

A análise de componentes principais (PCA) ordena a biplotação da modelagem de saída das variáveis em agrupamentos de dados em figura. Os dois componentes principais plotados atingem explicação acumulada de 75,8% da variação total dos dados para rendimento em plantas de espinafre da Amazônia em função da qualidade das mudas, onde na dimensão 1 (Dim1) representa 59,7% e dimensão 2 (Dim2) 16,1% da variância dos dados na matriz de correlação (Figura 9). Assim, a PCA possibilitou avaliar as possíveis variabilidade e associações entre as variáveis descritas na biplotação em relação aos tratamentos, explicando a resposta das plantas de espinafre da Amazônia aos tratamentos.

Figura 9 - Análise de componentes principais das variáveis associadas a formação das plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas de estacas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023



*Altura de planta, diâmetro do coleto - DC, número total de brotações - NTB, número total de folhas - NTF, comprimento foliar - CF, largura foliar - LF, massa fresca da parte aérea - MFPA, massa fresca das raízes - MFR, massa seca da parte aérea - MSPA, massa seca das raízes - MSR e rendimento - REND.

Ocorreram diferença entre os tratamentos, evidenciado com a formação de polígonos distintos. As variáveis ALT, NTB, LF, CF, NTF, MFPA, MFR, MSPA, MSR e REND apresentam contribuições equivalentes na Dim1, no entanto NTF, MFPA, MFR, MSPA, MSR e REND apresentam forte associação com as plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas utilizando-se de estacas de 3 nós, enquanto ALT, NTB, CF e LF associam ao tratamento que foram utilizadas mudas de estacas com 2 nós (Figura 9). As variáveis associadas as plantas formadas com mudas de 3 nós estão fortemente associados entre si, fato observado pela formação ângulos agudos entre os vetores e confirmado pela correlação na Figura 8.

Analisando Dim2, verificou pouca contribuição na análise de componentes principais (PCA), apenas a variável DC apresentou contribuição nesta dimensão, estando mais associado ao tratamento em que plantas cultivadas utilizaram mudas de 1 nó, ainda com menor associação da variável ao tratamento que foram utilizadas mudas de 2 nós (Figura 9). Os resultados

experimentais de DC verificados nas plantas estão antagonicamente dispostas as demais variáveis na PCA, principalmente as variáveis de CF e LF, confirmado pela correlação. A pouca contribuição desta variável, sem associação específica com algum dos tratamentos sugere que a padronização do diâmetro das estacas na formação das mudas, se mantiveram no desenvolvimento das plantas.

As plantas cultivadas utilizando-se de mudas de maior qualidade apresentaram desenvolvimento superior, destacado ainda pela análise de componentes principais a maior diferenciação entre os 3 tratamentos. Essa diferenciação entre os tratamentos é associado a influência da qualidade das mudas no desenvolvimento e rendimento final das plantas de espinafre da Amazônia, já que a qualidade das mudas é determinante na produção em hortaliças, pois atuam como estímulos ao crescimento e alocação de biomassa entre os órgãos (Antunes *et al.*, 2018; Yin *et al.*, 2019; Gallegos-Cedillo *et al.*, 2021).

Neste contexto, a estatística multivariada é uma ferramenta importantíssima na análise de dados, pois possibilita entender a relação entre as variáveis, sendo uma técnica que proporciona a redução da n-dimensionalidade, facilitando o entendimento dos resultados em um conjunto de dados, assim obtendo o máximo possível de informações. Dentre as análises multivariadas possíveis, a correlação múltipla e análise de componentes principais se destacam, sendo possível assim interpretação de fenômenos envolvidos descritos por um conjunto de dados composto por variáveis aleatórias, além de transformar um grande conjunto de variáveis possivelmente correlacionadas em um conjunto menor de variáveis (Hair *et al.*, 2009; Fernández-Chuairley *et al.*, 2022).

4 CONCLUSÕES

A Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia influenciam no rendimento final das plantas cultivadas.

Plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas de estacas com 3 nós proporcionam maior rendimento.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L. F. D. S.; SCORIZA, R. N.; FRANÇA, E. M.; SILVA, D. G. D.; CORREIA, M. E. F.; LEAL, M. A. D. A.; ROUWS, J. R. C. **Desempenho agrônômico da alface crespa a partir de mudas produzidas com gongocomposto**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v. 8, n. 3, p. 57-65, 2018.
- ARAGÃO JÚNIOR, A. C. A.; DE LIMA, M. S.; TORRES, N. S.; DO NASCIMENTO, M. M.; 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*, v. 5, n. 1, 2023.
- COCHRAN, W. G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. *Annals of Eugenics*, v. 11, n. 1, p. 47-52, 1941.
- CORDEIRO, S. Z. *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. **Herbário**. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 2020. Disponível em: <<http://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/alternanthera-sessilis-l-r-br-ex-dc>> Acesso em: 28 de nov. 2023.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- DIEL, M. I.; LÚCIO, A. D. C.; TARTAGLIA, F. D. L.; TISCHLER, A. L.; LAMBRECHT, D. M.; ZEMOLIN, J. A.; MARQUES, L. E. New insights on the influence of the quality of tomato seedlings on production of fruits cultivated in substrates. *Ciência Rural*, v. 52, n.12, p. e20210428, 2022.
- DURIGON, J.; MADEIRA, N. R.; KINUPP, V. F. 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, p. 268-291, 2023.
- FERREIRA, S. E. A.; ALVES, G. K. E. B.; SIMÕES, A. C.; BOLDT, R. H. Qualidade de mudas e produtividade de rúcula em função de condicionadores de substratos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 13, n. 3, p. 179-186, 2017.
- FERNÁNDEZ-CHUAIREY, L.; DE OCA, L. R. M.; VARELA-NUALLES, M.; PINO-ROQUE, J. A.; DEL POZO-FERNÁNDEZ, J.; LIM-CHAMG, N. U. Analysis of Main Components, an Effective Tool in Agricultural Technical Sciences. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, v. 31, n. 1, p. 101-107, 2022.
- FILGUEIRA, FAR. 2012. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3a edição. Viçosa: UFV. 418p.
- GABAM, S. V. F.; BORGES, O. M. A. Knowledge, Nutritional Value and Uses of Some Non Conventional Plant Foods. *Novel Techniques in Nutrition and Food Science*, v. 5, n. 3, p. 462-464, 2020.
- GALLEGOS-CEDILLO, V. M.; DIÁNEZ, F.; NÁJERA, C.; SANTOS, M. Plant agronomic features can predict quality and field performance: a bibliometric analysis. *Agronomy*, v. 11, n. 11, p. 1-31, 2021.

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **American Society for Quality**, v. 11, n. 1, p. 1-21, 1969.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 687 p.

HWONG, C. S.; LEONG, K. H.; AZIZ, A. A.; JUNIT, S. M.; NOOR, S. M.; KONG, K. W. *Alternanthera sessilis*: Uncovering the nutritional and medicinal values of an edible weed. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 298, n. 1, p. 115608, 2022.

KELEN, M. E. B., NOUHUYS, I. S., KEHL, L. C., BRACK, P., & Silva, D. D. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas**. 1ª Edição, Porto Alegre: UFRGS, 2015. 45p.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 1 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2014. 768p.

LIMA, S.; ROSÁRIO, I. C.; SILVA, A.; ARRUDA, R.; GOMES, R. Desempenho agrônomo de jambu (*Acmela oleracea* (L.) RK Jansen) em função de espaçamentos e arranjos espaciais. **Enciclopedia biosfera**, v. 16, n. 29, 2019.

MARTINHO, T. F. D. S. G., DA SILVA, M. F., DE ASSUNÇÃO, C. T., DOS SANTOS, N. E., DAMIÃO, V. H. B., DE CASTRO ROSMANINHO, L. B.; DE OLIVEIRA MOURA, L. Importância alimentar e nutracêutica das hortaliças: Uma revisão. **Caderno de ANAIS HOME**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2023.

MELO, M. N. V.; DA SILVA, V. H. D.; PERDONÁ, M. J. Ambientes para produção de mudas de noqueira-macadâmia por estaquia. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 12, n. 27, 2019.

NIKAM, S. R.; NAMDAS, D. D. Preliminary Phytochemical Analysis of *Alternanthera sessilis* Leaves (Linn). R. Br. ex DC. **Ymer**, v. 21, n. 1, p. 220-225, 2022.

PADILHA, A. F.; PIETROBELLI, S. R.; PEREIRA, G. F.; FINATTO, T.; MADEIRA, N. R.; VARGAS, T. D. O. Análise bibliométrica da produção científica sobre plantas alimentícias não convencionais. **Interações**, v. 24, n. 2, p. 427-443, 2023.

POLESI, R. G.; ROLIM, R.; ZANETTI, C.; SANTANNA, V.; BIONDO, E. Agrobiodiversidade e segurança alimentar no Vale do Taquari, RS: plantas alimentícias não convencionais e frutas nativas. **Revista Científica Rural**, v. 19, n. 2, p. 118-135, 2017.

RADHAKRISHNAN, S.; SARAVANA BHAVAN, P.; SEENIVASAN, C.; MURALISANKAR, T.; SHANTHI, R. Effects of native medicinal herbs (*Alternanthera sessilis*, *E clipta alba* and *C issus quadrangularis*) on growth performance, digestive enzymes and biochemical constituents of the monsoon river prawn *M acrobrachium malcolmsonii*. **Aquaculture Nutrition**, v. 21, n. 4, p. 496-506, 2015.

SÁ, F. P.; GOMES, E. N.; DE ALMEIDA MAGGIONI, R.; WENDLING, I.; HELM, C. V.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Biochemical and anatomical

features of adventitious rhizogenesis in apical and basal mini-cuttings of *Ilex paraguariensis*. **New Forests**, v. 53, p. 1- 20, 2022.

SCHREINEMACHERS, P.; SIMMONS, E. B.; WOPEREIS, M. C. S. Tapping the economic and nutritional power of vegetables. **Global food security**, v. 16, n. 1, p. 36-45, 2018.

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

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, R. V.; MOTA, B. B.; DA SILVA, M. C.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* L.) propagadas por estacas. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 1, p. 238-251, 2023.

SIMÕES, A. C.; ALVES, G. K.; FERREIRA, R. L.; ARAÚJO NETO, S. E. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. **Horticultura brasileira**, v. 33, n. 4, p. 521-526, 2015.

SOUZA, L. G. D. S.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E. D.; DA SILVA, N. M.; UCHÔA, T. L.; DE ALMEIDA, W. A. Chicory yield influenced by seedling quality and growing environment. **Horticultura Brasileira**, v. 38, p. 224-229, 2020.

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

TOFANELLI, M. B. D.; MÓGOR, Á. F. Plantio horizontal de miniestacas de ora-pro-nóbis: Um novo método. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e17510414054-e17510414054, 2021.

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

WHITE, R. R.; GLEASON, C. B. Global human-edible nutrient supplies, their sources, and correlations with agricultural environmental impact. **Scientific Reports**, v.12, n. 16781, p. 1-10, 2022.

YIN, Q.; TIAN, T.; HAN, X.; XU, J.; CHAI, Y.; MO, J.; YUE, M. The relationships between biomass allocation and plant functional trait. **Ecological Indicators**, v. 102, n.1, p. 302-308, 2019.

CAPÍTULO V

**PRODUTIVIDADE DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA CULTIVADO EM SISTEMA
ORGÂNICO SOB COBERTURAS ALTERNATIVAS DO SOLO**

RESUMO

A aplicação de coberturas alternativas no solo em cultivo de hortaliças podem contribuir com o aumento de produção, pois favorecem a qualidade das condições do ambiente por meio da melhora dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de espinafre da Amazônia cultivado em sistema orgânico sob coberturas alternativas do solo. O experimento foi realizado na horta da Universidade Federal do Acre, no período de maio a julho de 2023. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos foram as coberturas alternativas do solo, sendo: solo sem cobertura (testemunha), folhas de jambeiro, palha de capim, casca de arroz e casca de castanha. As avaliações ocorreram aos 45 dias de cultivo, sendo avaliado: altura de planta, diâmetro do caule, área da copa, número de folhas, comprimento foliar, largura foliar, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, produtividade, além do número de indivíduos de plantas espontâneas e a massa seca das plantas espontâneas. Houve efeito significativo das coberturas de solo para as variáveis avaliadas nas plantas de espinafre da Amazônia cultivadas organicamente. O cultivo quando realizado com cobertura de solo proporcionou resultados superiores em produtividade (9,98 maços m⁻²) quando em comparação ao solo sem cobertura (testemunha), com as menores médias (4,59 maços m⁻²). A cobertura alternativa com folhas de jambo proporcionou menor ocorrência de plantas daninhas (2,25 indivíduos amostra⁻¹), sendo o solo sem cobertura com a maior ocorrência (24,5 indivíduos amostra⁻¹). O uso de cobertura alternativa no solo proporciona melhor desempenho produtivo nas plantas de espinafre da Amazônia.

Palavras-chave: *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. Agricultura orgânica. Manejo do solo. *Mulching*.

PRODUCTIVITY OF AMAZONIAN SPINACH CULTIVATED IN AN ORGANIC SYSTEM UNDER ALTERNATIVE SOIL COVERS

ABSTRACT

The application of alternative covers to the soil in vegetable cultivation can contribute to increased production, as they favor the quality of environmental conditions by improving the physical, chemical and biological attributes of the soil. Thus, the objective of this work was to evaluate the productive performance of Amazonian spinach grown in an organic system under alternative soil covers. The experiment was carried out in the unit of the Federal University of Acre, from May to July 2023. The experimental design was in randomized blocks, with four replications and five treatments. The treatments were alternative soil covers, including: bare soil (control), jambo leaves, grass straw, rice husks and chestnut husks. The evaluations took place after 45 days of cultivation, being evaluated: plant height, stem diameter, crown area, number of leaves, leaf length, leaf width, fresh mass of the aerial part, dry mass of the aerial part, productivity, in addition to the number of individuals of spontaneous plants and the dry mass of spontaneous plants. There was a significant effect of soil cover on the variables evaluated in organically grown Amazonian spinach plants. Cultivation when carried out with soil cover provided superior results in productivity (9.98 packs m⁻²) when compared to soil without cover (control), with the lowest averages (4.59 packs m⁻²). The alternative cover with jambo leaves provided a lower occurrence of weeds (2.25 individuals sample⁻¹), with the soil without cover having the highest occurrence (24.5 individuals sample⁻¹). The use of alternative soil cover provides better productive performance in Amazonian spinach plants.

Keywords: *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. Organic agriculture. Soil management. *Mulching*.

1 INTRODUÇÃO

As hortaliças são importantes fontes alimentícias e nutricionais, fundamental na saúde humana, mas apesar da importância na segurança alimentar, seu cultivo tem priorizado apenas questões de altas produções, selecionando espécies, não observando com atenção as questões nutricionais e a diversificação de espécies (Schreinemachers *et al.*, 2018). Além disso, com os agravos provocados pelas mudanças climáticas, ocasionando ainda perdas significativas nas produções agrícolas e de espécies, aumentando a insegurança alimentar (White; Gleason, 2022). Neste contexto, uma alternativa são as plantas alimentícias não convencionais (PANCs), espécies que podem ser obtidas facilmente em cada localidade, adaptando-se aos ambientes, tem grande diversidade de espécies e atendem as questões nutricionais, como por exemplo o espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.) (Kinupp; Lorenzi, 2014; Gabam; Borges, 2020).

O espinafre da Amazônia é uma hortaliça classificada como PANC, pertence à família Amaranthaceae, com provável centro de origem no norte do Brasil, mas sendo encontrada em várias regiões tropicais e subtropicais no mundo. A planta, por apresentar ampla distribuição tem variadas nomenclaturas populares, como espinafre da Amazônia, espinafre brasileiro, alface samba, alface dos pobres e orelha de macaco, fazendo geralmente alusão ao centro de origem e as suas características morfológicas. A espécie destaca-se por apresentar grande potencial de uso nutricional e alimentício, destacando-se pela composição com altos teores de vitaminas, carotenoides, fibras, minerais, com destaque a quantidade de proteína bruta, que chega ao percentual de 25% (Kinupp; Lorenzi, 2014; Cordeiro, 2020; Aragão Junior *et al.*, 2023).

Essa hortaliça é uma erva herbácea perene, seu crescimento é ereto e decumbente, alcançando entre 20 e 30 cm de altura, extremamente ramificada e de rápido crescimento, seu caule é tenro com filotaxia oposta cruzada, suas folhas são de coloração verde clara a escura, com lâmina foliar enrugada, tamanho e formato ovalado (2-6 cm), as flores são minúsculas (1 mm) de coloração branca, reunidas em inflorescências axilares sesséis, sem ocorrência de frutificação (Kinupp; Lorenzi, 2014; Cordeiro, 2020, Allam *et al.*, 2022). Sua propagação e cultivo pode ser realizada exclusivamente por estacas seccionadas do caule, que rapidamente desenvolvem raízes e folhas, alcançando pleno desenvolvimento quando cultivados em ambientes úmidos e sombreados, mas tolera estresse hídrico e luminoso (Kinupp; Lorenzi, 2014; Silva *et al.*, 2023).

No cultivo de hortaliças, inúmeros problemas podem diminuir a produção e qualidade, como os ocasionados pelos fatores abióticos, tais como o estresse hídrico, térmico e por alta luminosidade, sendo estes fortemente favorecidos pelas mudanças climáticas, além dos fatores bióticos, que incluem patógenos de doenças, insetos praga e a ocorrência de plantas daninhas

(Mennan *et al.*, 2020). Para evitar perdas na produção e qualidade, observando as condições e adequações específicas locais, alguns métodos podem ser empregados, como o uso de cobertura no solo, como as orgânicas (folhas secas, cascas, serragem) e inorgânicas (plástico, rochas, tecido), que podem proporcionar benefícios durante o cultivo, possibilitando condições adequadas para máximo potencial da cultura (Mendonça *et al.*, 2021; Sharma *et al.*, 2023).

O uso de cobertura morta é uma técnica que consiste na aplicação de materiais sobre a superfície do solo durante o período de cultivo, podendo ser utilizados materiais orgânicos, como folhas secas, cascas, palhas, serragem, entre outros (Iqbal *et al.*, 2020; Mennan *et al.*, 2020; El-Beltagi *et al.*, 2022). Dentre os diversos benefícios da cobertura morta, destacam-se a redução da perda de água no solo, oscilações de temperatura, alta incidência luminosa sobre a superfície do solo e a limitação do surgimento e crescimento de plantas daninhas, além de adicionar nutrientes e matéria orgânica no solo à medida que se decompõe, contribuindo assim para o aumento da produtividade, qualidade das hortaliças e ganhos financeiros, já que materiais orgânicos diversos podem ser obtidos com facilidade (Nwosisi *et al.*, 2019; Youssef *et al.*, 2021; Gastl Filho *et al.*, 2021).

Dentre os benefícios proporcionados pelo uso de cobertura morta, a redução de perda de água no solo é umas das principais, sendo essencial em períodos de seca, mantendo a água disponível no solo para as plantas (Iqbal *et al.*, 2020). A cobertura ainda funciona como atenuante térmico, diminuindo as oscilações de temperatura no solo, que podem ocorrer com as mudanças meteorológicas (Mennan *et al.*, 2020). Além disso, o uso de coberturas orgânicas proporcionam melhora na estrutura física e características químicas do solo, adicionam nutrientes à medida que se decompõe, e favorecem o movimento e manutenção dos organismos edáficos, como as minhocas (Mendonça *et al.*, 2021; Youssef *et al.*, 2021; Sharma *et al.*, 2023).

No cultivo de hortaliças, um dos principais problemas é o surgimento de plantas daninhas, que afetam a produção e qualidade das culturas, principalmente na agricultura orgânica, onde medidas convencionais de manejo não devem ser utilizadas (Nwosisi *et al.*, 2019; Petrikovszki *et al.*, 2020). As plantas daninhas afetam o desenvolvimento das culturas, pois competem pelo espaço, luz, nutrientes, água, além dos mais possíveis hospedeiros a agentes patogênicos, que são obstáculos consideráveis na agricultura (Iqbal *et al.*, 2020). Neste ponto, a cobertura morta no solo dificulta a germinação e desenvolvimento das plantas daninhas, impedindo a passagem de luz, cortando os estímulos de germinação destas sementes, já que formam uma barreira física (Petrikovszki *et al.*, 2020).

Os inúmeros benefícios do uso de coberturas morta, utilizando-se de materiais como folhas secas, palha, serragens e cascas tem sido explorados em pesquisas científicas com diversas espécies de hortaliças, obtendo-se resultados positivos no controle de plantas daninhas

e ganhos na produtividade, como na cultura da cenoura (Carvalho *et al.*, 2018), batata doce (Nwosisi *et al.*, 2019), rabanete (Santos *et al.*, 2019), physalis (Vaz *et al.*, 2020), pimentão (Aviz *et al.*, 2020), alface (Fontenele *et al.*, 2021; Gastl Filho *et al.*, 2021), abóbora (Youssef *et al.*, 2021), coentro (Pamplona *et al.*, 2021), cebola (El-Metwally *et al.*, 2022), quiabo (Silva *et al.*, 2022), alho (Nascimento *et al.*, 2022), tomate (Sharma *et al.*, 2023), além de outras espécies de hortaliças, mas com limitação em estudos que explorem as espécies de plantas alimentícias não convencionais.

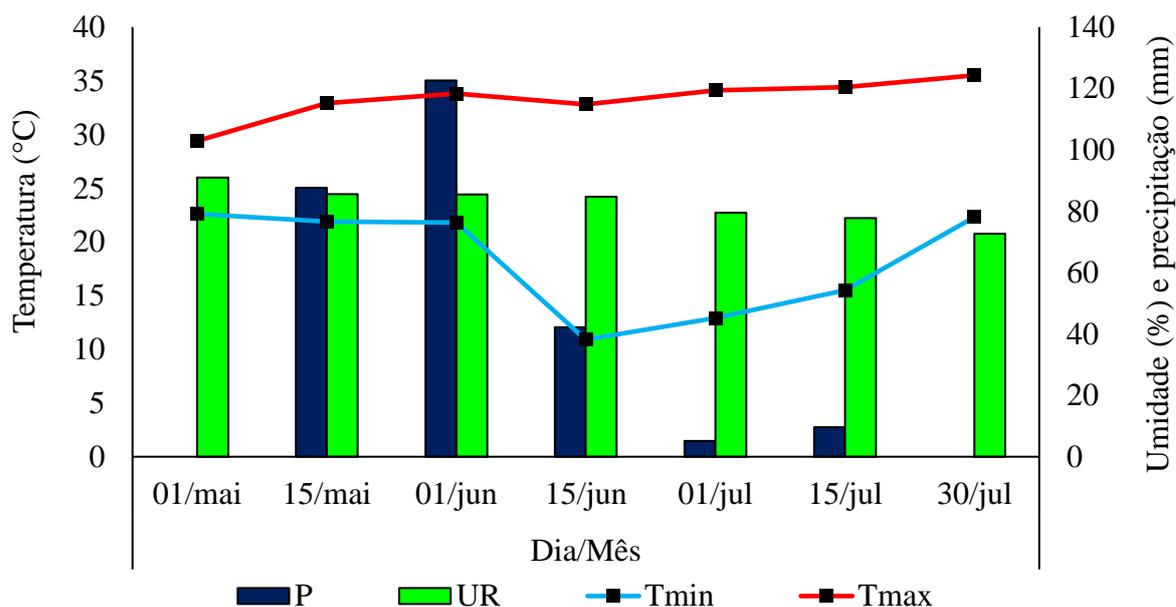
Considerado o potencial de uso do espinafre da Amazônia e a falta de conhecimento agrônomo sobre a espécie, como o uso de cobertura morta no cultivo empregando materiais alternativos de baixo custo, que em razão dos benefícios que podem proporcionar, como o aumento na produção e qualidade das hortaliças. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de espinafre da Amazônia cultivado em sistema orgânico, em função de diferentes coberturas morta no solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da horta da Universidade federal do Acre - UFAC, localizada no município de Rio Branco, Acre, Rodovia BR 364, Km 4, Distrito Industrial, latitude 9° 57' 36" S e longitude 67° 52' 16" W, altitude de 163, durante o período de maio a julho de 2023. O clima da região é quente e úmido, do tipo Am, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média de 25,5 °C, umidade média relativa do ar de 82% e precipitação média anual de 1806 mm (Climate-Data, 2023).

As condições climáticas durante o período de realização do experimento foram obtidas na estação meteorológica do Instituto nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Rio Branco, Acre, codificada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) com numeração 82917 (Figura 10).

Figura 10 - Precipitação acumulada, temperatura mínima, temperatura máxima, umidade relativa no período de condução do experimento. Rio Branco, AC, 2023



* P - precipitação acumulada, UR - umidade relativa, Tmax - temperatura máxima, Tmin - temperatura mínima.

O solo na área experimental é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (SANTOS *et al.*, 2018). A camada arável e utilizável (0,0 - 20,0) foi caracterizado em textura franco-argilo-arenosa, com pH (H₂O) = 6,08; e teores de nutrientes: P = 28,79 mg.dm⁻³; K = 0,56 cmol_c.dm⁻³; Ca = 9,34 cmol_c.dm⁻³; Mg = 3,36 cmol_c.dm⁻³; Al = 0 cmol_c.dm⁻³ e H+Al = 1,76 cmol_c.dm⁻³; M.O. = 41,61 g.dm⁻³; saturação por bases = 88,30%; SB = 13,26 cmol_c.dm⁻³ e CTC= 15,02 cmol_c.dm⁻³.

A produção de mudas e o cultivo foram realizados em condições de estufa, que apresentava as características: germinada, estrutura do tipo arqueada, apresentando 6,9 m de largura por 22,0 m de comprimento, 3,0 m de altura no pé direito e 3,5 m no arco central, cobertura plástica em filme transparente de 100 micras de espessura, com suas laterais abertas.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades amostrais. Os tratamentos foram as diferentes coberturas alternativas do solo, sendo: casca de castanha (*Bertholletia excelsa*), casca de arroz (*Oryza sativa*), folhagem seca de jambeiro (*Syzygium* spp), palha de capim (*Axonopus compressus*) e solo sem cobertura (testemunha).

O cultivo das plantas de espinafre da Amazônia foram realizadas em canteiros, construídos com bordas em alvenaria. As parcelas foram dimensionadas em 2,0 m de comprimento por 1,0 m de largura (2 m²), com altura de canteiro em 20 cm, seguindo o espaçamento de plantio de 0,3 m x 0,3 m (entre linhas e plantas), totalizando 18 plantas. Nas avaliações foram selecionadas o total de nove plantas úteis por parcela, excluindo as com menor e maior desenvolvimento.

Na área de cultivo do espinafre da Amazônia foi inicialmente realizada uma limpeza com a remoção das plantas invasoras. Em seguida, foi realizado a descompactação e o revolvimento manual do solo nos canteiros em profundidade de aproximadamente 20 cm, seguido do nivelamento do solo, todos com auxílio de uma enxada. Após descompactação e nivelamento do solo, foi realizada incorporação de matéria orgânica, seguindo as recomendações de Souza e Resende (2014) para cultivo de hortaliças. Foram incorporados composto orgânico na proporção de 20 t.ha⁻¹, utilizando-se de compostagem produzida de materiais vegetais, que principalmente capim *Brachiaria decumbens*.

A produção das mudas foi realizada pelo sistema de estaquia, utilizando-se de material herbáceo de matrizes adultas cultivadas em canteiro. O material coletado foi seccionado em estacas com 3 nós, sendo posteriormente acondicionados em recipientes de poliestireno com capacidade de 200 cm³, preenchidos com substrato comercial mecplant® e regados diariamente com auxílio de regador manual. As mudas permaneceram em casa de vegetação por 30 dias, período que apresentaram folhas completamente desenvolvidas e raízes visíveis no recipiente. Após desenvolvimento completo, as mudas foram transplantadas para local de cultivo.

Após realização das etapas de preparo do solo, produção e plantio das mudas, foi realizada a aplicação das coberturas alternativas de solo, seguindo delineamento proposto para o experimento. As coberturas compostas por casca de castanha, palha de capim e folhas secas de jambeiro foram distribuídas nos tratamentos em espessura de 10 cm. A cobertura em que foi

utilizada casca de arroz, a espessura aplicada fora de 5 cm. As espessuras utilizadas nas coberturas alternativas seguem recomendação proposta por Souza e Resende (2014).

Tratos culturais realizados durante o período de cultivo orgânico de espinafre da Amazônia foram irrigações e controle fitossanitário. As irrigações realizadas diariamente com auxílio de regador manual, observando a umidade do solo. O controle fitossanitário foi realizado de forma preventiva, com aplicação de óleo de Neem a 1% de concentração, sendo realizadas três aplicações durante o período de cultivo, distribuídas nos dias de cultivo 10, 25 e 40, respectivamente.

Aos 45 dias após transplântio das mudas foi realizada a colheita, em que plantas apresentavam início de formação de inflorescência, avaliando-se as seguintes características: altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DC), área da copa (AC), número total de folhas (NTF), largura foliar (LF), comprimento foliar (CF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), e calculou-se a produtividade (PROD) e o rendimento (REND). Ainda fora realizado a contagem do número de indivíduos (NI) e pesagem da massa seca total das plantas espontâneas (MSPE).

A medição de altura da planta (ALT), comprimento foliar (CF) e largura foliar (LF) foi realizada com auxílio de régua graduada em centímetros. A medida de altura foi realizada do nível do solo até o ápice da planta. A largura e o comprimento foliar foram realizadas na parte central do limbo foliar, obtidas das médias de 5 folhas totalmente expandidas. O diâmetro do caule (DC) foi obtido medindo-se a circunferência do caule das plantas com auxílio de um paquímetro analógico graduado em milímetros, realizando a medida ao nível do solo. O número total de folhas (NTF) foi determinado por meio de contagem das unidades, considerando todas as folhas totalmente expandidas.

A massa fresca da parte aérea e massa seca foram determinadas por meio da pesagem do material em balança digital de precisão (0,01 g). A massa seca foi determinada após as plantas serem picadas, acondicionadas em embalagem de papel kraft e realizada secagem do material em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem peso constante

A área da copa (cm²) foi estimada considerando a projeção da parte aérea da planta em relação ao solo, onde foram realizadas quatro medidas de diâmetro de copa, considerando os sentidos norte - sul e leste - oeste, seguido de cálculo adaptando metodologia de Soares *et al.*, 2011, considerando a seguinte fórmula:

$$\text{Área da copa} = \frac{\pi \times \left(\frac{dc1 + dc2 + dc3 + dc4}{4} \right)^2}{4}$$

Em que: dc - diâmetro de copa.

A produtividade das plantas (Kg.m^{-2}) foi obtida realizando-se cálculo considerando toda massa fresca da parte aérea presente nas plantas por m^2 , considerando a seguinte fórmula:

$$\text{Produtividade} = \frac{N^{\circ} \text{ plantas } m^2 \times \text{Massa fresca da parte aérea (g)}}{1000 \text{ g (1 kg)}}$$

O rendimento das plantas (maços/ m^2) foi verificado utilizando de cálculo com base no peso de 300 g (peso de um maço comercial), adaptando metodologia de Lima *et al.*, 2019, utilizada na cultura do jambu *Acmela oleracea* (L.) que apresenta crescimento semelhante, utilizando-se da massa fresca da parte aérea, considerando a seguinte formula:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Massa fresca da parte aérea (g)}}{300 \text{ g (Maço comercial)}}$$

A avaliação do número de plantas espontâneas (NPE) e a massa seca das plantas espontâneas (MSPE) foi realizada amostragem em cada parcela, utilizando-se de um quadrado de 0,5 m x 0,5 m ($0,25\text{m}^2$), lançado uma vez em cada parcela. Posteriormente, todas as plantas espontâneas na amostra foram contadas as unidades, coletadas e armazenadas em papel kraft, seguido de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C , até atingirem massa constante, seguido de pesagem em balança digital de precisão (0,01g) e estimadas para m^2 .

Os dados tabulados foram submetidos a verificação de dados discrepantes pelo teste de Grubbs, normalidade dos erros pelo de Shapiro-Wilk e de homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran. Após verificação dos pressupostos, efetuou-se a análise de variância pelo teste F, quando verificado a significância estatística foram realizadas comparações de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para verificar a influência das coberturas alternativas de solo na produtividade de cultivo orgânico de espinafre da Amazônia foi realizada conjuntamente análise multivariada, utilizando-se da análise dos componentes principais e correlação múltipla das variáveis. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software livre e de código aberto R, versão 4.2.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EFEITO DA COBERTURA DE SOLO NA FORMAÇÃO DAS PLANTAS

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as coberturas de solo para as características avaliadas em altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), área de copa (AC), número total de folhas (NTF), comprimento foliar (CF), largura foliar (LF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade (PROD) e rendimento (REND) nas plantas de espinafre da Amazônia (APÊNDICE J e K).

As coberturas de solo utilizando-se de folhas de jambeiro, palha de capim, casca de arroz e casca de castanha promoveram maior desenvolvimento das plantas de espinafre da Amazônia em AC, NTF, CF e LF, com exceções observadas para ALT, que foram verificados maiores crescimentos nas coberturas com casca de arroz e casca de castanha, além da variável DC, que houve crescimento superior na cobertura orgânica com casca de arroz (Tabela 9).

Tabela 9 - Altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), área de copa (AC), número total folhas (NTF), comprimento foliar (CF) e largura foliar (LF) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023

Cobertura de solo	ALT -- cm --	DC -- mm --	AC -- cm ² --	NTF -- uni --	CF ----- cm -----	LF
Sem cobertura	16,96 b	3,92 b	425,53 b	201,75 b	3,75 b	3,81 b
Folhas de jambeiro	19,87 ab	4,79 ab	686,37 a	282,67 a	5,13 a	5,46 a
Palha de capim	19,97 ab	4,81 ab	626,63 a	313,00 a	4,81 a	5,17 a
Casca de arroz	20,11 a	5,26 a	663,40 a	294,63 a	5,41 a	5,76 a
Casca de castanha	20,93 a	4,86 ab	638,91 a	277,38 a	4,92 a	5,64 a
CV (%)	7,07	10,72	10,48	19,33	8,43	7,34

*Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. CV = Coeficiente de variação.

A utilização de materiais orgânicos como cobertura morta, proporciona inúmeros benefícios no solo, pois alteram as condições do ambiente próximo as plantas cultivadas, reduzindo a quantidade de luz que chega à superfície do solo, favorecendo a retenção de água e restringindo a incidência de plantas daninhas, além de diminuir as flutuações de temperatura no solo, com adicional de melhoria nas características químicas, físicas e biológicas, decorrente da decomposição dos materiais de cobertura (Kader *et al.*, 2019). Com a melhorias

nas condições edáficas, minimizando as influências negativas de extremos ocasionados pelos fatores bióticos e abióticos, as plantas têm maior desenvolvimento, obtendo-se aumento no rendimento e produtividade (Gastl - Filho *et al.*, 2020; Sharma *et al.*, 2023).

O uso de cobertura morta proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais, necessário principalmente em cultivos de hortaliças, que são geralmente sensíveis as condições de estresse, produzindo assim como resultado plantas subdesenvolvidas. Sharma *et al.*, 2023 verificando a influência de diferentes materiais como cobertura morta na cultura do tomateiro, concluiu impacto positivo do uso de cobertura orgânica, com a cobertura casca de arroz proporcionando maior desenvolvimento nas variáveis morfométricas de altura, diâmetro e número de folhas, enquanto as plantas cultivadas em solo sem cobertura, resultou em plantas subdesenvolvidas, decorrência dos possíveis estresses sofridos.

Nas variáveis de MFPA, MSPA, PROD e REND foram verificados resultados superiores nos tratamentos utilizando-se de cobertura morta no solo em relação ao solo sem cobertura, não sendo ainda verificado diferença entre as coberturas (Tabela 10). As massas frescas e secas obtidas das plantas que utilizaram cobertura morta, foram superiores em médias percentuais de aproximadamente 115% e 95%, respectivamente, possivelmente, resultado das médias superiores verificadas em NTF, CF e LF nestes tratamentos, confirmando que em hortaliças desta categoria, a maior parte da massa da parte aérea é formado pelas folhas (Gallegos - Cedillo *et al.*, 2021).

Tabela 10 - Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade (PROD) e rendimento (REND) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023

Cobertura de solo	MFPA ---- g ----	MSPA ---- g ----	PROD -- kg/m ² --	REND -- maços/m ² --
Sem cobertura	51,01 b	7,05 b	0,46 b	1,53 b
Folhas de jambeiro	103,83 a	12,48 a	0,93 a	3,12 a
Palha de capim	109,38 a	13,69 a	0,98 a	3,28 a
Casca de arroz	116,89 a	14,55 a	1,05 a	3,51 a
Casca de castanha	109,71 a	14,27 a	0,99 a	3,29 a
CV (%)	12,71	17,88	17,68	17,69

*Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. CV = Coeficiente de variação.

As massas frescas e secas da parte aérea são variáveis importantes para verificação de desenvolvimento das plantas, possibilitam inferir respostas de uso comercial e alocação de biomassa. As hortaliças geralmente são comercializadas sem processamento, e plantas que as folhas é a parte de interesse, a massa fresca é um excelente indicador de produção, pois geralmente a produtividade hortícola é determinada pelo peso fresco. Quanto a massa seca, definida como a massa sem a presença de água, podendo assim inferir sobre a alocação de biomassa e qualidade das plantas, pois a biomassa seca reflete a resposta das plantas aos fatores bióticos e abióticos sem interferência das flutuações ocasionadas pela água, sendo considerado um dos melhores parâmetros para verificar qualidade das plantas (Yin *et al.*, 2019; Gallegos - Cedillo *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2023).

A PROD e o REND das plantas de espinafre da Amazônia seguiu tendência observada nas variáveis biométricas, sendo verificada maiores médias nos tratamentos com uso de cobertura orgânica no solo, com plantas 115% mais produtiva em ambas as variáveis, quando comparada ao não uso de cobertura, ainda não ocorrendo diferença entre as coberturas (Tabela 10). A PROD média das plantas cultivadas utilizando cobertura foram de 0,99 kg.m², enquanto as de solo sem cobertura alcançaram 0,46 kg.m², inferindo assim a eficiência do uso de coberturas orgânicas no aumento de produtividade para a espécie. A maior produtividade está correlacionado as características de desenvolvimento das plantas, associando-as nas condições ótimas propiciadas pela cobertura ao desenvolvimento a espécie (Youssef *et al.*, 2021; Sharma *et al.*, 2023).

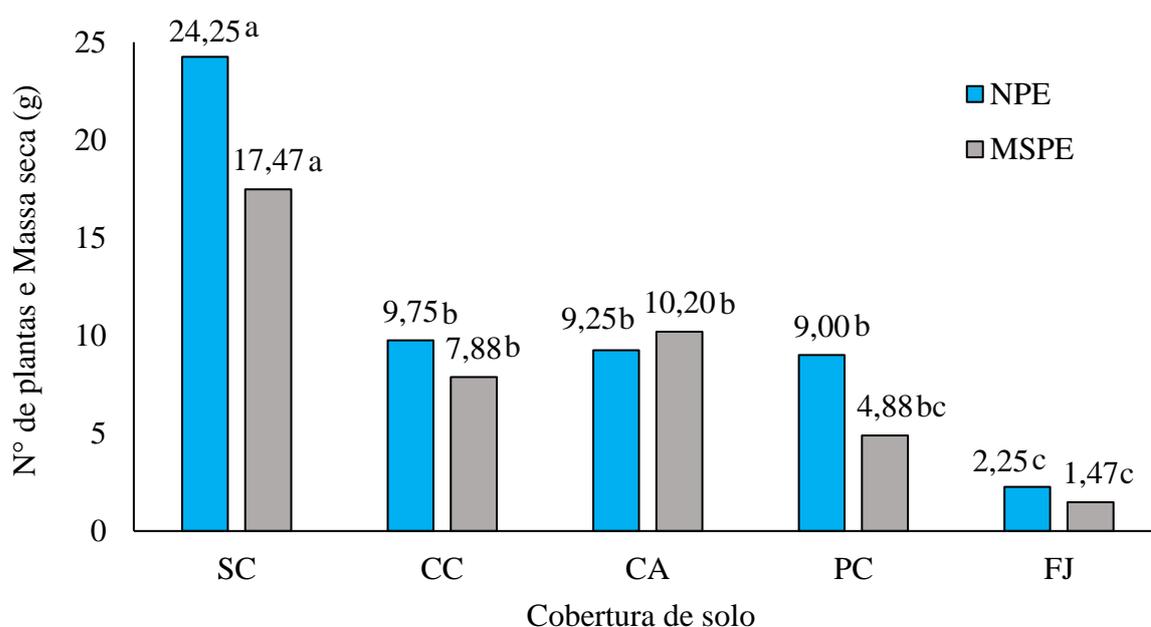
Quando cultivadas sem o uso de cobertura morta no solo, as plantas de espinafre da Amazônia obtiveram como resultado menor desenvolvimento, observado nas médias verificadas em todas as variáveis avaliadas. Solos cultivados sem nenhuma proteção estão mais expostos aos efeitos negativos provocados pelos fatores abióticos, como maior perda de umidade por evaporação, erosão superficial, causada pela exposição direta as chuvas, ocorrência de altas flutuações de temperatura, além de desenvolvimento de daninhas, acarretando condições de estresse a cultura, resultando assim em mudança na alocação de recursos no vegetal e menores produções (Yin *et al.*, 2019; El-Beltagi *et al.*, 2022).

Ao estudar os efeitos da cobertura morta no solo utilizando-se de materiais orgânicos, inúmeros trabalhos científicos verificaram efeitos benéficos proporcionado no desenvolvimento das hortaliças. Resultado como os obtidos Nwosisi *et al.*, 2019, Santos *et al.*, 2021, Nascimento *et al.*, 2022 e Sharma *et al.*, 2023, trabalhando em diferentes espécies de hortaliças confirmam os benefícios do uso da cobertura, concluindo não apenas aumento na produtividade, mas também maior desenvolvimento da planta, pois observaram mudanças

ocorridas no microclima local, como condições de umidade, temperatura e incorporação de nutrientes no solo, além de diminuir a ocorrência das daninhas.

Em relação a incidência de plantas infestantes no cultivo orgânico de espinafre da Amazônia, houve efeito significativo ($p < 0,05$) das coberturas de solo para as variáveis número de plantas espontâneas e massa seca das plantas espontâneas (MSPE) (APÊNDICE L). O uso das coberturas resultou em menor ocorrência de plantas espontâneas em relação ao solo sem cobertura, verificados em NPE, com a cobertura utilizando-se folhas de jambeiro destacando-se como sendo a mais eficiente no controle das daninhas, reduzindo aproximadamente 91% do percentual de NPE encontrados no solo descoberto (Figura 11).

Figura 11 - Número de plantas espontâneas (NPE) e massa seca das plantas espontâneas (MSPE) em cultivo orgânico de espinafre da Amazônia sob coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023



*Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. CV = Coeficiente de variação. CV (Npe) = 15,37. CV (Mspe) = 34,75. SC = Solo sem cobertura, CC = Casca de castanha, CA = Casca de arroz, PC = palha de capim, FJ = folhas de jambeiro.

As maiores médias de MSPE foram encontradas no solo sem cobertura, sequência dos tratamentos utilizando casca de arroz, casca de castanha e palha de capim, sendo estas coberturas estatisticamente iguais, mas diferindo do tratamento sem cobertura. Na cobertura morta com folhas de jambeiro foram verificada as menores MSPE, com redução média de aproximadamente 92% comparado ao tratamento controle (Figura 11). A cobertura de solo utilizando casca de arroz apresenta especificamente menor NPE em relação a MSPE, indicando que as plantas espontâneas presentes neste tratamento apresentavam maior desenvolvimento.

Entretanto, embora tenha sido verificado na cobertura com folhas de jambeiro as menores médias de NPE e MSPE, quando as correlacionamos com a produtividade e o rendimento das plantas de espinafre da Amazônia, não foram encontradas diferenças significativas entre as coberturas utilizadas, independente do material orgânico de origem. Logo, inferimos que as plantas espontâneas não foram isoladamente determinantes no desenvolvimento do espinafre nos tratamentos com cobertura, embora o NPE e MSPE tenha sido indicadores das condições microclimáticas que ocorreram no solo, observados as médias no solo descoberto, confirmando os benefícios que o uso de cobertura proporciona em cultivo de hortaliças.

Além de serem indicadoras de condições no solo, as plantas espontâneas atuam diretamente na redução de produção das hortaliças, pois competem pelos recursos essenciais, como água, luz, nutrientes e dióxido de carbono, também atuam indiretamente como hospedeiras de insetos pragas, podendo ter efeito alelopático, ainda proporcionam clima favorável para ocorrência de doenças ocasionadas por fungos, vírus e bactérias. A ocorrência de daninhas, além dos efeitos diretos e indiretos causados nas hortaliças, podem aumentar os custos de produção, com gastos na aplicação de medidas de controle (Nwosisi *et al.*, 2019; Mennan *et al.*, 2020; Petrikovszki *et al.*, 2020).

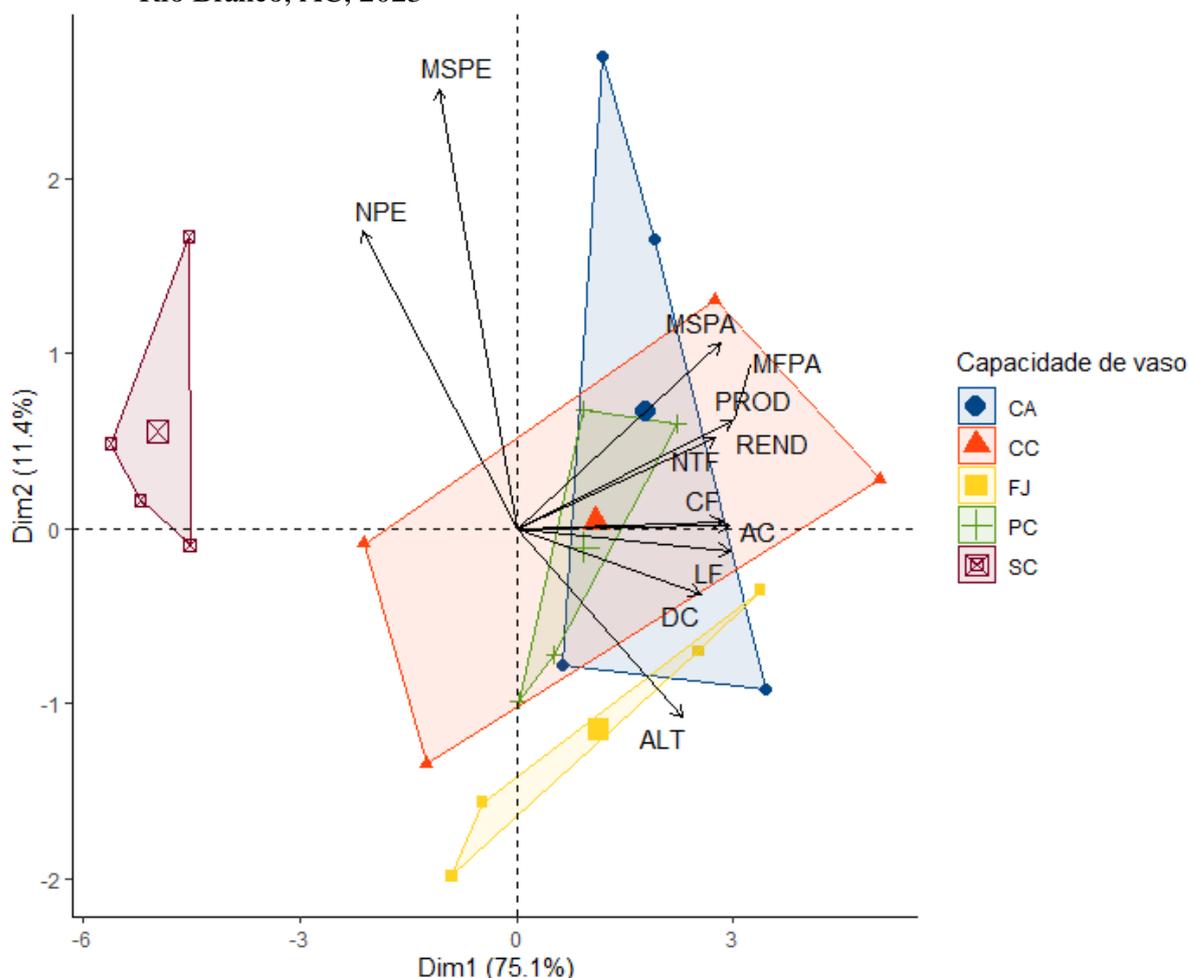
O uso de materiais orgânicos em cobertura de solo no cultivo de hortaliças pode ser uma alternativa interessante, pois fornecem condições adequadas ao desenvolvimento das plantas (Kader *et al.*, 2019). Além disso, materiais orgânicos de fácil obtenção tem sua aquisição e uso facilitado pelos pequenos produtores, que são marginalizados frente as corporações agrícolas monopolistas, que apresentam ao mercado produtos para cobertura de solo que embora extremamente eficientes, tem alto custos, sendo na maioria das vezes inacessíveis aos pequenos produtores, estas opções orgânicas são alternativas de baixo custo e podendo ser adquirido na propriedade, que com a aplicação de técnicas corretas, são eficientes nas características desejadas (Nwosisi *et al.*, 2019; Salvagni *et al.*, 2022).

Ademais, embora não verificado diferença entre as coberturas de solo, o uso de palha de capim e folhas secas de jambeiro apresentam vantagens em relação as coberturas casca de castanha e casca de arroz, considerando ciclos de cultivo e a obtenção dos materiais. A palha de capim e folhas de jambeiro podem ser obtidos na propriedade com facilidade, fruto apenas do trabalho de coleta e aplicação no cultivo, enquanto os materiais como cascas de castanha e arroz necessitam ser obtidos em agroindústrias, com possíveis custos adicionais de aquisição e transporte do material, mas ainda sendo uma alternativa interessante, observando a importância ambiental na utilização de resíduos.

3.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E MATRIZ DE CORRELAÇÃO

Na biplotação modelada no resultado de saída na análise de componentes principais (PCA) atingiram nos primeiros dois componentes um percentual total de variação explicada de 86,5% sobre a formação das plantas de espinafre da Amazônia e plantas espontâneas, utilizando as coberturas alternativas de solo (Figura 12). A dimensão 1 (Dim1) representa 75,1% e Dim2 11,4% da variância dos dados na matriz crescimento, possibilitando descrição da variabilidade dos dados e associações entre as variáveis para os dois eixos principais. Assim, o resultado das plantas aos tratamentos impostos podem ser explicados com a forte associação em Dim1 e Dim2 com as variáveis avaliadas.

Figura 12 - Análise de componentes principais das variáveis associadas as plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico sob coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023



*Altura de planta, diâmetro do coleto - DC, número total de folhas - NTF, comprimento foliar - CF, largura foliar - LF, massa fresca da parte aérea - MFPA, massa seca da parte aérea - MSPA, produtividade - PROD, rendimento - REND, número de plantas espontâneas (NPE) e massa seca de plantas espontâneas (MSPE).

As variáveis respostas ALT, DC, LF, CF, AC, NTF, MFPA, MSPA, REND e PROD apresentaram contribuições semelhantes em Dim1, enquanto número de plantas espontâneas e a massa seca das plantas espontâneas em Dim2 (Figura 12). As variáveis de crescimento das plantas de espinafre da Amazônia apresentaram forte associação com coberturas de solo, contribuindo para os resultados significativos e positivos entre essas características avaliadas. Ainda, pode-se observar pela angulação agudas dos vetores entre si a magnitude das correlações para as variáveis de crescimento.

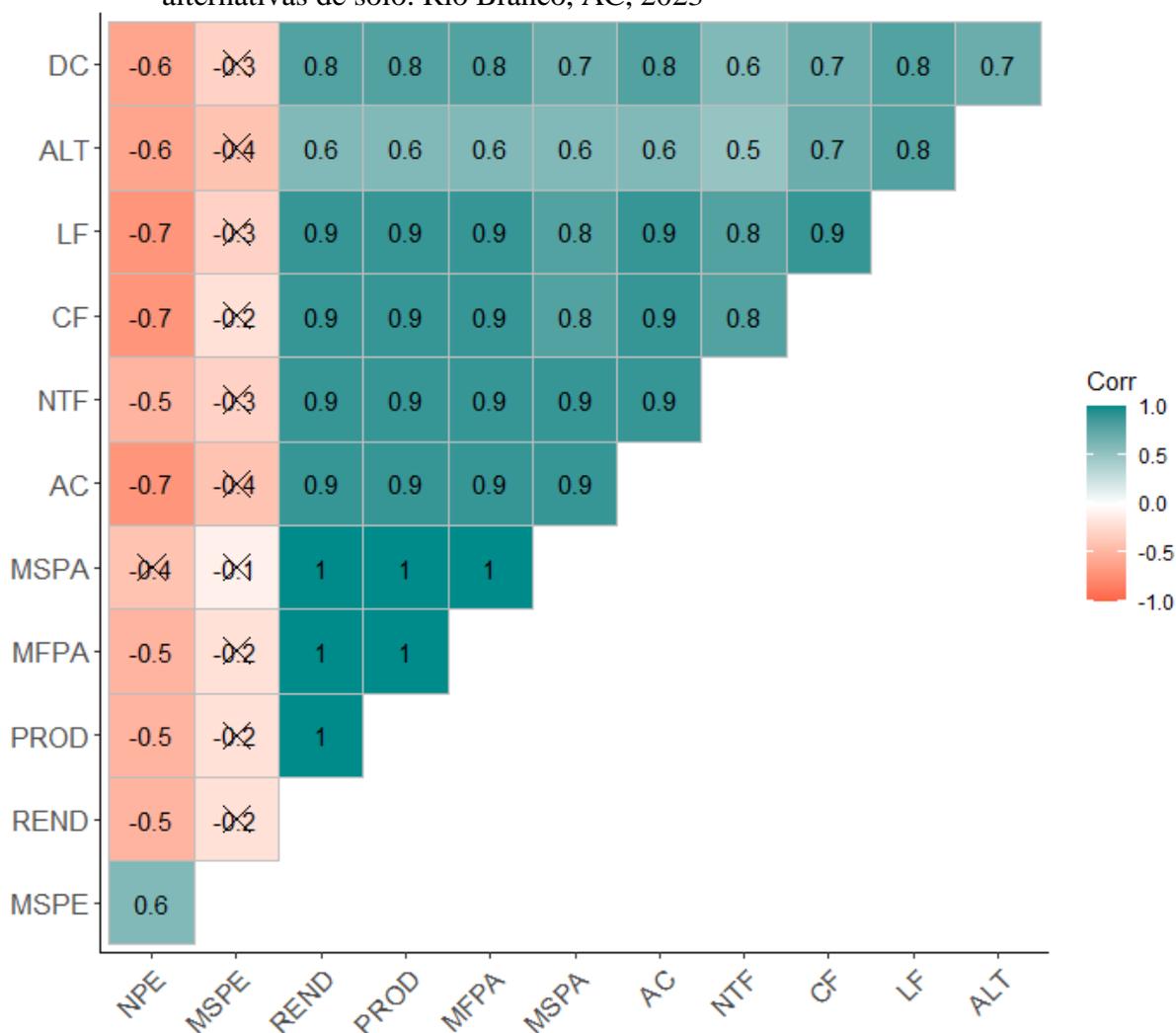
As coberturas alternativas de solo apresentaram resultado semelhantes quanto as características de desenvolvimento das plantas, representado pela sobreposição dos polígonos dos tratamentos com cobertura, com diferença representativa na matriz de correlação ao tratamento sem cobertura de solo, estando este em outra dimensão biplotada (Figura 12). Os tratamentos de cobertura com casca de arroz, casca de castanha e palha de capim concentram todas as variáveis de crescimento das plantas, com sobressalência da variável altura ao tratamento utilizando folhas de jambeiro. O tratamento folhas de jambo está com o polígono dimensional agrupado na Dim1, destacando-se como o mais antagônico as plantas espontâneas, indicando eficiência do tratamento ao combate as plantas invasoras.

Analisando Dim2, ocorreu pouca contribuição para a análise de componentes principais. O número de plantas espontâneas (NPE) e a massa seca de plantas espontâneas (MSPE) apresentam maior contribuição neste quadrante, estando mais associado a cobertura de solo com casca de castanha e ao solo sem cobertura, ainda sem associação específica. Observado os resultados experimentais na produção e rendimento das plantas de espinafre da Amazônia cultivados, o número de indivíduos e a massa seca das plantas espontâneas influenciaram negativamente essas características, indicado ainda pela dissimilaridade das variáveis das plantas espontâneas para as variáveis de crescimento das plantas da cultura.

O uso da cobertura morta no cultivo orgânico de plantas de espinafre da Amazônia proporcionou otimizado desenvolvimento nas plantas, com maior produtividades e rendimento, e ainda menor ocorrência de plantas daninhas. A cobertura morta no cultivo de hortaliças é uma prática que proporciona inúmeros benefícios, favorecendo as condições químicas e físicas no solo, mantendo a umidade, potencializando as atividades biológicas, regulando a temperatura, atuando no controle de pragas e doenças, e controlando plantas daninhas (Nwosisi *et al.*, 2019; Mendonça *et al.*, 2021). Logo, esses benefícios influenciam diretamente no microclima de cultivo das plantas, impactando positivamente no seu desenvolvimento e contribuindo para aumento de produtividade (El-Metwally *et al.*, 2022).

Na correlação dos dados para verificar as associações entre as variáveis de crescimento e as plantas daninhas, foram observadas correlações significativas ($p < 0,05$) para maioria dos fatores, com correlações positivas entre as variáveis de crescimento e negativas com as plantas daninhas. Os resultados nas correlações das variáveis biométricas avaliadas no espinafre da Amazônia apresentaram correlações fortes e positivas para DC, ALT, LF, CF, NTF, AC, MFPA, MSPA, REND e PROD (Figura 13).

Figura 13 - Análise de correlação entre as variáveis de resposta estudadas para plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023



*Correlações positivas e negativas são exibidas em azul e vermelho, respectivamente; a intensidade da cor e tamanho do círculo são proporcionais aos coeficientes de correlação. Altura de planta, diâmetro do coleto - DC, número total de folhas - NTF, comprimento foliar - CF, largura foliar - LF, massa fresca da parte aérea - MFPA, massa seca da parte aérea - MSPA, produtividade - PROD e rendimento - REND.

As variáveis NPE e MSPE correlacionam-se negativamente com as variáveis de crescimento das plantas de espinafre da Amazônia, embora a correlação de MSPE não seja

estatisticamente significativa ($p > 0,05$). As correlações negativas do NPE com as variáveis biométricas avaliadas nas plantas de espinafre podem estar associados aos efeitos negativos proporcionados pelas plantas espontâneas, que competem primariamente por luz, água e nutrientes (Petrikovszki *et al.*, 2020). O NPE e MSPE apresentam correlação significativa e positiva apenas entre si, indicando que o aumento do número de plantas espontâneas implica no aumento da massa das plantas espontâneas.

As correlações entre as variáveis MFPA, MFPB, REND e PROD foram fortes e positivas, atingindo percentuais de 100%. A alta correlação entre essas características avaliadas indica que o aumento em uma, provoca aumento linear na outra, possivelmente ocorrendo por estas variáveis estarem inseridas entre si nas avaliações, uma vez que a MFPA é utilizada para calcular o REND e PROD. O mesmo comportamento de alta correlação é verificado entre as variáveis AC, NTF, CF e LF, estando as mesmas interligadas nos padrões de crescimento, logo que plantas com maior número de folhas, sendo estas folhas maiores em largura e comprimento, apresentaram maiores rendimento e produtividade.

A relação entre as variáveis biométricas verificadas nas plantas de espinafre da Amazonia estão relacionadas a forma de crescimento, pois as características como massa seca e fresca da parte aérea é influenciada pelo seu desenvolvimento, como o número e tamanho de folhas, ainda sendo a massa fresca parte principal dos cálculos de rendimento e produtividade, assim, quanto maiores as massas, maiores serão as produtividades (Yin *et al.*, 2019). Ainda, inversamente proporcional ao desenvolvimento das plantas de espinafre, decorre as plantas espontâneas, que ocorrem com maior facilidade nos solos sem aplicação de cobertura morta, competem pelos recursos e afetam negativamente as culturas (Nichols *et al.*, 2015; Petrikovszki *et al.*, 2020).

4 CONCLUSÕES

O uso de cobertura morta no solo proporciona maior rendimento e produtividade em cultivo orgânico de espinafre da Amazônia.

A aplicação da cobertura morta com folhas de jameiro em cultivo de espinafre da Amazônia é eficiente no controle de plantas espontâneas.

As coberturas mortas casca de arroz, casca de castanha, palha de capim e folhas de jameiro são indicadas no cultivo de espinafre da Amazônia para maior produtividade.

REFERÊNCIAS

- ALAM, M. A.; RAHMAT, N. A.; MIJIN, S.; RAHMAN, M. S.; HASAN, M. M. Influence of palm oil mill effluent (POME) on growth and yield performance of Brazilian spinach (*Alternanthera sissoo*). **Journal of Agrobiotechnology**, v. 13, n. 1, p. 40-49, 2022.
- ARAGÃO JÚNIOR, A. C. A.; de LIMA, M. S.; TORRES, N. S.; do NASCIMENTO, M. M.; 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**, v. 5, n. 1, 2023.
- AVIZ, R. O.; CASAIS, L. K. N.; SILVA, M. J. S.; DA SILVA BORGES, L. Cultivo de pimentão (*Capsicum annuum* L) sobre diferentes coberturas vegetais em Paragominas, Pará. **Revista Cultivando o Saber**, v. 13, n. 2, p. 19-26, 2020.
- CARVALHO, D. F. D.; GOMES, D. P.; OLIVEIRA NETO, D. H. D.; GUERRA, J. G.; ROUWS, J. R.; OLIVEIRA, F. L. D. Carrot yield and water-use efficiency under different mulching, organic fertilization and irrigation levels. **Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 22, p. n. 7, 445-450, 2018.
- CORDEIRO, S. Z. *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. **Herbário**. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 2020. Disponível em: <<http://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/alternanthera-sessilis-l-r-br-ex-dc>> Acesso em: 28 de nov. 2023.
- EL-BELTAGI, H. S.; BASIT, A.; MOHAMED, H. I.; ALI, I.; ULLAH, S.; KAMEL, E. A.; GHAZZAWY, H. S. Mulching as a sustainable water and soil saving practice in agriculture: A review. **Agronomy**, v. 12, n. 8, p. 1881, 2022.
- EL-METWALLY, I.; GERIES, L.; SAUDY, H. Interactive effect of soil mulching and irrigation regime on yield, irrigation water use efficiency and weeds of trickle-irrigated onion. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 68, n. 8, p. 1103-1116, 2022.
- FONTENELE, L. A.; DINIZ, M. A. N.; SOUSA, M. D. D. A.; FONSECA, M. C. S. D.; SILVA E SOUSA, P. C.; FARIAS, P. C. D.; SOUSA, A. B. D. Influência da cobertura morta e adubação nitrogenada sobre a incidência de plantas daninhas no cultivo de alface. **Extensão rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar**, v. 1, n. 1, p. 351-364, 2021.
- GABAM, S. V. F.; BORGES, O. M. A. Knowledge, Nutritional Value and Uses of Some Non Conventional Plant Foods. **Novel Techniques in Nutrition and Food Science**, v. 5, n. 3, p. 462-464, 2020.
- GASTL FILHO, J.; RESENDE, M. A.; FERREIRA, I.; MARTINS, I. S.; PIVA, H. T. Desempenho agrônômico de alface orgânica em função da cobertura do solo. **Revista Agroecossistemas**, v. 12, n. 2, p. 51-68, 2021.
- IQBAL, R.; RAZA, M. A. S.; VALIPOUR, M.; SALEEM, M. F.; ZAHEER, M. S.; AHMAD, S.; NAZAR, M. A. Potential agricultural and environmental benefits of mulches - a review. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 44, n. 1, p. 1-16, 2020.

KADER, M. A., SINGHA, A., BEGUM, M. A., JEWEL, A., KHAN, F. H., & KHAN, N. I. Mulching as water-saving technique in dryland agriculture. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 43, n. 1, p. 1- 6, 2019.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 1 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2014. 768p.

LIMA, S.; ROSÁRIO, I. C.; SILVA, A.; ARRUDA, R.; GOMES, R. Desempenho agrônômico de jambu (*Acmela oleracea* (L.) RK Jansen) em função de espaçamentos e arranjos espaciais. **Enciclopedia biosfera**, v. 16, n. 29, 2019.

MENDONÇA, S. R.; ÁVILA, M. C. R.; VITAL, R. G.; EVANGELISTA, Z. R.; DE CARVALHO PONTES, N.; DOS REIS NASCIMENTO, A. The effect of different mulching on tomato development and yield. **Scientia Horticulturae**, v. 275, n. 1, p. 109657, 2021.

MENNAN, H.; JABRAN, K.; ZANDSTRA, B. H.; PALA, F. Non-chemical weed management in vegetables by using cover crops: A review. **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 257, 2020.

NASCIMENTO, M. F.; FERREIRA, R. L. Felix.; OLIVEIRA, R. V. Cultivo orgânico de Alho do Norte *Allium tuberosum* em função de doses de biofertilizante e coberturas de solo. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 1, p. 75-86, 2022.

NICHOLS, V.; VERHULST, N.; COX, R.; GOVAERTS, B. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. **Field crops research**, v. 183, n. 1, p. 56-68, 2015.

NWOSISI, S.; NANDWANI, D.; HUI, D. Mulch treatment effect on weed biomass and yields of organic sweetpotato cultivars. **Agronomy**, v. 9, n. 4, p. 190, 2019.

PAMPLONA, L. J. C.; FERREIRA, L. L.; DA SILVA, F. B. M. D.; MORAIS, C. D. O.; ALENCAR, R. D.; PORTO, V. C. N.; DE SOUZA ALVES, C. Cobertura de solo modifica a performance de coentro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e4661048963-e4661048963, 2021.

PETRIKOVSZKI, R.; ZALAI, M.; TÓTHNÉ BOGDÁNYI, F.; TÓTH, F. The effect of organic mulching and irrigation on the weed species composition and the soil weed seed bank of tomato. **Plants**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2020.

SALVAGNI, J.; DE SOUZA WOJCICHOSKI, N.; GUERIN, M.; DA SILVA, V. M. Corporações monopolistas: as consequências ao Brasil da hegemonia na produção e no consumo alimentar. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 19, n. 1, p. 225-244, 2022.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590p.

SANTOS, A. A. C.; PUSCH, M.; BONIFÁCIO, J. S.; OLIVEIRA, F. C.; GEISENHOLFF, L.; BISCARO, G. A. Efeito da tensão crítica de irrigação e cobertura do solo sobre o cultivo de rabanete. **Agrarian**, v. 12, n. 45, p. 308-317, 2019.

SCHREINEMACHERS, P.; SIMMONS, E. B.; WOPEREIS, M. C. S. Tapping the economic and nutritional power of vegetables. **Global food security**, v. 16, n. 1, p. 36-45, 2018.

SHARMA, S., BASNET, B., BHATTARAI, K., SEDHAI, A., & KHANAL, K. The influence of different mulching materials on Tomato's vegetative, reproductive, and yield in Dhankuta, Nepal. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 11, p. 100463, 2023.

SILVA, F. D. A.; DE MELO, A. R.; FERNANDES, P. D.; NETO, J. D.; DE ALBUQUERQUE COELHO, D.; JUNIOR, J. B. T. Produção orgânica de quiabo variando coberturas de solo e turnos de rega. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 52, p. 20-33, 2020.

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, R. V.; MOTA, B. B.; DA SILVA, M. C.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* L.) propagadas por estacas. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 1, p. 238-251, 2023.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: EDITORA UFV. 2011. 272 p.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014.

VAZ, J. M.; GIROTTO, P. H.; DA ROSA, G. G.; LIMA, C. S. M.; DOS SANTOS, J. R. Cobertura morta de solo no cultivo orgânico de physalis (*Physalis peruviana* L.). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 80113-80130, 2020.

WANG, L.; CHEN, X.; YAN, X.; WANG, C.; GUAN, P.; TANG, Z. A response of biomass and nutrient allocation to the combined effects of soil nutrient, arbuscular mycorrhizal, and root-knot nematode in cherry tomato. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 1106122, 2023.

WHITE, R. R.; GLEASON, C. B. Global human-edible nutrient supplies, their sources, and correlations with agricultural environmental impact. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 16781, 2022.

YIN, Q.; TIAN, T.; HAN, X.; XU, J.; CHAI, Y.; MO, J.; YUE, M. The relationships between biomass allocation and plant functional trait. **Ecological Indicators**, v. 102, n.1, p. 302-308, 2019.

YOUSSEF, M. A.; AL-HUQAIL, A. A.; ALI, E. F.; MAJRASHI, A. Organic amendment and mulching enhanced the growth and fruit quality of squash plants (*Cucurbita pepo* L.) grown on silty loam soils. **Horticulturae**, v. 7, n. 9, p. 269, 2021.

CAPÍTULO VI

**FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS EM CULTIVO ORGÂNICO
DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA**

RESUMO

As plantas infestantes são causadoras de problemas que limitam o cultivo e produtividade das hortaliças, sendo a identificação das espécies uma ferramenta para o planejamento e manejo. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo fitossociológico na comunidade de plantas espontâneas em cultivo orgânico de espinafre da Amazônia. O estudo foi realizado na Universidade Federal do Acre, no período de maio a julho de 2023. O cultivo de espinafre da Amazônia foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram coberturas alternativas do solo, sendo: casca de castanha, casca de arroz, folhagem de jambo, palha de capim e solo sem cobertura. A avaliação das plantas daninhas foi realizada na colheita do espinafre da Amazônia, aos 45 dias de cultivo. Para amostragem das daninhas foi utilizada o método do quadrado, com amostra de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²), lançada vinte vezes (5,00 m²). As espécies de plantas daninhas foram quantificadas e identificadas, seguido dos cálculos: densidade, densidade relativa, frequência, frequência relativa, abundância, abundância relativa, massa seca relativa, índice de valor de importância e importância relativa. Foram identificadas na comunidade de plantas infestantes 18 espécies de plantas daninhas, pertencentes a 13 famílias botânicas, com maior diversidade de espécies na família Malvaceae. As espécies de maior importância no cultivo foram *Digitaria horizontalis*, *Phyllanthus amarus*, *Amaranthus blitum* e *Acalypha alopecuroidea*. A diversidade de espécies daninhas no cultivo orgânico de espinafre da Amazônia podem contribuir para o adequado planejamento e manejo da espécie.

Palavras-chave: *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. Plantas infestantes. Agricultura orgânica.

PHYTOSOCIOLOGY OF SPONTANEOUS PLANTS IN ORGANIC CULTIVATION OF AMAZONIAN SPINACH

ABSTRACT

Weeds cause problems that limit the cultivation and productivity of vegetables, and species identification is a tool for planning and management. The objective of this work was to carry out a phytosociological study on the community of spontaneous plants in organic cultivation of Amazonian spinach. The study was carried out at the Federal University of Acre, from May to July 2023. The cultivation of Amazonian spinach was installed in a randomized block design, with five treatments and four replications. The treatments were alternative soil coverings, including: chestnut husk, rice husk, jambo foliage, grass straw and bare soil. The evaluation of weeds was carried out during the Amazonian spinach harvest, after 45 days of cultivation. To sample weeds, the square method was used, with a sample measuring 0.5 m x 0.5 m (0.25 m²), released twenty times (5.00 m²). Weed species were quantified and identified, followed by the calculations: density, relative density, frequency, relative frequency, abundance, relative abundance, relative dry mass, importance value index and relative importance. 18 weed species were identified in the weed community, belonging to 13 botanical families, with greater species diversity in the Malvaceae family. The most important species in cultivation were *Digitaria horizontalis*, *Phyllanthus amarus*, *Amaranthus blitum* and *Acalypha alopecuroidea*. The diversity of weed species in organic spinach cultivation in the Amazon can contribute to the adequate planning and management of the species.

Keywords: *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. Weedy plants. Organic agriculture.

1 INTRODUÇÃO

O espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.) é uma hortaliça folhosa classificada como planta alimentícia não convencional, geralmente está espontaneamente presente em solos úmidos, espécie pouco conhecida e quando cultivada, é em pequenas quantidades por agricultores familiares (Kinupp; Lorenzi, 2014). Essa planta apresenta potencial alimentício e farmacológico, principalmente por apresentar em sua composição um alto teor de proteína, diversidade de vitaminas, minerais, fibras, além de antioxidantes e outros compostos benéficos a saúde (Radhakrishnan *et al.*, 2015; Ikram *et al.*, 2022).

A planta é uma erva perene de clima tropical, da família das amarantáceas, com provável centro de origem no Brasil, sendo popularmente conhecida como orelha de macaco, espinafre da Amazônia e espinafre brasileiro (Kinupp; Lorenzi, 2014). A espécie é classificada como uma hortaliça folhosa de rápido desenvolvimento, propagada principalmente por estacas e caules tenros, com maior crescimento das folhas em ambiente sombreado, também adaptando-se ao cultivo em pleno sol, com folhas caracteristicamente arredondadas, enrugadas, flores pequenas e brancas (Kinupp; Lorenzi, 2014; Allam *et al.*, 2022).

O cultivo de plantas alimentícias não convencionais, que incluem ampla diversidade de espécies, como o espinafre da Amazônia, sendo realizado principalmente por pequenos agricultores de base familiar, onde o manejo do solo é em sua maioria orgânico, que se caracteriza por uso práticas agroecológicas, como incorporação de matéria orgânica, uso de coberturas de solo a base resíduos vegetais, utilização de coberturas vivas, diversidade de espécies, técnicas físicas de solo, uso de biofertilizantes e outras práticas conservacionistas (Leal *et al.*, 2018; Araújo Neto; Ferreira, 2019). Este tipo de manejo possibilita ocorrência de maior presença de comunidade de plantas espontâneas e estabelece complexa interação com culturas de interesse.

Em cultivos orgânicos de hortaliças, os solos geralmente são férteis, apresentando grande quantidade de matéria orgânica, excelentes propriedades nutricionais, realização de irrigações constantes, além de ambiente sombreado, favorecendo assim o surgimento e o estabelecimento de plantas espontâneas, que por apresentarem características ecológicas que facilitam sua propagação, como ciclo rápido de desenvolvimento, grande quantidade de propágulos reprodutivos, além de estruturas diversas de reprodução, rapidamente colonizam os ambientes (Araújo Neto; Ferreira, 2019; Mendes; Silva, 2022).

O estabelecimento de plantas espontâneas em áreas de cultivo de hortaliças, principalmente em espécies olerícolas que não fecham o dossel rapidamente, podem ter afetado

negativamente seu desenvolvimento, logo que as plantas daninhas competem pelos recursos com a cultura de interesse, necessários para seu desenvolvimento, recursos como nutrientes, água, luminosidade, e assim, quando estas espécies não são controladas, podem ocorrer o comprometimento produtivo, diminuição de produção e deformando as características desejadas nos produtos, ocasionando perdas econômicas (Uljol *et al.*, 2018; Amorim; Mesquita, 2019; Souza *et al.*, 2023).

A maior diversidade de plantas espontâneas em cultivos orgânicos de hortaliças, sobretudo em virtude do sistema de manejo adotado, resulta em complexa interação das plantas daninhas com a cultura de interesse (Medes; Silva, 2022). Logo, para um adequado manejo das culturas é necessário um maior conhecimento das plantas infestantes, que incluem sua identificação, distribuição, diversidade e ecologia, para assim, com base neste conhecimento propor medidas para controle, supressão e manejo, objetivando maior eficiência e produtividades nos cultivos, sem a utilização de produtos químicos, como herbicidas.

O levantamento fitossociológico realizado em populações de plantas de espontâneas proporcionam caracterização dos indivíduos e sua distribuição na comunidade, sendo possível estabelecer a identificação das espécies, número de indivíduos e observar sua distribuição com base em parâmetros determinados, como os cálculos de frequência, densidade, abundância e índice de valor de importância, entre outros, que após análise e entendimento da ecologia e sua distribuição, possibilita aplicação de práticas para controle das plantas infestantes (Pitelli, 2000; Amorim; Mesquita, 2019).

A análise fitossociológica da comunidade de plantas espontâneas são de fundamental importância, observado que fornecem informações que auxiliam na compreensão da composição florística e distribuição das espécies nas áreas avaliadas (Pitelli, 2000). Com base nas informações adquiridas nos levantamentos e sua devida interpretação, é possível subsidiar a aplicação técnicas de manejo de daninhas, com maior possibilidade de se obter resultados positivo, logo que cada espécie e sua interação com a comunidade podem ser específicas (Albuquerque *et al.*, 2017).

Para realizar adequado manejo das plantas espontâneas em sistemas orgânicos de cultivo faz necessário conhecer a ecologia e especificidade sobre a comunidade de plantas infestante, sobretudo para o estabelecimento adequadas práticas de manejo. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo fitossociológico na comunidade de plantas espontâneas em cultivo orgânico de espinafre da Amazônia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na horta experimental da Universidade federal do Acre, localizada no município de Rio Branco, Acre, Brasil, na latitude de 09° 57'11'' S e longitude de 67°52'16'' W, altitude de 163 m, durante o período de maio a julho de 2023. O clima da região é quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com médias de temperatura de 24,7 °C, umidade relativa de 80,2 % e precipitação acumulada de 267,2 mm durante a condução do experimento (Inmet, 2023).

O solo no ambiente de coleta das plantas espontâneas é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Santos *et al.*, 2018), textura franco-argilo-arenosa, com pH (H₂O) = 6,08; e teores de nutrientes: P = 28,79 mg.dm⁻³; K = 0,56 cmol_c.dm⁻³; Ca = 9,34 cmol_c.dm⁻³; Mg = 3,36 cmol_c.dm⁻³; Al = 0 cmol_c.dm⁻³ e H+Al = 1,76 cmol_c.dm⁻³; M.O. = 41,61 g.dm⁻³; saturação por bases = 88,30%; SB = 13,26 cmol_c.dm⁻³ e CTC= 15,02 cmol_c.dm⁻³.

Foram realizadas avaliações fitossociológicas na comunidade de plantas espontâneas no cultivo orgânico de espinafre da Amazônia. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com quatro blocos e cinco coberturas de solo. Foram utilizadas quatro coberturas alternativas de solo e tratamento controle, sendo: folhas de jambeiro, palha de capim, casca de arroz, casca de castanha e solo sem cobertura.

As plantas de espinafre da Amazônia permaneceram em convívio com as plantas espontâneas durante todo o período de cultivo, não sendo realizado nenhuma limpeza, apenas a aplicação das coberturas de solo. A avaliação da comunidade de plantas infestantes foi realizada na colheita do espinafre, ocorrendo após 45 dias de cultivo do plantio das mudas. Na amostragem foi utilizada amostra de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²), lançada vinte vezes (5,00 m²) na área e coletada as plantas espontâneas.

As plantas espontâneas coletadas foram separados, realizado contagem dos indivíduos e identificadas as famílias botânicas e suas espécies (Lorenzi, 2014; Moreira; Bragança, 2010a; Moreira; Bragança, 2010b). O material das plantas daninhas foram acondicionados em sacos de papel Kraft e levados para secagem em estufa de circulação forçada de ar com temperatura a 65 °C, até atingirem massa constante, para obtenção da massa seca da parte aérea.

Após realização da contagem das espécies, foram calculadas as variáveis fitossociológicas para as plantas daninhas, seguindo metodologia de Pitelli e Bianco (2013). Foram calculadas: densidade (D), densidade relativa (Dr), frequência (F), frequência relativa

(Fr), abundância (Ab), abundância relativa (AbR), massa seca relativa (MsR), índice de valor de importância (IVI) e importância relativa (IR).

Para o cálculo das variáveis foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$(D) \text{ Densidade (plantas m}^2) = \frac{n^{\circ} \text{ total de indivíduos por espécie}}{\text{Área total de coleta}}$$

$$(Dr) \text{ Densidade relativa (\%)} = \frac{\text{Densidade da espécie}}{\text{Densidade total de todas as espécies}} \times 100$$

$$(F) \text{ Frequência} = \frac{n^{\circ} \text{ de parcelas onde a espécie foi encontrada}}{n^{\circ} \text{ total de parcelas amostradas}}$$

$$(Fr) \text{ Frequência relativa (\%)} = \frac{\text{Frequência da espécie}}{\text{Frequência total de todas as espécies}} \times 100$$

$$(Ab) \text{ Abundância} = \frac{n^{\circ} \text{ total de indivíduos por espécie}}{n^{\circ} \text{ total de parcelas contendo a espécie}}$$

$$(AbR) \text{ Abundância relativa (\%)} = \frac{\text{Abundância da espécie}}{\text{Abundância total de todas as espécies}} \times 100$$

$$(MsR) \text{ Massa seca relativa (\%)} = \frac{\text{Massa seca da espécie}}{\text{Massa seca total de todas as espécies}} \times 100$$

$$(IVI) \text{ Índice de valor de importância} = Dr + Fr + AbR$$

$$(IR) \text{ Importância relativa} = \frac{\text{IVI da espécie}}{\text{IVI total de todas as espécies}} \times 100$$

Além dos cálculos das variáveis fitossociológicas, as espécies foram classificadas por classe, família botânica, nome científico e nome popular. Os dados obtidos foram tabulados e discutidos por análise descritiva.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade de plantas infestantes na área de cultivo orgânico de espinafre da Amazônia foi composta por 18 espécies, distribuídas em 13 famílias botânicas, das quais 83,30 % dicotiledôneas e 16,70 % monocotiledôneas (Quadro 1). A família Malvaceae apresentou maior diversidade de espécies infestantes, com três espécies, representado 16,67 % das espécies espontâneas, seguida das famílias Euphorbiaceae, Portulacaceae e Poaceae, com duas espécies cada, o que representa para a diversidade em cada família de 11,11 % das daninhas (Figura 14).

A diversidade de espécies de plantas espontâneas encontradas no cultivo de espinafre da Amazônia é comum em plantios de hortaliças. Os sistemas de cultivo orgânico em olerícolas são caracterizados por apresentarem alta diversidade de espécies de plantas espontâneas, com interação e influência negativa para as plantas cultivadas, principalmente pelo fato das plantas infestantes apresentarem ecologia facilitada e diversificada propagação, possibilitando rápida colonização e longo prazo de longevidade para os propágulos, sendo essas grandes vantagens competitivas (Testani *et al.*, 2019; Mendes; Silva, 2022; Souza *et al.*, 2023).

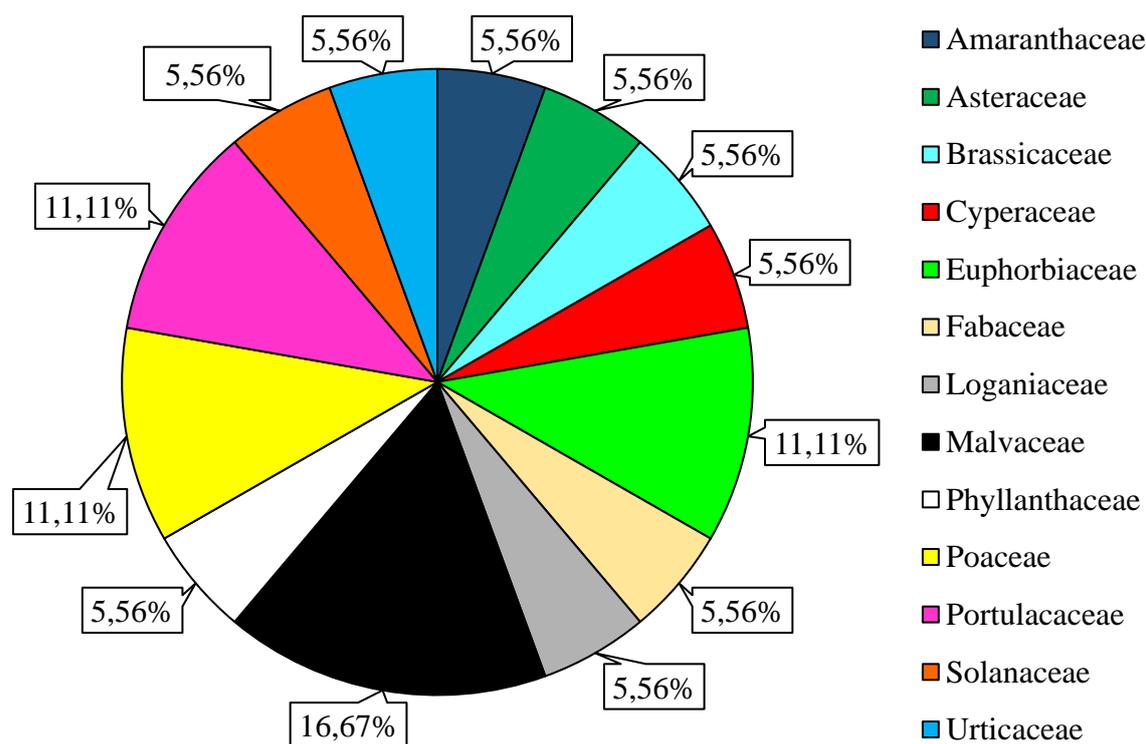
Quadro 1. Famílias, classes, espécies botânicas e nome popular de plantas espontâneas no cultivo orgânico espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023

Família	Espécie	Nome comum	Classe
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitum</i> L.	Caruru	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Pectis elongata</i> Kunth	Erva cideira miúda	
Brassicaceae	<i>Cleome aculeata</i> L.	Mussambê	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Erva de Santa Luzia	
	<i>Acalypha alopecuroidea</i> Jacq.	Rabo de gato	
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H. S. Irwin & Barneby	Mata pasto	
Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Erva-lombrigueira	
Malvaceae	<i>Sidastrum micranthum</i> (A.St.-Hil.) Fryxell	Malva preta	
	<i>Sida acuta</i> Burm.f.	Relógio-vassoura	
	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench.	Quiabo	
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus amarus</i>	Quebra pedra	
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega	
	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Major gomes	
Solanaceae	<i>Fisalis Angulata</i> L.	Camapu	
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Urtiga	

Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L.	Tiririca	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Urochloa decumbens</i> R. D. Webster	Braquiária	
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Capim-colchão	

As famílias com maior destaque na área de cultivo foram Malvaceae, com 16,67 % das espécies, Poaceae, Portulacaceae e Euphorbiaceae, abrangendo 11,11 % das espécies de plantas espontâneas encontradas, respectivamente (Figura 14). As famílias encontradas neste estudo são frequentemente encontradas em outras áreas agrícolas de cultivo orgânico, sendo assim incluídas nos principais grupos de plantas espontâneas presentes em cultivo de hortaliças, como no cultivo de cebolinha (Amorim; Mesquita, 2019), consórcio de couve folha e quiabeiro (Sackser *et al.*, 2021) e cenoura (Souza *et al.*, 2023).

Figura 14 - Percentual das famílias botânicas encontradas em área de cultivo orgânico de espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023



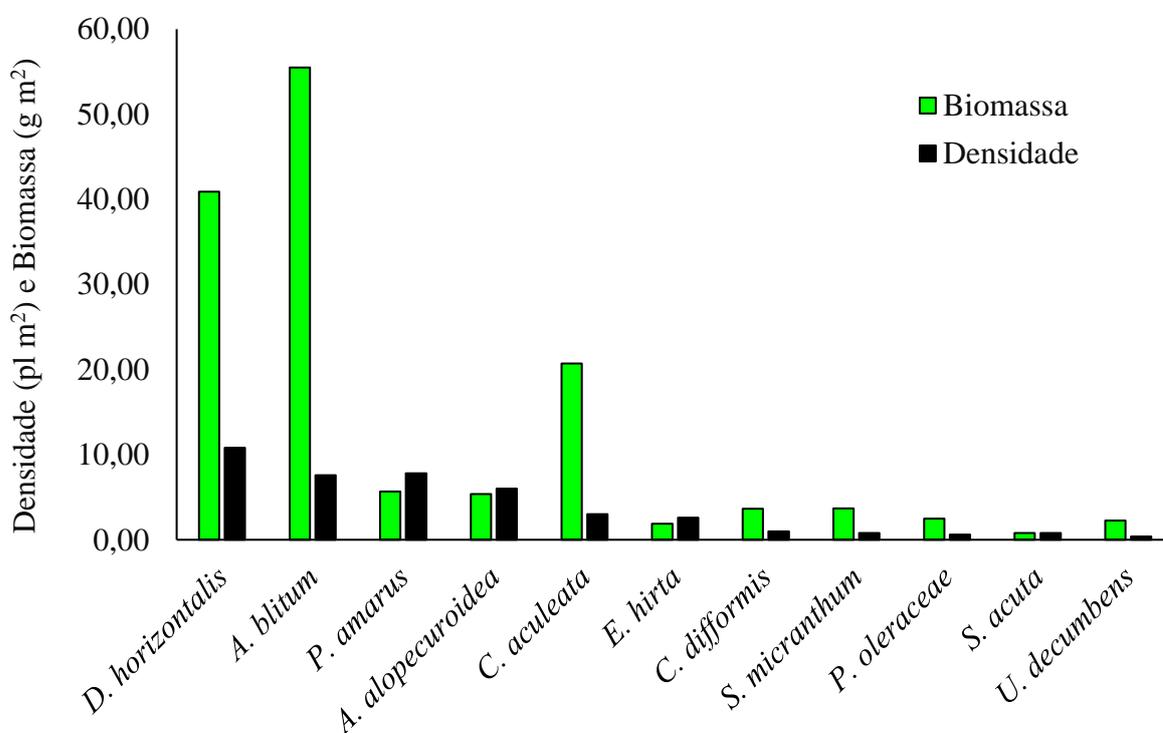
O maior percentual de espécies nas famílias botânicas destacadas neste estudo podem ser explicadas em parte pela sua ecologia, histórico de uso e manejo do local de cultivo, além da biologia das espécies, que possuem grande quantidade de produção de diásporos, que facilitam sua disseminação e consolidação nos ambientes. A biologia de algumas plantas espontâneas, fazem com que elas resistam as intempéries dos ambientes e obtenham maior

sucesso na sua propagação, muito dessas características que facilitam sua colonização são mecanismos adaptativos, como produzir estolões, que o corte não elimina a planta, a exemplo da tiririca (*Cyperus difformis* L.) (Araújo Neto; Ferreira, 2019; Barroso; Murata, 2021).

A classificação das espécies em classes auxiliam do entendimento de sua biologia, como a sua dispersão de sementes. As plantas classificadas em dicotiledôneas foram predominantes no cultivo orgânico de espinafre da Amazônia, assim como outros levantamentos realizados em cultivos de espécies olerícolas, podendo ser um exemplo de sua ecologia de multiplicação facilitada, como nas espécies encontradas em cultivo de alface (Silva *et al.*, 2018), cebolinha (Amorim *et al.*, 2019), cevada e abobrinha (Testani *et al.*, 2019) e cenoura (Souza *et al.*, 2023).

As espécies com as maiores densidades no local de cultivo foram o capim colchão (*D. horizontalis* - 10,80 pl m⁻²), quebra pedra (*P. amarus* - 7,80 pl m⁻²), caruru (*A. blitum* - 7,60 pl m⁻²) e o rabo de gato (*A. alopecuroidea* - 6,00 pl m⁻²). No entanto, maiores biomassas foram verificadas em caruru (*A. blitum* - 55,49 g m⁻²), capim colchão (*D. horizontalis* - 40,91 g m⁻²), mussambê (*C. aculeata* - 20,72 g m⁻²) e quebra pedra (*P. amarus* - 5,68 g m⁻²) (Figura 15).

Figura 15 - Densidade de plantas (plantas m⁻²) e rendimento de biomassa das principais plantas espontâneas no cultivo orgânico espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023

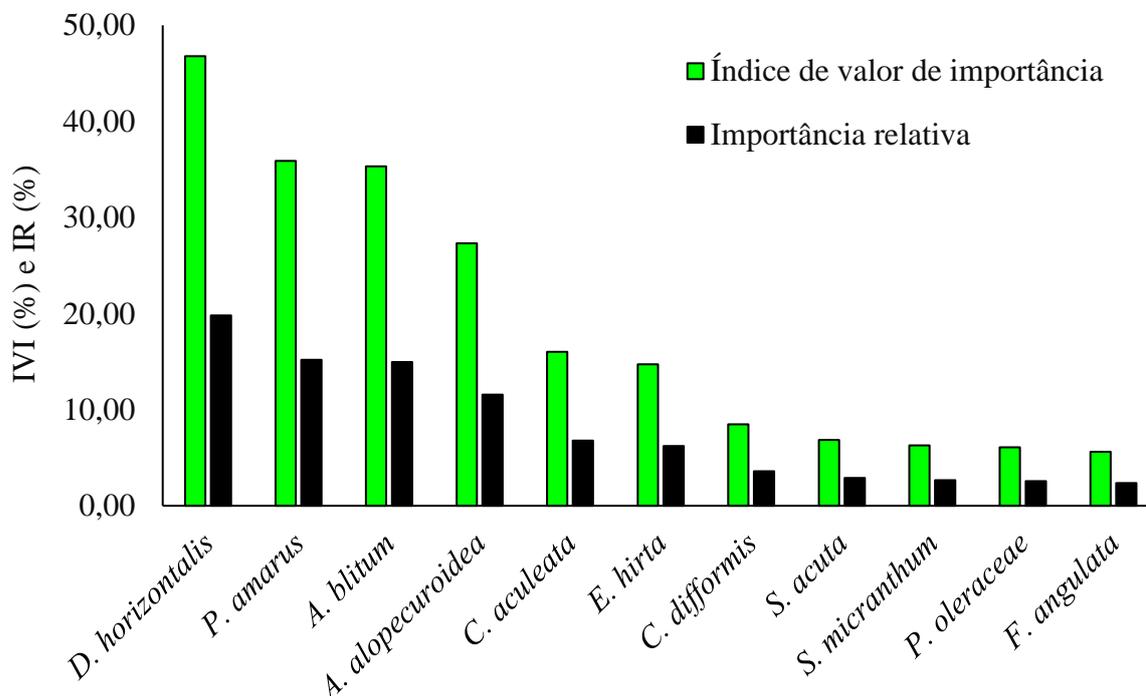


As espécies citadas com as maiores densidades de plantas e biomassa no cultivo orgânico de espinafre da Amazônia, apresentam em sua biologia facilidade de propagação, pois

dispõe de estruturas de disseminação e a germinação para as amplitudes de ambientes. Ainda, destaca-se que algumas destas espécies podem propagar-se por via vegetativa e quanto seminal. Ainda, as espécies com maior biomassa e densidade na aérea de cultivo (*D. horizontalis* e *A. blitum*), são comuns sua presença em cultura de hortaliças, e apresentam como característica principal a produção de grande quantidade de propágulos, formando um grande e longo banco de sementes (Moreira; Bragança, 2010b; Mendes; Silva, 2022).

O índice de valor de importância e importância relativa apresentam o mesmo comportamento para as espécies, embora o IVI agrupe as variáveis (DeR, FrR e DoR), é importante observar este índice para entender a importância que cada espécie ocupa na comunidade, e assim possibilidade de explorar os recursos disponíveis. As espécies *D. horizontalis*, *P. amarus*, *A. blitum* e *A. alopecuroidea* seguem como as de maior importância dentro da comunidade de plantas infestantes no cultivo de espinafre da Amazônia, representando um total de importância de 61,49% (Figura 16).

Figura 16 - Índice de valor de importância (IVI - %) e importância relativa (IR - %) das principais plantas espontâneas no cultivo orgânico espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023



As espécies invasoras encontradas neste estudo foram verificadas em outros estudos, causando interferência na produtividade de cultivos de olerícolas, como no cultivo de cenoura, em que a espécie *D. horizontalis* contribuiu significativamente para uma menor produtividade

(Reginaldo *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2023), assim como a espécie *A. blitum*, que tem como característica fenológica de rápida reprodução de grande quantidade de sementes, que formam banco de sementes que podem permanecer viáveis por longo período de tempo, assim como os outros representantes deste gênero, observado em vários cultivos, como em pimentão (Uljol *et al.*, 2018), cebolinha (Amorim; Mesquita, 2019) e cenoura (Souza *et al.*, 2023).

As maiores densidades e frequências relativas foram encontrada nas espécies *D. horizontalis*, *P. amarus*, *A. blitum* e *A. alopecuroidea*, respectivamente, representando um total de densidade de 73,52 % e frequência de 58,02 % na comunidade de espontâneas (Tabela 11). Observado as características de reprodução e estabelecimento das espécies citadas, as condições de preparo do solo através de revolvimento, com incorporação de matéria orgânica obtida de fonte externa do local, a irrigação e disponibilidade de luz, favoreceu a maior densidade dessas plantas no cultivo de espinafre da Amazônia (Moreira; Bragança, 2010b; Barroso; Murata, 2021; Mendes; Silva, 2022).

Tabela 11 - Densidade relativa (Dr - %), Frequência relativa (Fr - %), abundância relativa (AbR - %) e massa seca relativa (MsR - %) das principais plantas daninhas no cultivo orgânico espinafre da Amazônia em coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023

Espécie	Dr (%)	Fr (%)	AbR (%)	MsR (%)
<i>D. horizontalis</i>	24,66	18,52	9,92	27,16
<i>P. amarus</i>	17,81	14,81	8,96	3,77
<i>A. blitum</i>	17,35	14,81	8,73	36,84
<i>A. alopecuroidea</i>	13,70	9,88	10,34	3,56
<i>C. aculeata</i>	6,85	6,17	8,27	13,76
<i>E. hirta</i>	5,94	6,17	7,17	1,25
<i>C. difformis</i>	2,28	4,94	3,45	2,42
<i>S. acuta</i>	1,83	3,70	3,68	0,54
<i>S. micranthum</i>	1,83	2,47	5,51	2,44
<i>P. oleraceae</i>	1,37	3,70	2,76	1,65
<i>F. angulata</i>	1,37	1,23	8,27	0,74

Foram verificados para abundância relativa das espécies de invasoras maiores valores nas mesmas espécies observadas em densidade e frequência relativa, no entanto, alterando a ordem de importância neste parâmetro, observado que a abundância descreve as espécies considerando os totais de indivíduos e as parcelas com ocorrência da espécie. As espécies

apresentaram maior importância em *A. alopecuroidea*, *D. horizontalis*, *P. amarus* e *A. blitum*, respectivamente, totalizando uma abundância total na comunidade de 37,95 % (Tabela 13).

A biomassa relativa apresenta o percentual de massa seca de cada espécie das plantas invasoras na área de estudo, com as espécies *A. blitum* (36,84 %), *D. horizontalis* (27,16 %) e *C. aculeata* (13,76 %) destacando-se no estudo com as maiores massa, representando um percentual total de 77,76 % da massa seca de plantas espontâneas na área de estudo (Tabela 12). As espécies *A. blitum* e *D. horizontalis* destacaram-se com os maiores percentuais de massa, resultado esperado, observado a sua densidade de plantas. Entretanto, a espécie *C. aculeata* destaca-se, já que apresentou baixa densidade de indivíduos, no entanto alta biomassa, característica dos indivíduos da espécie, que apresentam rápido crescimento e colonização do espaço, como sugere sua biologia descrita por Moreira e Bragança (2010b).

As plantas espontâneas podem causar diversos problemas no cultivo de hortaliças e olerícolas em geral, principalmente quando não realizado o adequado manejo, pois podem interferir na produção durante o período crucial da competição (Butler *et al.*, 2016; Mendes; Silva, 2022). O levantamento fitossociológico é uma ferramenta em que consegue-se conhecer as espécies de plantas espontâneas no local de cultivo e até mesmo na região. Além disso, oferece soluções para controlar e eliminar, a fim de realizar uma gestão econômica e reduzir custos com este instrumento. Para fazer isso, é necessário conhecer as plantas que mais dificultam o cultivo e manejo das espécies, bem como suas capacidades de reprodução, hábitos de crescimento e táticas de competição.

O manejo eficaz de plantas daninhas deve mitigar a interferência negativa de ervas daninhas na cultura, mantendo uma comunidade de ervas daninhas funcional e equilibrada. Logo, para realizar o adequado manejo destas espécies, é fundamental conhecer a fitossociologia das espécies nos diversos ambientes de cultivos e localidades, a fim de estabelecer métodos e mecanismos de ação eficientes (Araújo Neto; Ferreira, 2019).

4 CONCLUSÕES

A família Malvaceae apresenta maior número de espécies no cultivo orgânico de espinafre da Amazônia.

As espécies de maior importância no cultivo foram: *Digitaria horizontalis*, *Phyllanthus amarus*, *Amaranthus blitum* e *Acalypha alopecuroidea*.

REFERÊNCIAS

- ALAM, M. A.; RAHMAT, N. A.; MIJIN, S.; RAHMAN, M. S.; HASAN, M. M. Influence of palm oil mill effluent (POME) on growth and yield performance of Brazilian spinach (*Alternanthera sissoo*). **Journal of Agrobiotechnology**, v. 13, n. 1, p. 40-49, 2022.
- AMORIM, D. dos S.; MESQUITA, M. L. R. Floristic composition, phytosociology and weed diversity in chives (*Allium schoenoprasum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, p. 1-7, 2019.
- ARAÚJO NETO, S. E.; FERREIRA, R. L. F. **Agricultura ecológica tropical**. Rio Branco, AC: Clube de Autores, 2019. 169p.
- BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. 547 p.
- BUTLER, D. M.; BATES, G. E.; INWOOD, S. E. E. Tillage System and Cover Crop Management Impacts on Soil Quality and Vegetable Crop Performance in Organically Managed Production in Tennessee. **American Society for Horticultural Science**, v. 51, n. 8, p. 1038-1044, 2016.
- IKRAM, E. H. K.; NASIR, W. D. N. W. M.; IKRAM, N. K. K. Antioxidant activity and total phenolics content of Brazilian spinach (*Alternanthera sissoo*) and spinach cultivar in Malaysia. **Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences**, v. 18, n. 8, p. 221-229, 2022.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL (INMET). Banco de dados meteorológicos. 2023. Disponível em: < <https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 4 set. de 2023.
- KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Plantarum, 2014. 768 p.
- LEAL, M. L.; ALVES, R. P.; HANAZAKI, N. Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 14, n. 1, p. 1-9, 2018.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.
- MENDES, K. F.; SILVA, A. A. **Plantas daninhas: biologia e manejo**. 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022. 160 p.
- MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. Manual de identificação de plantas infestantes: arroz. Campinas: FMC Agricultural Products, 2010a. Disponível em: <http://docplayer.com.br/32409402-Manualde-identificacao-de-plantas-infestantes-arroz.html>. Acesso em: 09 set. 2023.
- MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. Manual de identificação de plantas infestantes: cultivos de verão. Campinas: FMC Agricultural Products, 2010b. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1355291/12492345/Manual+de+Identifica%C3%A7%C3%A3o+de+Plantas+Infestantes+Cultivos+de+Ver%C3%A3o/2b542acc-89ef-4322-b495-188ca5b40564?version=1.0>. Acesso em: 15 set. 2023.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Conserb**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2000.

PITELLI, R. A.; BIANCO, S. Avaliações de índices fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Manual de aulas práticas de plantas daninhas**. Jaboticabal: Funep, p. 1-8, 2013.

RADHAKRISHNAN, S.; SARAVANA BHAVAN, P.; SEENIVASAN, C.; MURALISANKAR, T.; SHANTHI, R. Effects of native medicinal herbs (*Alternanthera sessilis*, *Eclipta alba* and *Cissus quadrangularis*) on growth performance, digestive enzymes and biochemical constituents of the monsoon river prawn *Macrobrachium malcolmsonii*. **Aquaculture Nutrition**, v. 21, n. 4, p. 496-506, 2015.

SACKSER, G. A. B.; BARBOSA, J. A.; ECHER, M. M.; ALVES, T. N. Phytosociological survey of weeds in cultivation of leaf cabbage intercropped with okra in an organic production system. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e2910212071, 2021.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590p.

SILVA, C. T., FERREIRA, E. A., PEREIRA, G. A. M., FIALHO, C. T., RIBEIRO, V. H. V., & DO SANTOS, J. B. Phytosociology in organic system of lettuce production. **Horticultura Argentina**, v. 37, n. 92, p. 42-60, 2018.

SOUZA, L. G., FERREIRA, R. L. F., DE ARAÚJO NETO, S. E., UCHÔA, T. L., DA SILVA, N. M., PINTO, G. P., & DE MOURA FRANCISCO, W. Fitossociologia de plantas espontâneas em cultivo orgânico de cenoura. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 5, n. 1, p. 262-271, 2023.

TESTANI, E.; CIACCIA, C.; CAMPANELLI, G.; LETEO, F.; SALVATI, L.; CANALI, S. Mulch-Based No-Tillage Effects on Weed Community and Management in an Organic Vegetable System. **Agronomy**, v. 9, n. 10, p. 1-17, 2019.

ULJOL, L. H. O.; BIANCO, S.; FILHO, A. B. C.; CARVALHO, L. B. Weed interference on productivity of bell pepper crops. **Planta Daninha**, v. 36, p. 1-12, 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento foliar (CF), largura foliar (LF) e número total de brotações (NTB) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022

FV	GL	Quadrados Médios				
		ALT	DC	CF	LF	NTB
Trat	2	24,0223*	0,0165 ^{ns}	2,9498 ^{ns}	3,7425 ^{ns}	4,7433*
Bloco	6	0,5391 ^{ns}	0,2595 ^{ns}	5,3838 ^{ns}	7,1159 ^{ns}	0,0364 ^{ns}
Erro	12	0,1284	0,0675	2,6096	0,8763	0,1622
Total	20	-	-	-	-	-
CV (%)		15,53	4,34	6,58	4,75	13,17

Nota - ^{ns} não significativo ($p > 0,05$); * significativo a 5% ($p \leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE B - Resumo da análise de variância para número total de folhas (NTF), número total de raízes (NTR), comprimento de raízes (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca de raízes (MFR) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022

FV	GL	Quadrados Médios				
		NTF	NTR	CR	MFPA	MFR
Trat	2	6,0460*	1290,9675*	7,9382*	21,4556*	4,0801*
Bloco	6	0,4424 ^{ns}	2,1097 ^{ns}	0,4846 ^{ns}	8,1524 ^{ns}	0,4205 ^{ns}
Erro	12	0,9028	16,8431	0,2632	1,5431	0,0959
Total	20	-	-	-	-	-
CV (%)		13,44	7,85	16,34	15,16	8,83

Nota - ^{ns} não significativo ($p > 0,05$); * significativo a 5% ($p \leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE C - Resumo da análise de variância para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2022

FV	GL	Quadrados Médios				
		MSPA	MSR	MFT	MST	IQD
Trat	2	0,3543*	0,0564*	43,3372*	0,6889*	0,0257*
Bloco	6	0,0790 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	11,7403 ^{ns}	0,0998 ^{ns}	0,0014 ^{ns}
Erro	12	0,0210	0,0005	2,0338	0,0241	0,0005
Total	20	-	-	-	-	-
	CV (%)	16,07	13,04	12,19	13,45	10,35

Nota - ^{ns} não significativo ($p > 0,05$); * significativo a 5% ($p \leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE D - Resumo da análise de variância para Altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), comprimento foliar (CF), largura foliar (LF) e número total de brotações (NTB) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022

FV	GL	Quadrados Médios				
		ALT	DC	CF	LF	NTB
Trat	4	0,2914 ^{ns}	0,0380 ^{ns}	89,9462*	38,0914*	1,8870*
Bloco	3	0,0778 ^{ns}	0,0177 ^{ns}	1,6430 ^{ns}	1,6924 ^{ns}	0,1333 ^{ns}
Erro	12	0,1462	0,1104	1,1711	1,6102	0,1550
Total	19	-	-	-	-	-
	CV (%)	15,61	11,01	7,91	12,65	11,68

Nota - ^{ns} não significativo ($p > 0,05$); * significativo a 5% ($p \leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE E - Resumo da análise de variância para número total de folhas (NTF), comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca de raízes (MFR) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022

FV	GL	Quadrados Médios				
		NTF	CR	MFPA	MSPA	MFR
Trat	4	60,2430*	355,4255*	80,4507*	0,7340*	2,0453*
Bloco	3	0,7113 ^{ns}	109,7391 ^{ns}	1,9132 ^{ns}	0,0155 ^{ns}	0,1545 ^{ns}
Erro	12	1,9097	14,2255	1,2229	0,0108	0,0800
Total	19	-	-	-	-	-
CV (%)		11,68	5,51	22,64	16,63	20,31

Nota - ^{ns} não significativo ($p > 0,05$); * significativo a 5% ($p \leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE F - Resumo da análise de variância para massa seca de raízes (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas em diferentes substratos. Rio Branco, AC, 2022

FV	GL	Quadrados Médios			
		MSR	MFT	MST	IQD
Trat	4	0,0087*	102,4518*	0,8920*	0,0078*
Bloco	3	0,0015 ^{ns}	2,9354 ^{ns}	0,0249 ^{ns}	0,0009 ^{ns}
Erro	12	0,0005	1,1097	0,0131	0,0004
Total	19	-	-	-	-
CV (%)		16,17	14,78	15,08	16,97

Nota - ^{ns} não significativo ($p > 0,05$); * significativo a 5% ($p \leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE G - Resumo da análise de variância para altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de espinafre da Amazônia produzidas a partir de estacas. Rio Branco, AC, 2023

FV	GL	Quadrados Médios					
		ALT	DC	MSPA	MSR	MST	IQD
Trat	2	0,1228*	0,0319 ^{ns}	0,6148*	0,0098*	0,7276*	0,0094*
Erro	27	0,0454	0,0208	0,0980	0,0017	0,1087	0,0007
Total	29	-	-	-	-	-	-
CV (%)		16,03	7,18	14,36	19,48	15,75	11,83

Nota - ^{ns} não significativo ($p>0,05$); * significativo a 5% ($p\leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE H - Resumo da análise de variância para Altura da planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), número total de brotações (NTB), número total de folhas (NTF), Comprimento foliar (CF) e largura foliar (LF) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023

FV	GL	Quadrados Médios					
		ALT	DC	NTB	NTF	LF	CF
Trat	2	11,1376*	0,0319 ^{ns}	4,3333*	11361,76*	0,5276 ^{ns}	0,2114 ^{ns}
Erro	27	0,8068	0,0608	0,4603	260,1746	0,3187	0,0987
Total	29	-	-	-	-	-	-
CV (%)		19,79	4,86	5,38	5,46	9,65	6,04

Nota - ^{ns} não significativo ($p>0,05$); * significativo a 5% ($p\leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE I - Resumo da análise de variância Massa fresca da Parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e produtividade (PROD) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas a partir de mudas produzidas com diferentes números de nó. Rio Branco, AC, 2023

FV	GL	Quadrados Médios						
		MFPA	MFR	MSPA	MSR	MFT	MST	REND
Trat	2	1556,07*	41,9729*	30,3491*	1,6644*	2108,80*	46,2259*	0,0159*
Erro	27	36,8645	2,3848	1,0079	0,0663	54,2144	1,3646	0,0004
Total	29	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		6,08	19,54	8,61	7,77	6,35	7,80	6,31

Nota - ^{ns} não significativo ($p>0,05$); * significativo a 5% ($p\leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE J - Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), área de copa (AC) e número total folhas (NTF) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023

FV	GL	Quadrados Médios			
		ALT	DC	AC	NTF
Trat	4	9,2303*	0,9518*	43808,8569*	7252,8401*
Bloco	3	1,8325 ^{ns}	0,0794 ^{ns}	16261,5083 ^{ns}	3667,8953 ^{ns}
Erro	12	1,92	0,2566	4066,1139	653,2868
Total	19	-	-	-	-
CV (%)		7,07	10,72	10,48	19,33

Nota - ^{ns} não significativo ($p>0,05$); * significativo a 5% ($p\leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE K - Resumo da análise de variância para comprimento foliar (CF), largura foliar (LF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade (PROD) em plantas de espinafre da Amazônia cultivadas em sistema orgânico com coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023

FV	GL	Quadrados Médios					
		CF	LF	MFPA	MSPA	PROD	REND
Trat	4	1,5986*	2,5334*	2865,1394*	38,4052*	0,2341*	2,5706*
Bloco	3	0,7243 ^{ns}	0,4949 ^{ns}	1736,5299 ^{ns}	42,5057 ^{ns}	0,1410 ^{ns}	1,5626 ^{ns}
Erro	12	0,1640	0,1442	302,0547	4,9162	0,0244	0,2714
Total	19	-	-	-	-	-	-
CV (%)		8,43	7,34	12,71	17,88	17,68	17,69

Nota - ^{ns} não significativo ($p > 0,05$); * significativo a 5% ($p \leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

APÊNDICE L - Resumo da análise de variância para número de plantas espontâneas (NPE) e massa seca das plantas espontâneas (MSPE) em área cultivo orgânico de espinafre da Amazônia sob coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023

FV	GL	Quadrados Médios	
		NPE	MSPE
Trat	4	6,0142*	4,1170*
Bloco	3	0,6018 ^{ns}	1,5250 ^{ns}
Erro	12	0,2238	0,7510
Total	19	-	-
CV (%)		15,37	34,75

Nota - ^{ns} não significativo ($p > 0,05$); * significativo a 5% ($p \leq 0,05$). FV - Fonte de variação; GL - graus de liberdade; Trat - tratamento; CV - coeficiente de variação.

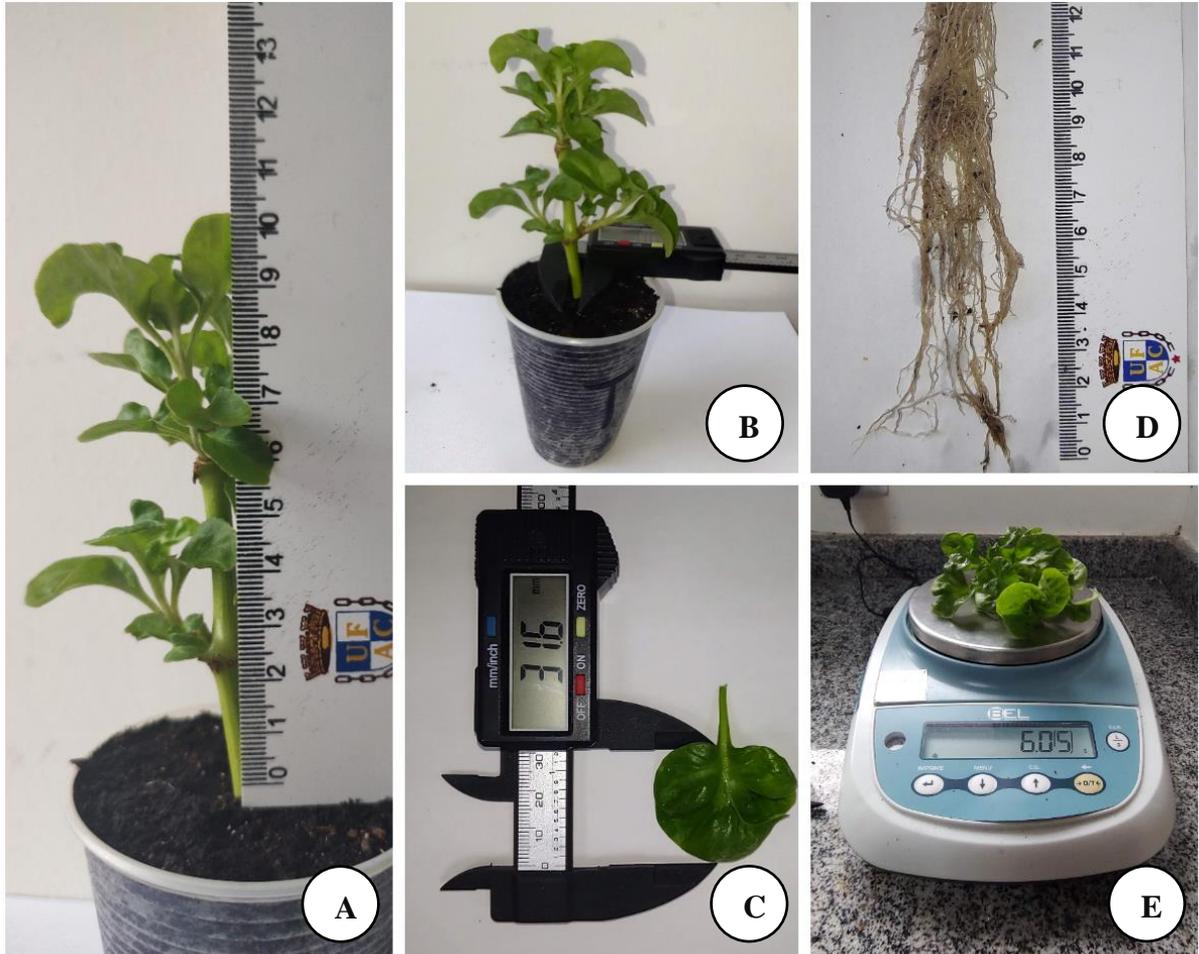
APÊNDICE M - Plantas matrizes de espinafre da Amazônia cultivadas em canteiro sob condição de estufa. Rio Branco, AC, 2022



APÊNDICE N - Estacas de espinafre da Amazônia com presença de um nó (A), dois nós (B), três nós (C) e mudas formadas com 30 dias de cultivo. Rio Branco, AC, 2022



APÊNDICE O - Etapas de avaliação em mudas de espinafre da Amazônia, com medição de altura da planta (A), aferimento de diâmetro do caule (B), medidas de comprimento e largura foliar (C), medição de comprimento de raízes (D) e pesagem de massa fresca em balança de precisão (E). Rio Branco, AC, 2022



APÊNDICE P - Etapas de avaliação em mudas de espinafre da Amazônia, com realização de pesagem de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) Rio Branco, AC, 2022



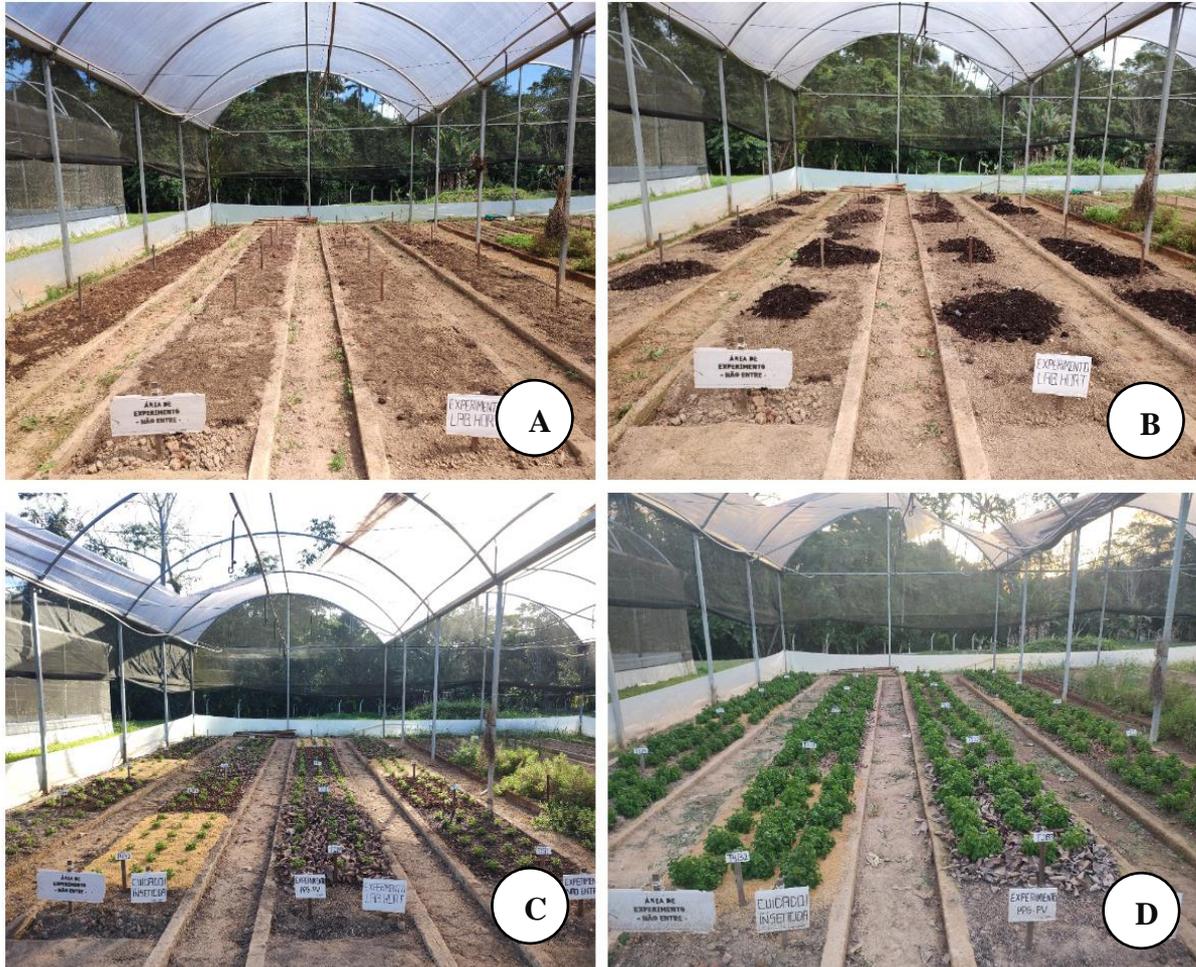
APÊNDICE Q - Etapas de seleção das estacas com 1 nó (A), 2 nós (B), 3 nós (C), formação das mudas (D) e cultivo em vaso das plantas de espinafre da Amazônia(E). Rio Branco, AC, 2023



APÊNDICE R - Registro de cultivo orgânico de espinafre da Amazônia com uso de coberturas alternativas de solo (A), com presença ocasional de lagarta na plantas (B, C) . Rio Branco, AC, 2023



APÊNDICE S - Revolvimento do solo (A), incorporação da matéria orgânica (B), transplanto das mudas e incorporação das coberturas alternativas de solo (C) e plantas de espinafre da Amazônia após 40 dias de cultivo. Rio Branco, AC, 2023



APÊNDICE T - Coleta de amostras de plantas espontâneas (A) e plantas espontâneas desenvolvidas (B e C) no cultivo orgânico de espinafre da Amazônia sob coberturas alternativas de solo. Rio Branco, AC, 2023

