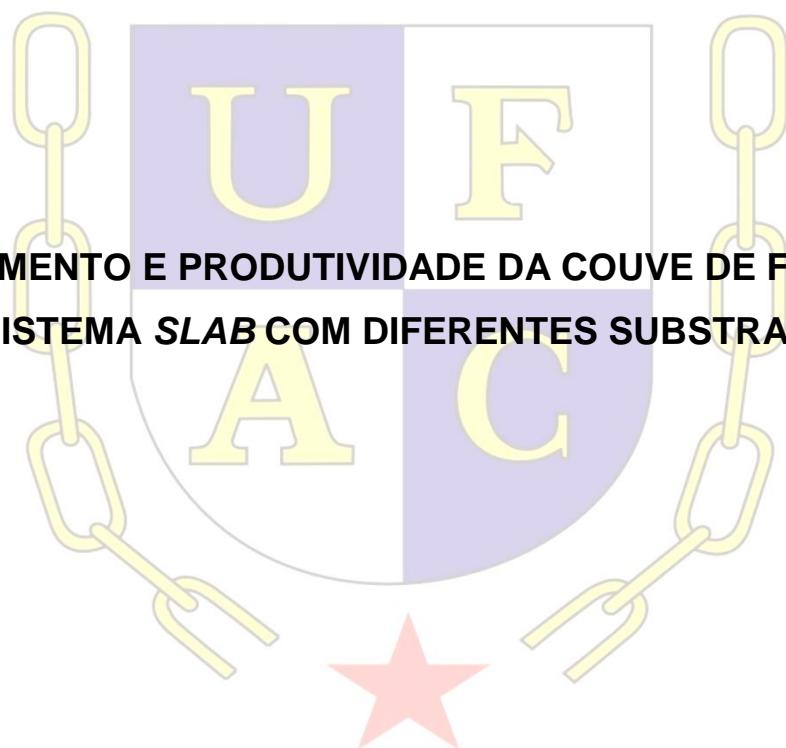
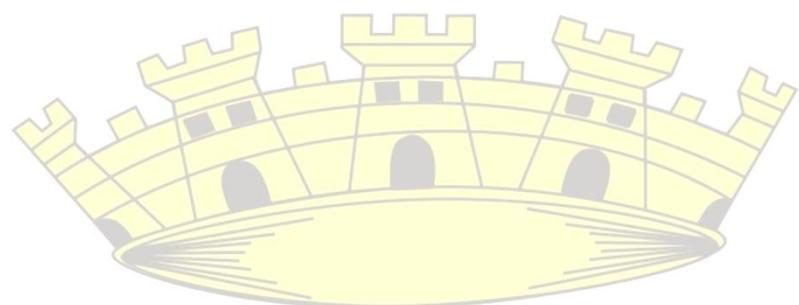


KELCEANE DE SOUZA AZEVEDO MOURA



**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA COUVE DE FOLHAS  
EM SISTEMA SLAB COM DIFERENTES SUBSTRATOS**

RIO BRANCO - AC  
2018

KELCEANE DE SOUZA AZEVEDO MOURA

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA COUVE DE FOLHAS  
EM SISTEMA SLAB COM DIFERENTES SUBSTRATOS**

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

Orientadora: Profa. Dra. Regina Lúcia F. Ferreira  
Coorientador: Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto

RIO BRANCO - AC  
2018

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

---

M929c Moura, Kelceane de Souza Azevedo, 1977-

Crescimento e produtividade da couve de folhas em sistema *slab* com diferentes substratos / Kelceane de Souza Azevedo Moura; orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regina Lúcia F. Ferreira; co-orientador Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto. – 2018.

77 f.: il.; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Rio Branco, 2018.

Incluem referências bibliográficas e apêndices.

1. Couve. 2. Hortaliça. 3. Agronomia. I. Ferreira, Regina Lúcia F. II. Araújo Neto, Sebastião Elviro. III. Título.

CDD: 630

---

Bibliotecária: Maria do Socorro de Oliveira Cordeiro CRB-11/667

KELCEANE DE SOUZA AZEVEDO MOURA

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA COUVE DE FOLHAS  
EM SISTEMA SLAB COM DIFERENTES SUBSTRATOS**

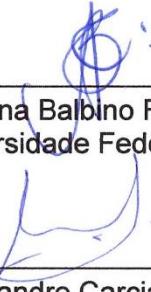
Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal.

APROVADA em 31 de julho de 2018.

**BANCA EXAMINADORA**



Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira (Orientadora)  
Universidade Federal do Acre

  
Dra. Almecina Balbino Ferreira (Membro)  
Universidade Federal do Acre

  
Dr. Cristhyan Alexandre Garcia de Carvalho (Membro)  
FAMETA

  
Dr. Márcio Rodrigo Alécio (Membro)  
INCRA/Acre

  
Dra. Marilene Santos de Lima (Membro)  
Universidade Federal do Acre

Aos meus queridos pais,  
Antônia Rosinete de Souza Azevedo e  
José Rodrigues de Azevedo pelo apoio em toda minha vida;  
Aos meus filho(a)s e enteadas:  
João Paulo Azevedo, Karla Moura, Rainan Moura, Suliany Moura e Arianne Moura  
pelo carinho e paciência;  
Ao meu esposo,  
Carlos Moura por todo amor, apoio e companheirismo nesta caminhada.

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por oportunizar esse período de crescimento pessoal e profissional.

À Professora Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira, minha orientadora e amiga, pelos muitos ensinamentos repassados ao longo dessa trajetória acadêmica, e por me acolher no meio da caminhada, sem a qual tornaria a conclusão do curso mais difícil e demorada, agradeço por ser essa pessoa dedicada, responsável e incansável na formação de profissionais mais qualificados e conscientes do seu papel, a você Regina deixo os mais sinceros agradecimentos, obrigada por tudo.

Ao professor Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto, pela ajuda durante a realização do curso e da pesquisa do doutorado, em especial com as análises estatísticas, e que também batalha pela formação de profissionais mais qualificados.

Ao meu querido esposo e companheiro de todas as horas Carlos Moura, meus filhos João Paulo Azevedo, Karla Moura e Rainan Moura e enteadas Suliany Moura e Arianne Moura, agradeço por sempre me incentivarem, e pela compreensão nos muitos momentos de ausência, e digo, sem vocês não teria conseguido chegar até aqui, vocês foram minha força. À Fátima Moura e Socorro Moura que sempre me apoiaram.

A minha querida e amada família mãe Rosinete Azevedo, pai José Azevedo e irmãos Josicley Azevedo, Josideime Azevedo e Luís Gustavo Azevedo, agradeço pelo apoio e incentivo de sempre.

A todos os colegas de curso em especial à turma de 2014, pela companhia, convivência e amizade, em especial à Daniele Miqueloni, Angelita Picazevicz, Ana Cláudia Vieira, Waldiane Almeida, Maria Júlia Rodrigues, Aliny Alencar, Lucas Lopes, Thaís Uchôa, Robson Galvão, Andreia Moreno, Luiz Gustavo Souza e Nilciléia Silva.

Aos amigos que conquistei ao longo da vida os quais sempre me apoiaram e incentivaram, alguns mais perto e outros mais distantes.

Ao Centro dos Trabalhadores da Amazônia (CTA) e aos amigo(a)s Léia Silva, Cássia Melo, Solange Meireles, Vânya Rodrigues, Fabiana Rocha, Débora Marinho, Maria José Nóbrega, Gisele Araújo, Marciane Villeme, Júlia Feitoza, Williane Martins, entre outros que lá conquistei, agradeço a amizade, o apoio e incentivo dispensado.

À Secretaria Municipal de Agricultura e Floresta (SAFRA) da Prefeitura Municipal de Rio Branco, em especial à Jorge Rebouças e James Rodrigues, pelo apoio na obtenção de informações produtivas do município de Rio Branco.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFAC pelos ensinamentos ao longo do curso.

À Universidade Federal do Acre (UFAC), que por meio do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal oportunizou a realização do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Acre (FAPAC), pela concessão da bolsa de estudo.

*"Viver é enfrentar desafios. Quem nunca enfrentou desafios, apenas passou pela vida, não viveu".*

Augusto Branco

## RESUMO

A couve é uma hortaliça rica em cálcio, potássio e ferro, suas folhas podem ser consumidas cruas, refogadas ou cozida em saladas, caldos e suco verde. O cultivo de couve em *slabs* (sacos de cultivo) é uma técnica promissora e alternativa ao cultivo no solo. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e produtividade da couve de folhas cv. Manteiga, cultivadas em *slabs* com diferentes misturas de substratos, em Rio Branco, AC. O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, constituídos por: 100% vermiculita expandida; 100% areia; 50% vermiculita expandida + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); 50% vermiculita expandida + 50% areia e, 50% areia + 50% CAC, em quatro blocos. A parcela experimental foi constituída de oito plantas dispostas em fileiras triplas, com espaçamento de 45 cm. As plantas foram fertirrigadas duas vezes ao dia por 40 minutos com solução nutritiva, por meio de fita gotejadora. As avaliações foram realizadas a cada 10 dias, pelo período de 90 dias após o transplantio. Foram avaliados o comprimento do limbo foliar, largura do limbo foliar, número total de brotações, número de folhas senescentes, número de folhas totais, número de folhas comerciais, folhas comerciais por m<sup>2</sup> e hectare, massa das folhas comerciais fresca e seca, média da massa comercial fresca, produtividade por m<sup>2</sup>, quantidade de maço por m<sup>2</sup>, receita por m<sup>2</sup> e hectare, altura de planta e diâmetro do caule. O substrato com 100% vermiculita expandida foi superior para o comprimento do limbo foliar (23,68 cm folha<sup>-1</sup>), largura do limbo foliar (19,97 cm folha<sup>-1</sup>), massa das folhas comerciais fresca (870,00 g planta<sup>-1</sup>), massa das folhas comerciais seca (83,51 g planta<sup>-1</sup>), média da massa comercial fresca (29,48 g folha<sup>-1</sup>) e produtividade (4.296,30 g m<sup>-2</sup>). O maior número de folhas totais (47,31 e 46,38 un planta<sup>-1</sup>) e brotações (42,29 e 34,57 un planta<sup>-1</sup>) foram obtidos nos substratos 100% vermiculita expandida e 50% vermiculita expandida + 50% CAC respectivamente. As composições com 100% vermiculita expandida, 50% vermiculita expandida + 50% CAC e 50% vermiculita expandida + 50% areia promoveram a obtenção do maior número de folhas comerciais, folhas comerciais por m<sup>2</sup> e hectare, quantidade de maços por m<sup>2</sup>, receita por m<sup>2</sup> e por hectare. A altura e diâmetro de plantas de couve tiveram crescimento linear durante o cultivo, com melhores resultados para o substrato 100% vermiculita expandida aos 90 dias, que proporcionou altura de plantas estimada de 55,65 cm e maior diâmetro de caule estimado de 24,9 mm. O número de folhas senescentes não apresentou diferença entre os substratos avaliados. A vermiculita expandida na proporção de 100% é o melhor substrato para o crescimento e produção da couve de folhas em sacos de cultivo tipo *slabs*. Também recomenda-se a utilização da composição 50% vermiculita expandida + 50% casca de arroz carbonizada, pois proporciona resultados iguais para a maioria das variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* (var. *acephala*). Produção. Vermiculita expandida. Casca de arroz carbonizada.

## ABSTRACT

Kale is a vegetable rich in calcium, potassium and iron, its leaves can be eaten raw, braised or cooked in salads, broths and green juice. The cultivation of kale in slabs (cultivation bags) is a promising technique and alternative to soil cultivation. The aim of this work was to evaluate the growth and productivity of leaves kale cv. "butter" cultivated in slabs with different mixtures of substrates, in Rio Branco, AC. The experimental design was in randomized blocks, with five treatments consisting of: 100% expanded vermiculite; 100% sand; 50% expanded vermiculite + 50% carbonized rice husk (CRH); 50% expanded vermiculite + 50% sand and 50% sand + 50% CRH, in four blocks. The experimental plot consisted of eight plants arranged in triple rows with spacing of 45 cm. Plants were fertigated twice a day for 40 minutes with nutrient solution by drip tape. Evaluations were performed every 10 days, for the period of 90 days after transplanting. Leaf limb length, leaf limb width, total number of shoots, number of senescent leaves, number of leaves, number of commercial leaves, commercial leaves per m<sup>2</sup> and hectare, fresh and dry commercial leaf mass, productivity per m<sup>2</sup>, amount of packets per m<sup>2</sup>, revenue per m<sup>2</sup> and hectare, plant height and stem diameter. Substrate with 100% expanded vermiculite was superior for leaf limb length (23.68 cm leaf<sup>-1</sup>), leaf limb width (19.97 cm leaf<sup>-1</sup>), fresh commercial leaf mass (870.00 g plant<sup>-1</sup>), dry commercial leaf mass (83.51 g plant<sup>-1</sup>), average fresh commercial mass (29.48 g leaf<sup>-1</sup>) and productivity (4,296.30 g m<sup>-2</sup>). The highest number of leaves (47.31 and 46.38 un plant<sup>-1</sup>) and shoots (42.29 and 34.57 un plant<sup>-1</sup>) were obtained in 100% expanded vermiculite and 50% expanded vermiculite + 50% CRH substrates, respectively. Compositions with 100% expanded vermiculite, 50% expanded vermiculite + 50% CRH and 50% expanded vermiculite + 50% sand promoted the highest number of commercial leaves, commercial leaves per m<sup>2</sup> and hectare, number of packets per m<sup>2</sup>, revenue per m<sup>2</sup> and hectare. The height and diameter of kale plants had linear growth during cultivation, with better results for 100% expanded vermiculite substrate at 90 days, which provided an estimated plant height of 55.65 cm and larger estimated stem diameter of 24.90 mm. The number of senescent leaves had no difference among substrates. Expanded vermiculite in the ratio of 100% is the best substrate for the growth and productivity of leaf kale in slab system. It is also recommended to use the composition 50% expanded vermiculite + 50% carbonized rice husk, as it provides equal results for most of the analyzed variables.

**Keywords:** *Brassica oleracea* (var. acephala). Production. Expanded vermiculite. Carbonized rice husk.

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Altura média de plantas de couve produzidas com diferentes substratos, dos 30 aos 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016.....	60
Gráfico 2 – Diâmetro médio do caule de plantas de couve produzidas com diferentes substratos, dos 30 aos 90 dias após o transplantio, Acre, 2016.....	62

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Sistema de cultivo em linhas duplas e triplas, Polos agroflorestais Custódio Freire e Geraldo Fleming, 2018.....	25
Figura 2 – Consórcio de couve e cebolinha, Polo agroflorestal Custódio Freire, 2018.....	26
Figura 3 – Plantas de couve tombadas e sem tutoramento, Polo agroflorestal Custódio Freire, 2018.....	27
Figura 4 – Cultivo de hortaliças em <i>slabs</i> .....	30
Figura 5 – Instalação do experimento em campo, com montagem dos slabs.....	39
Figura 6 – Composição dos substratos de cultivo nos slabs .....	40
Figura 7 – Sistema de cultivo das plantas de couve em <i>slabs</i> .....	42
Figura 8 – Sistema de irrigação do experimento.....	43
Figura 9 – Tutoramento das plantas de couve.....	44
Figura 10 – Avaliações das plantas de couve nos <i>slabs</i> .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comercialização de couve de folha na CEASA de Rio Branco, Acre, no período de 2014 a 2017.....	23
Tabela 2 – Tratamentos dos substratos utilizados no experimento de plantas de couve em Rio Branco, Acre, 2016.....	39
Tabela 3 – Teores solúveis de umidade, densidade aparente (Da), densidade de partículas (Dp) e capacidade de retenção de água (C.R.A) de substratos utilizados no cultivo de plantas de couve, Rio Branco, Acre, 2016.....	41
Tabela 4 – Concentração de macro e micronutrientes para preparado da solução nutritiva.....	42
Tabela 5 – Quantidade de sais para o preparo de 1000 litros de solução nutritiva.....	43
Tabela 6 – Média do comprimento do limbo foliar (CLF), largura do limbo foliar (LLF), número de brotações (NB) e número de folhas senescentes (NFS) em plantas de couve produzidas com diferentes substratos, durante 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016.....	50
Tabela 7 – Número de folhas totais (NFT), número de folhas comerciais (NFC), número de folhas comerciais por m <sup>2</sup> (NFC m <sup>2</sup> ) e número de folhas comerciais por ha (NFC ha) de plantas de couve produzidas em diferentes substratos, durante 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016.....	54
Tabela 8 – Massa de folhas comerciais fresca (MFCF), massa de folhas comerciais seca (MFCS), média da massa comercial fresca (MMCF) e produtividade por m <sup>2</sup> (ProdC m <sup>2</sup> ) de plantas de couve produzidas em diferentes substratos, durante 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016.....	56
Tabela 9 – Número de maço de couve por m <sup>2</sup> , receita financeira por m <sup>2</sup> e receita financeira por ha de plantas de couve produzidas em diferentes substratos, durante 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016.....	59

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Pressupostos da análise de variância do comprimento do limbo foliar (CLF), largura do limbo foliar (LLF), número total de brotações (NB), número de folhas senescentes (NFS), número de folhas totais (NFT), número de folhas comerciais (NFC), número de folhas comerciais m <sup>2</sup> (NFC m <sup>2</sup> ), número de folhas comerciais ha (NFC ha), massa das folhas comerciais fresca (MFCF), massa das folhas comerciais seca (MFCS), média da massa comercial fresca (MMCF), produtividade comercial m <sup>2</sup> (ProdC m <sup>2</sup> ), número de maço m <sup>2</sup> , receita m <sup>2</sup> , receita ha, altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) pelos testes de Bartlett (homogeneidade de variâncias) e de Shapiro-Wilk (normalidade dos erros.....	74
APÊNDICE B – Análise de variância do comprimento do limbo foliar (CLF), largura do limbo foliar (LLF), número total de brotações (NB) número de folhas senescente (NFS) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016.....	75
APÊNDICE C – Análise de variância do número de folhas totais (NFT), número de folhas comerciais (NFC), número de folhas comerciais m <sup>2</sup> (NFC m <sup>2</sup> ), número de folhas comerciais ha (NFC ha) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016.....	75
APÊNDICE D – Análise de variância da massa das folhas comerciais fresca (MFCF), massa das folhas comerciais seca (MFCS), média da massa comercial fresca (MMCF), produtividade comercial m <sup>2</sup> (ProdC m <sup>2</sup> ) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016.....	75
APÊNDICE E – Análise de variância do número de maço m <sup>2</sup> , receita m <sup>2</sup> e receita ha do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016.....	76
APÊNDICE F – Análise de variância da altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016.....	76
APÊNDICE G – Desdobramento da análise de variância da altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, considerando o efeito do tempo dentro de cada substrato estudado.....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al	Alumínio
ANAVA	Análise de variância
AP	Altura das plantas
B	Boro
C.R.A	Capacidade de retenção de água
C:N	Carbono:nitrogênio
Ca	Cálcio
CAC	Casca de arroz carbonizada
CEASA-AC	Central de Abastecimento de Rio Branco, Acre
CLF	Comprimento do limbo foliar
Cu	Cobre
CV	Coeficiente de variação
Da	Densidade aparente
DAT	Dias após o transplantio
DBC	Delineamento em blocos casualizados
DC	Diâmetro do caule
Dp	Densidade de partículas
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Eficiência do uso da área
FAPAC	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Acre
Fe	Ferro
GLSs	Glucosinolatos
GL	Graus de liberdade
ha	Hectare
ICASA	Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo
IEA	Instituto de Economia Agrícola
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
K	Potássio
Kg	Quilograma
LLF	Largura do limbo foliar
MAP	Fosfato monoamônico
MFCF	Massa de folhas comerciais fresca
MFCS	Massa de folhas comerciais seca
Mg	Magnésio
MMCF	Média da massa comercial fresca
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
NB	Número de brotações
NFC	Número de folhas comerciais
NFC m <sup>2</sup>	Número de folhas comerciais por m <sup>2</sup>
NFT	Nutrient Filme Technique ou fluxo laminar de nutrientes
NFT	Número de folhas totais
NO <sub>3</sub>	Nitrato
NPK	Nitrogênio-fósforo-potássio
OMS	Organização Mundial de Saúde
P	Fósforo

PAA	Programa Aquisição de Alimentos
$H_2PO_4$	Fosfato
ProdC m <sup>2</sup>	Produtividade comercial por m <sup>2</sup>
SAFRA	Secretaria Municipal de Agricultura e Floresta
SEAPROF	Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar
SIPRA	Sistema de Informações de Projetos da Reforma Agrária
Sr	Estrôncio
$SO_4$	Sulfato
UFAC	Universidade Federal do Acre
Zn	Zinco

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE .....	18
2.2 USOS E IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DA ESPÉCIE .....	19
2.3 USOS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA ESPÉCIE.....	21
2.4 SISTEMA DE CULTIVO .....	23
2.4.1 Cultivo convencional .....	24
2.4.2 Cultivo orgânico.....	27
2.4.3 Cultivo em hidroponia.....	28
2.4.4 Cultivo em <i>slabs</i> .....	29
2.5 SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS .....	32
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E MONTAGEM DOS SLABS .....	38
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E PREPARO DOS SUBSTRATOS .....	39
3.3 OBTENÇÃO DE MUDAS E TRATOS CULTURAIS .....	41
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS .....	44
3.4.1. Comprimento e largura do limbo foliar (CLF e LLF) .....	45
3.4.2. Altura das plantas (AP) .....	45
3.4.3. Diâmetro do caule (DC).....	45
3.4.4. Número de brotações (NB) .....	46
3.4.5. Número de folhas totais (NFT) .....	46
3.4.6. Número de folhas comerciais (NFC).....	46
3.4.7. Número de folhas comerciais por m <sup>2</sup> (NFC m <sup>2</sup> ).....	46
3.4.8. Massa de folhas comerciais fresca (MFCF).....	46
3.4.9. Massa de folhas comerciais seca (MFCS).....	46
3.4.10. Média da massa comercial fresca (MMCF) .....	47
3.4.11. Produtividade comercial por m <sup>2</sup> (ProdC m <sup>2</sup> ) .....	47
3.4.12. Número de maço por m <sup>2</sup> .....	47
3.4.13. Receita por m <sup>2</sup> .....	47
3.4.14. Receita por hectare (ha).....	47
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS .....	47
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>64</b>

<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo de espécies olerícolas veem crescendo a cada ano, em função, principalmente, de uma alimentação mais saudável à base de verduras. A constante busca por alimentos ricos em nutrientes, vitaminas e propriedades medicinais têm aumentado o consumo desses alimentos.

A couve de folhas é uma hortaliça rica em cálcio, potássio, ferro, vitaminas, proteínas, fibras e flavonoides, com teores superior as demais hortaliças folhosas, além de apresentar ação anticancerígena devido aos glucosinolatos (CARTEA et al., 2008; TRANI et al., 2015;).

A olericultura no Estado do Acre é caracterizada pela produção de pequenos agricultores familiares, principalmente residentes na zona rural da capital Rio Branco e cidades próximas, que formam o cinturão verde da produção de hortaliças.

Os agricultores possuem uma relação forte e direta com o mercado consumidor, suas propriedades são pequenas e os recursos limitados. Por isso, em geral, não beneficiam ou agregam valor à produção das hortaliças produzidas, o que ocasiona baixa produtividade e perdas nestas áreas, mantendo um baixo nível de lucratividade da atividade.

Neste sentido, é importante a busca por inovações tecnológicas que visem a melhoria dos sistemas produtivos, permitindo a manutenção da produção a longo prazo sem degradar os recursos aplicados e ampliando as opções produtivas locais.

Liz e Carrijo (2008) destacam que a utilização de técnicas modernas no cultivo de hortaliças no Brasil, incluem o uso de substratos de boa qualidade para a produção de mudas, os quais proporcionem melhor relação custo/benefício.

Uma técnica promissora para uso na horticultura brasileira é o uso de *slabs* também denominado cultivo em saco ou semi-hidropônico, é uma técnica amplamente utilizada em países Europeus para o cultivo de hortaliças e frutas, no Brasil veem despertando interesse de diversos produtores (PIVOTO, 2016; WAMSER, 2017).

No Brasil o avanço do cultivo sem solo para a produção de hortaliças, tem promovido o crescente uso de substratos, o qual tem a função de sustentar e fornecer nutrientes, oxigênio e água às plantas, promovendo condições favoráveis ao desenvolvimento da mesma. Neste sentido é importante conhecer as propriedades dos substratos e a disponibilidade dos produtos que o compõem, devendo o mesmo

ser abundante para atender à demanda local (CARNEIRO, 1995; WENDLING et al., 2006).

Atualmente com base em estudos sobre resíduos gerados nas diversas atividades econômicas, é possível avaliar o potencial das principais fontes poluidoras e definir forma de usos destes para a produção de mudas e cultivo de hortaliças, porém é importante avaliar os componentes de resíduos quanto as características físicas, químicas e aspectos sanitários, afim de evitar problemas futuros relacionados a produtividade e sustentabilidade da atividade (LIZ; CARRIJO, 2008).

É importante destacar que o conhecimento das propriedades físicas dos substratos deve ser utilizado de maneira conjunta com outras técnicas para a determinação do manejo de irrigação de mudas e cultivo das hortaliças.

A utilização de substratos comerciais para produção de mudas no Acre apresenta, elevado custo de aquisição, uma vez, que os mesmos têm origem nos grandes centros do Brasil. Assim, o uso de substratos que tenham como base resíduos da agricultura ou materiais de baixo custo, tais como casca de arroz carbonizada, vermiculita expandida de descarte, areia entre outros, torna-se uma alternativa para reduzir os custos de produção das culturas, além de proporcionar a reutilização de materiais que seriam descartados sem reaproveitamento.

Portanto, o uso de novas técnicas de cultivo como o *slabs* e misturas para a composição dos substratos para plantas, a fim de apresentarem alternativas à produção de mudas e cultivo de hortaliças, podem elevar a produtividade dos sistemas olerícolas, minimizar os custos de produção, além de promover a destinação aos resíduos, que representam um grande problema ambiental, devido ao volume gerado.

Diante disto, o trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e produtividade de plantas da couve de folhas cv. Manteiga em sistema *slabs* com diferentes substratos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

A couve de folhas (*Brassica oleracea* var. *acephala*) é originaria do Leste do mediterrâneo e utilizada para a alimentação humana há mais de 2000 anos (BALKAYA; YANMAZ, 2005). É a variedade da família Brassica mais semelhante à couve silvestre. A planta é bienal, arbustiva e possui caule ereto, tem emissão contínua de novas folhas, as quais apresentam limbo bem desenvolvido, arredondado, com pecíolo longo, nervuras bem destacadas e coloração verde escura. A planta emite rebentos laterais (brotos) que são utilizados na propagação da espécie. A cultura é típica de outono-inverno e tem melhor desenvolvimento em temperaturas mais amenas (16 a 22 °C), porém apresenta tolerância ao calor, podendo ser plantada o ano todo e permanecer produtiva por vários meses, e considerada uma planta bastante exigente em água (FILGUEIRA, 2008).

A espécie tem grande variedade de cultivares, sendo a do tipo manteiga a mais tradicional nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás. Segundo Novo et al. (2010), no estado de São Paulo a cultivar do grupo denominado de manteiga tem maior aceitação comercial por possuir folhas tenras, lisas ou pouco onduladas, com limbo verde claro, pecíolos e nervuras verdes bem claras.

As cultivares de couve do tipo manteiga apresentam diferentes padrões de altura, sendo classificadas como média a alta, as plantas com tamanho entre 40 a 80 cm de altura e altas as que possuem acima de 90 cm (NIEUWHOF, 1969, citado por NOVO et al., 2010). No Brasil, segundo Novo et al. (2010) a maioria das plantas de couve cultivadas são de porte médio a alto e aproximadamente 90% das cultivares de couve em São Paulo são propagadas por mudas e possuem características de plantas com porte alto. As plantas são tutoradas quando possuem entre 60 e 100 cm de altura, as quais em geral estão na fase de colheita.

A propagação da planta de couve pode ser por meio de sementes ou brotos. As sementes são semeadas em bandejas de isopor e posteriormente transplantadas com torrão, enquanto por brotos, são retirados das axilas das folhas em plantas adultas e transplantados para canteiros e/ou bandejas, sendo este método mais utilizado por agricultores. A produção de mudas das cultivares híbridas é somente por sementes, pois as plantas não produzem brotos (FILGUEIRA, 2008; TRANI et al.,

2015). A propagação utilizando brotos é mais simples, pois os brotos são plantados em canteiros, os quais enraízam e crescem no mesmo local.

No Acre, os agricultores familiares realizam a propagação por meio de brotos, pois a formação de mudas e o crescimento da planta é mais rápido, além da perpetuação de cultivares tradicionalmente cultivadas no Estado.

Na região Sudeste do Brasil a colheita das folhas de couve é iniciada de dois a três meses após o transplantio das mudas, porém recomenda-se retardar o início da primeira colheita para favorecer o crescimento das plantas e aumentar o ciclo da cultura, que implica na realização de colheitas escalonadas e por maior período de tempo (FILGUEIRA, 2008; TRANI et al., 2015). Assim, os agricultores do Acre iniciam a colheita de um a dois meses após o transplantio.

A colheita das folhas deve ser realizada com periodicidade de sete a dez dias, escolhendo-se as folhas bem desenvolvidas com tamanho em torno de 20 a 30 cm de comprimento, porém há mercados mais exigentes que preferem folhas de 25 a 30 cm comprimento (FILGUEIRA, 2008). Durante a colheita é recomendada a retirada das folhas velhas e brotos para estimular a formação contínua de novas folhas na haste principal da planta (TRANI et al., 2015).

Os agricultores acreanos costumam colher as folhas com tamanho a partir de 15 cm de comprimento, as quais depois são classificadas por tamanho e comercializadas com preços diferenciados.

O período do ciclo da cultura é em torno de seis a oito meses, no qual a produtividade média é de 3,0 a 5,0 kg de folhas por planta de couve. Para a comercialização são formados maços que variam de oito a doze folhas de couve (TRANI et al., 2015). No Acre, o ciclo é de quatro a seis meses e os maços formados para a comercialização variam de três a doze folhas.

## 2.2 IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DA ESPÉCIE

A couve de folhas possui elevado teor de água, flavonoides, proteínas, fibras, vitaminas e nutrientes minerais, baixas propriedades calóricas, carboidratos e lipídeos (TRANI et al., 2015).

As Brássicas (couve, couve-flor, repolho, brócolis) apresentam grande potencial de atividade anticancerígena, devido à presença de glucosinolatos<sup>1</sup> (GLSs). Em plantas de couve os principais GLSs presentes são a sinigrina, glucoiberina e glucobrassicina, os quais podem variar conforme o desenvolvimento da planta, sendo verificada a maior ocorrência em brotos (CARTEA et al., 2008; KUSHAD, 1999; MORENO et al., 2006; VERKERK et al., 2009; VILAR et al., 2008).

Sikora e Bodziarczyk (2012) ressaltam que a couve é caracterizada pelo alto valor nutritivo e atividade antioxidante, devendo suas folhas serem comidas cruas ou após processamento tipo branqueamento, pois o cozimento das folhas altera o valor nutritivo e reduz a atividade antioxidante de seus compostos, em especial vitamina C, polifenóis e β-caroteno.

O conhecimento das propriedades nutricionais da planta de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.) são importantes para a obtenção da informação dietética. Estudos realizados por Ayaz et al. (2006) em folhas de couve destacaram que os principais açúcares solúveis são frutose (2.011 mg 100 g<sup>-1</sup>), glicose (1.059 mg 100 g<sup>-1</sup>) e sacarose (894 mg 100 g<sup>-1</sup>), entre os ácidos orgânicos encontra-se maior abundância dos ácidos cítrico (2.213 mg 100 g<sup>-1</sup>) e málico (151 mg 100 g<sup>-1</sup>). Dentre os ácidos graxos destaca-se os ácidos alfa-linolênico (54,0%), linoleico (11,8%) e palmítico (11,8%). Os aminoácidos destacam-se o glutamato (12,2%) e o ácido aspártico (10,2%), e entre as proteínas os mais importantes são: treonina; valina; isoleucina; leucina; triptofano; lisina; metionina + cisteína; fenilalanina + tirosina, as quais possuem composição nas folhas de couve conforme padrão recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Segundo Martin et al. (2006), os ácidos alfa-linolênico e linoleico estão presentes nas espécies vegetais em maiores concentrações em hortaliças com folhas verde-escura, dentre as quais, couve, espinafre, brócolis e alface. Em seres humanos, os referidos ácidos são importantes para o funcionamento das membranas celulares, funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos.

Ayaz et al. (2006) descreveram que a composição mineral de folhas de couve apresenta 19,7 mg g<sup>-1</sup> de cálcio (Ca), sendo este o macronutriente de maior concentração, seguido por potássio (K) e fósforo (P), com 13,5 mg g<sup>-1</sup> e 5,73 mg g<sup>-1</sup> respectivamente. Entre os micronutrientes os mais abundantes são o ferro (Fe), com

---

<sup>1</sup> São metabólitos secundários das plantas, derivados de aminoácidos com metades sulfurosa e tioglicosídica.

72,6 µg g<sup>-1</sup>, manganês (Mn) com 53,5 µg g<sup>-1</sup> e zinco (Zn) com 39,4 µg g<sup>-1</sup>. Outros nutrientes com grande concentração em folhas de couve são o estrôncio (Sr), com 252,0 µg g<sup>-1</sup> e o alumínio (Al) com 29,3 µg g<sup>-1</sup>. Ressalta-se que o estrôncio é absorvido pelo organismo humano como se fosse o cálcio.

### 2.3 USOS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA ESPÉCIE

O município de Rio Branco tem 8.831,44 km<sup>2</sup> área geográfica, dos quais 2.207,86 km<sup>2</sup> constituem áreas de ação antrópica (25%) e 6.623,58 km<sup>2</sup> são áreas de floresta primária (75%). Segundo dados do Zoneamento Econômico, Social, Ambiental e Cultural de Rio Branco, o município possui a maior população rural do Estado, estimada em 33.630 habitantes, dos quais 11% desta estão localizadas na zona rural (ZEAS, 2003).

Segundo dados do Sistema de Informações de Projetos da Reforma Agrária (SIPRA) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) no ano de 2018, o município de Rio Branco apresentou 2.435 famílias assentadas em 16 projetos de assentamentos.

No município existem sete Polos agroflorestais, os quais beneficiam 257 famílias, sendo a Secretaria Municipal de Agricultura e Floresta (SAFRA) responsável por estes (PMRB, 2009). Embora a participação dos Polos seja pequena no conjunto dos assentamentos, estes têm grande importância na construção de uma agricultura sustentável, pois são responsáveis por mudanças no padrão tecnológico do sistema de produção e aumento da produtividade (ZEAS, 2003).

Segundo Maciel et al. (2008), os Polos agroflorestais surgiram em Rio Branco com o diferencial de assentar antigos moradores de seringais e colônias, e promover a melhoria das condições de vida da população rural a partir de atividades produtivas. O grande atrativo e a principal vantagem competitiva das unidades produtivas são a localização de seus lotes, pois devido à proximidade com o mercado, facilita o acesso a insumos, materiais e o escoamento da produção.

Portanto as atividades hortícolas têm grande importância econômica para as famílias residentes em Projetos de assentamentos e Polos agroflorestais do município.

As folhas de couve podem ser consumidas cruas, refogadas ou cozidas, em saladas, charutos<sup>2</sup>, sopas e sucos desintoxicantes, os chamados “suco verde”. As diversas formas de utilização na culinária, bem como a descoberta de suas propriedades nutricionais e medicinais, ocasionaram aumento no consumo da couve (TRANI et al., 2015).

Em São Paulo as melhores condições climáticas para produção, ocorre no período de julho a outubro, que coincide com o maior consumo de couve, e consequente queda nos preços de comercialização, que chegam a 15% em relação à média anual (TRANI et al. (2015). Em Rio Branco o período de maior produção é semelhante, onde também ocorre redução no preço de comercialização das folhas.

Em Rio Branco, conforme levantamento realizado, a produção de couve nos polos varia dentre outros fatores conforme o sistema de cultivo, espaçamento de plantas e disponibilidade de mão de obra, neste sentido a comercialização varia de 100 a 3000 maços (3 folhas) por semana por família.

Segundo dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA) a couve de folha é uma das hortaliças folhosas mais cultivadas no Estado de São Paulo, a qual no ano de 2011 produziu 55.941 toneladas de folhas em 1.929 ha de couve, correspondendo a produtividade de 29 toneladas por hectare (TRANI et al., 2015).

As formas de comercialização das folhas são por maços vendidos em unidade, quilograma (kg) e minimamente processadas em porções embaladas.

Estudos realizados por Carnelossi et al. (2005) verificaram em couve minimamente processada que o fatiamento aumenta a taxa respiratória da folha em duas vezes, e que o resfriamento rápido reduz o metabolismo, porém sem aumentar o tempo de armazenamento, os autores concluíram ainda que o horário de colheita influencia a taxa respiratória e a atividade de enzimas polifenoloxidase<sup>3</sup> (PPO), sendo recomendado colheitas às 7h da manhã.

A comercialização das folhas em Rio Branco ocorre de diversas formas, por meio das feiras de bairro, vendas em mercados, supermercados e atravessadores, e por meio da Central de Abastecimento de Rio Branco, Acre (CEASA-AC). A SAFRA apoia o transporte da produção dos agricultores familiares dos polos municipais, que

<sup>2</sup> Prato criado na Europa Oriental ou no Oriente Médio, que chegou ao Brasil através da imigração árabe. O charuto de couve é oriundo do charuto feito de folhas de uva, normalmente recheado com uma mistura de arroz e carne moída.

<sup>3</sup> Enzimas polifenoloxidase - são responsáveis pelo escurecimento em frutas, vegetais e seus produtos processados.

comercializam para o Programa Aquisição de Alimentos (PAA), CEASA-AC e em feiras de bairro.

Na CEASA-AC<sup>4</sup> a comercialização de folhas de couve é realizada diariamente, porém com maior volume aos finais de semana. Na Tabela 1 são apresentadas as informações de comercialização de folhas de couve no período de 2014 a 2017, na qual o município de Rio Branco comercializou 733,848 kg de folhas, com média de 183.462 kg ano<sup>-1</sup>, sendo responsável por 79,05% da comercialização, seguido por Senador Guiomard, Bujari e Porto Acre. Apenas 2,22% é oriundo dos demais municípios e/ou Estados.

Tabela 1 – Comercialização de couve de folha na CEASA de Rio Branco, Acre, no período de 2014 a 2017

<b>Localidade</b>	<b>2014-2016</b>	<b>2017</b>	<b>total</b>	<b>Média</b>	<b>%</b>
			<b>Quant. (kg)</b>		
Rio Branco	569.724	164.124	733.848	183.462	79,04
Senador Guiomard	42.481	20.853	63.334	15.834	6,82
Bujari	52.933	8.297	61.230	15.308	6,60
Porto Acre	38.210	11.148	49.358	12.340	5,32
Demais municípios/Estados	16.806	3.806	20.612	5.153	2,22
<b>Total</b>	<b>720.154</b>	<b>208.228</b>	<b>928.382</b>	<b>232.096</b>	<b>100</b>

Fonte: CEASA-AC, 2018.

## 2.4 SISTEMA DE CULTIVO

Entre os principais fatores que influenciam as atividades em horticultura são destaque o clima, sazonalidade de produção, produtos não uniformes, alto custo de produção para alguns produtos, riscos de perdas pelo ataque de pragas, doenças e variação de preço dos produtos. O setor apresenta características próprias e depende de fatores que muitas vezes não podem ser controladas pelo horticultor (SEBRAE, 2018).

O cultivo de couve pode ser realizado por meio de diversos sistemas, os quais a escolha deve ser conforme necessidade e disponibilidade de insumos, tamanho da

<sup>4</sup> Dados não publicados, coletados do banco de dados de produtos comercializados na CEASA-AC.

área, mão de obra disponível em cada propriedade. Dentre os sistemas de cultivo mais utilizados destaca-se o convencional (campo), orgânico, hidropônico, *slabs*<sup>5</sup>, *mulching* entre outros. A seguir são apresentadas as principais formas de cultivo.

#### 2.4.1 Cultivo convencional

O cultivo convencional apresenta como vantagens a produção em larga escala comercial, maior conhecimento entre produtores, aumento de produtividade e uso de mecanização. Dentre as desvantagens destaca-se o custo elevado de produção, favorecimento ao surgimento de novas pragas e doenças, absorção desequilibrada de nutrientes e declínio de produtividade com o tempo, entre outros (SOUZA; RESENDE, 2006).

Segundo Filgueira (2008), o cultivo comercial de couve é realizado em canteiros definitivos no solo, com espaçamento de 100 x 50 cm (longa duração) ou 50 x 50 cm (curta duração), utilizando mudas com 15 cm de altura. No transplantio das mudas é recomendada a adubação para fornecimento de nitrogênio ( $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N), fósforo ( $100 \text{ a } 200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e potássio ( $50 \text{ e } 70 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ), nos sulcos de cultivo. Com base na demanda nutricional recomenda-se a aplicação quinzenal de 20 a  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio em cobertura.

Trani et al. (2015) destacam que em plantios comerciais de couve recomenda-se o espaçamento de 80 a 100 cm entrelinhas por 50 a 70 cm entre plantas. Em sistemas de cultivo em linhas simples ou duplas, com espaçamento de 80 a 100 cm entrelinhas duplas e 40 a 50 cm entrelinhas simples.

Em Rio Branco, o cultivo comercial de couve é realizado por agricultores familiares residentes em Projetos de assentamentos e Polos agroflorestais, os quais produzem diversas hortaliças.

Com base em visitas técnicas aos Polos agroflorestais de Rio Branco verificou-se que a couve é cultivada em canteiros que variam de 10 a 25 m de comprimento, espaçados entre si de 30 a 100 cm. O sistema de cultivo é em linhas simples, duplas ou triplas, com espaçamento entre plantas de 30 a 50 cm (Figura 1). A adubação utilizada no plantio é com cama de aviário, pó de serra e/ou adubo químico formulado 10-10-10 nitrogênio-fósforo-potássio (NPK). A irrigação é por

---

<sup>5</sup> Tradução = placas, tabletes. Significado = sacos de cultivo.

aspersores, microaspersores e manual utilizando mangueiras. A mão de obra é basicamente familiar, com contratação eventual de trabalhadores diaristas.

Figura 1 – Sistema de cultivo em linhas duplas e triplas, Polos agroflorestais Custódio Freire e Geraldo Fleming, 2018



Em propriedades rurais do Distrito Federal, Melo et al. (2017) caracterizaram que a produção de couve é 80 % convencional, com alguns destaques para áreas de produção orgânica/agroecológica, e 70 % dos cultivos utilizam a cv. Manteiga e o restante sementes híbridas. A propagação é principalmente vegetativa com o estabelecimento das plantas em linhas simples e duplas. O cultivo é o ano todo, com a utilização de sistemas de irrigação por aspersão tradicional. Os produtores fazem uso de fertilizantes químicos, com destaque para os formulados NPK 4-14-8 e 4-30-16. A mão de obra empregada no trabalho é familiar e a comercialização realizada no CEASA-DF. Os autores destacam que devido as oscilações dos sistemas de cultivo de couve é importante a busca por ajustes produtivos que resultem em menores custos de produção com obtenção de maiores rentabilidades e manutenção da atividade.

O cultivo da couve pode ser realizado em consórcios com outras hortaliças, e segundo Bianco (2015) essa consorciação pode ser eficiente para os pequenos produtores e embora não obtenham elevadas produções são considerados modelo sustentável de produção, pela diversificação de produtos e renda, entre outros. Porém para o sucesso é necessário conhecer os fatores que influenciam a eficiência do cultivo consorciado.

Bianco (2015) avaliou a produtividade e o índice de eficiência do uso da área (EUA) em consorcio de couve e espinafre. As plantas de couve foram plantadas no

espaçamento 0,50 x 0,50 m e o espinafre em 0,30 x 0,40 m, as quais foram adubadas com NPK, e avaliadas a cada 15 dias, pelo período de seis meses. E concluiu que o consorcio foi positivo para a couve, enquanto para o espinafre houve redução.

Nos Polos agroflorestais de Rio Branco é comum o cultivo de couve em consórcios com cebolinha (Figura 2).

Figura 2 – Consórcio de couve e cebolinha, Polo agroflorestal Custódio Freire, 2018



O tutoramento é uma prática cultural necessária ao cultivo, porém trata-se de uma atividade que consome tempo de trabalho e recursos. Segundo Novo et al. (2010), no Brasil a comercialização é principalmente de cultivares de porte médio, que variam de 40 a 80 cm, para evitar o tombamento das plantas devido os ventos, principalmente se estas não tiverem sido tutoradas. Azevedo et al. (2016a) também recomendam o cultivo de plantas de couve de porte médio, pelos mesmos motivos.

Em Rio Branco os agricultores não realizam a pratica do tutoramento das plantas (Figura 3), e quando estas atingem altura acima de 70 cm os cultivos são utilizados somente para a obtenção de brotos.

Figura 3 – Plantas de couve tombadas e sem tutoramento, Polo agroflorestal Custódio Freire, 2018



#### 2.4.2 Cultivo orgânico

Os objetivos da agricultura orgânica segundo Souza e Resende (2006) são: desenvolver e adaptar tecnologias às condições sociais, econômicas e ecológicas de cada região; priorizar a agricultura familiar, promover a diversificação da flora e da fauna; reciclar nutrientes; aumentar a atividade biológica do solo; conservar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, produzir alimentos sem resíduos químicos, entre outros.

Resende et al. (2011) destacam que a produção orgânica vegetal busca, entre outros, a diversificação dos cultivos e o controle biológico de insetos-pragas, por meio da diversidade e abundância de inimigos naturais.

O sistema de cultivo orgânico é definido segundo a Lei nº 10.831/2003, da seguinte forma: “*considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, e a proteção do meio ambiente*” (BRASIL, 2003).

Diversos estudos atualmente são realizados buscando alternativas para a produção orgânica de hortaliças.

Silva et al. (2007) obtiveram aumento na produção de mudas de couve manteiga em sistema orgânico, por meio do uso de coprólitos de minhoca como componente do substrato. Em solos distróficos o crescimento das plantas ocorreu com

adição superior a 70% de coprólitos ao substrato, enquanto em solos eutróficos o crescimento das plantas ocorreu em concentrações de 20% de coprólitos ao substrato, evidenciando o efeito benéfico no crescimento de mudas de couve manteiga utilizando coprólitos de minhocas como substrato.

Estudos realizados por Resende et al. (2011), verificou em consórcio orgânico de couve e coentro que o consórcio proporcionou recursos alimentares e sítios de oviposição para as joaninhas, pois favoreceu a abundância e eficiência dos predadores no agroecossistema, evitando a infestação por pulgões na couve.

#### 2.4.3 Cultivo em hidroponia

A hidroponia é um sistema de cultivo que vem crescendo de forma rápida nos últimos anos, utilizado principalmente para produção de hortaliças de folhas e frutos. É realizada sob cultivo protegido e utiliza, dentre outras, o sistema Nutrient Filme Technique (NFT), ou seja, técnica do fluxo laminar de nutrientes na qual as plantas são dispostas em canais de cultivo, por onde circula a solução nutritiva, balanceada para atender à necessidade nutricional de cada espécie cultivada e controlada por um temporizador em intervalos de tempo predefinidos (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012; FURLANI et al., 1999).

O sistema de cultivo inclui a instalação de estufas, canais de cultivos, sistemas hidráulicos, temporizadores, aquisição de fertilizantes, preparo e manejo de soluções nutritivas, produção de mudas (sementes e substratos) e cultivo de plantas intermediárias e definitivas (TEIXEIRA, 1996).

Assim como os demais sistemas o cultivo em hidroponia tem entre as principais vantagens a padronização das plantas; menor consumo de água; eficiência do uso de fertilizantes, redução no ciclo da cultura e maior produtividade; produção fora de época; rápido retorno do capital, e dentre as desvantagens destaca-se: alto custo de instalação; necessidade de assistência e conhecimento técnico mais efetivo; necessidade de mão de obra especializada; dependência de insumos externos; prejuízo por contaminação da água por patógenos (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012; FURLANI et al., 1999; TEIXEIRA, 1996).

Em sistemas hidropônicos a produção de muda é realizada utilizando substratos comerciais, principalmente a vermiculita expandida. O resíduo de substrato descartado após a produção de mudas é um dos problemas atualmente observado

nesses sistemas, haja vista que não se recomenda a reutilização do mesmo para a germinação de sementes da mesma espécie, afim de evitar a ocorrência de doenças. Portanto, por dia são descartados volumes de vermiculita expandida que não terá mais utilidade no sistema.

Um levantamento realizado em uma horta hidropônica em Rio Branco sobre a quantidade de resíduo descartado diariamente no cultivo de espécies olerícolas, apontou que uma bandeja de isopor com 288 células utiliza 3,50 L (3.500 cm<sup>3</sup>) de vermiculita expandida nova para a germinação das sementes e após a retirada das mudas o resíduo na bandeja é em média de 0,44 L (440 cm<sup>3</sup>), o qual representa 12,6% do volume inicial.

Considerando a situação de uma horta hidropônica que produz cinco espécies olerícolas, com produção diária de 2.880 mudas/espécie, necessita de 50 bandejas de 288 células/dia e 175,0 L de vermiculita nova, em um mês terá produzido 432.000 mudas e consumido 5.250,0 L de vermiculita expandida. Com base no volume residual das bandejas de 12,6%, o descarte será de 660,0 L (660.000 cm<sup>3</sup>) de vermiculita expandida. A comercialização da vermiculita expandida é realizada em saco com 100 litros, portanto teremos o descarte de 6,6 sacos de vermiculita expandida por mês.

O exemplo apresentado acima considera a produção da mesma quantidade de bandejas por mês, porém ressalta-se que a produção de mudas varia conforme fatores climáticos, tratos culturais, ocorrência de pragas e doenças, questões de mercado, podendo a quantidade de mudas produzidas aumentar ou diminuir dependendo da condição.

Considerando que a vermiculita expandida utilizada no Estado vem de outras regiões, o custo de aquisição do produto é alto na região, devido principalmente os valores elevados de frete oriundos das regiões Sudeste, Nordeste ou Sul do Brasil.

#### 2.4.4 Cultivo em *slabs*

O cultivo em *slabs* também denominado cultivo em saco ou semi-hidropônico, é uma técnica amplamente utilizada em países Europeus como, Holanda, Israel e Espanha para o cultivo de hortaliças e frutas, dentre as quais pimentão, tomates, pepino, vagem, melão e morango (Figura 4) (HOFFMANN; BERNARDI, 2006; PIVOTO, 2016; WAMSER, 2017).

Figura 4 – Cultivo de hortaliças em *slabs*



Fonte: <http://canaldohorticoltor.com.br/slabs-uma-tecnica-promissora-para-produzir-hortaliacas/>



Crédito: Heini Holler;  
Fonte: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/slabs-tecnica-promissora-para-produzir-morangos/>

A técnica de cultivo com os *slabs* é promissora e tem despertado a atenção de diversos produtores, e destaca-se dentre as principais vantagens em relação ao cultivo tradicional a possibilidade de uso em locais que não possuem terras cultiváveis, produção na mesma área por maior tempo, maior eficiência na nutrição das plantas, uso da água e fertilizantes, maior densidade de plantio, aumento de produtividade, diminuição da mão de obra, fácil manuseio, melhor coloração e uniformidade dos frutos, controle de ervas daninhas, redução de problemas fitossanitários (principalmente do sistema radicular), planejamento das colheitas ao longo do ano, baixo custo, otimização da produção com melhor uso do espaço interno em cultivos protegidos (GONÇALVES et al., 2016; PIVOTO, 2016; SLABS, 2017).

Os *slabs* são produzidos em polietileno preto e branco, com alta resistência e totalmente opaco, os quais possuem aditivos para resistência e maior durabilidade no campo. O tamanho pode variar conforme a necessidade, porém em geral o tamanho dos sacos é de 1,50 x 0,50 m e 0,30 m de diâmetro quando cheios, os quais são preenchidos com substratos para o cultivo das espécies de interesse, e possuem capacidade de 50 a 60 litros de substrato (HOLLER, 2015). Ressalta-se que o produtor pode confeccionar o próprio *slab*, com tamanho que atenda suas necessidades.

Segundo Melo et al. (2006), os sacos para o acondicionamento do substrato podem variar conforme o tamanho e número de plantas de cultivo. O sistema é bastante utilizado para o cultivo do moranguero e os tamanhos dos sacos utilizados são de 0,30 x 1,0 m (oito plantas) e 0,30 x 0,35 m (quatro plantas), os quais utilizam irrigação por microgotejamento.

O preenchimento dos *slabs* poderá ser com substratos disponíveis na região ou produzidos pelo próprio produtor. O substrato ideal deve possuir porosidade total

acima de 85%, capacidade de aeração entre 10% e 30% e água facilmente disponível de 20% a 30% (WAMSER, 2017).

Para implantação os *slabs* devem ser acomodados em fileiras e nivelados a no mínimo 10 cm do solo, no qual são realizados pequenos furos na parte inferior, para saída do excesso da água de irrigação e furos na parte superior para o plantio, de aproximadamente duas polegadas, ou conforme a necessidade da espécie a ser cultivada. O fornecimento de água e nutrientes é via o sistema de irrigação e/ou fertirrigação localizado (gotejadores), com uso de soluções inorgânicas (fertilizantes químicos) ou orgânicas (biofertilizantes). A drenagem deve ser espontânea para não haver encharcamento, portanto a produção nos *slabs* evita a saturação do solo e a contaminação das plantas advindo de patógenos do solo (HOLLER, 2015).

A nutrição de plantas nesse sistema se baseia na aplicação da solução nutritiva completa, via fertirrigação, acima da capacidade de retenção do substrato e de forma a promover certa porcentagem de drenagem em relação ao volume aplicado. Destaca-se que existem várias recomendações de soluções nutritivas para culturas olerícolas, para a irrigação pode ser utilizado o método de irrigação em intervalos programáveis com temporizador ou por meio da tecnologia desenvolvida pela Embrapa, denominada tensiometria a gás, a qual utiliza um sensor de tensão de umidade no substrato (WAMSER, 2017).

A drenagem é um ponto importante, pois serve para renovar a solução contida no substrato e evitar a salinização do mesmo por meio da lixiviação dos nutrientes e outros elementos não absorvidos pelas plantas entre cada fertirrigação (WAMSER, 2017).

A utilização de *slabs* possibilita a substituição dos mesmos após o aparecimento de sintomas de doenças de raiz e solo, com substituição apenas do que está contaminado, sem prejuízo para o restante do cultivo (GONÇALVES et al., 2016).

No Brasil, a técnica está sendo utilizada com frequência em cultivos de morangueiros na região Sul do Brasil. Galina et al. (2013), cultivaram morangueiros em *slabs* utilizando fertirrigação com uma mistura de esterco de aves fervido e biofertilizante, e obtiveram aumento no período de colheita, com produção por mais de um ciclo, aumento da produtividade e rentabilidade da cultura em comparação ao cultivo no solo, além de maior rendimento da mão de obra, devido as melhores condições de trabalho aos agricultores familiares.

Pivoto (2016) obteve resultados superiores para a produção do morangueiro cv. Camino Real em ambiente protegido, utilizando *slabs* com substrato de bagaço cana decomposto, fertirrigados com composto orgânico Bioferticel<sup>6</sup> em comparação à adubação convencional (química). O autor destaca a importância da adoção de novas tecnologias de cultivo, como semi-hidropônico para a produção orgânica do morangueiro, que apresenta dentre as vantagens, a produção de forma sustentável, sem o uso de agrotóxicos e fertilizantes industrializados, resultando em melhor qualidade de vida para o produtor e consumidor.

Segundo Gonçalves et al. (2016), parte do cultivo de morangueiro é realizado utilizando *slabs* em sistema aberto (sem retorno da fertirrigação), com sete a dez plantas por metro de *slab*, dispostos em filas duplas ou única com seis a oito plantas por metro, cultivados em estufa com 30 m, que totalizam 1.680 a 2.400 plantas, dependendo da cultivar utilizada.

Os *slabs* podem ser adquiridos com ou sem substrato. E ao adquiri-los vazio, o produtor deverá preparar o substrato para enchimento, os quais são escolhidos a partir da disponibilidade local, e com características ideais para o cultivo, o que reduz custos, e permite maior controle sobre o material utilizado e seus componentes. As misturas mais utilizadas são com casca de arroz carbonizada e compostagem de materiais orgânicos. Recomenda-se a troca a cada dois anos de cultivo para diminuir a perda por produtividade (GONÇALVES et al., 2016).

## 2.5 SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

O crescente uso de substrato em hortaliças no Brasil nos últimos anos pode ser atribuído ao avanço do cultivo sem solo pelo país, embora seja uma técnica amplamente utilizada em países como Holanda, Israel e Espanha. No Brasil, o cultivo sem solo de hortaliças ocorre, na maioria das vezes, em substratos orgânicos naturais (WAMSER, 2017).

A função do substrato é sustentar e fornecer nutrientes, oxigênio e água às plantas. As características físicas importantes a serem consideradas no substrato são: porosidade, estrutura, densidade aparente, textura, compacidade e matéria orgânica. Quanto as características químicas destacam-se: coloides, minerais de argila,

---

<sup>6</sup> Bioferticel - fertilizante líquido elaborado com esterco bovino, soro de leite, caldo de cana, e adubo orgânico Ferticel

capacidade de troca catiônica, pH, matéria orgânica e relação carbono:nitrogênio (C:N) (CARNEIRO, 1995).

Segundo Milner (2006) as propriedades físicas do substrato são mais importantes que as químicas, pois estas não podem ser modificadas com facilidade, enquanto a fertilidade pode ser ajustada por meio da irrigação e fertirrigação.

O substrato para cultivo de plantas deve proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento da mesma, e sua composição deve ser uniforme, de baixa densidade, alta capacidade de troca catiônica, alta capacidade de retenção de água, boa aeração e drenagem. As propriedades dos substratos variam em função da origem do material, método de produção ou obtenção e proporções dos componentes, e a formulação deve ser testada nas condições de cada local de produção, e caso necessário realizar ajustes (WENDLING et al., 2006).

Segundo Liz e Carrijo (2008) a formação de substratos utilizando diferentes componentes tem como objetivo a melhoria das propriedades físicas para a retenção de umidade e químicas com a disponibilização de nutrientes para o crescimento das hortaliças, além de diminuir o peso para o transporte.

Para a formação de mudas de alto padrão de qualidade é essencial que se desenvolvam estudos sobre substratos capazes de disponibilizar, de maneira equilibrada, nutrientes e umidade com características físicas que favoreçam o crescimento, sem restrições e deformações das raízes (CARNEIRO, 1995; LIMA et al., 2006; WENDLING et al., 2006).

A densidade é importante propriedade física do substrato, pois interfere em características como, porosidade, disponibilidade de água, salinidade e teor de nutrientes. Substratos com alta densidade podem limitar o crescimento das plantas. Destaca-se que granulometria, porosidade e curva de retenção de água são características físicas importantes para determinar o manejo dos substratos (KAMPF; FERMINO, 2000).

Liz e Carrijo (2008) relatam que a partir do conhecimento da densidade e distribuição do tamanho das partículas do substrato utilizado na produção de mudas ou cultivo de hortaliças é possível promover condições favoráveis para as raízes das plantas.

Segundo Fachinello et al. (2005), a associação de materiais permite a melhoria das condições para o desenvolvimento das mudas e trabalhos com substratos incluem na maioria misturas de solo, vermiculita expandida e materiais orgânicos. A mistura

de areia e materiais orgânicos melhora a textura e proporciona melhores condições ao desenvolvimento das mudas. Misturas de solo e turfa atuam como retentores de umidade e nutrientes, enquanto a areia, serragem ou casca de arroz funcionam como condicionadores físicos.

Scremin-Dias et al. (2006) descrevem que atualmente existem substratos específicos para diversas culturas, porém é possível formular o próprio substrato, com observância de alguns fatores, como: disponibilidade do material em qualquer época do ano; custo de obtenção; características físicas e químicas; ausência de patógenos e de substâncias tóxicas às plantas e experiência local na sua utilização. Os materiais de baixo custo que podem ser utilizados são à base de casca de árvores, bagaço de cana, casca de arroz, serragem, areia, compostagem, entre outros. Além destes é importante incorporar uma porção de vermiculita, pois proporcionam leveza, melhor capacidade de absorção da água, estabilidade e agregação das partículas.

Entre os diversos componentes de misturas para substratos destaca-se a vermiculita, que é um mineral de argila de grande importância por ser utilizada em diversas áreas como na construção civil, indústria e agricultura, em especial como substrato para plantas e para remoção de metais tóxicos, devido sua propriedade adsorvente (FREITAS et al., 2017; SILVA; VALDIVIEZO, 2009). A adsorção depende das propriedades do sistema, como pH, temperatura e agitação e também da área de superfície adsorvente e seletividade (EL-BAYAA et al., 2009). Vários materiais foram estudados como adsorventes para remover diferentes contaminantes, dentre eles, casca de arroz (VIEIRA et al., 2014) e argilas (ALMEIDA NETO et al., 2014). A vermiculita expandida apresentou eficiência na adsorção de zinco e cobre, com resultados mais eficientes para zinco em relação ao cobre (FREITAS et al., 2017).

Segundo Freitas et al. (2017) a vermiculita é um mineral de argila composta de camadas tetraédricas  $\text{SiO}_4$  e camadas octaédricas  $\text{Mg(OH)}_2$  e  $\text{Al(OH)}_3$ , que possui alta capacidade de troca de cátions devido aos cátions hidratados (magnésio e cálcio) existentes nos espaços intercalares que podem ser trocados por cátion em solução.

A vermiculita expandida utilizada como substrato de plantas é obtida pelo processo de esfoliação, no qual a água existente (5 a 20%) ao longo do cristal da estrutura da vermiculita é evaporada por meio de elevadas temperaturas (800 °C), que resulta em um material mais leve e quimicamente inerte, devido a existência de partículas de ar entre suas camadas (MARCOS; RODRÍGUEZ, 2014).

As principais características da vermiculita expandida são: baixa densidade e partículas grandes, elevado poder de aeração e drenagem; elevada porosidade; padronização das características químicas e físicas; isenta de inóculos de doenças, plantas indesejáveis e insetos. E as desvantagens: formação de sistema radicular pouco aderido, quando em altas proporções; baixas concentrações de N, P, K, Ca, S, Fe, Zn, B; deficiências e relações inadequadas entre alguns nutrientes (WENDLING et al., 2006).

Nas regiões sul e sudeste do Brasil a vermiculita expandida é muito utilizada para a melhoria das condições físicas do substrato. Porém, na região Norte o produto é escasso e tem uso limitado, devido ao elevado custo de aquisição. Nesse contexto são importantes o estudo e o uso de outros componentes para misturas de substratos, dentre eles destaca-se a casca de arroz carbonizada (FREITAS et al., 2013).

A areia é um material mineral de baixo custo, com baixa capacidade de retenção de água, boa uniformidade, possui partículas com diâmetro entre 0,6 e 3,0 mm, é um substrato bastante utilizado em pesquisas científicas, em virtude de ser inerte e promover a fácil remoção das raízes (BEZERRA NETO; BARRETO, 2011).

A casca de arroz é um subproduto do processamento do arroz e tem importância devido à disponibilidade da matéria-prima nas regiões orizícolas, além da necessidade de dar-lhe um destino econômico e ecologicamente correto. A casca de arroz carbonizada (CAC) permite a penetração e a troca de ar na base das raízes (CANIZARES et al., 2002; SAIDELLES et al., 2009). Dentre as principais características da CAC, destaca-se alta capacidade de drenagem, peso reduzido, pH levemente alcalino, forma floculada, ausência de patógenos e nematóides, adequado teor de K e Ca (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004).

Paiva Sobrinho et al. (2010) também evidenciam que a CAC utilizada como substrato é importante por ser um resíduo aproveitado da indústria arrozeira e de baixo valor de aquisição, implicando na redução do custo de produção da muda, além de diminuir o descarte inadequado no meio ambiente.

A casca de arroz carbonizada é um importante material a ser utilizado como aliado na melhoria das propriedades físicas do substrato final, pois possui 42% de aeração e 80% de porosidade total, que implica em aumento na porosidade e no percentual de macroporos quando adicionado a outros substratos (KAMPF; FERMINO, 2000; GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004; VIEIRA; PAULETTO, 2009).

Costa et al. (2013) avaliaram a produção de mudas e a produtividade de quiabo (*Abelmoschus esculentus*) cultivadas em substratos com diferentes proporções de hastes trituradas de mandioca (25, 50, 75 e 100%) e vermiculita (25, 50, 75 e 100%), em ambientes protegidos com tela preta e tela aluminizada ambas com 50% de sombreamento. Os resultados mostraram que mudas cultivadas em ambientes com tela aluminizada e utilizando substratos a partir de 50% de vermiculita obtiveram a antecipação da produção de quiabo.

Ao avaliar a produção de mudas de alface e couve em sistema orgânico utilizando substratos alternativos, dentre os quais substrato comercial (Bioplant®), composto esterco bovino, vermiculita, palha de café e diferentes proporções destes (16 substratos total), Cunha et al. (2014) obtiveram melhores resultados para altura de planta (12,4 e 12,3 cm), comprimento radicular (6,1 e 6,3 cm), número de folhas (3,5 e 3,8 un.), massa fresca da parte aérea (0,464 e 0,398 g) e massa seca da parte aérea (0,082 e 0,070 g) nos substratos composto de 50% esterco bovino + 50% vermiculita e 75% esterco bovino + 25% vermiculita, concluindo que estes substratos são uma boa alternativa ao substrato comercial, pois proporciona a redução do custo para produção de mudas de alface e couve em sistema de bandejas.

Oliveira et al. (2012) obtiveram os melhores resultados para a produção mudas de beterraba com o substrato vermiculita, avaliando as variáveis de altura de plantas (2,53 cm), diâmetro (1,83 mm), massa seca parte aérea (0,0840 g), massa seca raiz (0,0094 g), massa seca total (0,0934 g) e índice de qualidade de mudas (0,0090) em comparação com os substratos de fibra de coco, solo, Plantmax® e fibra de coco fina, utilizando bandeja de 72 células em ambiente com tela de monofilamento com 50% de sombreamento.

Rocha et al. (2006), avaliaram o cultivo do tomateiro em substratos com areia, areia, casca de arroz carbonizada, substrato comercial (Golden Mix 80) e testemunha (solo) acondicionados em sacos de cultivo (slabs) e concluíram que as plantas cultivadas com solo obtiveram os piores resultados, pois houve ocorrência da murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), enquanto o substrato areia apresentou maior número de frutos por planta (36,66 unidades) e o substrato comercial promoveu o maior crescimento em altura de planta (121,77 cm).

Em pesquisas realizadas para produção de mudas de alface cv. Vera em diferentes combinações de substratos Freitas et al. (2013) concluíram que houve redução na qualidade das mudas com o aumento de proporção da casca de arroz

carbonizada na mistura, além de não aumentar no substrato a capacidade de retenção de água. Os substratos alternativos (PlantHort I, PlantHort II e PlantHort III) utilizados para produção de mudas de alface promoveram maior desempenho em altura, diâmetro, número de folhas, índice de qualidade da muda e massa seca foliar, caulinar e radicular em relação ao substrato comercial Plantmax®.

Souza (2018) obteve as maiores porcentagens de folhas grandes (16,77 a 23,90 cm) e precocidade de chicória da Amazônia, utilizando substratos à base de ouricuri e sumaúma em ambiente protegido, enquanto os substratos comerciais, fibra de coco e casca de arroz carbonizada produziram maiores porcentagem de folhas medianas (9,63 a 16,76 cm).

Carrijo et al. (2004) avaliaram a produção de tomateiro a partir da utilização dos substratos casca de arroz, casca de arroz parcialmente carbonizada, fibra de coco verde, lã de rocha, maravalha, serragem e substrato para produção de mudas e não verificaram diferença na produção de frutos comerciais entre os substratos fibra de coco, serragem, casca de arroz carbonizada e maravalha (variação de 9,0 a 10,4 kg m<sup>-2</sup>). O maior peso médio de frutos foi com a utilização da casca de arroz carbonizada e fibra de coco (123,0 e 128,0 g m<sup>-2</sup> respectivamente) em comparação com os demais substratos. A menor produção (6,4 kg m<sup>-2</sup>) foi obtida com o substrato lã de rocha.

Medeiros et al. (2008) evidenciaram que a casca de arroz carbonizada quando utilizada como substrato para cultivo sem solo do morangueiro, apresenta alto potencial e que o sistema de cultivo utilizado tem influência direta nos parâmetros físicos do substrato (espaço de aeração e porosidade total), os quais interferem na produtividade, podendo estes serem minimizados conforme o manejo.

KRATZ et al. (2013) evidenciaram que substratos à base de fibra de coco e casca de arroz carbonizada são mais adequados em relação aos substratos à base de bioassólido, pois as propriedades físicas são mais decisivas na escolha de determinada formulação de substrato entre os componentes e misturas avaliados, os quais foram, fibra de coco, casca de arroz carbonizada em diferentes granulometrias, bioassólido e casca de pinus semidecomposta.

Araújo Neto et al. (2009) destacam que considerando a distância do Estado do Acre em relação aos grandes centros, o aproveitamento dos resíduos orgânicos disponíveis nas propriedades rurais é importante, devido a redução dos custos para a aquisição de fertilizantes químicos, principalmente devido ao transporte, que aumenta os custos dos insumos agrícolas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em campo aberto, em uma área de produtor rural, localizada no município de Rio Branco, Acre, nas coordenadas de latitude 10° 01' 22,6" S e longitude 67° 49' 11.8" W, com altitude média de 77,99 m. O período da pesquisa foi de agosto a dezembro de 2016.

A planta teste foi a couve de folhas (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.) cultivar manteiga, e como substratos para crescimento e produção utilizou-se a vermiculita expandida, areia lavada e casca de arroz carbonizada em sistema de plantio com *slabs*.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E MONTAGEM DOS SLABS

O clima no Acre é do tipo equatorial quente e úmido, que se caracteriza por altas temperaturas, elevados índices de precipitação pluviométrica e alta umidade relativa do ar. A temperatura média anual é de 24,5°C, com máxima de até 32 °C. As chuvas têm distribuição irregular e alterna entre período de reduzidas precipitações (junho a agosto) e período chuvoso com altas precipitações nos meses de dezembro a março (ACRE, 2010).

Os dados climáticos no período da pesquisa segundo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) apresentaram média de 128,8 mm de precipitação, com mínima de 30,0 mm (agosto) e máxima de 223,0 mm (dezembro), temperatura média compensada de 22,7 °C (agosto) a 26,3 °C (dezembro), e umidade relativa do ar média de 82,53%. Os dados climáticos foram obtidos do INMET, por meio do Grupo de Estudos e Serviços Ambientais (AcreBioClima) da UFAC.

Os *slabs* foram confeccionados com filme de polietileno dupla face preto e branco de 150 µm, dispostos no chão, no qual cada parcela foi separada por um molde em madeira com tamanho de 1,10 x 1,20 m cada um e mantidos a céu aberto. Os substratos com as respectivas combinações das misturas de substratos foram acondicionados nos *slabs* e fechados com fita adesiva (Figura 5). A capacidade volumétrica de cada *slab* foi de 0,264 m<sup>3</sup>.

Figura 5 – Instalação do experimento em campo, com montagem dos slabs



### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E PREPARO DOS SUBSTRATOS

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e quatro blocos. Para as variáveis altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) a análise estatística verificou os efeitos do tempo (30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 dias) em cada substrato avaliado, por meio do delineamento de parcela subdividida no tempo (parcela=substrato e subparcela=tempo) com regressão polinomial, utilizando variâncias complexas.

Os substratos foram compostos por vermiculita expandida, areia e casca de arroz carbonizada (CAC) e suas respectivas misturas, conforme apresentados na Tabela 2 e Figura 6. A parcela experimental foi composta por oito plantas.

Tabela 2 – Tratamentos dos substratos utilizados no experimento de plantas de couve em Rio Branco, Acre, 2016

Tratamentos	Substratos
T <sub>1</sub>	100% vermiculita expandida
T <sub>2</sub>	100% areia
T <sub>3</sub>	50% vermiculita expandida + 50% CAC
T <sub>4</sub>	50% vermiculita expandida + 50% areia
T <sub>5</sub>	50% areia + 50% CAC

A vermiculita expandida utilizada foi oriunda de descarte após a produção de mudas de alface e adquirida em uma horta de produção hidropônica em Rio Branco, e utilizada sem nenhum tratamento. A areia utilizada foi do tipo “lavada”, classificação média, adquirida no comércio local.

A CAC foi coletada em uma unidade de beneficiamento de arroz da Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar (SEAPROF) e carbonizada posteriormente. O processo de carbonização é obtido a partir da combustão incompleta da casca de arroz sobre alta temperatura e condições de baixo oxigênio (pirólise), neste caso foi realizado utilizando um tacho grande de cobre contendo a casca de arroz in natura, a qual foi aquecida e mantida até obtenção da combustão. No processo é importante não permitir a queima total da casca, pois a mesma vira cinza.

Figura 6 – Composição dos substratos de cultivo nos *slabs*



Foi realizada a caracterização física dos substratos utilizados, conforme metodologia do Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo (ICASA), e os resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Teores solúveis de umidade, densidade aparente (Da), densidade de partículas (Dp) e capacidade de retenção de água (C.R.A) de substratos utilizados no cultivo de plantas de couve, Rio Branco, Acre, 2016

Substrato	Umidade 65 °C	Da	Dp	C.R.A
	g 100 g	-----kg m <sup>-3</sup> -----	% mm	
100% vermiculita expandida	4,04	0,402	1,064	164
100% areia	0,41	1,482	2,438	26
50% vermiculita expandida + 50% CAC	4,51	0,310	0,993	192
50% vermiculita expandida + 50% areia	1,46	1,178	1,737	38
50% areia + 50% CAC	0,81	1,118	1,645	38

Fonte: ICASA, 2017. Densidade aparente (Da) = Densidade de base seca.

### 3.3 OBTENÇÃO DE MUDAS E TRATOS CULTURAIS

As mudas utilizadas foram obtidas pelo sistema de estaquia, coletando-se as brotações laterais, com quatro a cinco centímetros de altura e dois folíolos, no terço basal de plantas matrizas isentas de pragas e doenças.

As brotações foram mantidas em canteiros com substrato de vermiculita expandida para enraizamento, em estufa coberta com plástico de polietileno transparente de 150 µm e tela de monofilamento (sombrite) com 50% de luminosidade pelo período de 40 dias, quando atingiram altura de 15 a 20 cm.

O transplantio das mudas para os *slabs* foi realizado utilizando mudas com boa fitossanidade, isento de pragas e doenças, bem formadas e enraizadas. Após o transplantio as plantas permaneceram sob tela de monofilamento (sombrite) com 50% de luminosidade por 15 dias.

O sistema de cultivo foi em sistema de fileiras triplas com espaçamento de 45 cm entre plantas, em forma de triângulo, com densidade de plantas de 4,94 plantas m<sup>2</sup> (Figura 7).

Figura 7 – Sistema de cultivo das plantas de couve em *slabs*



As irrigações foram realizadas juntamente com o fornecimento de nutrientes, por meio de fertirrigação, sendo utilizada solução nutritiva contendo macro (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (B, Fe, Mn, Zn, Mo e Cu), conforme recomendada por Carmello e Rossi (1997) e apresentada na Tabela 4. A quantidade de nutrientes utilizados como base para a elaboração de uma solução de 1.000 L é apresentada na Tabela 5.

Tabela 4 – Concentração de macro e micronutrientes para preparado da solução nutritiva

<b>Concentração nutriente</b>	
<b>Macronutrientes</b>	<b>mmol L<sup>-1</sup></b>
N-NO <sub>3</sub>	12,0
K <sub>+</sub>	7,0
Ca <sub>++</sub>	4,5
S-SO <sub>4</sub>	3,5
Mg	2,0
P-H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1,0
<b>Micronutrientes</b>	<b>µmol L<sup>-1</sup></b>
B	46,0
Fe	45,0
Mn	36,0
Zn	1,5
Mo	0,5
Cu	0,3

Fonte: adaptado de Carmello e Rossi (1997).

Tabela 5 – Quantidade de sais para o preparo de 1000 litros de solução nutritiva

Sal ou fertilizante	g
Macronutrientes	
Nitrato de cálcio	947,00
Sulfato de potássio	369,00
Sulfato de magnésio	355,50
Cloreto de potássio	234,00
Fosfato monoamônico (M.A.P)	148,00
Nitrato de magnésio	131,00
Micronutrientes	
FeEDTA-Dissolvine	12,6
Sulfato de manganês	7,62
Bórax	4,60
Sulfato de zinco	0,45
Sulfato de cobre	0,15
Molibdato de sódio	0,09

Fonte: adaptado de Carmello e Rossi (1997).

As fertirrigações foram realizadas diariamente as 8h e 16h, com duração de 40 minutos cada, utilizando sistema aberto, com bombeamento da solução nutritiva do reservatório para os *slabs*, sem recirculação, por meio do sistema de irrigação com fita gotejadora, com espaçamento de 30 cm entre as perfurações de saída (Figura 8). A solução nutritiva foi mantida com condutividade elétrica de 1,8 mS cm<sup>-1</sup>.

Figura 8 – Sistema de irrigação do experimento



As plantas de couve foram tutoradas com cordões de nylon quando atingiram entre 30 e 40 cm, para evitar a quebra das hastes (Figura 9).

Figura 9 – Tutoramento das plantas de couve



Para o controle fitossanitário foram realizados os tratos culturais como controle do pulgão da couve (*Brevicoryne brassicae*) e mosca branca (*Bemisia tabaci*) utilizando o inseticida químico sistêmico Evidence WG® (Imidacloprido) 6 g por 20 L, pulverizado a cada 14 dias pelo período de 30 dias. Posteriormente foi utilizado o inseticida biológico Dipel WP® (*Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki) na dosagem de 0,6 g L<sup>-1</sup> para controle da lagarta da couve (*Ascia monuste* orseis).

Foi realizada a aplicação de um inseticida natural para o controle da lagarta da couve, o qual foi preparado com 1000 mL de álcool etílico 92,8°, 250 g de pimenta do reino (*Piper nigrum*) em pó e 100 g de sabão em barra ralado, e curtidos por sete dias. Para aplicação foi utilizado 10 mL da solução em 1000 mL de água. O inseticida foi aplicado de forma preventiva e curativa a cada três dias até o final do experimento.

### 3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

As avaliações foram realizadas do 30º aos 90º dias após o transplantio (DAT), com intervalos de 10 dias entre as mesmas, totalizando sete avaliações (Figura 10). Para as variáveis de número de brotações e folhas senescentes (folhas velhas e amareladas) foi realizada a contagem e retirada das mesmas nas plantas a cada 5 dias, a partir do 15º DAT até a avaliação final do experimento. Para todas as variáveis foram consideradas as oito plantas da parcela.

Figura 10 – Avaliações das plantas de couve nos *slabs*



As variáveis foram obtidas por meio do manejo realizado comumente na região pelos produtores, além de outras de interesse para a pesquisa, conforme metodologia utilizada por Azevedo et al. (2012), descritas a seguir.

#### 3.4.1. Comprimento e largura do limbo foliar (CLF e LLF)

Variáveis obtidas com utilização de régua graduada em cm, selecionando-se a quinta folha expandida mais nova. Segundo Azevedo et al. (2012) a quinta folha mais nova apresenta grau de desenvolvimento similar na maioria dos genótipos.

#### 3.4.2. Altura das plantas (AP)

Obtida com trena métrica graduada em cm, a partir do nível do solo até a extremidade das folhas mais altas.

#### 3.4.3. Diâmetro do caule (DC)

Realizado com paquímetro digital, considerando a metade da altura da planta para medição, com resultado expresso em milímetro (mm).

#### 3.4.4. Número de brotações (NB)

Número obtido a partir da retirada de todas as brotações surgidas nas axilas das folhas e caules das plantas, realizada a cada cinco dias.

#### 3.4.5. Número de folhas totais (NFT)

Variável obtida por meio da contagem de todas as folhas da planta, exceto as não expandidas e as folhas existentes nas brotações.

#### 3.4.6. Número de folhas comerciais (NFC)

Calculado considerando as folhas maiores que 15 cm e sem sinais de senescência.

#### 3.4.7. Número de folhas comerciais por m<sup>2</sup> (NFC m<sup>2</sup>)

Variável obtida pelo produto da densidade de plantas (4,94 plantas m<sup>2</sup>) e o número total de folhas comerciais frescas por planta, acumulada de todas as colheitas (avaliações).

#### 3.4.8. Massa de folhas comerciais fresca (MFCF)

Variável obtida pelo somatório das massas de folhas fresca por planta de todas as colheitas (avaliações). As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e determinada sua massa em balança analítica (precisão 0,0001 g), com os resultados expressos em gramas.

#### 3.4.9. Massa de folhas comerciais seca (MFCS)

Variável obtida pelo somatório das massas de folhas secas por planta de todas as colheitas (avaliações). As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, e sua massa seca obtida a partir da secagem do respectivo material em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C até obtenção de massa constante determinada em balança analítica (precisão 0,0001 g), com os resultados expressos em gramas.

#### 3.4.10. Média da massa comercial fresca (MMCF)

Variável obtida considerando a média da massa fresca de folhas comerciais por planta a cada colheita (avaliação). As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e determinada sua massa em balança analítica (precisão 0,0001 g), com os resultados expressos em gramas.

#### 3.4.11. Produtividade comercial por m<sup>2</sup> (ProdC m<sup>2</sup>)

Variável obtida pelo produto da densidade de plantas (4,94 plantas m<sup>2</sup>) e a massa de folhas comerciais fresca por planta acumulada de todas as colheitas (avaliações).

#### 3.4.12. Número de maço por m<sup>2</sup>

Variável obtida pelo produto da densidade de plantas (4,94 plantas m<sup>2</sup>) e razão do número de folhas comerciais pela quantidade de folhas que compõe 1 maço (três folhas) para comercialização na região.

#### 3.4.13. Receita por m<sup>2</sup>

Variável obtida a partir dos dados de produção por m<sup>2</sup> multiplicado pelo valor comercial de um maço de couve, referenciado na região ao preço de R\$ 0,75.

#### 3.4.14. Receita por hectare (ha)

Obtida a partir dos dados de produção por ha multiplicado pelo valor comercial de um maço de couve.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os resultados foram submetidos a verificação de dados discrepantes (outliers) pelo teste de Grubbs (1969), normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (1937) para realização da análise estatística (APÊNDICE A).

A comparação de médias foi realizada por meio do teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Quando o valor F da análise de variância (ANAVA) indicou efeitos significativos da interação dos fatores, efetuou-se o desdobramento da ANAVA, considerando os efeitos das variáveis uma dentro da outra. Foram elaboradas as equações com os coeficientes de maior grau significativo ( $p<0,01$ ) até segundo grau.

Para o processamento dos dados foram utilizados os programas Excel®, Prophet 5.0® e Sisvar® (FERREIRA, 2010).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito dos substratos no crescimento e produção de plantas de couve foi significativo ( $p<0,05$ ) para as variáveis analisadas neste experimento, exceto para o número de folhas senescentes (Apêndices B, C, D e E).

Houveram interações significativas ( $p<0,01$ ) entre substrato e tempo de cultivo para crescimento em altura e diâmetro de plantas, independentemente do tempo avaliado (Apêndices F e G).

Em geral, os coeficientes de variação (CV) para trabalhos em nível de campo apresentam valores altos, neste experimento à exceção das variáveis número de brotações (NB) e média da massa comercial fresca (MMCF) considerados altos (21,36 e 26,84 respectivamente) as demais variaram de 6,37 a 16,96 definidos com níveis de CV baixo e médio, apresentando boa confiabilidade dos dados, embora seja um experimento em campo.

Zimmermann (2014) destaca que a variabilidade intrínseca de cada variável poderia determinar uma escala própria de CV com limites diferentes para cada uma, e, portanto, um CV considerado baixo para uma variável poderá ter conceito alto para outra.

Em estudo de repetibilidade genética em clones de couve Azevedo et al. (2016b), verificaram que o comprimento do limbo foliar, número de folhas comerciais e número de brotações apresentaram maiores valores para o CV, indicando que estas variáveis são as mais influenciadas pelo ambiente. Esses resultados corroboram parcialmente com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Houve influência ( $p<0,05$ ) do substrato no comprimento do limbo foliar (CLF), largura do limbo foliar (LLF), número total de brotações (NB), número de folhas totais (NFT), número de folhas comerciais (NFC), número de folhas comerciais por  $m^2$  (NFC  $m^2$ ), número de folhas comerciais por ha (NFC ha), massa das folhas comerciais fresca (MFCF), massa das folhas comerciais seca (MFCS), média da massa comercial fresca (MMCF), produtividade comercial por  $m^2$  (ProdC  $m^2$ ), número de maço por  $m^2$ , receita por  $m^2$  e receita ha (Tabelas 6, 7, 8 e 9). Para o número de folhas senescentes (NFS) não houve influência ( $p>0,05$ ) do substrato (Tabelas 6).

Tabela 6 – Média do comprimento do limbo foliar (CLF), largura do limbo foliar (LLF), número de brotações (NB) e número de folhas senescentes (NFS) em plantas de couve produzidas com diferentes substratos, durante 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016

Substrato	CLF	LLF	NB	NFS
	----- cm folha <sup>-1</sup> -----		----- un planta <sup>-1</sup> -----	
100% vermiculita expandida	23,68 a	19,97 a	42,29 a	9,91 a
100% areia	13,24 c	11,22 c	23,85 b	8,78 a
50% vermiculita expandida + 50% CAC	18,97 b	16,31 b	34,57 a	8,97 a
50% vermiculita expandida + 50% areia	13,80 c	11,74 c	28,41 b	9,01 a
50% areia + 50% CAC	15,15 c	12,79 c	25,28 b	8,88 a
CV (%)	13,75	15,89	21,36	16,96

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) entre si pelo teste de Scott-Knott. Os pressupostos e a análise de variância são apresentados nos apêndices A e B.

Conforme apresentado na Tabela 6, o substrato com 100% vermiculita expandida foi superior ( $p<0,05$ ) para as variáveis comprimento do limbo foliar (CLF) e largura do limbo foliar (LLF), com obtenção de 23,68 cm folha<sup>-1</sup> e 19,97 cm folha<sup>-1</sup> respectivamente. O substrato 100% vermiculita expandida, conforme Tabela 3, apresentou elevada capacidade de retenção de água (C.R.A) e valores intermediários de densidades aparente e de partículas, que proporcionaram melhores condições físicas ao substrato, os quais refletem na obtenção de resultados superiores.

Os resultados de CLF apresentados no melhor substrato (100% vermiculita expandida) são superiores aos encontrados por Shingo e Ventura (2009) para couve manteiga cv. Geórgia avaliadas em diferentes combinações de substratos e fertilizantes dentre os quais casca de arroz carbonizada, solo de mata, EM4<sup>10</sup>, húmus, bokashi<sup>11</sup>, substrato comercial e solo de cultivo. O CLF variou de 15,52 a 20,22 cm folha<sup>-1</sup>, os autores destacaram que os resultados obtidos foram abaixo do padrão comercial de 25 a 30 cm de comprimento de limbo.

<sup>10</sup> O EM-4 é uma composição líquida de lactobacilos, leveduras, actinomicetos, bactérias fotossintéticas e fungos filamentosos, com a função de produzir substâncias úteis à planta, tais como hormônios e vitaminas. Fonte: FMO, 1999.

<sup>11</sup> O bokashi é uma mistura de farelos vegetais fermentada com o EM4, com a função de favorecer a decomposição fermentativa de material. Fonte: FUNDAÇÃO MOKITI OKADA (FMO). **Microrganismos eficazes EM na agricultura.** São Paulo: FMO, 1999. 30 p.

Trani et al. (2015) descreveram as características botânicas de cultivares de couve do banco de germoplasma da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Estado de São Paulo (SAA) e IAC/APTA/SAA, as quais apresentaram para a variável CLF valores semelhantes aos encontrados no substrato 100% vermiculita expandida ( $23,68 \text{ cm folha}^{-1}$ ) para as cultivares manteiga Jundiaí ( $23,92 \text{ cm folha}^{-1}$ ) e I-1811 ( $23,86 \text{ cm folha}^{-1}$ ); inferiores para as cultivares manteiga São José ( $22,10 \text{ cm folha}^{-1}$ ); Mococa ( $21,64 \text{ cm folha}^{-1}$ ); Ribeirão Pires I-2446 ( $20,72 \text{ cm folha}^{-1}$ ); São Roque I-1812 ( $16,54 \text{ cm folha}^{-1}$ ); Tupi ( $15,84 \text{ cm folha}^{-1}$ ) e I-916 ( $15,24 \text{ cm folha}^{-1}$ ) e superiores para as cultivares manteiga Osvaldo Pires ( $34,46 \text{ cm folha}^{-1}$ ); Monte Alegre ( $29,34 \text{ cm folha}^{-1}$ ) e Ribeirão Pires ( $25,38 \text{ cm folha}^{-1}$ ).

Balkaya e Yanmaz (2005), selecionaram na Turquia 11 variedades promissoras de couve para o melhoramento da espécie, as quais apresentaram CLF classificadas no comprimento em pequeno (15,70 a 17,70 cm), médio (17,80 a 19,80 cm) e comprido (19,90 a 21,90 cm). Com base nesta classificação as folhas de couve obtidas no melhor substrato (100% vermiculita expandida) são consideradas compridas, e assim atendem o padrão de comercialização das folhas descrito por Filgueira (2008) com comprimento de 20 a 30 cm.

Ressalta-se que os dados obtidos de CLF nesta pesquisa são superiores aos de Balkaya e Yanmaz (2005), porém os autores destacam que é importante o cultivo em diferentes ambientes para determinar as interações do genótipo e ambiente, bem como obter resultados superiores a partir de melhores práticas culturais. Com base nessa afirmação ressalta-se que os resultados desta pesquisa estão associados as interações entre genótipo, ambiente e técnicas de manejo utilizadas, os quais promoveram resultados superiores.

Para a variável LLF destacamos que os resultados obtidos na Tabela 6, para o melhor substrato (100% vermiculita expandida) foram superiores aos de Shingo e Ventura (2009) em estudos com plantas de couve manteiga cv. Geórgia avaliadas em diferentes combinações de substratos e fertilizantes dentre os quais casca de arroz carbonizada, solo de mata, EM4, húmus, bokashi, substrato comercial e solo de cultivo, os quais variaram de  $12,46$  a  $16,10 \text{ cm folha}^{-1}$ .

Cultivares de couve manteiga avaliadas por Trani et al. (2015) obtiveram resultados de LLF semelhantes ao substrato 100% vermiculita expandida para as cultivares manteiga Ribeirão Pires ( $20,96 \text{ cm folha}^{-1}$ ); I-1811 ( $20,02 \text{ cm folha}^{-1}$ ); São José ( $18,56 \text{ cm folha}^{-1}$ ) e Mococa ( $18,24 \text{ cm folha}^{-1}$ ); inferiores as cultivares manteiga

Ribeirão Pires I-2446 (16,94 cm folha<sup>-1</sup>); São Roque I-1812 (14,54 cm folha<sup>-1</sup>); I-916 (13,54 cm folha<sup>-1</sup>) e Tupi (13,08 cm folha<sup>-1</sup>); e superiores para as cultivares manteiga Osvaldo Pires (27,32 cm folha<sup>-1</sup>); Monte Alegre (24,36 cm folha<sup>-1</sup>) e Jundiaí (22,84 cm folha<sup>-1</sup>).

A LLF de couve avaliadas por Balkaya e Yanmaz (2005) variaram de 10,40 a 13,20 cm e foram classificadas em estreita (10,40 a 11,20 cm folha<sup>-1</sup>), médio (11,30 a 12,20 cm folha<sup>-1</sup>) e larga (12,30 a 13,20 cm folha<sup>-1</sup>). Com base nesta classificação a LLF obtida no substrato 100% vermiculita expandida (19,97 cm folha<sup>-1</sup>) foi classificada como larga e, portanto, apresenta potencial comercial, uma vez que os consumidores preferem folhas grandes.

Segundo Balkaya e Yanmaz (2005), as avaliações de CLF e LLF são importantes para a obtenção de cultivares superiores, as quais poderão serem utilizadas para o melhoramento genético da espécie.

Para o número de brotações (NB) em plantas de couve (Tabela 6) os melhores resultados foram os que promoveram o menor número de brotações por plantas, os quais 100% areia (23,85 un pl<sup>-1</sup>), 50% areia + 50% CAC (25,28 un pl<sup>-1</sup>) e 50% vermiculita expandida + 50% areia (28,41 un pl<sup>-1</sup>).

Destaca-se que os menores NB foram em substratos que apresentaram propriedades físicas inferiores aos demais para densidades aparente, de partículas e C.R.A, os quais refletiram negativamente no crescimento das plantas.

Azevedo et al. (2016a) encontraram estimativa negativa do efeito do número de brotações sobre a matéria fresca de folhas, que se caracteriza como um resultado desejável, pois o mais importante são plantas com menor número de brotações e maior produção de massa fresca de folhas.

A redução no número de brotações nas plantas de couve é segundo Azevedo et al. (2016a) importante pois facilita os tratos culturais, diminuindo a necessidade de desbrota e consequentemente de mão de obra.

Santos et al. (2005) ressaltam que a formação de brotos é desejável apenas na renovação do cultivo, no momento em que as plantas estiverem muito altas e com baixo rendimento econômico, nas quais são realizadas o corte do broto apical, chamada de “capação”, pois assim, promove-se a formação de numerosos rebentos laterais, que serão utilizados como mudas para o novo plantio.

O número de folhas senescentes (NFS) não apresentou diferença ( $p>0,05$ ) entre os substratos utilizados, com ocorrência de 8,78 a 9,91 un  $\text{pl}^{-1}$  (Tabela 6), sendo esta a única variável que não apresentou diferença entre os substratos.

Os resultados obtidos podem ser explicados por Taiz et al. (2017), o qual descreve que a senescência foliar é um processo regulado geneticamente, não podendo ser anulado completamente, por nenhuma mutação, tratamento ou condição ambiental, na qual fatores como a idade do desenvolvimento ou idade cronológica, podem ser determinantes para a senescência foliar.

Marencó e Lopes (2009) destacam que as folhas, ao longo de sua ontogenia, tornam-se senescentes e amareladas, porque a maioria das proteínas e outros compostos nitrogenados que constituem os cloroplastos são degradados. Informação semelhante à descrita por Taiz et al. (2017) na qual relataram que durante a senescência foliar ocorre a remobilização via floema de nutrientes das folhas-fonte para os drenos do crescimento vegetativo ou reprodutivo, e que os nutrientes oriundos da decomposição do carbono e da conversão da clorofila, proteínas e outras macromoléculas podem ser translocados para outras partes da planta, como órgãos em crescimento vegetativo, sementes ou frutos em desenvolvimento.

É importante destacar que segundo Castro et al. (2005) as folhas velhas servem de fonte de água para as folhas novas, pois estas têm elevada pressão de embebição, alta absorção de água, devido suas células pouco vacuolizadas.

Sendo assim, folhas senescentes de plantas de couve, promoveram a remobilização dos nutrientes e água para as novas folhas em desenvolvimento.

Com relação aos resultados do número de folhas totais (NFT) apresentados na Tabela 7, destaca-se que as maiores quantidades foram obtidas utilizando os substratos 100% vermiculita expandida e 50% vermiculita expandida + 50% CAC. Os resultados são em função das melhores características físicas de densidades aparente e de partículas e C.R.A apresentadas pelos dois substratos em relação aos demais (Tabela 3), os quais proporcionam maior formação de folhas na planta.

As variáveis número de folhas comerciais (NFC), número de folhas comerciais por  $\text{m}^2$  (NFC  $\text{m}^2$ ) e número de folhas comerciais por ha (NFC ha) obtiveram melhores resultados nos substratos 100% vermiculita expandida, 50% vermiculita expandida + 50% CAC e 50% de vermiculita expandida + 50% de areia (Tabela 7).

Tabela 7 – Número de folhas totais (NFT), número de folhas comerciais (NFC), número de folhas comerciais por m<sup>2</sup> (NFC m<sup>2</sup>) e número de folhas comerciais por ha (NFC ha) de plantas de couve produzidas em diferentes substratos, durante 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016

Substrato	NFT	NFC	NFC m <sup>2</sup>	NFC ha
	---- un planta <sup>-1</sup> --		un m <sup>-2</sup>	un ha <sup>-1</sup>
100% vermiculita expandida	47,31 a	28,44 a	140,43 a	983.024,69 a
100% areia	40,41 b	20,82 b	102,82 b	719.701,65 b
50% vermiculita expandida + 50% CAC	46,38 a	26,74 a	132,03 a	924.228,40 a
50% vermiculita expandida + 50% areia	42,60 b	25,61 a	126,43 a	885.020,58 a
50% areia + 50% CAC	40,81 b	23,32 b	115,14 b	805.967,08 b
CV (%)	6,37	9,81	9,81	9,81

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) entre si pelo teste de Scott-Knott. Os pressupostos e a análise de variância são apresentados nos apêndices A e C.

Os substratos 100% vermiculita expandida (47,31 un pl<sup>-1</sup>) e 50% vermiculita expandida + 50% CAC (46,38 un pl<sup>-1</sup>) promoveram NFT superiores aos obtidos por Azevedo et al. (2012) para as cultivares de couve manteiga 900 (20,58 un pl<sup>-1</sup>) e Geórgia (20,50 un pl<sup>-1</sup>).

O NFT representa o vigor da planta, ou seja, é a expressão máxima do potencial genético somado as condições ambientais de cultivo, e neste caso o desejável é que quanto maior o número total de folhas, maior o número de folhas comerciais. Nesta pesquisa o melhor vigor foi obtido nos substratos que apresentaram as melhores características físicas, corroborando com Milner (2006) no qual descreve que o crescimento das plantas em substratos é mais influenciado pelas características físicas do que as químicas, pois a fertilidade pode ser ajustada com fertirrigação.

Com relação ao NFC os melhores resultados foram obtidos nos substratos 100% vermiculita expandida (28,44 un pl<sup>-1</sup>), 50% vermiculita expandida + 50% CAC (26,74 un pl<sup>-1</sup>) e 50% de vermiculita expandida + 50% de areia (25,61 un pl<sup>-1</sup>), conforme Tabela 7. Estes foram superiores aos verificados por Azevedo et al. (2012) nos quais os 15 melhores genótipos apresentaram NFC entre 2,17 a 4,42 un pl<sup>-1</sup>.

O NFC obtidas nos substratos 100% vermiculita expandida e 50% vermiculita expandida + 50% CAC são equivalentes a 58 e 60% do total de folhas (NFT) na planta,

enquanto para o pior substrato (100% areia) o percentual foi de 52%, ou seja, uma diminuição de até 8%.

Considerando que a comercialização da couve em geral é realizada por meio do número de folhas, ressalta-se que a diferença no NFC do substrato 100% vermiculita expandida em relação ao 100% areia representa ao longo do ciclo maior ganho em rendimento por área, conforme verificado na Tabela 7 para as variáveis NFC por m<sup>2</sup> e NFC por ha, as quais obtiveram os melhores resultados nos substratos 100% vermiculita expandida, 50% vermiculita expandida + 50% CAC e 50% de vermiculita expandida + 50% de areia.

O NFC por m<sup>2</sup> e ha foram superiores nos substratos 100% vermiculita expandida (140,43 un m<sup>-2</sup> e 983.024,69 um ha<sup>-1</sup>), 50% vermiculita expandida + 50% CAC (132,03 un m<sup>-2</sup> e 924.228,40 un ha<sup>-1</sup>) e 50% de vermiculita expandida + 50% de areia (126,43 un m<sup>-2</sup> e 885.020,58 un ha<sup>-1</sup>), conforme apresentados na Tabela 7.

Observa-se que os substratos com vermiculita expandida ou misturada com CAC e areia, obtiveram os melhores resultados, o que indica que o fator determinante foram as propriedades da vermiculita expandida, as quais promoveram melhores propriedades à mistura, os quais são devidos as características físicas (Tabela 3) de elevada C.R.A e menor densidade aparente destes em relação aos demais, o que confere melhores condições ao substrato, dentre as quais, elevado poder de aeração e drenagem, que faz com que diminua o impedimento físico para o crescimento e desenvolvimento da planta conforme descrito por Wendling et al. (2006).

Kampf e Fermino (2000) também ressaltaram que a densidade é uma característica importante na composição do substrato, pois interfere na porosidade e disponibilidade de água do substrato, limitando o crescimento das plantas.

Castro et al. (2005) ressaltam que a textura e a estrutura são importantes propriedades físicas do solo, as quais podem ser obstáculos ao crescimento de raízes e retenção da água. Segundo os autores, a textura refere-se ao tamanho da distribuição das partículas e a estrutura determina a porosidade dos solos responsável pela capacidade de penetração das raízes, a qual está diretamente relacionada com a permeabilidade dos solos, ou seja, a capacidade de o solo permitir a passagem de água ao sistema radicular do vegetal.

É importante destacar que a adição de CAC contribui para a melhoria física do substrato, haja visto que a mesma possui 42% de aeração e 80% de porosidade total, o que aumenta a quantidade de macroporos e a penetração e troca de ar nas raízes

(KAMPF; FERMINO, 2000; GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004; VIEIRA; PAULETTO, 2009). Essa condição foi observada no substrato 50% vermiculita expandida + 50% CAC, os quais obtiveram os maiores valores de C.R.A e menor densidade aparente.

Segundo Taiz e Zeiger (2013), a limitação hídrica interfere negativamente no tamanho e número de folhas, uma vez que diminui o número e a taxa de crescimento das ramificações. Essa limitação hídrica, bem como o menor tamanho e número de folhas foram observados nos substratos 100% areia e 50% areia + 50% CAC os quais apresentaram características físicas semelhantes com baixa C.R.A e alta densidade aparente (Tabela 3).

Para as variáveis MFCF, MFCS, MMCF e ProdC m<sup>2</sup> verificou-se que o substrato 100% vermiculita expandida foi superior ( $p<0,05$ ) aos demais (Tabela 8), o qual promoveu a obtenção de 870,00 g planta<sup>-1</sup> de MFCF e 83,51 g planta<sup>-1</sup> de MFCS ambas acumuladas aos 90 DAT, 29,48 g folha<sup>-1</sup> de MMCF por colheita e produtividade de 4.296,30 g m<sup>-2</sup> de folhas de couve aos 90 DAT.

Tabela 8 – Massa de folhas comerciais fresca (MFCF), massa de folhas comerciais seca (MFCS), média da massa comercial fresca (MMCF) e produtividade por m<sup>2</sup> (ProdC m<sup>2</sup>) de plantas de couve produzidas em diferentes substratos, durante 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016

Substrato	MFCF	MFCS	MMCF	ProdC m <sup>2</sup>
	---- g planta <sup>-1</sup> ----	g folha <sup>-1</sup>	g m <sup>-2</sup>	
100% vermiculita expandida	870,00 a	83,51 a	29,48 a	4.296,30 a
100% areia	566,10 b	61,50 b	11,75 b	2.795,55 b
50% vermiculita expandida + 50% CAC	683,16 b	72,77 b	19,10 b	3.373,62 b
50% vermiculita expandida + 50% areia	679,32 b	72,16 b	17,69 b	3.354,64 b
50% areia + 50% CAC	631,65 b	67,12 b	14,88 b	3.119,25 b
CV (%)	12,08	9,53	26,84	12,08

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) entre si pelo teste de Scott-Knott. Os pressupostos e a análise de variância, são apresentados nos apêndices A e D.

A determinação da MFCF e MFCS têm como base o tamanho (comprimento e largura) e o número de folhas produzidas nas plantas, neste sentido o substrato 100% vermiculita expandida promoveu o maior tamanho e quantidade de folhas de couve, e consequente aumento da biomassa por planta. Os resultados superiores para o

substrato 100% vermiculita expandida conforme descrito nas variáveis anteriores foram devidas as melhores as características físicas deste em relação aos demais substratos avaliados.

Semelhante as duas variáveis anteriores, a maior MMCF (29,48 g folha<sup>-1</sup>) foi obtida no substrato 100% vermiculita expandida (Tabela 8). Esses valores comparados aos de Trani et al. (2015) em plantas de couve do banco de germoplasma do SAA/IAC/APTA/SAA foram semelhantes para as cultivares manteiga Ribeirão Pires e Jundiaí (28,86 e 30,03 g folha<sup>-1</sup>), superior às cultivares manteiga I-916 e Tupi (7,78 e 10,74 g folha<sup>-1</sup>) e inferior às cultivares manteiga Monte Alegre e Osvaldo Pires (44,18 e 46,20 g folha<sup>-1</sup>).

A maior produtividade de couve (4.296,30 g m<sup>-2</sup>) verificada no substrato 100% vermiculita expandida (Tabela 8) é devido as características superiores da vermiculita em relação aos demais substratos, dentre as quais propriedades adsorventes, baixa densidade, elevado poder de aeração, drenagem e porosidade conforme descrito por Freitas et al. (2017), Silva e Valdiviezo (2009) e Wendling et al. (2006).

Os resultados são semelhantes aos descritos por Trani et al. (2015), que obtiveram produtividade média de folhas de couve cv. Manteiga de 3,0 a 5,0 kg planta<sup>-1</sup> durante o ciclo de seis a oito meses.

Entretanto Silva et al. (2016), obtiveram resultados inferiores (805,60 a 1.459,20 g m<sup>-2</sup>) para a produtividade de couve manteiga em sistema orgânico utilizando como substratos casca de arroz carbonizada, resíduo de samaúma, caule de palmeira, composto orgânico, fibra de coco e substrato comercial.

Bianco (2015) em consórcio de couve e espinafre obteve produtividade de couve por colheita de 3.605 a 9.693 kg ha<sup>-1</sup> e produtividade total de 68.061 kg ha<sup>-1</sup>. O autor destacou que o consórcio foi positivo para a couve embora não tenha sido para o espinafre. Estes valores são superiores ao da pesquisa, os quais chegam no máximo a produtividade acumulada de 30.074 kg ha<sup>-1</sup> em sete colheitas com uso do substrato 100% vermiculita expandida. Porém destaca-se que embora a densidade de plantas por m<sup>2</sup> tenha sido semelhante em ambos, houve diferença no número de colheitas, na qual Bianco (2015) realizou 13 enquanto nessa pesquisa foram realizadas sete colheitas, representando, portanto, uma diferença na produtividade de 46%.

Segundo Taiz e Zeiger (2013), a produção e o acúmulo de biomassa estão diretamente relacionados à área foliar, e plantas com grandes áreas foliares proporcionam alta produção de fotossintatos. Os autores destacam que é necessário

cuidado, pois condições de estresse podem prejudicar o crescimento e a sobrevivência das mesmas, devido ao esgotamento da água do solo e/ou excessiva absorção de energia solar, ocasionada pela ampla superfície de evaporação de água.

Neste estudo foi verificado que as maiores massas foliares (por folha e planta) foram obtidas em plantas que apresentaram maiores comprimento e largura do limbo foliar, confirmando a teoria de Taiz e Zeiger (2013).

Pathirana et al. (2017), em estudos realizados com dez genótipos de couve, evidenciaram que o déficit hídrico influenciou negativamente a biomassa, produção e qualidade nutricional destes, com redução de 19 a 35% da biomassa conforme o genótipo, e perda de nutrientes em plantas de couve, os quais K, P, Fe, Mn e Cu. Os autores recomendaram utilizar o melhoramento genético para desenvolver variedades tolerantes à seca e com alta qualidade nutricional. Tal condição pode ser comparada nesta pesquisa as condições proporcionadas pelo substrato 100% areia, que apresentou maior densidade e menor C.R.A (Tabela 3), causando efeito semelhante ao déficit hídrico, com obtenção de menores biomassas.

A vermiculita expandida devido principalmente suas propriedades adsorventes, bem como, baixa densidade, elevado poder de aeração, drenagem e porosidade (FREITAS et al., 2017; SILVA; VALDIVIEZO, 2009; WENDLING et al., 2006), proporcionou as melhores condições para o crescimento das plantas de couve em todas as variáveis avaliadas, pois apresentou melhor capacidade de retenção de nutrientes da solução nutritiva fornecida, e posterior liberação às plantas. Assim, o processo de absorção de nutrientes pelas plantas foi mais eficiente.

As composições com 100% vermiculita expandida, 50% vermiculita expandida + 50% CAC e 50% vermiculita expandida + 50% areia foram superiores ( $p<0,05$ ) na quantidade de maços por  $m^2$ , receita por  $m^2$  e ha (Tabela 9).

Em geral a comercialização da couve em feiras livres e supermercados é realizada por meio de maços feitos com as folhas, com base nisso, destaca-se que os substratos 100% vermiculita expandida (46,81 un  $m^{-2}$ ), 50% vermiculita expandida + 50% CAC (44,01 un  $m^{-2}$ ) e 50% vermiculita expandida + 50% areia (42,15 un  $m^{-2}$ ) promoveram maiores quantidades de maços por  $m^2$  de *slab*.

Tabela 9 – Número de maço de couve por m<sup>2</sup>, receita financeira por m<sup>2</sup> e receita financeira por ha de plantas de couve produzidas em diferentes substratos, durante 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016

Substrato	Maço m <sup>2</sup>	Receita m <sup>2</sup>	Receita ha
	un m <sup>-2</sup>	R\$ m <sup>-2</sup>	R\$ ha <sup>-1</sup>
100% vermiculita expandida	46,81 a	35,11 a	245.756,17 a
100% areia	34,27 b	25,70 b	179.925,41 b
50% vermiculita expandida + 50% CAC	44,01 a	33,01 a	231.057,10 a
50% vermiculita expandida + 50% areia	42,15 a	31,61 a	221.255,15 a
50% areia + 50% CAC	38,38 b	28,79 b	201.491,77 b
CV (%)	9,81	9,81	9,81

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) entre si pelo teste de Scott-Knott. Os pressupostos e a análise de variância, são apresentados nos apêndices A e E.

Observa-se novamente que substratos com vermiculita expandida ou misturada com CAC e areia, obtiveram os melhores resultados, isso indica que o fator determinante foram as propriedades da vermiculita expandida, as quais promoveram melhores propriedades à mistura, devidos suas características físicas, resultando na obtenção de resultados superiores.

Destaca-se que as variáveis maços por m<sup>2</sup>, receita por m<sup>2</sup> e hectare são calculadas em função do número de folhas comerciais, densidade de plantio e valor comercial do produto, e ressalta-que as duas primeiras (produção de folhas e densidade) podem ser modificadas (aumentar ou diminuir) conforme o manejo realizado no cultivo, ou seja, o produtor tem interferência direta, enquanto para a variável receita (m<sup>2</sup> e ha) há dependência do valor comercial do produto, e portanto, está relacionado com questões de mercado, como demanda e consumo, os quais segundo os agricultores sofrem interferências conforme a época do ano e consumo.

Sendo assim o uso de tecnologias que proporcione o cultivo em período de menor produção devido principalmente fatores ambientais, são importantes para elevar a produtividade da área e a receita familiar, neste sentido destacamos que o *slab* oportuniza o cultivo de couve fora de época, ou seja, em período onde o preço de comercialização é maior.

Observa-se ao longo dos dados apresentados que o substrato constituído com 100% areia apresentaram resultados inferiores aos demais, e para algumas variáveis

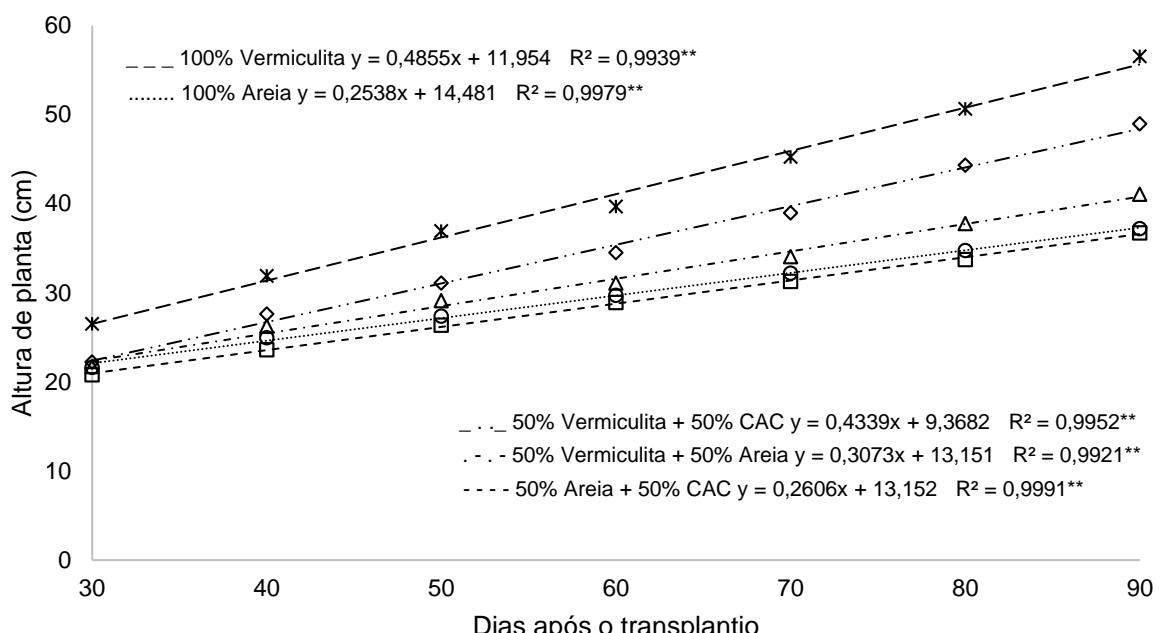
(NFC, NFC por m<sup>2</sup>, NFC por ha, maço por m<sup>2</sup>, receita por m<sup>2</sup> e receita por ha) a areia foi superior quando adicionada 50% de vermiculita expandida na composição, com já evidenciado anteriormente.

Os resultados corroboram com Castro et al. (2005) os quais destacam que as partículas minerais de areia têm tamanho maior que os demais minerais, e por isso possui reduzida capacidade de retenção de água, implicando em baixa adsorção de água e nutrientes, que se torna um ambiente limitante ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo o autor, o fato é devido ao número reduzido de cargas negativas que as partículas de areia possuem, as quais embora presentes em abundância, tem pouca influência na composição do potencial mátrico do solo.

Taiz e Zeiger (2013) relatam que em solos com grandes partículas e alta porosidade, há menor capacidade de retenção de água em relação aos solos com partículas menores e pouca porosidade, condição verificada no substrato 100% areia.

Para a altura de plantas foi verificada diferença significativa ( $p<0,01$ ) para substrato, tempo e interação entre eles (Apêndice F e G). O crescimento médio em altura de plantas de couve foi linear ao longo de 90 dias de cultivo para todos os substratos avaliados (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Altura média de plantas de couve produzidas com diferentes substratos, dos 30 aos 90 dias após o transplantio, Rio Branco, Acre, 2016



Nota: Os pressupostos, a análise de variância e os desdobramentos são apresentados nos apêndices A, F e G. \*\* significativo a 1% de probabilidade.

A maior altura calculada de plantas de couve foi de 55,65 cm para o substrato 100% vermiculita expandida, aos 90 dias após o transplantio. Segundo Novo et al. (2010), no Brasil ocorre maior comercialização de cultivares de couve de porte médio, que varia de 40 a 80 cm. Portanto os resultados dessa pesquisa estão dentro dos padrões demandados pelo mercado.

O cultivo de plantas de couve de porte médio é uma boa alternativa, pois reduz problemas de tombamento devido à ação dos ventos, principalmente se estas não forem tutoradas, além de facilitar a colheita das folhas.

Considerando que os agricultores em Rio Branco não realizam o tutoramento das plantas, é desejável, portanto a obtenção de plantas de porte médio, sendo assim os resultados obtidos vão ao encontro as práticas de cultivo na região.

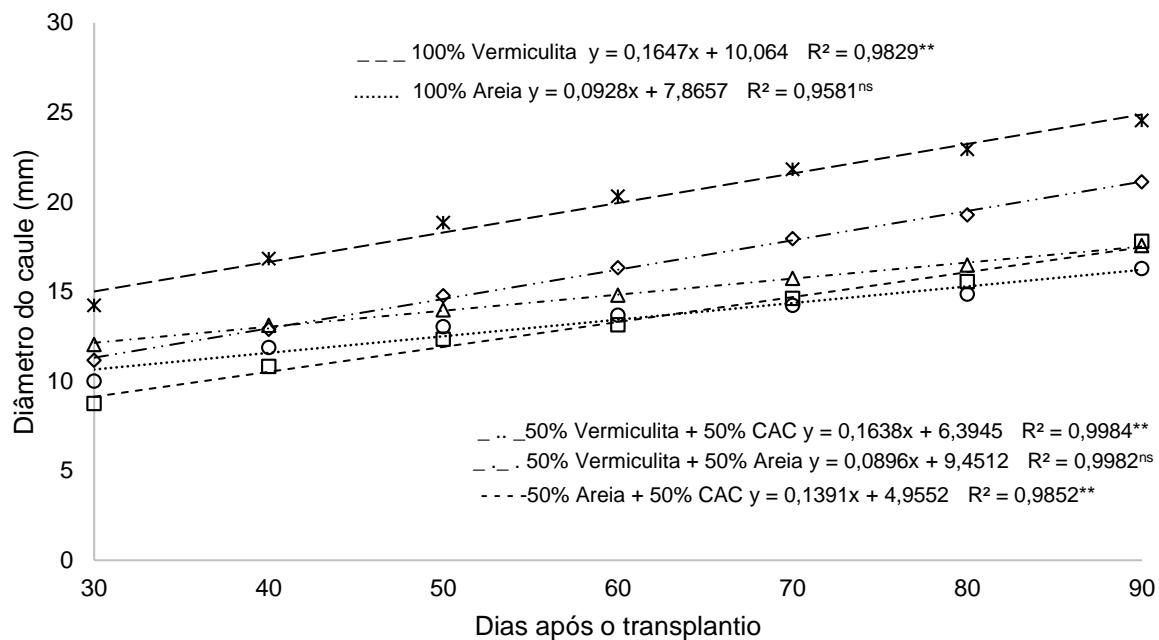
Azevedo et al. (2012) obtiveram alturas de plantas de couve de 79,26 cm e 83,35 cm para os genótipos UFLA-3 e UFVJM-27, porém os autores destacaram que em anos anteriores os agricultores preferiam plantas mais altas para facilitar a colheita das folhas, no entanto, atualmente a preferência é por genótipos de porte médio, pelos fatores já relacionados anteriormente.

Novo et al. (2010) também observaram o crescimento linear em função do tempo na altura das plantas, em estudos realizados com cinco cultivares de couve manteiga (São José, Verde-Escura, IAC-Campinas, Orelha de Elefante e Vale das Garças) avaliadas aos 112 dias, segundo os autores esse crescimento linear indica condições ambientais favoráveis (luz, temperatura, substrato) no local de crescimento das plantas.

Houve diferença significativa ( $p<0,01$ ) para substrato, tempo e interação entre eles para o diâmetro do caule nos substratos 100% vermiculita expandida, 50% vermiculita expandida + 50% CAC e 50% areia + 50% CAC, porém não houve diferença para os substratos 100% areia e 50% vermiculita expandida + 50% areia (Apêndices F e G).

O crescimento médio do diâmetro do caule de plantas de couve foi linear ao longo do tempo de cultivo (30 a 90 DAT) para todos os substratos avaliados (Gráfico 2). O maior diâmetro do caule foi de 24,90 mm para o substrato 100% vermiculita expandida aos 90 DAT. O menor diâmetro de plantas aos 90 DAT foram obtidos nos substratos 100% areia e 50% vermiculita expandida + 50% areia com foram de 16,21 mm e 17,51 mm respectivamente.

Gráfico 2 – Diâmetro médio do caule de plantas de couve produzidas com diferentes substratos, dos 30 aos 90 dias após o transplantio, Acre, 2016



Nota: Os pressupostos, a análise de variância e os desdobramentos, são apresentados nos apêndices A, F e G. ns não significativo; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

Taiz e Zeiger (2013) ressaltaram que o crescimento do caule, embora menos estudado que a expansão foliar, também sofre interferência das mesmas condições que limitam o crescimento foliar durante períodos de baixa disponibilidade de água. Semelhante as demais variáveis avaliadas, essa baixa disponibilidade foi verificada no substrato 100% areia, devido principalmente as características físicas desfavoráveis para o cultivo de plantas, dentre elas alta densidade aparente e partículas e baixa C.R.A (Tabela 3), as quais limitam o crescimento do caule de couve, enquanto o substrato 100% vermiculita expandida promoveu melhores condições físicas para o crescimento das plantas.

Novo et al. (2010) obtiveram crescimento linear do diâmetro do caule de plantas de couve até 80 dias, para as cultivares Verde-Escura, Orelha de Elefante e Vale das Garças, porém após este período, ocorreu redução no mesmo. Essa redução não foi observada nesta pesquisa.

Os resultados do diâmetro de plantas no substrato 100% vermiculita expandida, foram superiores aos de Azevedo et al. (2012) os quais obtiveram maiores diâmetros de caule para os genótipos manteiga Baby com 22,39 mm e UFLA-11 com 17,07 mm.

Azevedo et al. (2016a) encontraram correlações positivas entre o diâmetro do caule e massa de matéria fresca de folhas, análise importante, pois além do interesse por plantas produtivas, deseja-se que estas tenham maior diâmetro de caule para diminuir a necessidade de tutoramento das plantas. Nesta pesquisa embora não tenha sido realizada análise de correlação, verificou-se que o substrato 100% vermiculita promoveu o maior diâmetro plantas e de matéria fresca de folhas.

O conhecimento do diâmetro do caule é importante para definir a época ideal de tutoramento da planta e, com isso, diminuir perdas de plantas por tombamento com ação do vento (NOVO et al., 2010). Porém, Trani et al. (2015) ressaltaram que além das condições climáticas da região do cultivo, as diferenças fisiológicas da couve podem estar relacionadas às características botânicas da planta e suas respostas a tratos culturais (adubação e irrigação).

Os resultados verificados nesta pesquisa demonstra que o substrato 100% vermiculita expandida apresenta características que proporcionam condições favoráveis ao crescimento das plantas, os quais segundo WENDLING et al. (2006) devem ter composição uniforme, baixa densidade, alta capacidade de troca catiônica, alta capacidade de retenção de água, boa aeração e drenagem. Isso indica que vermiculita expandida, oriunda do descarte da produção de mudas, pode ser utilizada para o cultivo de couve.

Ressalta-se que os efeitos verificados na pesquisa tiveram relação direta com as propriedades físicas dos substratos estudados, uma vez que todas as plantas receberam a mesma nutrição via fertirrigação. Sendo assim, os resultados corroboram com as informações apresentadas por Milner (2006) que descreve que as propriedades físicas dos substratos são mais importantes que as químicas, pois estas não podem ser modificadas.

Os resultados das variáveis estudadas evidenciaram o sucesso no uso de *slabs* para cultivo de plantas de couve, pois o mesmo proporcionou eficiência na nutrição das plantas, uso da água e de fertilizantes, aumento da produtividade, facilidade no manuseio da cultura, ausência de problemas fitossanitários no sistema radicular, controle de ervas daninhas e consequente diminuição da mão de obra, conforme vantagens relatadas por GONÇALVES et al. (2016) e PIVOTO (2016).

## 5 CONCLUSÕES

A vermiculita expandida e a casca de arroz carbonizada são alternativas de substrato para a produção comercial de folhas de couve em sacos de cultivo tipo *slabs*.

O substrato 100% vermiculita expandida é o melhor para o crescimento e produção de couve de folhas. Também pode ser recomendada a composição com 50% de vermiculita expandida e 50% de casca de arroz carbonizada, pois proporciona resultados iguais para a maioria das variáveis de interesse analisadas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha pelo produtor do substrato para cultivo de couve, deve observar a disponibilidade dos produtos que o compõem na região, bem como os que fornecem melhores condições para o crescimento da espécie de interesse, definindo assim, o que for mais produtivo, economicamente viável e acessível.

Quanto ao uso de *slabs*, verificou-se que esta é uma técnica eficiente para o cultivo de plantas de couve, principalmente se for utilizada vermiculita expandida como substrato. Outro ponto positivo foi a não realização de capinas entre plantas durante o cultivo da couve, implicando em diminuição de mão de obra.

O uso de *slabs* pode ser uma alternativa de cultivo em áreas com limitações de solo. Porém recomenda-se não utilizar areia como substrato único para produção de plantas de couve.

## REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico do Acre, fase II: escala 1:250.000**: documento síntese. 2. ed. Rio Branco, AC: Secretaria de Estado de Planejamento: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2010. p. 42.
- ALMEIDA NETO, A. F.; VIEIRA, M. G. A.; SILVA, M. G. C. Insight of the removal of nickel and copper ions in fixed bed through acid activation and treatment with sodium of clay. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 1047-1056, Oct./Dec. 2014.
- ARAÚJO NETO, S. E. de.; AZEVEDO, J. M. A. de.; GALVÃO, R. de O.; OLIVEIRA, E. B. de L.; FERREIRA, R. L. F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 5, p. 1408-1413, ago. 2009.
- AYAZ, F. A.; GLEW, R. H.; MILLSON, M.; HUANG, H. S.; CHUANG, L. T.; SANZ, C.; HAYIRLOGLU-AYAZ, S. Nutrient contents of kale (*Brassica oleraceae* L. var. acephala DC.). **Food Chemistry**, Barkin, v. 96, n. 4, p. 572-579, jun. 2006.
- AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; PEDROSA, C. E.; FERNANDES, J. S. C.; VALADARES, N. R.; FERREIRA, M. A. M.; MARTINS, R. A. do V. Desempenho agronômico e variabilidade genética em genótipos de couve. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 12, p. 1751-1758, dez. 2012.
- AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; PEDROSA, C. E.; VALADARES, N. R.; ANDRADE, R. F.; SOUZA, J. R. S. Estudo da repetibilidade genética em clones de couve. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p. 54-58, 2016b.
- AZEVEDO, A. M.; SEUS, R.; GOMES, C. L.; FREITAS, E. M. de; CANDIDO, D. M.; SILVA, D. J. H. da.; CARNEIRO, P. C. S. Correlações genotípicas e análise de trilha em famílias de meios-irmãos de couve de folhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 1, p. 35-44, jan. 2016a.
- BALKAYA, A.; YANMAZ, R. Promising kale (*Brassica oleracea* var. acephala) populations from Black Sea region, Turkey. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 33, n. 1, p. 1-7, 2005.
- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London**, London, v. 160, n. 901, p. 268-282, May 1937.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 8/9, p. 107-137, 2011/2012.
- BIANCO, M. S. **Viabilidade agroeconômica do consórcio de couve com espinafre ‘Nova Zelândia’**. 2015. 55 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 8.

CANIZARES, K. A. L. COSTA, P. C.; GOTO, R.; VIEIRA, A. R. M. Desenvolvimento de mudas de pepino em diferentes substratos com e sem uso de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 227-229, jun. 2002.

CARMELLO, Q. A. C.; ROSSI, F. **Hidroponia**: solução nutritiva. Manual. Viçosa: Centro de Produções Técnicas (CPT), 1997. 56 p.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. cap. 6, p. 248-307.

CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E. O.; CAMPOS, R. S.; PUSCHMANN, R. Respostas fisiológicas de folhas de couve minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 215-220, abr./jun. 2005.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p. 5-9, jan./mar. 2004.

CARTEA, M. E.; VELASCO, P.; OBRÉGON, S.; PADILLA, G.; DE HARO, A. Seasonal variation in glucosinolate content in *Brassica oleracea* crops grown in northwestern Spain. **Phytochemistry**, New York, v. 69, n. 2, p. 403-416, 2008.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Ceres, 2005. 640 p.

COSTA, E.; SOUZA, T. G.; BENTEO, G. L.; BENETT, K. S. S.; BENETT, C. G. S. Okra seedlings production in protected environment, testing substrates and producing fruits in field. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 8-14, jan./mar. 2013.

CUNHA, C.; GALLO, A.S.; GUIMARÃES, N.F; SILVA, R.F. Substratos alternativos para produção de mudas de alface e couve em sistema orgânico. **Scientia Plena**, Aracaju, v.10, n.11, p.1-9, 2014.

EL-BAYAA, A. A.; BADAWY, N. A.; ABD ALKHALIK, E. Effect of ionic strength on the adsorption of copper and chromium ions by vermiculite pure clay mineral. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 170, n. 1-2, p. 1204-1209, Oct. 2009

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Ed.). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 221 p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Versão 5.6 (Build 86). Lavras: Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Exatas, 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.

FREITAS, E. D. de; ALMEIDA, H. J. de; VIEIRA, M. G. A. Binary adsorption of zinc and copper on expanded vermiculite using a fixed bed column. **Applied Clay Science**, Amsterdam, v. 146, p. 503-509, Sep. 2017.

FREITAS, G. A. de; SILVA, R. R. da.; BARROS, H. B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n.1, p. 159-166, jan./mar. 2013.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas.** Campinas: IAC, 1999. 52 p. (IAC. Boletim técnico, 180).

GALINA, J.; ILHA, L. L. H.; PAGNONCELLI, J. 14879 - Cultivo orgânico do moranguero em substrato. **Cadernos de Agroecologia**, Pelotas, v. 8, n. 2, dez. 2013. Edição dos Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Porto Alegre, nov. 2013.

GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. **Produção de morangos fora do solo.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 32 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 410).

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **Technometrics**, Princeton, v. 11, n. 1, p. 1-21, Feb. 1969.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004.

HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico.** Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, dez. 2006. (Sistemas de Produção, 15).

HOLLER, H. C. **Slabs: técnica promissora para produzir morangos.** 2015. Disponível em: <<http://www.revistacamponegocios.com.br/slabs-tecnica-promissora-para-produzir-morangos/>>. Acesso em set. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados pluviométricos de Rio Branco, Acre, período de setembro a dezembro de 2016. Disponível em: [http://acrebioclima.net/PluvD\\_UFAC16.html](http://acrebioclima.net/PluvD_UFAC16.html). Acesso: 11 jun 18.

KAMPF, A. N., FERMINO, M. H. (Ed.) **Substrato para plantas:** a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênesis, 2000. p. 139-145.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. de. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, dez. 2013.

KUSHAD, M. M.; BROWN, A. F.; KURILICH, A. C.; JUVIK, J. A.; KLEIN, B. P.; WALLIG, M. A.; JEFFERY, E. H. Variation of glucosinolates in vegetable crops of *Brassica oleracea*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 47, n. 4, p. 1541-1548, 1999.

LIMA, R. de L. S. de; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. de L.; VALE, L. S. do; BELTRÃO, N. E. de M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 480-486, 2006.

LIZ, R. S.; CARRIJO, O. A. **Substratos para produção de mudas e cultivo de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 83 p.

MACIEL, R. C. G.; RÊGO, J. F. DO; LEÃO, A. **Diagnóstico dos Polos Agroflorestais de Rio Branco**. Zoneamento Econômico, Social, Ambiental e Cultural de Rio Branco (ZEAS-PMRB). 160 p. 2008. Disponível em: <<http://zeas.riobranco.ac.gov.br/?p=2383>>. Acesso em: 10 maio 2018.

MARCOS, C.; RODRÍGUEZ, I. Exfoliation of vermiculites with chemical treatment using hydrogen peroxide and thermal treatment using microwaves. **Applied Clay Science**, Amsterdam, v. 87, n. p. 219-227, Jan. 2014.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. cap. 3, p. 108-164.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V. de; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. de; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 761-770, nov./dez. 2006.

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER, A. S.; ANTUNES, L. E. C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 2, S4827-S4831, jul./ago. 2008. Suplemento.

MELO, G. W. B. de.; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, dez. 2006. (Sistemas de Produção, 15).

MELO, R. A. de C. e; LUENGO, R. de F. A.; COSTA JÚNIOR, A. D.; BUTRUILLE, N. M. S. **Caracterização da produção de couve no Distrito Federal**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017. 34 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 155).

MILNER, L. Manejo da irrigação e fertirrigação em substratos: aspectos práticos. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 5., 2006, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2006. p.13-17.

MORENO, D. A.; CARVAJAL, M.; LÓPEZ-BERENGUER, C.; GARCÍA-VIGUERA, C. Chemical and biological characterization of nutraceutical compounds of broccoli.

**Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, Oxford, v. 41, n. 5, p. 1508-22, Aug. 2006.

NOVO, M. C. S. S.; PRELA-PANTANO, A.; TRANI, P. E.; BLAT, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 321-325, jul./set. 2010.

OLIVEIRA, L. C. de; COSTA, E.; CORTELASSI, J. A. da S.; RODRIGUES, E. T. Formation of beetroot seedlings in different protected environments, substrates and containers in Aquidauana region, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 415-422, maio/jun. 2012.

PAIVA SOBRINHO, S.; LUZ, P. B. da; SILVEIRA, T. L. S.; RAMOS, D. T.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 2, p. 238-243, abr./jun. 2010.

PATHIRANA, I.; THAVARAJAH, P.; SIVA, N.; WICKRAMASINGHE, A. N. K.; SMITH, P.; THAVARAJAH, D. Moisture deficit effects on kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) biomass, mineral, and low molecular weight carbohydrate concentrations. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam v. 226, p. 216-222, Dec. 2017.

PIVOTO, H. C. **Cultivo orgânico e custo de produção do morangueiro em diferentes sistemas semi-hidropônicos**. 2016. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO (PMRB). **Diagnóstico de produção e seus fatores limitantes nos polos agroflorestais do município de Rio Branco**. Rio Branco: Secretaria Municipal de Agricultura e Floresta (SAFRA), 2009. 22 p.

RESENDE, A. L. S.; LIXA, A. T.; SANTOS, C. M. A. dos; SOUZA, S. A. da S.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR-MENEZES, E. de L. Comunidade de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) em consórcio de Couve (*Brassica oleraceae* var. acephala) com coentro (*Coriandrum sativum*) sob manejo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 81-89, jan. 2011.

ROCHA, M. M. B. da.; GUSMÃO, M. T. A. de.; ARAÚJO, N. M. **Utilização de sacos de cultivo contendo diferentes substratos para o plantio de tomateiro pêra, nas condições da Amazônia Oriental**. [S.l.: s.n., 2006?]. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46\\_0015.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0015.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2017.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIRMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-dama e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, supl. 1, p. 1173-1186, 2009.

SANTOS, R. H. S.; MAPELI, N. C.; SIQUEIRA, R. G.; SOUZA, J. L. de; FREITAS, G. B de. **Produção orgânica de hortaliças**. Brasília, DF: SENAR, 2005. p. 33-37. (SENAR. Coleção, 118).

SCOTT, A. J., KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-12, 1974.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. dos R. H.; SOUZA, P. R. de. **Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual**. Campo Grande, MS: UFMS, 2006. p. 20-22. (Série. Rede de sementes do Pantanal, 2).

SEBRAE. **Fatores que influenciam as atividades da horticultura**. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/fatores-que-influenciam-as-atividades-da-horticultura/>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

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

SHINGO, G. Y.; VENTURA, M. U. Produção de couve *Brassica oleracea* L. var. acephala com adubação mineral e orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 589-594, jul./set. 2009.

SIKORA, E.; BODZIARCZYK, I. Composition and antioxidant activity of kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) raw and cooked. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 11, n. 3, p. 239-248. 2012.

SILVA, A. L.; VALDIVIEZO, E. V. **Caracterização da vermiculita de Santa Luzia-PB visando sua utilização na indústria cerâmica**. Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia de Materiais, 2009.

SILVA, S. S. da.; ARAÚJO NETO, S. E.; KUSDRA, J. F.; FERREIRA, R. L. F. Produção orgânica de mudas de couve-manteiga em substratos à base de coprólito de minhocas. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 78-83, 2007.

**SLABS:** uma técnica promissora para produzir hortaliças. Canal do horticultor. 2017. Disponível em: <<http://canaldohorticultor.com.br/slabs-uma-tecnica-promissora-para-produzir-hortalicas/>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. atual. e ampl. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2006. p. 20-114.

SOUZA, L. G. de S. Rendimento de chicória da Amazônia em ambientes de cultivos, com mudas produzidas em substratos constituídos de resíduos. 2018. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Respostas e adaptações ao estresse abiótico. In: \_\_\_\_\_. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. cap. 26, p. 753-780.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Senescência vegetal e morte celular. In: \_\_\_\_\_. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. cap. 22, p. 665-692.

TEIXEIRA, N. T. **Hidroponia:** uma alternativa para pequenas áreas. Guaíba: Agropecuária. 86 p. 1996.

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F. et al. **Couve de folhas:** do plantio à colheita. Campinas: IAC, 2015. 36 p. (Série Tecnológica Apta. Boletim técnico IAC, 214).

VERKERK, R.; SCHREINER, M.; KRUMBEIN, A.; CISKA, E.; HOLST, B.; ROWLAND, I.; SCHRIJVER, R. de; HANSEN, M.; GERHAUSER, C.; MITHEN, R.; DEKKER, M. Glucosinolates in Brassica vegetables: the influence of the food supply chain on intake, bioavailability and human health. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 53, p. S219-S265, 2009.

VIEIRA, M. A.; PAULETTO, E. A. Avaliação de atributos físicos do substrato de casca de arroz (*Oryza sativa L.*) carbonizada e tratada com polímeros hidrofílicos sintéticos. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p. 1-6, jan./fev. 2009.

VIEIRA, M. G. A.; ALMEIDA NETO, A. F.; SILVA, M. G. C.; CARNEIRO, C. N.; MELO FILHO, A. A. Adsorption of lead and copper ions from aqueous effluents on rice husk ash in a dynamic system. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 31, n. 2, p. 519-529, Abr./June. 2014.

VILAR, M.; CARTEA, M. E.; PADILLA G.; SOENGAS, P.; VELASCO, P. The potential of kales as a promising vegetable crop. **Euphytica**, v. 159, n. 1, p. 153-165, Jan. 2008.

WAMSER, A. F. Hortaliças sem solo. **Cultivar hortaliças e frutas**, Pelotas, n. 101, p. 17-19, dez./jan. 2017.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 56 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 130).

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. p. 28.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A – Pressupostos da análise de variância do comprimento do limbo foliar (CLF), largura do limbo foliar (LLF), número total de brotações (NB), número de folhas senescentes (NFS), número de folhas totais (NFT), número de folhas comerciais (NFC), número de folhas comerciais m<sup>2</sup> (NFC m<sup>2</sup>), número de folhas comerciais ha (NFC ha), massa das folhas comerciais fresca (MFCF), massa das folhas comerciais seca (MFCS), média da massa comercial fresca (MMCF), produtividade comercial m<sup>2</sup> (ProdC m<sup>2</sup>), quantidade de maço m<sup>2</sup>, receita m<sup>2</sup>, receita ha<sup>1</sup>, altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC), pelos testes de Bartlett (homogeneidade de variâncias) e de Shapiro-Wilk (normalidade dos erros)**

Variáveis	Transformação	Bartlett		Shapiro-Wilk	
		$\chi^2$	H0	W	H0
CLF	-	8,842	NR	0,97	NR
LLF	-	8,949	NR	0,97	NR
NB	-	5,101	NR	0,94	NR
NFS	-	6,508	NR	0,97	NR
NFT	-	4,623	NR	0,94	NR
NFC	-	8,799	NR	0,97	NR
NFC m <sup>2</sup>	-	8,149	NR	0,97	NR
NFC ha	-	8,780	NR	0,97	NR
MFCF	-	2,930	NR	0,97	NR
MFCS	-	3,552	NR	0,99	NR
MMCF	-	4,271	NR	0,97	NR
ProdC m <sup>2</sup>	-	4,271	NR	0,97	NR
Maço m <sup>2</sup>	-	8,777	NR	0,97	NR
Receita m <sup>2</sup>	-	8,787	NR	0,97	NR
Receita ha	-	8,780	NR	0,97	NR
AP	-	9,418	NR	0,98	NR
DC	-	5,480	NR	0,97	NR

NR: não rejeita; R: rejeita

**APÊNDICE B – Análise de variância do comprimento do limbo foliar (CLF), largura do limbo foliar (LLF), número total de brotações (NB) número de folhas senescente (NFS) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016**

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		CLF	LLF	NB	NFS
Substrato	4	76,2502*	54,4292*	230,5545*	0,8279 <sup>ns</sup>
Bloco	3	8,9948 <sup>ns</sup>	9,5935 <sup>ns</sup>	109,0016 <sup>ns</sup>	9,6828*
Erro	12	5,4474	5,2370	43,4915	2,3859
Total	19	-	-	-	-
CV (%)	-	13,75	15,89	21,36	16,96

<sup>ns</sup> Não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação.

**APÊNDICE C – Análise de variância do número de folhas totais (NFT), número de folhas comerciais (NFC), número de folhas comerciais m<sup>2</sup> (NFC m<sup>2</sup>), número de folhas comerciais ha (NFC ha) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016**

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		NFT	NFC	NFC m <sup>2</sup>	NFC ha
Substrato	4	40,3588*	35,5325*	865,6696*	4,2425*
Bloco	3	9,5515 <sup>ns</sup>	11,8183 <sup>ns</sup>	288,4006 <sup>ns</sup>	1,4131 <sup>ns</sup>
Erro	12	7,6868	6,0028	146,5011	7,1774
Total	19	-	-	-	-
CV (%)	-	6,37	9,81	9,81	9,81

<sup>ns</sup> Não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação

**APÊNDICE D – Análise de variância da massa das folhas comerciais fresca (MFCF), massa das folhas comerciais seca (MFCS), média da massa comercial fresca (MMCF), produtividade comercial m<sup>2</sup> (ProdC m<sup>2</sup>) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016**

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		MFCF	MFCS	MMCF	ProdC m <sup>2</sup>
Substrato	4	51238,9636*	265,4876*	180,2592*	1249551,5723*
Bloco	3	11855,7207 <sup>ns</sup>	47,8124 <sup>ns</sup>	43,5866 <sup>ns</sup>	289123,2493 <sup>ns</sup>
Erro	12	6864,5313	46,2890	24,8755	167400,8518
Total	19	-	-	-	-
CV (%)	-	12,08	9,53	26,84	12,08

<sup>ns</sup> Não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação

**APÊNDICE E – Análise de variância do número de maço m<sup>2</sup>, receita m<sup>2</sup> e receita ha do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016**

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		Maço m <sup>2</sup>	Receita m <sup>2</sup>	Receita ha
Substrato	4	96,2038*	54,1156*	2,6516*
Bloco	3	32,0434 <sup>ns</sup>	18,0207 <sup>ns</sup>	883168044,2711 <sup>ns</sup>
Erro	12	16,2766	9,1537	448589405,1437
Total	19	-	-	-
CV (%)	-	9,81	9,81	9,81

<sup>ns</sup> Não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação

**APÊNDICE F – Análise de variância da altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, em Rio Branco, AC, 2016**

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		AP	DC
Bloco	3	922,254574**	72,367340 <sup>ns</sup>
Substrato	4	708,307476**	208,848251**
Tempo	6	1135,135322**	159,072768**
Substrato x tempo	24	21,395640**	2,747814**
Erro1 (bloco x substrato)	12	47,257915	39,902644
Erro2 (bloco x tempo)	18	4,748005	0,632540
Erro3	72	1,595300	0,426600
Total	139	-	-
CV 1 (%)	-	20,64	40,64
CV 2 (%)	-	6,54	5,12
CV 3 (%)	-	3,79	4,20

<sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo a 1% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação

**APÊNDICE G – Desdobramento da análise de variância da altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) do experimento realizado em delineamento em blocos casualizados, considerando o efeito do tempo dentro de cada substrato estudado**

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		Altura	Diâmetro
Tempo dt Sub1	6	442,654606**	51,493998**
Tempo dt Sub2	6	120,457337**	16,760164 <sup>ns</sup>
Tempo dt Sub3	6	353,075820**	50,153482**
Tempo dt Sub4	6	177,645900**	15,000308 <sup>ns</sup>
Tempo dt Sub5	6	126,884220**	36,656070**
Erro	25	10,820849	6,242555

<sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo a 1% de probabilidade

Sub1: 100% vermiculita expandida; Sub2: 100% areia; Sub3: 50% vermiculita expandida + 50% CAC;  
Sub4: 50% vermiculita expandida + 50% areia; Sub5: 50% areia + 50% CAC.