

ANTÔNIO CARLOS SIMÕES



**QUALIDADE DA MUDA E PRODUTIVIDADE DE ALFACE ORGÂNICA COM
DIFERENTES CONDICIONADORES DE SUBSTRATO**

RIO BRANCO

2014

ANTÔNIO CARLOS SIMÕES

**QUALIDADE DA MUDA E PRODUTIVIDADE DE ALFACE ORGÂNICA COM
DIFERENTES CONDICIONADORES DE SUBSTRATO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia

Orientadora: Dra. Regina L. F. Ferreira
Co-orientador: Dr. Sebastião E. de A. Neto

RIO BRANCO

2014

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela saúde, por iluminar o meu caminho e me dar inteligência e força para superar os obstáculos que a vida nos oferece.

Aos meus irmãos Marcelo Flavio Simões, Viviane Flavia Simões e Cibele da S. Simões, pela força e motivação.

Aos colaboradores Gisley karoline Emerick B. Alves, Edson (Éd), Sebastião Elviro, Regina Lúcia Félix, Romário boldt, pelo companheirismo e participação no desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal do Acre pela oportunidade de realização do Curso de Pós-graduação em Agronomia.

A minha orientadora Dra. Regina Lúcia F. Ferreira e Co-orientador Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto, os meus sinceros agradecimentos pela excelente e valiosa orientação, dedicação e paciência ao transmitir seus conhecimentos.

Aos membros da banca examinadora, pela disposição, críticas e sugestões.

Aos demais professores que de alguma forma colaboraram para realização deste trabalho.

Aos meus amigos de república: Cassiano Henrique Ferreira Nicolau, Karina Galvão de Sousa, Gisley Karoline pelos vários dias de convivência.

Aos colegas da pós-graduação, Maria Izabel de F. Lins Rezende, Geazi Pinto, Denis Tomio, Romário Hermam Boldt, pela colaboração, amizade e incentivo.

Enfim a todos que direta ou indiretamente me ajudaram e participaram de mais esta jornada acadêmica de minha vida.

OFEREÇO

Aos meus pais José Carlos Simões e Jacira da Silva Simões, pelo apoio e amor oferecido por toda minha vida e que me ajudaram na caminhada. A família é sem dúvida, o pilar de todas as construções.

RESUMO

O uso dos resíduos orgânicos como componentes de substrato propicia a obtenção de materiais alternativos, de fácil disponibilidade e baixo custo para o desenvolvimento de hortaliças. A produção de mudas é uma etapa importante para esse sistema, nesta etapa existem vários fatores que podem influenciar, dentre eles está o substrato. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes condicionadores de substratos sob a qualidade da muda e produtividade da alface cv. Vera em sistema orgânico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de substratos com os seguintes condicionadores: T1 = Casca de Arroz carbonizada, T2 = Casca de Coco, T3 = Composto orgânico, T4 = Substrato comercial Golden[®], que foi utilizado como tratamento controle, T5 = Palheira e T6 = Sumaúma. O experimento foi conduzido no período de março a abril de 2013 em cultivo protegido no sítio ecológico Seridó em Rio Branco-AC. Avaliou-se aos 24 dias após a semeadura o IQD, a massa seca da parte aérea e raiz das mudas de alface, além disso para avaliar a qualidade das mudas, foi realizado o transplântio das mudas para o campo e posterior avaliação da massa seca da parte aérea, massa fresca comercial por planta e produtividade aos 45 dias após a semeadura. O substrato contendo palheira como condicionador produz mudas com maior índice de qualidade. Os substratos contendo casca de arroz carbonizada, casca de coco, sumaúma e palheira como condicionadores, proporcionam maior massa fresca comercial, massa seca da parte aérea, produtividade da alface em sistema orgânico de produção.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*. Produção de mudas. Substrato orgânico.

ABSTRACT

The use of organic components of waste as substrate enables the obtaining of alternative materials, easy availability and low cost for the development of vegetable crops. Seedling production is an important step for this system, at this stage there are several factors that may influence, among them is the substrate. The objective of this study was to evaluate the effect of different substrates conditioners on the quality changes, and productivity of lettuce cv. Vera -organic system. The experimental design was randomized blocks with six treatments and four replications. Treatments consisted of substrates with the following conditioners: T1 = carbonized rice husk, coconut shell = T2, T3 = organic compound T4 = Commercial Substrate Golden[®], which was used as a control treatment, T5 and T6 = Palheira = Kapok. The experiment was conducted in the period March-April 2013 in the protected ecological site Seridó in Rio Branco-AC cultivation. Was evaluated at 24 days after sowing the IQD, the dry mass of shoots and roots of lettuce in addition to evaluating the quality of seedlings, transplanting seedlings to the field and subsequent evaluation of the dry mass was performed shoot fresh weight per plant and commercial productivity at 45 days after sowing. The substrate containing Palheira as conditioner produces seedlings with the highest quality. The substrates containing carbonized rice husk, coconut shell, kapok and Palheira as conditioners, provide greater commercial fresh weight, dry weight of shoots, lettuce yield in organic production system.

Keywords: *Lactuca sativa*. Seedling production. organic substrate

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química dos substratos	22
Tabela 2 - Características física dos substratos	22
Tabela 3 - Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de alface (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Vera, 24 dias após a semeadura, em função da utilização de diferentes substratos, em Rio Branco, AC, 2013	29
Tabela 4 - Massa fresca comercial, massa seca da parte aérea, produtividade e classe comercial de alface (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Vera, aos 53 dias após o transplântio, em função da utilização de diferentes substratos, em Rio Branco, AC, 2013	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Materiais utilizados na produção dos substratos	21
Figura 2 - Semeadura em bandejas de poliestireno expandido	23
Figura 3 - Mudas de alface aos 20 dias após a semeadura	23
Figura 4 - Preparo dos canteiros na estufa	24
Figura 5 - Irrigação por micro aspersão	24
Figura 6 - Muda de alface aos 24 dias após a semeadura	26
Figura 7 - Estufa de ar forçado	26

LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE A – Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) da análise do experimento aos 24 dias após a semeadura, no esquema de blocos casualizados em Rio Branco, AC, 2013 41
- APÊNDICE B – Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) da análise do experimento aos 45 dias após o transplante, no esquema de blocos casualizados em Rio Branco, AC, 2013 41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 CARACTERÍSTICAS DA CULTURA DA ALFACE	12
2.2 CULTIVO ORGÂNICO	13
2.3 SUBSTRATOS	14
2.4 CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO	17
2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	20
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
3.3 PREPARO DOS SUBSTRATOS E PRODUÇÃO DE MUDAS	20
3.4 PREPARO DA ÁREA E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	24
3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	25
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICES	39

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta anual, originária de clima temperado, destaca-se entre as hortaliças folhosas mais consumidas no mundo na forma de salada, tanto pelo seu sabor e qualidade nutricional quanto pelo seu baixo custo.

Segundo a Embrapa (2013) existem 66.301 propriedades rurais produzindo alface comercialmente, sendo 30% na região sudeste, 30% na região sul, 26% na região nordeste, 7% na região centro-oeste e 6% na região norte.

O cultivo orgânico de hortaliças tem crescido em taxas de 25% ao ano, em decorrência do menor custo de produção e pela qualidade nutricional superior (EMBRAPA, 2006), que no caso específico da alface orgânica, esta apresenta maiores teores de vitamina C, ácido ascórbico e menores teores de nitrato (SILVA et al., 2011).

Na agricultura orgânica, é obrigatório o uso de mudas e sementes orgânicas (Lei nº 10.831, 2003), e um dos problemas para a produção de hortaliças é a qualidade da muda produzida em recipientes, pois com a redução do volume de substrato e a proibição do uso de fertilizantes químicos de alta concentração e alta solubilidade contida nos substratos comerciais, podem proporcionar mudas de baixa qualidade (SOUZA, 2005).

A combinação de mistura de materiais como composto orgânico, casca de arroz, serragem, pó de rocha, fibra de coco e areia, podem proporcionar ao substrato características adequadas ao desenvolvimento das mudas, sendo o seu uso dependentes da disponibilidade e do custo com transporte, haja visto serem resíduos da atividade agropecuária e de disposição na propriedade.

O composto orgânico, apresenta alta concentração de nutriente como, cálcio, magnésio, fosforo e propriedades físicas/hídricas adequadas este material apresenta também alta capacidade de troca de cátions, teores elevados de matéria orgânica.

Dentre os componentes do substrato responsáveis pela melhoria das propriedades químicas, tem-se o composto orgânico e os fertilizantes permitidos pela legislação de orgânicos como calcário, fosfatos naturais, sulfato de potássio e micronutrientes (Lei 10.831). Condicionadores como casca de arroz carbonizada, fibra de coco, fibra de estipes, resíduos de madeiras decompostos, vermiculita que podem ser utilizados como condicionadores, pois apresentam boa densidade,

porosidade e retenção de umidade (COSTA et al., 2007; TRANI et al., 2007; FARIAS et al., 2012; BARRETO et al., 2012).

Entre vários materiais utilizados na mistura de substrato a casca de arroz carbonizada pode ser utilizada como condicionador por não reagir com os nutrientes do solo, apresenta longa durabilidade sem se degradar e proporciona boa retenção de umidade (FREITAS et al., 2013).

A necessidade de diversificação de condicionadores de substrato no estado do Acre, faz-se pela sua distância entre os centros produtores de substrato, indisponibilidade e baixa produção, sazonalidade de casca de arroz, inexistência de agroindústria de coco, porém existe concentração de outros resíduos referente a extração de pupunha, cupuaçu, mandioca e açaí na região do Alto Rio Acre que podem ser utilizados.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes condicionadores de substratos sob a qualidade da muda e produtividade da alface cultivar Vera em sistema orgânico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A alface constitui uma importante fonte de sais minerais, principalmente de cálcio e vitamina A. Originária da Europa e Ásia, a alface pertence à família Asteracea, subfamília Cichorioideae, gênero *Lactuca* e espécie *Lactuca sativa* (FILGUEIRA, 2008). Em algumas centrais de distribuição, o conjunto das espécies de alface representa quase 50% de todas as folhosas que são comercializadas no Brasil (EMBRAPA, 2011).

2.1 CARACTERÍSTICAS DA ALFACE

É uma planta típica de inverno mas que se desenvolve e produz melhor sob condições de temperaturas amenas, apresenta porte herbáceo, caule reduzido e não ramificado, com folhas grandes, lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de cabeça. As raízes são do tipo pivotante, com ramificações finas e curtas, explorando apenas os primeiros 25 cm de solo. Seu ciclo biológico é anual, encerrando a fase vegetativa quando a planta atinge o maior desenvolvimento das folhas. A fase reprodutiva consiste na emissão do pendão floral, sendo favorecida por épocas de altas temperaturas e dias longos (FILGUEIRA, 2008).

Praticamente todas as cultivares de alface desenvolvem-se bem em climas amenos, principalmente no período de crescimento vegetativo. A ocorrência de temperaturas mais elevadas acelera o ciclo cultural e, dependendo do genótipo, pode resultar em plantas menores, pois o pendoamento ocorre mais precocemente (EMBRAPA, 2009).

A cultura da alface é exigente quanto ao solo e fertilidade, preferindo solos com característica areno-argiloso e rico em matéria orgânica. Entre os nutrientes é exigente principalmente em potássio, nitrogênio e fósforo. Apresenta lento crescimento, nos períodos iniciais até os 30 dias após o plantio quando o acréscimo de peso é acentuado até a colheita (VIDIGAL et al., 1995). A alface se adapta melhor em faixa de pH 6,0 a 6,8 (FILGUEIRA, 2008).

Quanto às características químicas e físicas do solo em que é cultivada, mostra-se exigente em nutrientes (MARCHI, 2006; OLIVEIRA et al., 2009b). Em razão disso, a adubação orgânica tem grande importância no cultivo dessa hortaliça,

fazendo com que haja uma grande demanda por fertilizantes orgânicos com o objetivo de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos (LOPES et al., 2005).

Entre as cultivares de alface existe uma grande diversidade de formas, tamanhos e cores. Geralmente a classificação, baseia-se em características como o formato da folha e tamanho da cabeça, coloração, graus de limpeza, defeitos leves e graves e categoria. As variedades existentes pertencem a diferentes grupos varientais, como as folhas lisas, folhas crocantes e grossas fechando-se em cabeças e, folhas crespas sem formação de cabeças (BLANCO et al., 1997).

Quanto ao ambiente as cultivares de alface exige temperatura em torno de 15,5 a 18,3 C⁰, ideais para o desenvolvimento e boa formação da cabeça. Temperaturas acima de 20 C⁰ podem ocasionar queima aos bordos, formar cabeça pouco compacta, deficiência na absorção de cálcio e pendoamento acelerado (YURI et al., 2005).

Essa hortaliça, está sujeita ao ataque de pragas e doenças que reduz sua produtividade e a qualidade final do produto. Foram registrados mais de 75 doenças ocasionadas por fungos, bactérias e vírus (GOMES, 2003).

2.2 CULTIVO ORGÂNICO

A preocupação com o ambiente e com a qualidade de vida tem difundido a agricultura orgânica. Esse sistema de produção tem crescido em função da procura por produtos sem resíduos químicos (NEGRETTI et al., 2010).

Problemas de degradação ambiental, verificado no meio rural, como o declínio da produtividade estão associados à degradação do solo, erosão, perda de matéria orgânica, poluição das águas e do ar e uso indiscriminado de agrotóxicos (SOUZA, 2005).

O manejo orgânico do solo é de fundamental importância para o sucesso da agricultura orgânica de base ecológica. No Brasil, os produtos livres de agrotóxicos garantem lugar na mesa do consumidor. Os canais de venda desses produtos e as variedades de alimentos, têm-se ampliado de forma significativa (SOUZA et al., 2009).

No sistema orgânico de produção a preocupação especial é dada a nutrição da planta, pois quando bem nutridas estão menos suscetíveis a pragas e doenças. A matéria orgânica aplicada ao solo através da incorporação de húmus e outras fontes, além de melhorar a estrutura física e biológica do solo, proporcionam uma

maior eficiência na capacidade das plantas na assimilação dos nutrientes (NEGRETTI et al., 2010).

O cultivo orgânico dispensa o emprego de insumos sintéticos, como fertilizantes, pesticidas, reguladores de crescimento e aditivos alimentares para os animais. Utiliza de outros métodos de cultivo como a rotação de cultura, reciclagem de resíduos orgânicos, adubos verdes, rochas minerais, manejo e controle biológico (PEREIRA, 2006).

Para produção orgânica de mudas (EMBRAPA, 2006) sugerem o uso de composto puro, por conter alta concentração de nutrientes e propriedades físicas e hídricas adequadas. Estes constituintes apresentam também alta capacidade de troca de cátions, teores elevados de matéria orgânica, cálcio e magnésio (CARDOSO et al., 2011; PEREIRA et al., 2012).

2.3 SUBSTRATOS

Substrato para plantas refere-se ao meio de crescimento usado no cultivo em recipientes. É um meio poroso, formado por partículas sólidas e poros. As partículas sólidas, de origem mineral, orgânica ou sintética podem variar muito em aspectos físicos como aparência, forma, tamanho e massa específica (FERMINO; KAMPF, 2012).

A terra foi o primeiro componente usado como substrato, sendo utilizada até hoje, especialmente em plantas perenes de grande porte. A areia e a serrapilheira foram usadas para o cultivo de bromélias epífitas em vasos, no final do século XIX de acordo com Kampf (2004). Depois, outros materiais foram incorporados ao setor produtivo como a perlita na Espanha e a casca de árvores nos Estados Unidos e na Europa. No Brasil, os principais produtos utilizados na produção de substrato são materiais de origem orgânica como turfa, casca de pinus, casca de arroz carbonizada, fibra de casca do coco e outras (BATAGLIA ; FURLANI, 2004).

Algumas características físicas e químicas relacionadas aos substratos devem ser consideradas importantes como: homogeneidade, baixa densidade, alta porosidade, boa capacidade de retenção de água, alta capacidade de troca catiônica, boa agregação das partículas nas raízes, nutrientes em quantidades suficientes para o bom desenvolvimento das mudas, isenção de pragas, agentes fitopatogênicos e sementes indesejáveis, fácil manipulação a qualquer

tempo, abundância e baixo custo por unidade, além de aspectos fisiológicos da espécie a ser cultivada (GOMES; SILVA, 2004).

A preocupação com a qualidade dos substratos para as plantas no Brasil cresceu nos últimos anos com a existência de empresas com diferentes tipos de produção, objetivos e competitividade comerciais. Hoje, qualidade é um conceito importante para todos os segmentos da sociedade e pode ser definida como o grau em que um produto específico está de acordo com um projeto ou especificação (INMETRO, 2011).

O órgão responsável pela legislação que regulamenta as especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem de substratos para as plantas no Brasil, é o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Com o objetivo de padronizar a produção, em 17 de dezembro de 2004, foi publicada a primeira instrução normativa (IN nº 14) que trata das definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos substratos para plantas (MAPA, 2004).

A Instrução Normativa n.º 14 (MAPA, 2004) define quais atributos que o fabricante deve garantir durante a produção e as instruções n.º 17 (MAPA, 2007) e n.º 31 (MAPA, 2008) estabelecem os métodos nos quais são determinados estes valores, sendo: o valor da condutividade elétrica (CE) determinados pelo método 1:5 base volume (substrato:água), densidade seca determinada pelo método da autocompactação, o potencial hidrogeniônico (pH) e a capacidade de retenção de água (CRA) determinada após saturação e cessada a drenagem quando submetida à tensão de 10 cm de coluna de água ou 0,1 kPa, e a umidade determinada aos a 65 °C. Estes valores podem variar entre $\pm 0,5$ para o pH, $\pm 0,3$ dS m⁻¹ para a CE, $\pm 15\%$ para densidade seca, até 10% para menos (peso/peso) para a CRA e até 10% para mais para umidade (MAPA, 2004).

Uma das principais etapas do sistema produtivo da alface é a produção de mudas de qualidade, pois delas depende o desempenho final das plantas no campo de produção, tanto do ponto de vista nutricional, quanto do tempo necessário à produção e, conseqüentemente, do número de ciclos produtivos possíveis por ano (FILGUEIRA, 2003).

O ouricuri (*Attalea phalerata*), planta nativa dos estados do Acre, Rondônia e Pará, possui alto potencial energético e um alto grau de aproveitamento. Todas as suas partes apresentam algum tipo de utilidade, por exemplo, suas amêndoas

fornece óleo, parte fibrosa do caule quando decomposta, pode ser utilizada como adubo (MACEDO et al., 2011).

A casca do coco vem sendo indicado como substrato agrícola, pois apresenta uma estrutura física vantajosa, livre de patógenos e plantas daninhas além de ser um resíduo da agroindústria. Porém, deve ser misturado com outros materiais ricos em nutrientes pois apresenta uma baixa quantidade de nutriente (FREITAS et al., 2012). Entretanto, na composição final de um substrato para a cultura da alface, se tenha entre 110 a 179 mg L⁻¹ de K; 140 a 219 mg L⁻¹ de Ca; 8 a 13 mg L⁻¹ de P; 60 a 99 mg L⁻¹ de Mg; 80 a 139 mg L⁻¹ de N; de nutrientes PLANK (1989) , e de 2 a 3% de porosidade 1,0 ds m⁻¹ Kampf (2000).

A utilização de substratos à base de casca de coco verde e de coco madura com diversas proporções de fibra e pó, mostrou ser uma alternativa para a produção de mudas de berinjela (OLIVEIRA et al., 2009a) .

Segundo Almeida (2005) a fibra de coco apresenta tendência de fixar cálcio e magnésio e liberar potássio no meio, apresentando pH entre 6,3 e 6,5 e a sua salinidade é de média a elevada, fatores que devem ser levados em conta quando o produtor for planejar seu plantio. Este material apresenta ótima capacidade de retenção de água, cerca de três a quatro vezes o seu peso. Este substrato apresenta ainda alta estabilidade física, pois se decompõe muito lentamente e apresenta alta molhabilidade, isto é, não repele a água quando está seco, o que traz grandes vantagens no manejo da irrigação para o produtor (WENDLING ; GATTO, 2002).

Gomes et al., 2008, trabalhando com produção de mudas de alface em substratos alternativos, como misturas de casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca com diferentes doses de SulpoMag[®] verificaram diferença significativa entre os tratamentos utilizados, em que o substrato comercial bioplante[®] e o tratamento com 70% de húmus de minhoca, não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores aos demais.

Freitas et al., 2013 avaliando diferentes combinações de substratos na produção de mudas de alface verificou que o aumento na proporção de casca de arroz carbonizada nos substratos condicionou redução linear na altura e no diâmetro do colo das mudas aos 24 dias após a semeadura, além de não aumentar a capacidade de retenção de água no substrato.

Segundo Cardoso et al., 2011 avaliando o efeito de doses de composto orgânico nas propriedades do solo e teores de nutrientes para a produção de

sementes de alface, utilizando as doses de; 30 t ha⁻¹; 60 t ha⁻¹; 90 t ha⁻¹ e 120 t ha⁻¹ de composto orgânico e o tratamento controle, sem composto orgânico, observaram que o incremento de composto orgânico no solo elevaram os teores de MO, Ca, Mg, SB, CTC e V% do solo ao final do ciclo da cultura.

2.4 CARACTERÍSTICAS DOS SUBSTRATOS

Um material pode ser caracterizado mediante uma gama de propriedades, sejam elas físicas, químicas ou biológicas. Entretanto, segundo Kampf (2008), as características físicas indispensáveis para a caracterização do material são a densidade volumétrica, porosidade e capacidade de retenção de água. A partir dessas propriedades é possível indicar a qualidade e sugerir usos e limitações dos substratos.

Segundo Fermino (2002) a densidade do substrato utilizado em recipiente é a primeira propriedade física a ser considerada sendo essa de grande importância para a interpretação de outras características, como: porosidade, espaço de aeração e disponibilidade de água, além de salinidade e teor de nutrientes. Substratos com alta densidade podem limitar o crescimento das plantas e dificultar o seu transporte (KAMPF, 2000).

O conhecimento do valor da densidade volumétrica tem várias aplicações, como no cultivo em recipientes, servindo como parâmetro para o manejo da irrigação, misturas muito leves são próprias para bandejas, enquanto as de alta densidade são mais adequadas para recipientes maiores (FERMINO; KAMPF, 2012)

A porosidade total é definida como a diferença entre o volume total e o volume de sólido de uma amostra de substrato (FERMINO, 2003). É fundamental para o crescimento das plantas, visto que a grande concentração de raízes formadas nos recipientes exigem elevado fornecimento de oxigênio e rápida remoção do gás carbônico, desta forma o substrato deve ser suficientemente poroso, a fim de permitir trocas gasosas eficientes, evitando falta de ar para a respiração das raízes e para a atividade dos microrganismos no meio (KÄMPF, 2005). Assegurando, também, adequado suprimento de água, nutrientes e calor.

A capacidade de retenção de água, segundo Ferrari (2003) é determinada pelo teor, quantidade e características dos materiais do substrato, principalmente a matéria orgânica e alguns tipos de material inerte, como a vermiculita. Materiais

como a fibra de coco, retêm grande quantidade de água, o que pode reduzir substancialmente a necessidade de irrigações ao longo do dia, principalmente no inverno, quando a taxa de transpiração é menor (BARRETO, 2012).

Substratos com menor capacidade de retenção de água exigem maior aplicação de água em cada irrigação, ou que seja aumentada a frequência da mesma (WENDLING et al., 2007).

Para a caracterização química dos substratos destacam-se duas propriedades ditas como principais: pH e capacidade de troca de cátions (CTC) (KAMPF, 2000; SANTOS et al., 2002). O pH influencia diretamente tanto na solubilidade, quanto na disponibilidade dos nutrientes para as plantas. Por exemplo, em uma solução básica com pH acima de 8, o ferro (Fe^{3+}) precipita como hidróxido de ferro ($\text{Fe}(\text{OH})^3$) insolúvel, resultando na indisponibilidade do ferro para absorção pelas plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

A capacidade de troca de cátions pode ser definida como a quantidade de cátions existentes na superfície das partículas do substrato, que pode ser trocada com a dos cátions da solução nutritiva. Quando o manejo adotado possui alta frequência de aplicação de fertilizantes, é recomendada uma capacidade de troca de cátions mais baixa, quase nula. Entretanto, com aplicações mais distantes, é desejável que os valores de CTC sejam mais elevados, possibilitando assim a retenção dos nutrientes no substrato e a sua liberação gradativa às plantas (MARTÍNEZ, 2002).

2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS

Para a produção de hortaliças, a formação de mudas de qualidade é uma das fases mais importantes para o ciclo da cultura, influenciando diretamente no desempenho final da planta, tanto do ponto de vista nutricional como do produtivo, sendo que mudas mais vigorosas apresentam relação direta com a produção a campo (CAMPANHARO et al., 2006).

Com o desenvolvimento tecnológico e avanço das pesquisas surgiram novas técnicas e metodologias para o cultivo de mudas, passando de canteiros no solo para produção em recipientes, como as bandejas de poliestireno expandido.

A utilização de bandejas para a produção de mudas aumenta o rendimento operacional; reduz a quantidade de sementes; uniformiza as mudas, facilita o

manuseio no campo, melhora o controle fitossanitário e permite a colheita mais precoce (FILGUEIRA, 2000; RESENDE, 2003).

Segundo Almeida (2005), para determinar a qualidade das mudas são realizadas medições de algumas variáveis biométricas como altura, diâmetro do colo, biomassa seca, que refletirão no comportamento da planta nas condições que estas se encontram submetidas, indicando o quanto estes fatores estão influenciando no crescimento das mudas.

A altura da parte aérea fornece uma excelente estimativa para o crescimento inicial das mudas em campo, porém deve-se verificar se as mesmas não se encontram estioladas, ou seja, com baixo diâmetro e massa seca, nesse caso a sobrevivência e o crescimento em campo poderão ser prejudicados (GOMES; PAIVA 2006). Segundo esses mesmos autores, quanto maior o diâmetro do colo, melhor será o equilíbrio do crescimento com a parte aérea.

Costa et al., 2011 avaliando o diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca total (MST), determinadas as relações altura diâmetro do colo (RAD), massas secas aéreas radiculares (RMS) e índice de qualidade de Dickson ($IQD = MST / (RAD + RMS)$) (DICKSON et al., 1960), de mudas de berinjela submetidas a diferentes métodos de produção verificaram que o IQD é um bom indicador do padrão de qualidade de mudas de berinjela.

Substratos alternativos, além de permitirem a produção de mudas de qualidade, reduzem os custos de produção, Pereira et al., (2012) avaliaram o uso de substrato comercial e quatro misturas em diferentes proporções de composto, areia e pó de basalto sendo, T0 - Plantmax[®]; T1 - 100% composto; T2 - 95% composto + 2,5% areia + 2,5% pó de basalto; T3 - 90% composto + 3% areia + 7% pó de basalto; T4 - 85% composto + 6% areia + 9% pó de basalto no desenvolvimento de mudas de almeirão em diferentes épocas 13 e 26 dias após a emergência verificaram que o composto orgânico e as misturas foram superiores ao substrato comercial proporcionando mudas mais vigorosas e plantas mais resistentes no campo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação dos substratos (condicionadores) foi realizada em duas fases: produção de mudas em viveiro e cultivo no campo.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi realizado no Sítio Ecológico Seridó, localizado na Rodovia AC-10, km 04, em Rio Branco (AC), situado a latitude 09° 53' 10,6" S e longitude 67° 49' 08, 6" W, com altitude média de 170 m, no período de março a maio de 2013. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, sendo, portanto um clima equatorial com variação para o tropical quente e úmido, com estação seca bem definida, junho/setembro, temperaturas médias anuais variando em torno 24,5°C, umidade relativa do ar de 84% e a precipitação anual varia de 1.700 a 2.400 mm (ACRE, 2010).

O local é de topografia suavemente ondulada, com solo ARGISSOLO AMARELO Alítico Plíntico, sem erosão aparente, de drenagem moderada, o qual apresentava as seguintes características: pH 6,4 ; MO: 30 g dm⁻³; P: 15 mg.dm⁻³; K: 1,5 mmolc.dm⁻³; Ca 62 mmolc.dm⁻³; Al: 1 mmolc.dm⁻³; H+Al: 20 mmolc.dm⁻³; CTC: 82 mmolc.dm⁻³ e V: 102,5%, para a camada de 0 – 20cm.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos (substratos) e quatro repetições.

As parcelas foram compostas por 24 plantas da cultivar Vera média 1,7 m de comprimento por 1,2 m de largura, com o plantio sendo feito em quatro linhas dispostas no espaçamento de 0,30 x 0,30 m, totalizando 24 plantas. A área útil da parcela foi formada por 6 plantas das duas linhas centrais do canteiro.

Os tratamentos constaram de substratos com os seguintes condicionadores: T1 = casca de arroz carbonizada, T2 = casca de coco, T3 = composto orgânico, T4 = substrato comercial Golden[®], que foi utilizado como substrato controle, T5 = Palheira e T6 = Sumaúma.

3.3 PREPARO DOS SUBSTRATOS E PRODUÇÃO DE MUDAS

Os materiais utilizados na produção dos substratos foram adquiridos na própria localidade, devido à disponibilidade, sendo estes formados por: casca de arroz carbonizada, casca de coco, sumaúma, composto orgânico e palheira.

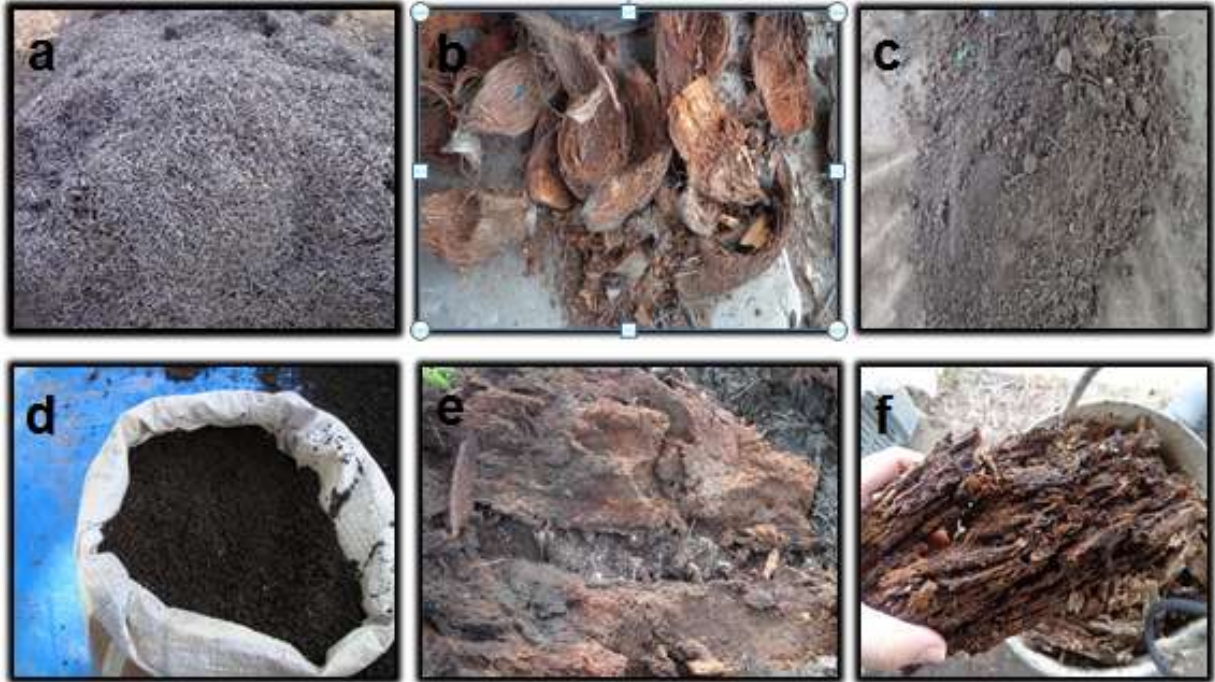


FIGURA 1 - Materiais utilizados na produção dos substratos, casca de arroz carbonizada (a), casca de coco (b), composto orgânico (c), Golden® (d), palheira ouricuri (e) e sumaúma (*Seiba pentadra*) (f). (Foto: Antônio C. Simões)

Estes materiais foram triturados e posteriormente peneirados para melhor homogeneização. Os substratos T1, T2, T5 e T6 foram compostos por terra, e condicionadores em proporções iguais, (1/1) acrescidos de 10% v/v de pó de carvão vegetal, $1,0 \text{ kg m}^{-3}$ de calcário dolomítico e $1,5 \text{ kg m}^{-3}$ de termofosfato natural. O composto T3 utilizado foi preparado a partir de camadas alternadas de braquiária dessecada, esterco bovino curtido e cama de aviário, decomposto naturalmente, e o Substrato T4 = Golden®, (testemunha) foi adquirido em loja agropecuária.

As análises químico-físicas dos substratos foram feitas no Instituto Campineiro de Análise de Solo e Água – ICASA (Tabelas 1 e 2)

Tabela 1 – Análise química dos substratos

Substratos	pH	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Na
Arroz	7,5	5,9	184,0	108,0	408,0	36,3	0,21	0,02	3,76	0,12	10,0
Coco	7,4	5,0	166,0	59,1	22,5	27,4	0,17	0,02	4,76	0,18	14,0
Composto	6,2	30,2	69,0	221,0	80,2	46,3	0,18	0,10	4,82	5,47	8,4
Golden [®]	5,3	0,4	84,0	128,0	70,1	183,0	0,87	0,01	0,36	0,11	14,4
Palheira	6,5	20,2	348,0	153,0	88,0	87,1	0,28	0,03	1,99	0,82	12,0
Sumaúma	8,1	2,3	140,0	130,0	410,0	35,2	0,10	0,03	3,61	0,15	9,4

T1 Casca de Arroz Carbonizada + mistura (10% v/v de pó de carvão vegetal, 1,0 kg m⁻³ de calcário dolomítico e 1,5 kg m⁻³ de termofosfato natural), T2 Casca de Coco + mistura, T3 Composto orgânico, T4 Golden[®], T5 Palheira + mistura, T6 Sumaúma + mistura.

Tabela 2 - Análise físicas dos substratos

Substratos	Da	Dp	EP	OS	C.R.A.	C.T.C.	C.E.	M.O.
	-----Kg m ⁻³ -----		-----%-----			mMol _c kg ⁻¹	(mili Scm ⁻¹)	(g 100g ⁻¹)
Arroz	720,6	2423,1	75,6	24,4	90,70	102,5	0,430	13,19
Coco	589,9	2298,6	78,9	21,1	91,72	95,0	0,359	21,54
Composto	649,5	2314,8	83,9	16,1	151,42	135,0	0,494	20,41
Golden [®]	454,0	1989,1	88,2	11,8	219,34	347,5	0,410	46,82
Palheira	779,3	2373,7	75,9	24,1	102,30	107,5	0,854	16,40
Sumaúma	742,0	2380,3	76,9	23,1	106,60	160,0	0,489	15,90

Da: densidade aparente; Dp: densidade das partículas; EP: espaço poroso; PS: partículas sólidas; C.R.A.: Capacidade de retenção de água; C.T.C.: capacidade de troca de cátions; C.E.: condutividade elétrica. M.O.: Matéria orgânica.

T1 Casca de Arroz Carbonizada + mistura (10% v/v de pó de carvão vegetal, 1,0 kg m⁻³ de calcário dolomítico e 1,5 kg m⁻³ de termofosfato natural), T2 Casca de Coco + mistura, T3 Composto orgânico, T4 Golden[®], T5 Palheira + mistura, T6 Sumaúma + mistura

A formação das mudas foi realizada em bandejas de poliestireno expandido (Isopor[®]), sendo utilizada a cultivar cv. Vera semeada no dia 08/03/2013. Foram utilizadas 3 sementes por célula e oito dias após, realizado desbaste, deixando uma planta por célula.

A cultivar Vera apresenta plantas vigorosas com folhas crespas, bem mais acentuadas do que as da cultivar Verônica, eretas e de coloração verde-clara brilhante, semelhantes às da cultivar Grand Rapid. Suas folhas basais são, em média, 2 a 3 cm mais curtas e 2 a 4 cm mais largas do que as da cv. Verônica. 'Vera' apresenta, em média, menor número de folhas (2 a 3 folhas) do que a cultivar Verônica. Seu ciclo, da semeadura ao ponto ideal de colheita para o mercado, varia de 50 a 70 dias conforme a região e época de cultivo (VECCHIA et al., 1999).



FIGURA 2 - Semeadura em bandejas de poliestireno expandido.
(Foto: Antônio C. Simões)



FIGURA 3 – Mudanças de alface aos 20 dias após a sementeira.
(Foto: Antônio C. Simões)

3.4 PREPARO DA ÁREA E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O transplante das mudas para o campo foi realizado aos 24 dias após a sementeira, em estufa com as laterais abertas, coberta com polietileno transparente de 100 μ , medindo 30,0 m x e 4,6 m, com 2,0 m de pé direito e 3,5 m de altura central. A preparação da área constou de aração com arado de aiveca e gradagem com grade cultivadora de cinco facas e seis discos, ambos de tração animal. A adubação constou de 20t ha de composto orgânico (base seca) incorporado no momento de construção dos canteiros com enxada manual.

O levantamento dos canteiros foi realizado de forma manual a 20 cm de altura, com plantio das mudas realizado em triângulo, com espaçamento de 30 x 30 cm sendo 1,8 m de comprimento por 1,2 m de largura, perfazendo 2,16 m² de área total por parcela, compostas por 24 plantas.

A irrigação foi do tipo microaspersão, sendo aplicado uma lâmina média de 6 mm dia⁻¹, elevando-se o teor de água no solo próximo à capacidade de campo, durante todo o ciclo da cultura. O controle de pragas e de doenças foi conforme as infestações e necessidade da cultura (duas aplicações alternadas de calda sulfocálcica e óleo de nim concentração de 1%). Foram realizadas três capinas para o controle de plantas espontâneas. A colheita foi realizada aos 45 dias após a semeadura.



FIGURA 4 – Preparo dos canteiros na estufa. (Foto: Antônio C. Simões)



FIGURA 5 – Irrigação por microaspersão. (Foto: Antônio C. Simões)

3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Foram avaliadas aos 24 dias após a semeadura, na fase de muda as seguintes características: comprimento de raiz (CR), altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca comercial (MFC), massa seca da parte aérea comercial (MSPAC), todos estes valores foram coletados para determinar o (IQD) Índice de qualidade do desenvolvimento.

Para obtenção da altura de plantas e comprimento das mudas de alface, foi utilizada régua graduada em centímetros, e com o auxílio do paquímetro mediu-se o diâmetro do colo da planta em mm. Para a determinação do índice de Qualidade do Desenvolvimento (IQD) foi aplicada a metodologia de Dickson, Leaf e Hosner (1960) determinado através das seguintes variáveis: massa seca da parte aérea, das raízes, massa seca total, altura e diâmetro do colo das mudas, conforme a equação seguinte:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSRA}\right)}$$

Sendo:

IQD = Índice de qualidade de Dickson;

MST = Massa seca total (g);

H = Altura (cm);

DC = Diâmetro do colo (cm);

MSPA = Massa seca da parte aérea (g);

MSRA = Massa seca da raiz (g);

Para a avaliação das variáveis na fase de muda foram retiradas 40 mudas por tratamento e lavadas em água corrente para retirada do substrato aderido as raízes e logo após separou-se o sistema radicular da parte aérea. Para obtenção da massa seca da parte aérea e das raízes, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel abertos e identificados e encaminhadas para estufas com circulação forçada

de ar a 70 °C, até apresentarem massa constante e depois aferiu-se a massa em uma balança analítica de precisão.

A colheita foi realizada aos 45 dias após a semeadura (fase campo) foram colhidas seis plantas centrais de cada parcela e aferida sua massa fresca (g) e posteriormente seca em estufa de ar forçado até massa constante.



FIGURA 6 – Muda de alface aos 24 dias após a semeadura.
(Foto: Antônio C. Simões)



FIGURA 7- Estufa de ar forçado. (Foto: Antônio C. Simões)

As plantas foram classificadas de acordo com as normas do Programa Brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortaliças.

Classificando cada planta em classe (de acordo com o limite inferior e superior de massa em gramas). Valores inferiores a 100 g/planta são de classe 5, ≥ 100 a < 150 g classe 10, de ≥ 150 a < 200 g classe 15 assim sucessivamente até atingir o limite superior 1000 g/planta e a classificação máxima de 100.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística iniciou-se com a verificação de dados discrepantes (outliers) pelo teste de Grubbs (1969), de normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e de homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran (1941) (APÊNDICES A e B). Posteriormente efetuou-se análise de variância pelo teste F de Snedecor e Cochran (1948) e comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Scott-Knott (1974). Para as variáveis que não apresentaram homogeneidade das variâncias e/ou normalidade dos erros efetuou-se a transformação dos dados. Para variável classe comercial, onde a mesma é determinada por notas pré-determinadas foi aplicado o teste não-paramétrico de Friedman

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre os substratos para as características massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e índice de qualidade das mudas (IQD) (APÊNDICE A).

Os substratos que continham casca de arroz, palheira e o substrato com 100% de composto orgânico como condicionadores, não diferiram estatisticamente entre si quanto a massa seca da parte aérea, porém proporcionaram mudas com teor de massa seca da parte aérea, 470,8% maior que o substrato comercial Golden[®] utilizado como testemunha (Tabela 3).

Um dos fatores que contribuiu para isso foi a composição química desses substratos (Tabela 1), os quais estão relacionados à maior disponibilidade de nutrientes, principalmente fósforo, e à boa porosidade dos substratos, favorecendo o processo germinativo, o desenvolvimento do sistema radicular fazendo com que ocorra maior interceptação radicular e absorção de nutrientes. Segundo Freitas et al., (2013) o uso de casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato proporciona maior retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes.

A quantidade e tamanho das partículas dos substratos são características físicas que influenciam no desenvolvimento do sistema radicular, pois são responsáveis pela retenção de água e aeração do solo (FERRAZ et al., 2005).

O maior acúmulo de massa seca nas mudas desenvolvidas no composto orgânico ocorre pelo maior teor e equilíbrio dos nutrientes deste material segundo Cardoso et al., 2011 avaliando o efeito de doses de composto orgânico nas propriedades químicas do solo e teores de nutrientes para a produção de sementes de alface, utilizando as doses de; 30 t ha⁻¹; 60 t ha⁻¹; 90 t ha⁻¹ e 120 t ha⁻¹ de composto orgânico e controle sem composto, observou que a adição de composto orgânico no solo elevou os teores de MO, Ca, Mg, SB, CTC e V% do solo ao final do ciclo da cultura. O uso de composto orgânico como substrato propicia o desenvolvimento de mudas mais vigorosas (PEREIRA et al., 2012).

A disponibilidade de nutrientes para a planta é um fator a ser levado em consideração, Macedo et al., (2011) verificaram que substratos formados a partir de húmus do caule de babaçu (*Attalea speciosa Mart.*) misturado com terra e esterco bovino pode representar uma alternativa para produção de mudas de alface em

bandejas de isopor. Semelhante ao substrato deste experimento que foi constituído de palheira + terra + condicionadores em proporções iguais.

Analisando a massa seca de raiz (MSR) (Tabela 3), verifica-se que os valores médios entre os tratamentos seguem a mesma tendência da massa seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 3), exceto para o tratamento formado por composto orgânico que apresentou menor produção de massa seca de raiz quando comparado aos substratos casca de arroz e palheira.

Este fato se deve possivelmente devido ao composto orgânico apresentar maior capacidade de retenção de água (Tabela 2), e características químicas, suficiente para o desenvolvimento da planta com baixo desenvolvimento de raiz (Tabela 1). Apesar da composição química do substrato proporcionar maior acúmulo de massa seca da parte aérea, inibe o crescimento de raiz, reduzindo sua massa seca. Segundo Santos e Carlesso (1998), o déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do solo.

O substrato contendo palheira como condicionador proporcionou maior índice de qualidade de desenvolvimento das mudas. (Tabela 3).

Tabela 3 - Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de alface (*Lactuca sativa*) cv. Vera, 24 dias após a semeadura, em função da utilização de diferentes substratos, em Rio Branco, AC, 2013

Substratos	MSPA ------(g planta ⁻¹)-----	MSR	IQD
Arroz	0,037 a	0,011 a	0,0013 b
Coco	0,028 b	0,009 b	0,0012 b
Composto	0,038 a	0,008 b	0,0011 b
Golden [®]	0,008 c	0,005 c	0,0005 c
Palheira	0,038 a	0,013 a	0,0015 a
Sumaúma	0,033 b	0,009 b	0,0011 b
CV%	10,17	10,40	0,01

Médias seguidas de mesma letra não diferem ($p > 0,05$) entre si pelo teste de Scott-Knott.

T1 Casca de Arroz Carbonizada + mistura (10% v/v de pó de carvão vegetal, 1,0 kg m⁻³ de calcário dolomítico e 1,5 kg m⁻³ de termofosfato natural), T2 Casca de Coco + mistura, T3 Composto orgânico, T4 Golden[®], T5 Palheira + mistura, T6 Sumaúma + mistura

O diâmetro do colo, associado à altura da planta são duas variáveis utilizadas no cálculo do IQD e revelam se houve estiolamento ou não, segundo Cruz et al., (2006) a relação altura/diâmetro (RAD) imprime um equilíbrio no crescimento da

muda, relacionando duas importantes características morfológicas em um único índice. Esta observação parte do princípio que plantas altas com diâmetro do colo baixo podem ocorrer pela falta de luminosidade ou outro fator que estimule o crescimento vegetativo levando a planta a um possível estiolamento. Segundo Costa et al., (2011) a fórmula que determina o IQD é balanceada e inclui além da relação altura e diâmetro (RAD), as biomassas secas de raiz, parte aérea e total ($IQD = MST/(RAD + RMS)$). Assim, quanto maior for o valor do índice, maior é o padrão de qualidade das mudas.

Provavelmente as proporções dos materiais que constituíram o substrato palheira, em comparação com os demais, apresentaram superioridade por proporcionarem equilíbrio entre as características biométricas como diâmetro do colo, altura de planta e biomassa de raiz e parte aérea e por apresentar teores elevados de P, K e Ca (Tabela 1) e também características física adequadas para substratos como a disponibilidade de umidade, densidade, partículas sólidas e aeração (Tabela 2).

Apesar do substrato com palheira apresentar o maior IQD (Tabela 3), os substratos compostos com casca de arroz, casca de coco, palheira e sumaúma não diferiram estatisticamente quanto a MFC, e foram superiores ao substrato comercial (Tabela 4).

Tabela 4 - Massa fresca comercial, massa seca da parte aérea, produtividade e classe comercial de alface (*Lactuca sativa*) cv. Vera, aos 53 dias após o transplântio, em função da utilização de diferentes substratos, em Rio Branco, AC, 2013

Substratos	Massa Fresca Comercial ----- (g planta ⁻¹)	Massa seca da parte aérea -----	Produtividade (kg m ⁻²)	Classe comercial
Arroz	219,99 a ¹	8,43 a ¹	2,44 a ¹	18,8 a ²
Coco	230,28 a	8,79 a	2,56 a	20,0 a
Composto	178,61 b	6,82 b	1,98 b	15,0 b
Golden [®]	143,33 c	5,48 c	1,59 c	12,5 b
Palheira	207,50 a	7,93 a	2,31 a	20,0 a
Sumaúma	206,94 a	7,92 a	2,30 a	18,8 a
CV%	11,20	11,16	11,20	15,06

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem (p>0,05) entre si pelo teste de Scott-Knott

² Médias seguidas de mesma letra não diferem (p>0,05) entre si pelo teste de Friedman

T1 Casca de Arroz Carbonizada + mistura (10% v/v de pó de carvão vegetal, 1,0 kg m⁻³ de calcário dolomítico e 1,5 kg m⁻³ de termofosfato natural), T2 Casca de Coco + mistura, T3 Composto orgânico, T4 Golden[®], T5 Palheira + mistura, T6 Sumaúma + mistura.

O substrato comercial Golden[®] promoveu a produção de mudas de qualidade inferior e menor produção comercial quando comparado aos demais tratamentos. Este

substrato possui características físicas e físico-hídricas (Tabela 2) dentro dos padrões para substrato, porém, apresentou baixa concentração de fósforo, apenas $0,4 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabela 1) provavelmente pela não adição de fósforo durante a linha de produção, do lote utilizado. Este teor está abaixo do ideal para substratos que variam de 8 a 13 mg L^{-1} (PLANK, 1989). Nessas concentrações o P favorece o desenvolvimento do sistema radicular, o vigor das plantas, a produção de matéria seca, aumenta a precocidade da colheita e as características pós-colheita de hortaliças (FILGUEIRA, 2008).

A menor qualidade das mudas dos substratos casca de arroz, casca de coco e sumaúma comparada com palheira (Tabela 3) não afetou a massa fresca comercial, massa seca da parte aérea, produtividade comercial e a classificação das plantas após o cultivo em campo (Tabela 4).

Segundo Oliveira (2010), as hortaliças folhosas respondem muito bem à adubação orgânica. Considerando que a área onde se realizou o experimento é mantida com sistema orgânico há cinco anos, houve uma compensação fisiológica das plantas devido a qualidade química, física e biológica do solo. Souza (2005) avaliando as condições de solo de um sistema orgânico de produção por um período de cinco anos onde se havia feito o cultivo intercalado de varias hortaliças, verificou um aumento de 52% de matéria orgânica, fósforo 326% (de 43 para 183 ppm), potássio 87% (de 139 para 260 ppm), cálcio 71% e magnésio 88% verificando elevado grau de fertilidade do solo.

De acordo com Souza (2005), na agricultura convencional, a utilização de adubos químicos promove, com o passar do tempo, uma redução na atividade biológica do solo, podendo afetar o desempenho produtivo das culturas.

Apesar da qualidade das mudas do substrato composto orgânico não diferir dos substratos casca de arroz, casca de coco e sumaúma (Tabela 3), proporcionou menor massa fresca comercial das plantas em campo (Tabela 4).

As mudas produzidas com composto orgânico, desenvolveram mais a parte aérea em detrimento do sistema radicular (Tabela 3). Segundo Marques et al., (2003), avaliando mudas de alface em bandejas de isopor com diferente número de células verificaram que, mudas com maior relação entre MFPA e MFR são indesejáveis para o transplante, em virtude da maior área foliar exposta à radiação solar, vento, e a pequena quantidade de raiz pode causar deficiência hídrica e de nutrientes, fazendo com que ocorra menor taxa de pegamento, desenvolvimento inicial lento, maior necessidade de replantio e maiores custos de produção.

Para a indústria, a alface com elevada massa comercial por planta é desejável, pois está diretamente relacionada com o rendimento no momento do processamento (Yuri *et al.*, 2004).

Os substratos contento casca de arroz, casca de coco, sumaúma e palheira (Tabela 4) proporcionaram as maiores produtividades variando de 2,31 a 2,56 kg m⁻², e o substrato Golden foi o que apresentou a menor produção, provavelmente devido a baixa qualidade das mudas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Abreu *et al.*, (2010), ao avaliar a produtividade da alface cv. vera sob duas forma de adubação química e orgânica, através dos seguintes tratamentos: T1 – Testemunha (sem adubação); T2 – Adubação química; T3 – Esterco de galinha; T4 – Esterco bovino; T5 – Húmus de minhoca; e T6 – Composto orgânico. Observaram uma produção de matéria fresca nas parcelas adubadas com composto orgânico de 2,8 kg m⁻², com a dose de 30 t/h de composto. Segundo os mesmos autores após a adição dos adubos ao solo, foi observado um incremento na concentração de todos os macronutrientes e um aumento do pH de 5,8 para 7,1.

Os condicionadores de substratos com casca de arroz carbonizada, casca de coco, palheira e sumaúma proporcionaram plantas com maior classe comercial entre os tratamentos (Tabela 4), pois apresentaram melhor aparência final das plantas, disposição das folhas no caule, ausência de perfurações causadas por pragas e/ou danos mecânicos, folhas amareladas sendo reflexo das melhores condições do ambiente de crescimento da planta, em campo, ao final do ciclo de cultura apresentando maiores massas fresca. A classe comercial é consequência de tal resultado, pois a alface pode atingir maiores preços de comercialização haja visto que esta é feita geralmente por unidade (“pé ou cabeça”).

5 CONCLUSÕES

O substrato contendo palheira como condicionador produz mudas com maior índice de qualidade.

Os substratos contendo casca de arroz carbonizada, casca de coco, sumaúma e palheira como condicionadores, proporcionam maior massa fresca comercial, massa seca da parte aérea e produtividade da alface cv. Vera em sistema orgânico de produção.

REFERÊNCIAS

- ABREU, I. M. de O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. de. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência Tecnologia Alimento**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 108-118, maio. 2010.
- ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St. Hill., A. Juss. e Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) produzidas em diferentes substratos**. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2005.
- BARRETO, C. V. G.; TESTEZLAF, R.; SALVADOR, C. A. Ascensão capilar de água em substratos de coco e de pinus. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, p.385 - 393, set./out. 2011.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R. Nutrição Mineral e Adubação para cultivos em substratos com atividade química. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 4., 2004, UFV. **Anais...** Viçosa: ed. UFV. p. 106-128, 2004.
- BLANCO, M. C. S. G.; GROppo, G. A.; TESSARIOLI NETO, J. **Alface (*Lactuca sativa* L.)**. Viçosa: UFV, 1997. 13-18 p. (Manual Técnico das Culturas).
- CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; LIRA JUNIOR, M. A.; ESPINDULA, M. C; COSTA, J. V. T. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 40-145, jun. 2006.
- CARDOSO, A. I. I.; FERREIRA, K. P.; VIEIRA JÚNIOR, R. M.; ALCARDE, C. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 594-599, out./dez. 2011.
- COSTA, E.; DURANTE, L. G. Y.; NAGEL, P. L.; FERREIRA, C. R.; SANTOS, A. dos. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 1017-1025, out./de. 2011.
- COSTA, C. A.; RAMOS, S. J.; SAMPAIO, R. A.; GUILHERME, D. O.; FERNANDES, L. A. Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 387 – 391, jul./set. 2007.
- CRUZ, C. A. F. e; PAIVA, H. N. DE; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke) .**Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.537-546, 2006
- DELLA VECCHIA, P.T.; KOCH, P.S.; KIKUCHI, M. Vera: Nova cultivar de alface crespa resistente ao florescimento prematuro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 171, julho. 1999.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ontário, v. 36, n. 8, p. 10-13, Mar. 1960.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Aproveitamento de resíduos na agropecuária. Belo Horizonte, v. 26, n. 224, 2005 (Informe agropecuário, 26)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Brasília, DF. nov. 2009 (Comunicado técnico, 75)

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Dicas ao consumidor**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/alface.htm>. Acesso em: 29/09/2011.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2.ed.Londrina: Ed Planta, 2006. 403 p.

FARIAS, W. C. de.; OLIVEIRA, L. L. de P.; OLIVEIRA, T. A. de.; DANTAS, L. L. de G. R.; SILVA, T. A. G. Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista ACSA**, Campina Grande, v. 8, n. 3, p. 1-6, abr./jun. 2012.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 2003, 104f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERMINO, M. H.; KÄMPF, A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n: 1, p. 75-79. jan./mar. 2012.

FERMINO, M.H. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo – IAC. 2002. 79 p. (Documentos IAC, 70).

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientia Agrícola**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 209-214, abr./jun. 2005.

FERRARI, M P. **Cultivo do Eucalipto: Produção de Mud. Sistemas de Produção**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fontes HTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/03_producao_de_mudas/>. Acesso em: 16 maio. 2013.

FILGUERA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2008. 421 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 402p.

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.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOS, J. G. et al. (Ed.) **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2006. p.190-225.

GOMES, J.M.; COUTO, L; LEITE, H.G; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P K. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GOMES, L. A. A.; RODRIGUES, A. C.; COLLIER, L. S.; FEITOSA, S. S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 359 – 363, jul./set. 2008.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influencia na qualidade de mudas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE PLANTAS CULTIVADAS EM SUBSTRATOS, 4., Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: Universidade federal de viçosa (UFV), 2005. 349 p.

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

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/qualidade>. Acesso em: 20/09/2012.

KAMPF, A. N. Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 4., 2005, UFV. **Anais...** Viçosa: ed. UFV, p. 106-128.

KAMPF, A.N. Materiais regionais como alternativa ao substrato. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 6., Fortaleza, 2008. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, (SEBRAE/CE) UFC, 2008. p. 65.

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N., FERMINO, M.H. (Eds.) **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre : Gênese, 2000. p.139-145.

LOPES, J. C.; RIBEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. G.; BERALDO, M. R. B. S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, p.143-147, 2005.

MACEDO, V. R. A.; GUISTEM, J. M.; CHAVES, A. M. S.; MONTEIRO, A. L. R.; BITU, P. I. M.; PINHEIRO, G. V. Avaliação do húmus do caule de Palmeira do Babaçu como substrato: característica química e sua viabilidade na produção de mudas de alface. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia. 7., 2011. Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Associação Brasileira de Agroecologia. 2011. p. 1- 5.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 14, de 15 de dezembro de 2004. Aprova as Definições e Normas sobre as Especificações e as Garantias, as Tolerâncias, o Registro, a Embalagem e a Rotulagem dos Substratos para Plantas, constantes do anexo desta instrução normativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, dez. 2004.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 17, de 21 de maio de 2007. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, maio, 2007.

MARCHI, E. C. S. **Influência da adubação orgânica e de doses de material húmico sobre a produção de alface americana e teores de carbono no solo**. 2006. 46 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MARQUES, P. A. A.; BALDOTTO, P. V.; SANTOS, A. C. P.; OLIVEIRA, L. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651, out./dez. 2003.

MARTÍNEZ, P. F. **Manejo de substratos para horticultura**. Campinas, SC: Instituto Agrônomo de Campinas, 2002. 53-76 p. (Boletim técnico).

NEGRETTI, R. R. D.; BINI, D. A.; MARTINS, C. R. Avaliação da adubação orgânica em pimentão *Capsicum annuum* cultivado em sistema orgânico de produção sob ambiente protegido. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 17, n.1, p. 27-37, 2010.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Absorção de nutrientes em mudas de berinjela cultivadas em pó de coco verde. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 139-143, abr./jun. 2009 a.

OLIVEIRA, E. M.; QUEIROZ, S. B.; SILVA, V. F. Influência da matéria orgânica sobre a cultura da alface. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 285-292, 2009 b.

OLIVEIRA EQ; SOUZA RJ; CRUZ MCM; MARQUES VB; FRANÇA AC. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 36-40, jan./mar. 2010.

PEREIRA, J. B. A. **Avaliação do crescimento, necessidade hídrica e eficiência no uso da água pela cultura do pimentão (*capsicum annuum*. I), sob manejo orgânico nos sistemas de plantio com preparo de solo e direto**. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

PEREIRA, D. C.; GRUTZMACHER, P.; BERNARDI, F. H.; MALLMANN, L. S.; COSTA, L. A. DE M.; COSTA, M. S. S. de M. Produção de mudas de almeirão e cultivo no campo, em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.10, p.1100–1106, nov. 2012.

PLANK, C. O. **Soil test handbook for Georgia**. Athens: University of Georgia, 1989. 316p.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JUNIOR, J. C. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 558-563, jul./set. 2003.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, jun.1998.

SANTOS, F. R. P.; CASTILHO, R. M. M.; DUARTE, E. F. Caracterização físico-química de sete componentes de substratos recomendados para uso em floricultura. **Cultura Agronomica**, Ilha Solteira, v. 11, p. 81-92, 2002.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

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.

SILVA, E. M. N. C. de P. da. **Produção e qualidade de alface orgânica cultivada com diferentes preparos do solo e sombreado com latada de maracujá, plástico e tela, em Rio Branco-Acre**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2010.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n: 2, p. 242-245, abr./jun. 2011.

SOUZA, M. J. R. de.; MELO, D. R. M. de.; FERNANDES, D.; SANTOS, J. G. R. dos; ANDRADE, R. Crescimento e produção do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista Verde**, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 42-48, out/dez. 2009.

SOUZA, J. L. de. **Agricultura orgânica: tecnologia para produção de alimentos saudáveis**. Vitória, ES: INCAPER, 2005, v. 2. 257 p.

SOUZA, J. L. de. **Agricultura orgânica: tecnologia para produção de alimentos saudáveis**. Vitória, ES: INCAPER, 2005, 257 p.

TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 256-260, abr./jun. 2007.

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. **Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I.** Ensaio de campo. *Revista Ceres*, v. 42, 1995. p.80-88.

WENDLING, I.; GUASTALA, D; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 209-220, mar./abr. 2007.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 166p.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JUNIOR, J. C. Comportamento de cultivares de alface americana em Santana da Vargem. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 249-252. abr./jun. 2004.

YURI, J.E.; SOUZA, R.J.; RESENDE, G.M.; MOTA, J.H. Comportamento de cultivares de alface americana em Santo Antônio do Amparo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 870-874, dez. 2005.

APÉNDICE

APÊNDICE A – Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) da análise do experimento aos 24 dias após a semeadura, no esquema de blocos casualizados em Rio Branco, AC, 2013

Fonte de variação	MSPA	MSR	IQD
Bloco	0,000015	0,00000049	0,00000000069
Substratos	0,000526	0,000027	0,00000012203
Erro	0,000010	0,000001	0,00000000463
Média	0,0307	0,0097	1,0005779
C.V (%)	10,17	10,40	0,01

APÊNDICE B – Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) da análise do experimento aos 53 dias após o transplante, no esquema de blocos casualizados em Rio Branco, AC, 2013

Fonte de variação	MFC	MSPA	PROD	CLASSE
Bloco	381,477877	0,1683	0,047828	2,7777
Substratos	4048,1456	5,9249	0,501030	37,5000
Erro	491,105795	0,7125	0,060574	6,94444
Média	197,77766	7,56	2,1975	17,50
C.V (%)	11,20	11,16	11,20	15,06