

**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS**

FABRICIO ROSA

**BIOSSÓLIDO E PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO SUSTENTÁVEL NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON E DE PIMENTA-DO-REINO**

Vitória

2018

FABRICIO ROSA

**BIOSSÓLIDO E PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO SUSTENTÁVEL NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON E DE PIMENTA-DO-REINO**

Dissertação apresentada à Coordenadoria do Programa de Pós Graduação em Tecnologias Sustentáveis do Instituto Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Sustentáveis.

Orientador: Prof. Dr Aurélio Azevedo Barreto Neto.

Coorientador: Prof^a Dra. Márcia Regina Pereira Lima.

Vitória

2018

(Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal do Espírito Santo)

R788b Rosa, Fabricio.

Biossólido e palha de café como substrato sustentável na produção de mudas de café conilon e de pimenta-do-reino / Fabricio Rosa. – 2018.

95 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Aurélio Azevedo Barreto Neto.

Coorientador: Márcia Regina Pereira Lima.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Tecnologias Sustentáveis, Vitória, 2018.

1. Ecologia agrícola. 2. Lodo residual. 3. Resíduos orgânicos como fertilizantes. 4. Plantas – Meios de cultivo. 5. Café – Mudas. 6. Pimenta-do-reino – Mudas. I. Barreto Neto, Aurélio Azevedo. II. Lima, Márcia Regina Pereira. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título.

CDD: 630.2745

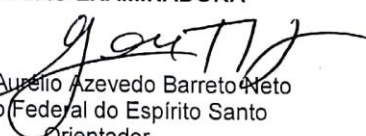
FABRICIO ROSA

**BIOSSÓLIDO E PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO SUSTENTÁVEL NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON E DE PIMENTA-DO-REINO**

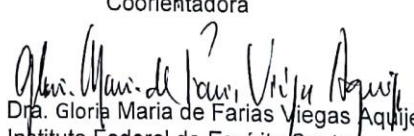
Dissertação apresentada à Coordenadoria
do Programa de Pós Graduação em
Tecnologias Sustentáveis do Instituto
Federal do Espírito Santo, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Tecnologias Sustentáveis.

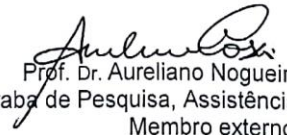
Aprovado em 03 de setembro de 2018.

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. Dr. Aurélio Azevedo Barreto Neto
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientador


Prof.ª Dra. Márcia Regina Pereira Lima
Instituto Federal do Espírito Santo
Coorientadora


Prof.ª Dra. Glória Maria de Farias Viegas Aquilino
Instituto Federal do Espírito Santo
Membro interno


Prof. Dr. Aureliano Nogueira da Costa
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
Membro externo

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre abrir as portas certas, me guiar e proteger nos meus caminhos, mesmo quando eu mesmo não acredito.

À minha querida esposa Dirlene pelo incentivo, compreensão, acalento e companheirismo.

Aos meus pais, aos demais familiares e amigos por acreditarem no meu trabalho. Além da Maria Eduarda, por sempre estar ao meu lado.

Aos orientadores Dr Aurélio Azevedo Barreto Neto e Dra Márcia Regina Pereira Lima por compartilharem suas experiências e conhecimentos.

Aos colegas de trabalho, tanto aos que fui subordinado, quanto aos que estiveram sob minha liderança, por compreenderem e tolerarem pacientemente minha ausência.

À equipe do Viveiro Demuner, na pessoa do senhor Juza Demuner, pelo fornecimento, empréstimo e doação de insumos fundamentais ao desenvolvimento deste trabalho; e também, à equipe do Viveiro Lucus, na pessoa do senhor Fernando Moreno, por ceder gentilmente suas instalações para a realização do experimento, além de realizar os tratamentos culturais necessários.

Ao Dr Aureliano Nogueira da Costa, cujo na ocasião do exame de qualificação, opinou decisivamente, mudando os rumos da pesquisa.

Aos professores Dr Elvis e Dr Antônio, além do estagiário André, por prestativamente abrir as portas do laboratório de solos e do viveiro experimental do IFES Santa Teresa, para que pudessem ser realizadas análises necessárias à condução da pesquisa e possibilitar meu aprendizado sobre sistemas de irrigação automatizados.

À CESAN, pela doação do bio sólido, fundamental nesta pesquisa.

Aos amigos e colegas, Edvaldo, Fagner, Felício, Geraldo, Isis, Marcilene e Roberta, os quais colaboraram de alguma forma com o trabalho, seja através de opiniões,

ajuda na computação dos dados, auxílio na formatação do texto, socialização de informações e etc.

“Ó Mestre, fazei que eu procure mais consolar, que ser consolado; compreender, que ser compreendido; amar, que ser amado. Pois é dando que se recebe, é perdoando que se é perdoado, e é morrendo que se vive para a vida eterna”.

(São Francisco de Assis)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de substratos formados por diferentes proporções de biossólido e palha de café no desenvolvimento de mudas de café conilon e pimenta-do-reino. Desta forma, estabeleceu-se um ensaio com os seguintes tratamentos (proporções biossólido/palha de café): T1=100/0, T2=80/20, T3=60/40, T4=40/60, T5=20/80 e T6=0/100, os quais foram comparados com tratamento controle (T7) formado por substrato comercial. Foram realizadas análises para determinação dos atributos físicos, como: densidade aparente do substrato, macro e microporosidade, porosidade total e capacidade de retenção de água, além dos atributos químicos dos substratos, como: pH, capacidade de troca catiônica, matéria orgânica total, matéria orgânica compostável, carbono orgânico, relação C/N, macro e micro nutrientes. A cada 30 dias foram mensuradas as taxas de mortalidade e de plantas espontâneas. Aos 180 dias, as mudas foram coletadas para a determinação da massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total, diâmetro de colo, altura das plantas, número ou pares de folhas, relação altura da parte aérea com diâmetro do colo e relação do peso da massa seca da parte aérea com peso da massa seca da raiz. O biossólido aumentou os teores de N, P e teores de alguns micronutrientes. A palha de café aumentou o pH, a capacidade de troca de cátions, matéria orgânica, e K. Com a elevação da dose de biossólido no substrato houve aumento da densidade e do percentual de microporos e, conseqüentemente, da capacidade de retenção de água, o contrário ocorreu com o aumento das doses de palha de café. Não foram detectados teores de metais pesados superiores aos limites estabelecidos pela Legislação Brasileira no biossólido usado. O tratamento T2 foi eficiente para o desenvolvimento de ambas as espécies e T5 foi eficiente para o desenvolvimento de pimenta-do-reino. Os resíduos utilizados possuem potencial para compor substratos alternativos em conjunto.

Palavras-chave: Biossólido. Palha de café. Substratos. Café conilon. Pimenta-do-reino.

ABSTRACT

The objective of this work was To evaluate the effect of substrates formed by different proportions of biosolids and coffee straw on the development of coffee conilon and black pepper. In this way, a test with the following treatments (biosolids/coffee straw proportions): T1 = 100/0, T2 = 80/20, T3 = 60/40, 40/60 = T4, T5 = 20/80 and T6 = 0/100, which were compared with control treatment (T7) formed by conventional substrate. Analyses were carried out to determine the physical attributes, such as: density of the substrate, macro and microporosity, total porosity and water holding capacity, in addition to the chemical attributes of substrates, such as: pH, exchange capacity cationic, total organic matter, organic matter compostable, organic carbon, c/n ratio, macro and micro nutrients. Every 30 days was measured and mortality rates of invasive plants. The 180 days, the seedlings were collected for the determination of the dry mass of the shoot, the roots and total lap diameter, height of plants, number or pairs of leaves, shoots height with neck diameter and weight ratio of aerial dry mass with root dry mass weight. The biosolids increased the levels of N, P, and levels of some micronutrients. The coffee straw increased pH, cation exchange capacity, organic matter, and k. With high doses of biosolids in the increased density and substrate of the percentage of micropores and, consequently, the capacity of water retention, the opposite occurred with increasing doses of coffee straw. Were not detected levels of heavy metals in excess of the limits. established by the Brazilian Legislation on biosolids used. Treatment T2 was efficient for the development of both species and T5 was efficient for the development of black pepper. The wastes used have potential for alternative substrates together.

Keywords: Biosolids. Coffee husks. Substrates. Conilon coffee. Black pepper.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Biossólido em torrões (A) e biossólido depois de destorrado e peneirado (B).....	30
Figura 2: Drenagem das amostras de substratos para aferição da capacidade de retenção de água.....	32
Figura 3: Mudanças de pimenta-do-reino e café conilon recém-plantadas.....	34
Figura 4: Gráfico ilustrando a densidade (D) dos substratos avaliados.	41
Figura 5: Gráfico ilustrando a porosidade total (PT) dos substratos avaliados.	42
Figura 6: Gráfico ilustrando a microporosidade (MicP) nos substratos avaliados.	43
Figura 7: Gráfico ilustrando a macroporosidade (MacP) nos substratos avaliados...	43
Figura 8: Gráfico ilustrando a capacidade de retenção de água (CRA) nos substratos avaliados.	44
Figura 9: Gráfico ilustrando a taxa de mortalidade em pimenta-do-reino nos substratos testados.	49
Figura 10: Gráfico demonstrando o percentual de tubetes com plantas espontâneas em pimenta-do-reino.	50
Figura 11: Gráfico ilustrando o número de folhas em pimenta-do-reino aos 180 dias.	53
Figura 12: Gráfico ilustrando a altura (H) das mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.....	54
Figura 13: Gráfico ilustrando o diâmetro do colo (DC) em mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.	55
Figura 14: Gráfico ilustrando a relação entre a altura e o diâmetro do colo (RHD) em mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.	56
Figura 15: Gráfico ilustrando a massa seca total (MST), de raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) das mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.	57
Figura 16: Gráfico ilustrando a relação entre a massa seca da parte aérea e da raiz (RMSPAR) em mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.....	58
Figura 17: Gráfico ilustrando o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.	59
Figura 18: Indivíduos típicos de pimenta-do-reino em cada tratamento aos 180 dias.	59

Figura 19: Gráfico ilustrando a taxa de mortalidade em café conilon nos substratos testados.....	60
Figura 20: Gráfico demonstrando o percentual de tubetes com plantas espontâneas em café conilon.	62
Figura 21: Gráfico ilustrando o número de pares de folhas (PF) em café conilon aos 180 dias.....	65
Figura 22: Gráfico ilustrando a altura (H) de mudas de café conilon aos 180 dias. ..	66
Figura 23: Gráfico ilustrando o diâmetro do colo (DC) em mudas de café conilon aos 180 dias.....	67
Figura 24: Gráfico ilustrando a relação entre a altura e o diâmetro do colo (RHD) em mudas de café conilon aos 180 dias.	68
Figura 25: Gráfico ilustrando a massa seca total (MST), da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) em mudas de café conilon aos 180 dias.....	69
Figura 26: Gráfico ilustrando a relação entre a massa seca da parte aérea e da raiz (RMSPAR) nas mudas de café conilon aos 180 dias.	70
Figura 27: Gráfico ilustrando o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) nas mudas de café conilon aos 180 dias.	71
Figura 28: Indivíduos de café conilon típicos em cada tratamento aos 180 dias.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tratamentos utilizados no experimento.....	31
Tabela 2: Substâncias inorgânicas presentes no biossólido.	37
Tabela 3: Agentes patógenos e indicadores bacteriológicos em biossólido.....	38
Tabela 4: Caracterização física do biossólido.	38
Tabela 5: Caracterização química (potencial agrônômico) do biossólido (BIO), da palha de café (PC) e do substrato comercial (SC).	39
Tabela 6: Características físicas dos substratos avaliados.	40
Tabela 7: Caracterização química dos substratos avaliados.....	45
Tabela 8: Quantidade de macro e micronutrientes presentes nos tubetes de cada tratamentos.	46
Tabela 9: Percentual de mortalidade acumulado nas mudas de pimenta-do-reino...	48
Tabela 10: Porcentagem de tubetes com plantas espontâneas em pimenta-do-reino.	50
Tabela 11: Medidas relacionadas ao desenvolvimento das mudas de pimenta-do- reino aos 180 dias.	52
Tabela 12: Percentual de mortalidade acumulada nas mudas de café conilon.....	60
Tabela 13: Porcentagem de tubetes com plantas espontâneas em café conilon.....	62
Tabela 14: Medidas relacionadas ao desenvolvimento das mudas de café conilon aos 180 dias.	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1.	RESÍDUOS SÓLIDOS NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS	17
3.2.	O BIOSSÓLIDO.....	19
3.3.	O USO AGRÍCOLA DO BIOSSÓLIDO	21
3.3.1	Biossólido na composição de substratos	22
3.4.	A PALHA DE CAFÉ	24
3.5.	O USO AGRÍCOLA DA PALHA DE CAFÉ.....	25
4	METODOLOGIA	27
4.1.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
4.2.	MATERIAIS	27
4.3	PREPARO DOS SUBSTRATOS	29
4.4	CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS.....	31
4.5.	PLANTIO E TRATOS CULTURAIS	33
4.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
4.7.	ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO.....	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO BIOSSÓLIDO, PALHA DE CAFÉ E SUBSTRATO COMERCIAL	37
5.2	CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS.....	40
5.3	RESULTADOS EM PIMENTA-DO-REINO	48
5.3.1	Mortalidade em pimenta-do-reino	48
5.3.2	Plantas espontâneas em pimenta-do-reino	50
5.3.3	Desenvolvimento das mudas de pimenta-do-reino	51
5.4	RESULTADOS EM CAFÉ CONILON	60
5.4.1	Mortalidade em café conilon	60
5.4.2	Plantas espontâneas em café conilon	61
5.4.3	Desenvolvimento das mudas de café conilon	64

5.5	PERFIL DOS TRATAMENTOS	72
6	CONCLUSÕES	76
	REFERÊNCIAS	78
	ANEXO A – Resultado das análises químicas do biossólido, palha de café e substrato comercial.....	89
	ANEXO B – Análise microbiológica e de metais pesados do biossólido	91

1 INTRODUÇÃO

O Estado do Espírito Santo foi a porta de entrada para o café conilon no Brasil, quando em 1912, o então governador do Estado Jerônimo Monteiro importou as primeiras sementes (FERRÃO et al., 2007).

Hoje, conforme Ferrão et al. (2017), a cafeicultura responde por 36,81% do valor bruto da produção agropecuária do Espírito Santo, constitui-se na mais importante atividade socioeconômica capixaba, projetando o Estado como o segundo produtor nacional de cafés e o primeiro de conilon. A atividade ocupa 20,6% da área cultivada no meio rural capixaba, estando presente em todos os 78 municípios, dos quais 64 cultivam o conilon, gerando uma receita anual da ordem de 3,22 bilhões de reais e cerca de 210 mil postos diretos de trabalho na lavoura.

Já a pimenta-do-reino, é uma das especiarias mais consumidas no mundo devido ao seu sabor e aroma diferenciados. O Espírito Santo é o segundo maior produtor nacional de pimenta-do-reino com a produção de 12,8 mil toneladas, área total plantada de 11,4 mil hectares e área colhida de 6,8 mil hectares, o que corresponde a um rendimento médio de 1.880Kg/hectares. A atividade desempenha um importante papel na ocupação da mão de obra e geração de renda para as famílias rurais do norte do Estado e estima-se que 90% da área de plantio encontra-se em propriedades rurais de base familiar (IBGE, 2016; VINHA, LIMA e SECUNDINO, 2017).

A produção de mudas constitui uma das etapas mais importantes para a implantação e renovação de lavouras de café conilon e de pimenta-do-reino. O uso de “terra de barranco” é comum para a produção destas mudas. Entretanto, essa prática aumenta os custos com transportes, tratamentos culturais das mudas, aumenta também a possibilidade de disseminação de patógenos de solo, principalmente nematoides e acarreta ainda em prejuízos ambientais devido à movimentação de dezenas de milhares de metros cúbicos de solo todo ano (VINHA, LIMA e SECUNDINO, 2017).

Por esta razão, a utilização de substratos constituídos por resíduos orgânicos vêm crescendo nos viveiros, sendo que tais resíduos, geralmente, são capazes de suprir as necessidades nutricionais das plantas, além de representar alternativa para a

disposição dos mesmos (CECONI et al., 2006; KRATZ e WENDLING, 2013; KREFTA; BRUM e FACCHI, 2012).

Conforme Gonçalves (1995), o uso de substratos predominantemente orgânicos, tanto simples quanto misturados, na produção de mudas se difundiu no Brasil a partir da década de 80. Os materiais orgânicos podem ser utilizados como os principais componentes de misturas nas quais, para melhorar a porosidade dos substratos, são adicionados outros componentes (por vezes também orgânicos) como palha de arroz carbonizada, vermiculita e terra de subsolo arenosa.

Dessa forma, a palha de café se torna uma boa alternativa no Estado do Espírito Santo, para compor substratos, considerando sua abundância e suas características físicas.

Segundo Vegro e de Carvalho (1994), apesar do cultivo do café ser desenvolvido por mais de 150 anos no Brasil, as pesquisas envolvendo a geração, o gerenciamento e a reutilização dos resíduos resultantes dessa atividade, como a palha de café, são escassas. O autor ainda recomenda um esforço das instituições de pesquisa a respeito do assunto. E para Pandey et al. (2000), pesquisas visando novas aplicações da palha de café são necessárias para se evitar os problemas ambientais que seu descarte inadequado pode causar.

Quanto ao bio sólido, Gomes et al. (2013) afirma que no Brasil grande parte deste material é disposto em aterros sanitários, o que motiva preocupação pois, essa disposição gera custos, além de diminuir a vida útil de aterros, sendo então necessárias novas alternativas para sua destinação. Nesse contexto, Caldeira (2012) sugere o uso do bio sólido como componente orgânico do substrato para produção de mudas como uma melhor opção para a destinação do mesmo.

Dessa forma, avaliar o efeito do substrato formado por diferentes proporções de bio sólido e palha de café no desenvolvimento de mudas se torna relevante para a obtenção de um substrato de baixo custo utilizando matérias-primas abundantes e sustentáveis.

Considerando o potencial já reconhecido pela literatura para o uso do bio sólido na composição de substratos, bem como a capacidade da palha de café de aumentar a

porosidade de substratos, este projeto avaliou o efeito de substratos formados por diferentes proporções de bio sólido e palha de café no crescimento de café conilon e pimenta-do-reino.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de substratos formados por diferentes proporções de bio sólido e palha de café no desenvolvimento de mudas de café conilon e pimenta-do-reino.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o desenvolvimento de mudas de café conilon e pimenta-do-reino produzidas em substratos formados por bio sólido e palha de café;
- Realizar a caracterização físico-química dos substratos testados;
- Comparar variáveis relacionadas ao desenvolvimento das mudas produzidas em cada tratamento associando-as com as características físicas e químicas dos substratos testados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS

No passado, o principal substrato para a produção de mudas era composto por solo ou até mesmo subsolos de horizonte b, a matéria orgânica era apenas coadjuvante na composição dos mesmos. Entretanto, com o desenvolvimento de novas pesquisas visando proporcionar maior qualidade na produção de mudas, surgiram substratos alternativos formados principalmente por componentes orgânicos como lodo de esgoto, casca de arroz carbonizada ou *in natura*, esterco animal, vermicomposto, casca de pinus e fibra de coco (CALDEIRA, 2008; SAIDELLES, 2009; TRAZZI, 2012).

Tomati, (1990), bem como Perez-Murcia (2006) explicam que tradicionalmente, resíduos orgânicos como resíduos sólidos urbanos, lodo de esgoto, substratos de cogumelo usados e resíduos de podas e jardinagem foram considerados de pouco valor ou até mesmo desprezados. Atualmente, numerosos estudos demonstraram que estes resíduos, após tratamento adequado, podem ser utilizados na composição de substratos apresentando bons resultados para o crescimento de mudas em geral.

Vários resíduos orgânicos gerados pela agricultura, pecuária, silvicultura e agroindústrias estão sendo usados com sucesso para a produção de substratos. Assim, tem ocorrido um aumento na procura de resíduos sólidos orgânicos e, portanto, esses materiais passaram a ser considerados produtos úteis e de valor agregado (ABAD; NOGUEIRA e BURÉS, 2001).

A maior importância aos materiais orgânicos como componentes em substratos comerciais se dá porque esses materiais são geralmente capazes de fornecer os nutrientes necessários para as plantas, aumentar a capacidade de troca catiônica e melhorar a capacidade de retenção de água dos mesmos (TOMATI et al., 1990).

O aumento da preocupação com a reciclagem de resíduos representa mais um motivo para o uso agrícola de resíduos orgânicos, podendo ser um dos métodos mais eficientes de se resolver o problema da disposição final dos mesmos (JAYASINGHE; ARACHCHI e TOKASHIKI, 2010).

Abad (2001) atribui o aumento da utilização agrícola de resíduos sólidos orgânicos, principalmente os produzidos na agricultura, pecuária, silvicultura e agroindústrias ao advento das discussões sobre reciclagem e reuso dos mesmos.

Ribeiro (2007) afirma haver um interesse crescente em estudos sobre a viabilidade de substituir os substratos convencionais por resíduos orgânicos, havendo uma série de alternativas promissoras na literatura, a partir da utilização de diferentes resíduos.

Os substratos predominantemente orgânicos, obtidos a partir de resíduos, geralmente possuem características desejáveis para um substrato (GARCIA-GOMES; BERNAL e ROIG, 2002).

Para Higashikawa; Silva e Bettiol, (2010), os resíduos orgânicos possuem potencial para substituir materiais não renováveis (terra de barranco, areia, vermiculita, adubos químicos, etc.) utilizados na produção de mudas e o seu uso para tanto é atraente em termos econômicos e ambientais, pois representa a possibilidade de reduzir a utilização de insumos, contribuem para a eliminação adequada desses resíduos, possibilitam a ciclagem de nutrientes e energia e reduzem custos.

Os efeitos benéficos dos substratos na produção de mudas estão diretamente relacionados às propriedades físicas, químicas e biológicas dos mesmos (He; LOGAN e TRAINA, 1995). Para que um resíduo seja utilizado como substrato, o mesmo deve estar disponível em grandes quantidades, ser homogêneo, possuir baixo custo de transporte, possuir propriedades químicas e físicas adequadas e ser estável (BENITO et al., 2003; INBAR, CHEN e HOITINK, 1993 e VERDONCK, 1988).

Compostos utilizados como substratos devem ter um grau elevado de maturidade e propriedades físicas adequadas como tamanho de partícula, porosidade, capacidade de retenção de água, condutividade elétrica e pH, que são ainda mais importantes do que as concentrações de nutrientes, tendo em vista que este último pode ser adicionado por adubação (GOUIN, 1998).

Conforme Higashikawa; Silva e Bettiol (2010), a utilização agrícola de resíduos pode ser dificultada em função da variabilidade da demanda de nutrientes em diferentes espécies de plantas, a diversidade da oferta de nutrientes conforme o tipo de

resíduo, bem como de outras propriedades físicas e químicas. No entanto, é possível adequar tais propriedades destes resíduos desde que haja uma análise prévia quanto ao potencial agrônomo dos mesmos. Portanto, o conhecimento sobre as propriedades de cada resíduo orgânico pode ajudar a determinar as proporções destes materiais na formulação de substratos para o crescimento adequado das diversas espécies de plantas.

Benito (2005) observa que apesar da literatura apontar para uma grande variabilidade entre valores de pH, condutividade elétrica, ou quantidade de nutrientes entre substratos orgânicos formulados a partir de materiais distintos, diferentes trabalhos sempre concluem pela boa qualidade dos mesmos.

3.2 O BIOSSÓLIDO

Para o tratamento de esgotos, é necessário promover a retirada de substâncias indesejáveis, com isso, são gerados subprodutos tais como material gradeado, areia, espuma e lodo (ANDREOLI; VON SPERLING e FERNANDES, 2001). É preciso haver o gerenciamento correto destes subprodutos tendo em vista que os mesmos possuem potencial poluidor.

O lodo de esgoto se destaca entre os subprodutos do tratamento de esgoto devido à quantidade gerada, a maior complexidade de tratamento e disposição final, além do seu potencial de reaproveitamento como adubo orgânico (JORDÃO; PESSÔA, 2014; ALAMINO, 2010).

Segundo Pegorini et al. (2002), a disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando como um dos problemas ambientais urbanos mais relevantes da atualidade, crescente em todos os países, reflexo da ampliação das redes de coleta e incremento dos níveis de tratamento. A destinação do lodo que é gerado nas ETE é um grande problema ambiental para as empresas de saneamento (SCHEER CARNEIRO e SANTOS, 2010).

O gerenciamento do lodo de esgoto é complexo e, normalmente, envolve diversas etapas de processamento, isso se deve ao seu elevado potencial poluidor e grande volume gerado. Apesar do volume de lodo corresponder a apenas 1% do volume de

esgoto tratado, os custos com o seu gerenciamento chegam a 60% dos gastos totais de uma ETE (ANDREOLI et al., 2001).

As características mais marcantes deste resíduo são o seu estado semissólido e sua natureza predominantemente orgânica (ANDRADE; MATTIAZO, 2000). Dos sólidos presentes no lodo, 70 a 80 % são constituídos por matéria orgânica incluindo óleos e graxas (TCHOBANOGLIOUS; BURTON e STENSEL, 2003).

Após ser estabilizado, o lodo de esgoto pode ser denominado biossólido. Conforme Melo et al. (1994), o biossólido é o nome comercial do lodo de esgoto apto para o uso agrícola, podendo ser usado como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, considerando seu teor de matéria orgânica e nutrientes.

O termo biossólido vem sendo utilizado como substituto de lodo de esgoto para diferenciar este resíduo com potencial de uso benéfico em culturas agrícolas e florestais após digestão anaeróbia e higienização (ASSENHEIMER, 2009).

O biossólido é rico em macronutrientes (nitrogênio e fósforo) e micronutrientes (zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio), podendo ser considerado um excelente condicionador de solos e fertilizante (ANDREOLI, 1999; GOMES, 2013).

Brady e Weil (1999), também afirmam que o biossólido geralmente apresenta níveis elevados de matéria orgânica, além de ser rico em nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) que são essenciais para a nutrição vegetal. Também estão presentes em níveis relativamente elevados os micronutrientes, tais como zinco (Zn), cobre (Cu) e ferro (Fe). Suas propriedades físicas, químicas e biológicas também contribuem para o crescimento das plantas.

O nitrogênio é o elemento que se destaca na composição do biossólido e é um componente integral de muitos compostos vegetais essenciais, compondo proteínas, ácidos nucleicos e clorofila, sendo então essencial para o desenvolvimento das plantas (BRADY; WEIL, 1999).

Entretanto, o biossólido pode possuir características indesejáveis, como alto teor de umidade e micro-organismos patogênicos, metais pesados e compostos orgânicos

persistentes, refletindo as características do esgoto bruto do qual ele foi derivado, sendo então essencial a realização de seu adequado tratamento para garantia de sua qualidade para a disposição final (MALTA, 2001; TCHOBANOGLOUS; BURTON e STENSEL, 2003).

O bioossólido, em função da composição do esgoto que lhe dá origem, doméstico ou industrial, pode apresentar maior ou menor quantidade de metais pesados. Normalmente, as ETE que recebem apenas efluentes domésticos contêm pouca quantidade de metais, sendo esses provenientes principalmente de lançamento irregulares de efluentes industriais na rede coletora de esgoto sanitário (SANEPAR, 1999).

Devido às características indesejáveis que o bioossólido pode possuir, no Brasil, a Resolução nº 375 de 29 de agosto de 2006, do CONAMA, define normas e critérios para o seu uso agrícola e de seus produtos derivados (BRASIL, 2006).

Sendo assim, alternativas que promovam o aproveitamento agrícola do bioossólido, devem ser prioritárias em relação a outras formas de destinação, considerando-se todos os aspectos envolvidos principalmente os econômicos e ambientais.

3.3 O USO AGRÍCOLA DO BIOSSÓLIDO

Para Ostos (2008), os resíduos urbanos nem sempre são aproveitados nas práticas agrícolas, mesmo diante dos benefícios de sua utilização e de sua grande disponibilidade. Diante disso, Evanylo e Daniels (1999), alertam que proporcionar a sensibilização para as questões relacionadas com a necessidade de dispor adequadamente ou reutilizar os resíduos, e também de reduzir cada vez mais o consumo de recursos não renováveis, é importante para incentivar o uso de bioossólido na agricultura.

Gomes (2013) destaca a potencialidade do bioossólido como fertilizante orgânico de áreas degradadas em plantações florestais, e também como componentes de substratos destinados ao cultivo de mudas, uma vez que esses produtos, em sua maior parte, não são destinados à alimentação humana ou animal.

O bioossólido contribui para o aumento do teor de matéria orgânica no solo, fornecendo macro e micronutrientes e melhorando as suas propriedades, como aumento da infiltração, da retenção de água e da aeração, reestabelecimento da microbiota, além de reflexos ambientais imediatos, como a redução da erosão e a consequente melhoria da qualidade dos recursos hídricos (TSUTIYA et al., 2001).

Trigueiro e Guerrini (2003) chamam atenção também para aspectos econômicos ligados ao uso agrícola do bioossólido. Em pesquisa utilizando o bioossólido para a produção de mudas de eucalipto, os autores obtiveram uma economia de fertilizantes na ordem de 64%.

Para Assenheimer (2009), a maior disponibilidade de nutrientes no solo e a melhora das características físicas decorrente da aplicação de bioossólido pode levar a um melhor desenvolvimento da planta e consequentemente aumento da produtividade das culturas. Nesse sentido, o bioossólido pode ser visto como um complemento da adubação, podendo reduzir a utilização de fertilizantes químicos e, com isto, reduzir o custo da adubação.

Quando aplicado no solo para fins de adubação, o bioossólido se mostra capaz de substituir adubos químicos e outros adubos orgânicos em culturas de goiaba, açaí (*Euterpe oleracea*), girassol (híbrido simples Helio 863), bananeira (*Musa sp.*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), abacaxizeiro (cultivar Vitória), cana-de-açúcar (cultivar RB 867515), palmeira real (*Archontophoenix sp.*), café arábica (*Coffea arabica*) e mamoeiro (CAETANO, COSTA e COSTA, 2011; COSTA, COSTA e MAIA, 2011; NASCIMENTO et al., 2014; COSTA et al., 2010; PRUDÊNCIO e COSTA, 2016; MAIA, 2013; MELO et al., 1994; COSTA et al. 2010; COSTA e COSTA, 2007, CAETANO et al., 2011).

3.3.1 Bioossólido na composição de substratos

Além de poder ser utilizado na adubação, o bioossólido pode ser utilizado como substrato na produção de mudas. Um dos aspectos mais promissores da utilização do bioossólido como componente de substratos é como fonte de macro e micronutrientes. Scheer, Carneiro e Santos, (2010) conclui em seu estudo que, apesar das mudas desenvolvidas em compostos à base de bioossólido responderem

bem à fertilização complementar, os nutrientes já existentes neles são suficientes para a formação de plantas com boa qualidade.

Estudos mostraram a capacidade do bio-sólido em suprir as exigências de potássio, fósforo e outros nutrientes quando utilizado como substrato para produção de mudas de várias espécies ornamentais, resultando em economias substanciais com fertilizantes. Bons resultados tem sido encontrados para a produção de gerânio (*Geranium sp.*), azevém perene (*Lolium perenne*), beijos (*Impatiens sp.*) e bocas de leão (*Antirrhinum sp.*) (RIBEIRO, VASCONCELOS e DOS SANTOS, 2000; CHENG, 2007; GRIGATTI, GIORGINI e CIAVATTA, 2007; PINAMONTI, STRINGARI e ZORZI, 1997; KLOCK, 1997; JAYASINGHE, ARACHCHI e TOKASHIKI, 2010).

No processo de produção de mudas de espécies florestais, o uso de bio-sólido tem sido uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes, demonstrando resultados satisfatórios na formulação de substratos para eucalipto (*Eucalyptus sp.*), (*Tectona grandis*), cedro australiano (*Toona ciliata*), rabo de pitu (*Chamaecrista desvauxii*), lentisco (*Pistacia Lentiscus*), sanção de minas (*Mimosa setosa*) e gurucaia (*Parapiptadenia rigida*) (KRATZ, 2011; TELES, COSTA e GOLÇALVES, 1999; TRAZZI, 2011; CALDEIRA, 2012;. TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003; GUERRINI e TRIGUEIRO, 2004; CALDEIRA, 2012; CALDEIRA, 2013; OSTOS, 2008; FARIA, 2013;, TRAZZI, DELARMEINA e ROCHA, 2014; SCHEER, CARNEIRO E SANTOS, 2010).

O bio-sólido se mostrou eficiente também na produção de mudas de tomate (*Solanum lycopersicum*) e brócolis (*Brassica oleracea*) (HERRERA, 2008; PEREZ-MURCIA, 2006).

Apesar das vantagens, a presença de metais pesados se torna uma preocupação com a utilização do bio-sólido, pois, pode potencialmente causar efeito tóxico sobre o crescimento das plantas. Metais pesados não são destruídos pela compostagem ou outros tratamentos, sua presença pode limitar o uso do bio-sólido (SIMS e KLINE, 1990). Dessa forma, para o uso agrícola do bio-sólido, é fundamental verificar sua adequação aos parâmetros estabelecidos pela Resolução nº 375/2006 do CONAMA (BRASIL, 2006).

Assim, uma das alternativas mais promissoras para que as estações de tratamento de esgoto possam dar uma disposição final adequada ao bio sólido gerado é o seu uso agrícola na produção de mudas, na aplicação como fertilizantes e na recuperação de áreas degradadas.

3.4 A PALHA DE CAFÉ

Após a colheita do café, é necessário realizar o beneficiamento dos grãos, separando a semente do fruto, possibilitando o seu armazenamento e conservação por longos períodos. O beneficiamento do café gera resíduos, entre eles, a palha de café.

A palha de café gerada durante o beneficiamento do café é composta pelas partes desprezadas do fruto: o epicarpo (casca), o mesocarpo (polpa ou mucilagem) e o endocarpo (pergaminho) (MATIELO, 1991).

Conforme Bartholo et al. (1989) e Mazzafera (2002), na despolpa por via seca, os frutos são primeiramente secos naturalmente ao sol ou artificialmente em fornos. Logo após, num processo mecânico e em uma única etapa, se retiram a casca, a polpa e o pergaminho, essas três estruturas retiradas formam um resíduo conhecido comumente por palha ou casca de café. Quando a despolpa é feita por via úmida, numa primeira etapa, retiram-se somente a casca e a polpa, gerando um resíduo chamado simplesmente de polpa, posteriormente o grão é seco e numa segunda etapa o pergaminho é retirado formando outro resíduo chamado pelo mesmo nome.

Os resíduos sólidos da cafeicultura são materiais lignocelulósicos constituídos basicamente de celulose, hemicelulose e lignina, sendo que a quantidade e a constituição química destes materiais variam entre a casca, a polpa e o pergaminho, proporcionando-lhes características diferentes (BRUM, 2007).

Embora haja pesquisas buscando viabilizar o uso agrícola da palha de café, na prática o seu reaproveitamento é limitado. Dessa forma, considerando ainda seu grande volume produzido anualmente, seu descarte inadequado pode causar graves problemas de poluição no solo, nos rios e no lençol freático (PORRES, ALVAREZ e CALZADA, 1993).

O aproveitamento adequado destes resíduos pode: diminuir o impacto ambiental causado pelo seu descarte, conferir valor econômico ao resíduo, aumentar a renda do produtor e desenvolver as regiões onde sua disponibilidade é grande (BRUM, 2007).

3.5 O USO AGRÍCOLA DA PALHA DE CAFÉ

Uma das principais formas de se promover o uso agrícola da palha de café é na substituição de fertilizantes. A palha de café é rica principalmente em potássio, podendo ser utilizada como fertilizante agrícola, já que grande proporção dos nutrientes extraídos pela planta está contida na casca (MALAVOLTA, 1993).

A maioria das fazendas de café brasileiras que utilizam a palha de café como fertilizante, aplica a mesma diretamente no solo dos cafezais, porém, o seu grande volume dificulta o armazenamento e a incorporação no solo, fazendo com que nem toda palha de café produzida seja utilizada como adubo, apesar de possuir altas concentrações de nutrientes em relação a outros materiais orgânicos (MAZZAFERA, 2002).

Sediyama (2000) constatou que a combinação de bagaço de cana-de-açúcar com palha de café melhorou a qualidade dos compostos orgânicos devido ao incremento nas concentrações de K e equilíbrio do pH.

A aplicação de compostos orgânicos formulados com palha de café contribuiu para a maior produtividade de cenoura (*Daucus carota*, cultivar Brasília) e pimentão (*Capsicum annuum*, cultivar Magda) (SEDIYAMA, 1998 e 2009).

A utilização da palha de café como cobertura morta também traz vantagens. Reduz populações do nematoide *Meloidogyne javanica* em plantio de alface (*Lactuca sativa*, cultivar Regina 2000); controla a infestação de plantas espontâneas em alface e em café conilon; aumenta a produtividade da beterraba (*Beta vulgaris*, cultivar Early Wonder) e de lavouras de café recepadas; melhora a palatabilidade de frutos de pinha; além de resultar no aumento da retenção da água no solo, na manutenção do sistema radicular do cafezeiro após períodos de déficit hídrico e no incremento na quantidade de raízes (CARVALHO, 2005; SEDIYAMA, 2011;

BBARROS et al., 2001; SANTOS, MARCHI e MARCHI, 2008; EFFGEN, 2012; SILVA, 2007).

4 METODOLOGIA

4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O embasamento teórico necessário para esta pesquisa foi realizado principalmente por meio do portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior). Os descritores utilizados para a pesquisa foram escolhidos com base em artigos da área de interesse e utilizados em português e inglês, dentre eles: lodo de esgoto (sewage sludge), bio sólido (biosolids), palha de café (coffee husks), substratos orgânicos (organic substrates), resíduos orgânicos (organic residues), café conilon (conilon coffee), pimenta-do-reino (black pepper) e mudas clonais (clonal seedlings).

Também foram realizadas buscas de dissertações, teses e outras publicações científicas nos bancos de dados *online* das principais instituições de ensino e pesquisa, como Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Biblioteca Digital Brasileira de Dissertações e Teses (BDTD), Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Biblioteca Rui Tendinha do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) e o Sistema de Bibliotecas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (EMBRAPA). Complementando os meios de buscas online, livros também foram consultados.

4.2 MATERIAIS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas da empresa Lucus Ltda ME, RENASEM nº ES-01774/2015, localizado às margens da rodovia ES 257, em torno das coordenadas UTM (SIRGAS, 2000) 24K 359.765/7806613, na zona rural do município de Aracruz/ES. O clima da região se caracteriza por verão chuvoso e inverno seco, pouco acentuado. A precipitação pluviométrica média é de 1200 mm/ano, a temperatura média é de 28°C e a umidade relativa do ar é de 87% (INCAPER, 2011).

O viveiro é equipado com cobertura de tela de náilon de cor preta do tipo sombrite que permite a passagem de 50% da luminosidade com fim de proporcionar o

sombreamento adequado ao ambiente, e também, com sistema de irrigação por microaspersão automatizado, o qual utiliza água proveniente de captação superficial em corpo hídrico na propriedade onde o viveiro se encontra instalado.

As mudas clonais utilizadas foram de café conilon (*Coffea canephora*, cultivar Lb1) e de pimenta-do-reino (*Piper nigrum*, cultivar *Kottanadan*).

Foi utilizado biossólido oriundo da Estação de Tratamento de Esgoto Ulisses Guimarães, localizada no bairro de mesmo nome no município de Vila Velha/ES. A referida estação é administrada pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) e atende os bairros Ulisses Guimarães e João Goulart naquele município. A tecnologia utilizada pela estação é a conhecida como Sistema UASB (Upward-flow Anaerobic Sludge Blanket) a qual utiliza reatores anaeróbicos para o tratamento biológico do esgoto (NARNOLI; MEHROTRA, 1997).

O biossólido foi caracterizado quanto ao potencial agronômico; substâncias inorgânicas potencialmente tóxicas; indicadores bacteriológicos, agentes patogênicos e estabilidade nos termos da Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006 (BRASIL, 2006).

A determinação do pH do biossólido foi realizada conforme US-EPA (2004). O potencial agronômico do biossólido foi determinado de acordo com as metodologias citadas na Instrução Normativa Nº 53, de 23 de outubro de 2013 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2013).

A caracterização química do biossólido quanto à presença de substâncias inorgânicas e quanto à presença de agentes patogênicos e indicadores bacteriológicos foi realizada de acordo com as metodologias citadas nos Anexos II e IV da Resolução Conama nº 375/2006

Conforme define a Resolução CONAMA nº 375/2006, a estabilidade do biossólido foi definida através da relação entre sólidos voláteis e sólidos totais.

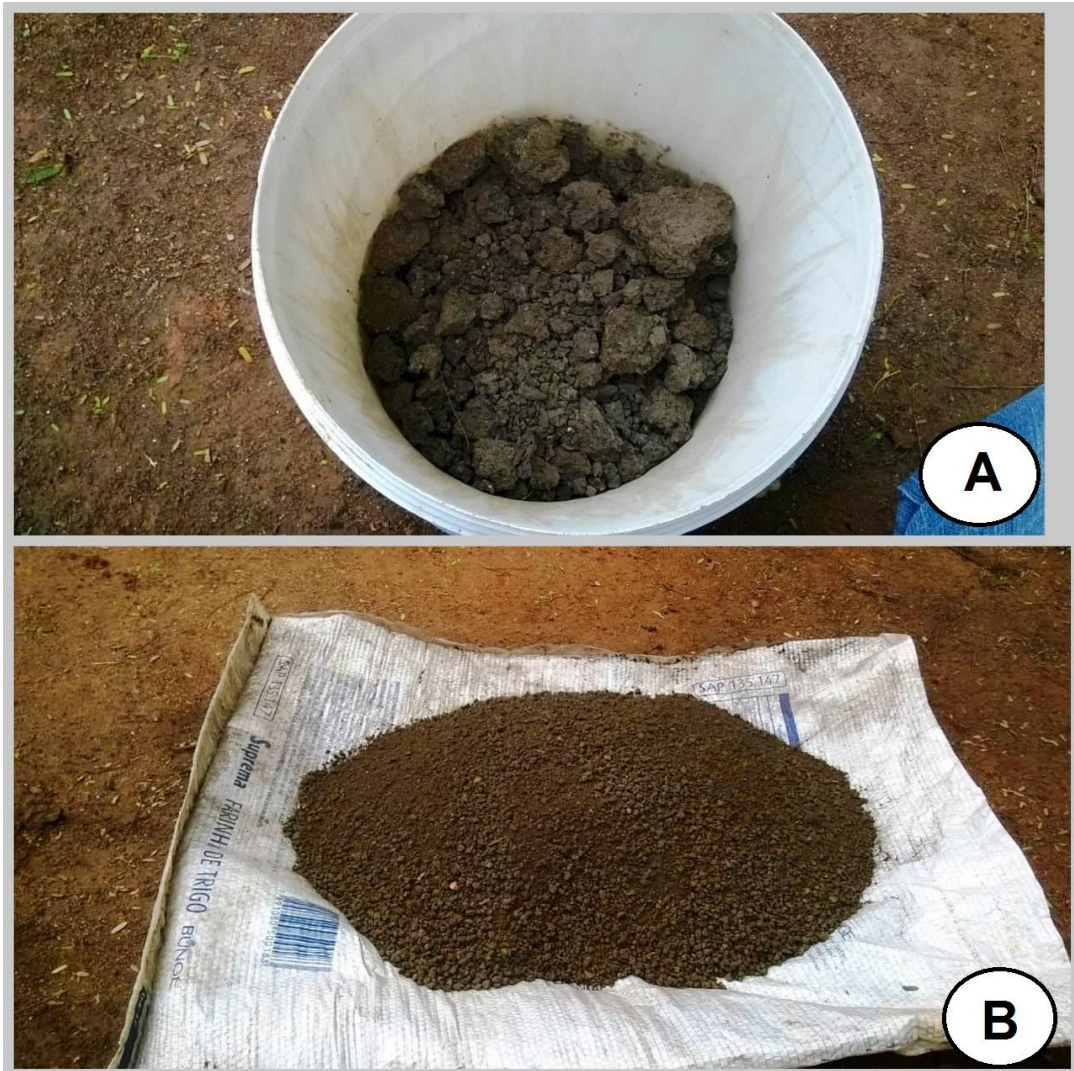
As análises laboratoriais para determinação de Sólidos Totais (ST), Sólidos fixos (SF) e Sólidos Voláteis (SV), foram realizadas conforme as técnicas descritas em APHA (2005).

A palha de café *in natura* foi proveniente da pila do café conilon realizada em propriedades rurais do município de Aracruz. Já o substrato comercial foi adquirido no mercado e é composto por casca de pinus (50%), fibra de coco (30%) e palha de café *in natura* (20%). Para a caracterização da palha de café e do substrato comercial foram analisados parâmetros como pH (US-EPA, 2004), capacidade de troca catiônica (CTC), matéria orgânica total (MOT), matéria orgânica compostável, carbono orgânico (CO), relação C/N, macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn, B) conforme Instrução Normativa Nº 53, de 23 de outubro de 2013 (MAPA, 2013).

4.3 PREPARO DOS SUBSTRATOS

O bio sólido adquirido para essa pesquisa apresentou-se na forma de torrões sendo necessária sua maceração para facilitar a homogeneização das misturas que formaram os substratos. Para a maceração do bio sólido foram utilizados um bastão e um recipiente de plástico PVC, livres de contaminantes que pudessem interferir no crescimento das plantas. Em seguida, o bio sólido foi passado por uma peneira de aço com malha de 5 mm visando a padronização do tamanho das partículas (figura 1).

Figura 1: Biossólido em torrões (A) e biossólido depois de destorroado e peneirado (B).



Fonte: Acervo pessoal de Fabrício Rosa (2017)

Legenda: A – biossólido em torrões; B – Biossólido destorroado e peneirado.

Os substratos foram formulados utilizando-se diferentes proporções de biossólido, palha de café e substrato comercial conforme tabela 1. Para mensurar as quantidades de cada material que constituiu os substratos testados observou-se a proporção volumétrica simples, exceto o biossólido, o qual foi considerada a proporção volumétrica observando-se a variação de seu volume em relação ao teor de umidade.

Tabela 1: Tratamentos utilizados no experimento.

Tratamentos	BS%	PC%	SC%
Tratamento 1 (T1)	100	0	0
Tratamento 2 (T2)	80	20	0
Tratamento 3 (T3)	60	40	0
Tratamento 4 (T4)	40	60	0
Tratamento 5 (T5)	20	80	0
Tratamento 6 (T6)	0	100	0
Tratamento 7 (T7) (Controle)			100

Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa (2017).

Legenda: BS - biossólido, PC - palha de café e SC - substrato comercial.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS

Os substratos que constituíram cada tratamento foram caracterizados físico-quimicamente. Para a análise química, houve a determinação dos seguintes parâmetros: pH conforme US-EPA (1996), capacidade de troca catiônica (CTC), matéria orgânica total (MOT), matéria orgânica compostável, carbono orgânico (CO), relação C/N, macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn, B) conforme Instrução Normativa Nº 53, de 23 de outubro de 2013 (BRASIL, 2013).

Para caracterização física do substrato comercial e dos demais tratamentos, foram realizadas análises de densidade aparente, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e capacidade máxima de retenção de água.

Foram utilizados copos de becker com capacidade volumétrica de 50 cm³; os recipientes foram identificados, pesados e preenchidos manualmente com substrato. Após o preenchimento dos beckers, o substrato foi submetido à saturação por água destilada através de gotejamento de forma que todos os poros fossem ocupados pela água; foi adaptada uma tela na parte superior do recipiente para evitar que os

substratos sobrenadassem, considerando a baixa densidade dos materiais utilizados. A primeira pesagem foi efetuada após a saturação.

Em seguida, as amostras foram colocadas para drenagem por 30 minutos em funis plásticos com orifício tampado com algodão e suspensos em erlenmeyer (figura 2). A segunda pesagem foi feita após a drenagem.

Posteriormente, transferiu-se o substrato drenado para recipientes metálicos os quais foram levados para estufa regulada a 105°C, onde permaneceram por 24 h. As amostras foram novamente pesadas após o resfriamento.

Figura 2: Drenagem das amostras de substratos para aferição da capacidade de retenção de água.



Fonte: Acervo pessoal de Fabricio Rosa (2018).

A densidade aparente (D) dos substratos foi calculada considerando a relação entre a massa seca (M) das amostras e seu volume (V) conforme equação 1.

$$D = \frac{M}{V} \quad (1)$$

Para a determinação da porosidade total (PT) dos substratos, foi verificada a diferença entre o peso saturado (PST) e peso seco (PSC) das amostras. Levando-se em conta que a água possui densidade igual a 1g/cm³, a diferença obtida em

gramas foi considerado em cm^3 . Foi então verificado o quanto a diferença obtida representava em percentual sobre o volume da amostra (50 cm^3), a partir disso, o valor obtido foi considerado como o percentual do volume da amostra ocupado por poros (equação 2).

$$PT = (PST - PSC). 100/50 \quad (2)$$

Considerando que ao se drenar a amostra, parte da água permanece retida em seus microporos, a microporosidade (MicroP) e a capacidade de retenção de água (CRA) foram obtidas através da diferença entre o peso drenado (PD) e o peso seco (PSC) das amostras. Da mesma forma, a diferença obtida em gramas foi considerada em cm^3 , verificando-se o quanto a diferença obtida representava em percentual sobre o volume da amostra. Deste modo, a capacidade de retenção de água foi dada em cm^3/cm^3 (equação 3) e a microporosidade dada em porcentagem (equação 4).

$$CRA = (PD - PSC)/50 \quad (3)$$

$$MicroP = (PD - PSC). 100/50 \quad (4)$$

Já a macroporosidade (MacroP) foi obtida através da diferença entre os valores já calculados para a porosidade total (PT) e a microporosidade (MicroP) (equação 5).

$$MacroP = PT - MicroP \quad (5)$$

Com base na densidade dos substratos de cada tratamento, na caracterização química dos mesmos e no volume dos tubetes, foi possível aferir a quantidade, em massa, dos macro e micronutrientes presentes nos tubetes de cada tratamento.

4.5 PLANTIO E TRATOS CULTURAIS

Tanto as mudas de café conilon quanto as de pimenta-do-reino foram produzidas por propagação vegetativa. No caso do café, as estacas foram produzidas a partir dos ramos ortotrópicos da planta matriz, sendo os ramos plagiotrópicos cortados na altura de 1 cm e cortada também cerca de 2/3 das folhas, permanecendo um nó por estaca conforme Bergo, Sá e Sales (2002). Para obtenção das mudas clonais de pimenta, as estacas foram produzidas a partir do ramo de crescimento de matrizes

cultivadas em ambiente protegido, foram cortados os ramos produtivos e 50% da folha, permanecendo apenas um nó por estaca, foram aplicados 2,0 g kg⁻¹ do regulador de crescimento ácido indolbutírico (AIB) via talco na base das estacas. As estacas de ambas as espécies foram tratadas com fungicida a base de sulfato de cobre anteriormente ao plantio.

As mudas foram plantadas em tubetes plásticos, com volume de 290 cm³, do tipo cone invertido, modelo desenvolvido para a produção de mudas clonais de café conilon e que vêm sendo utilizado para produção de mudas clonais de outras espécies como a pimenta-do-reino (figura 3). Tal modelo de tubete possui um conjunto de aperfeiçoamentos que favorece o bom desenvolvimento das raízes evitando seu envelhecimento e conduzindo seu crescimento (DEMUNER, 2018).

Figura 3: Mudas de pimenta-do-reino e café conilon recém-plantadas.



Fonte: Acervo pessoal de Fabricio Rosa (2018).

Legenda: À direita, mudas de café conilon; à esquerda, mudas de pimenta-do-reino.

A irrigação automatizada ocorreu por micro aspersão permanecendo ligada por 20 segundos com intervalos de 01 hora. Foi aplicado fungicida a base de sulfato de cobre a cada 10 dias através da pulverização com o auxílio de bomba costal. Não foram aplicados fertilizantes a fim de avaliar a capacidade dos substratos testados de fornecer nutrientes as plantas.

4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, constituído por 7 tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7), 3 repetições, sendo cada repetição formada pela média de 8 plantas destacadas aleatoriamente em cada tratamento.

Cada tratamento foi constituído por um substrato formado pelas proporções de biossólido (BS), palha de café *in natura* (PC) e substrato comercial (SC) apresentadas anteriormente na tabela 01.

4.7 ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO

A cada 30 dias, foram coletados dados quanto à mortalidade das mudas, sendo considerado o percentual de mudas mortas sobre o total de mudas plantadas. Também a cada 30 dias, foram coletados dados quanto à infestação por plantas espontâneas, sendo considerado o percentual de tubetes com a presença de plantas espontâneas sobre o total de tubetes utilizados. Na ocasião da contagem das plantas espontâneas, as mesmas eram retiradas para evitar a competição com as espécies plantadas.

A partir do plantio, as mudas permaneceram em viveiro por 180 dias. Após este período, as mesmas foram coletadas para que fossem analisados os seguintes indicadores relacionados ao seu desenvolvimento:

- a) diâmetro do colo (DC) – medido na altura do colo das plantas em milímetros (mm), com o auxílio de um paquímetro digital;
- b) altura (H) – determinada em centímetros (cm), medida do colo das plantas até a gema apical, com o auxílio de uma régua graduada em milímetros;
- c) relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do colo (RHD), obtido através da divisão do valor de H pelo valor do DC;
- d) massa seca da parte aérea (MSPA) – Massa da parte aérea da planta, cortada ao nível do colo, obtido a partir do material seco em estufa a 70 °C até atingir peso constante;

- e) massa seca do sistema radicular (MSR) – massa das raízes separadas da estaca, lavadas em água destilada, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa a 70°C até a obtenção de peso constante;
- f) massa de matéria seca total (MST) – obtida através da soma da MSPA e MSR;
- g) relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular (RMSPAR), obtida dividindo-se o valor da MSPA e MSR; e
- h) Índice de Qualidade de Dickson (IQD) obtido pela fórmula de Dickson, Leaf e Hosner (1960) (equação 6).

$$IQD = \frac{MST}{(H/DC) + (MSPA / MSR)} \quad (6)$$

Com o auxílio do software Microsoft Excel 2010, estas médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de confiança para verificar se houveram diferenças significativas entre os tratamentos.

O teste de Tukey, baseado na amplitude total estudentizada, é um dos testes de comparação de médias mais utilizado por ser bastante rigoroso e de fácil aplicação, podendo ser utilizado para comparar toda e qualquer diferença entre médias de tratamentos (ANJOS, 2008; OLIVEIRA, 2008; VIEIRA, 2011).

Conforme Anjos (2008), o Teste de Tukey se dá pela equação 7:

$$\Delta = q \sqrt{\frac{QMRes}{r}} \quad (7)$$

Onde q = amplitude total estudentizada (valor tabelado), $QMRes$ = quadrado médio do resíduo e r = número de repetições.

Após a comparação das médias, o Teste de Tukey às apresenta organizadas em colunas e acompanhadas por letras. As médias são organizadas em colunas sendo que as médias consideradas iguais por este teste são acompanhadas da mesma letra.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO BIOSSÓLIDO, PALHA DE CAFÉ E SUBSTRATO COMERCIAL

Os resultados da caracterização dos materiais utilizados na formulação dos substratos, conforme as metodologias já citadas, são apresentados a seguir.

A caracterização química do bioossólido quanto à presença de substâncias inorgânica, realizada de acordo com a Resolução CONAMA nº 375/2006, é exibida na tabela 2.

Tabela 2: Substâncias inorgânicas presentes no bioossólido.

SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS (mg/Kg)									
	As	Ba	Cd	Pb	Hg	Ni	Se	Cr	Mo
Amostra	2,322	47,4	0,05	10,05	0,05	5,71	0,5	6,91	3,54
CONAMA 375/2006	41	1300	39	300	17	420	100	1000	50

Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa (2018).

Legenda: As – Arsênio, Ba – Bário, Cd – Cádimo, Pb – Chumbo, Hg – Mercúrio, Ni – Níquel, Se – Selênio, Cr – Cromo, Mo – Molibdênio.

Verifica-se que, quanto às substâncias inorgânicas, os resultados encontrados no bioossólido utilizado estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 375/2006.

A presença de agentes patogênicos e indicadores bacteriológicos, conforme Resolução CONAMA nº 375/2006, estão apresentadas na tabela 3.

Tabela 3: Agentes patógenos e indicadores bacteriológicos em biossólido

AGENTES PATÓGENOS E INDICADORES BACTERIOLÓGICOS		
	Amostra	CONAMA 375/2006
Coliformes termotolerantes	40,0 NMP/g de ST	1000 NMP/g de ST
<i>Salmonella sp.</i>	Ausência em 25g de ST	Ausência em 10g de ST
Vírus entéricos	Não detectado	0,25 UFF/g de ST

Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa (2018).

Verifica-se que, quanto aos agentes patógenos e indicadores patológicos, os resultados encontrados no biossólido utilizado estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 375/2006.

O resultado das análises laboratoriais para determinação de Sólidos Totais (ST), Sólidos fixos (SF) e Sólidos Voláteis (SV) estão apresentadas na tabela 4.

Tabela 4: Caracterização física do biossólido.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALORES
Umidade (%)	10,74
Sólidos totais (%)	89,26
Sólidos fixos (%)	54,2067
Sólidos voláteis (%)	35,0533
Sólidos totais (mg/g)	892,6
Sólidos voláteis (mg/g)	542,067
Sólidos fixos (mg/g)	350,533
Sólidos voláteis/Sólidos totais	0,6073
Sólidos fixos/Sólidos totais	0,3927
Densidade de sólidos (g/cm ³)	1,3083

Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa (2018).

Verifica-se que o biossólido utilizado se encontra estabilizado conforme a Resolução CONAMA nº 375/2006.

Com base nos resultados da caracterização do biossólido, o mesmo foi considerado apto para o uso agrícola nos termos da Resolução CONAMA nº 375/2006.

As informações quanto à caracterização química (potencial agrônômico) do bio sólido, da palha de café e do substrato comercial são comparadas na tabela 5.

Tabela 5: Caracterização química (potencial agrônômico) do bio sólido (BIO), da palha de café (PC) e do substrato comercial (SC).

PARÂMETRO	BIO	PC	SC
pH	3,96	6,95	4,8
CTC (mmol/kg)	477,50	845,5	667,5
MOT (%)	53,12	88,7	67,33
MOC (%)	47,50	75	55
CO (%)	26,39	41,67	30,56
C/N	10/1	17/1	39/1
N (%)	2,55	2,51	0,78
P2O5 (%)	1,42	0,33	0,22
K2O (%)	0,38	4,44	0,45
Ca (%)	1,74	0,72	0,32
Mg (%)	0,18	0,24	0,1
S (%)	1,45	0,24	0,13
Fe (%)	1,16	0,1	0,44
Zn (ppm)	290,60	41,77	57,6
Cu (ppm)	135,00	19,5	20
Mn (ppm)	126,10	64,3	125,1
B (ppm)	2,40	27,6	6,6

Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa (2018).

Legenda: pH – potencial hidrogenado, CTC – Capacidade de Troca de Cations, MOT – Matéria Orgânica Total, MOC – Matéria Orgânica Compostável, CO – Carbono Orgânico, C/N – Relação Carbono por Nitrogênio, N – Nitrogênio, P2O5 – Fósforo, K2O – Potássio, Ca – Cálcio, Mg – Magnésio, S – Enxofre, Fe – Ferro, Zn – Zinco, Cu – Cobre, Mn – Manganês, B – Boro.

Nota-se que a palha de café possui o pH menos ácido e também os maiores valores de capacidade de troca de cátions, matéria orgânica total, matéria orgânica compostável e carbono orgânico. O bio sólido possui os menores valores para estas variáveis e o substrato comercial possui valores intermediários.

O biofóssido apresentou a relação C/N mais baixa, devido a alta concentração de N, enquanto o substrato comercial apresentou a mais alta.

Quanto aos macronutrientes, o biofóssido apresentou os melhores valores para N, P, Ca e S, enquanto a palha de café apresentou a mais alta concentração de K.

A palha de café apresentou as maiores concentrações para Mg e B, enquanto o biofóssido apresentou as maiores concentrações de todos os demais micronutrientes (Fe, Zn, Cu e Mn).

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS

Para a caracterização dos substratos foram levantadas primeiramente as características físicas dos mesmos como a densidade, porosidade total, microporosidade, macroporosidade e capacidade de retenção de água. Os dados obtidos foram exibidos na tabela 6.

Tabela 6: Características físicas dos substratos avaliados.

	D	PT	MicP.	MacP.	CRA
	g/cm³	%	%	%	cm³/cm³
T1	0,580	25,60	20,09	5,51	0,402
T2	0,528	29,63	18,17	11,46	0,363
T3	0,498	33,72	16,02	17,70	0,320
T4	0,405	36,46	15,76	20,70	0,315
T5	0,372	39,10	14,52	24,58	0,290
T6	0,163	43,25	14,28	28,96	0,286
T7 (controle)	0,230	38,08	22,97	15,11	0,459

Fonte: Elaborado por Fabrício Rosa, (2018).

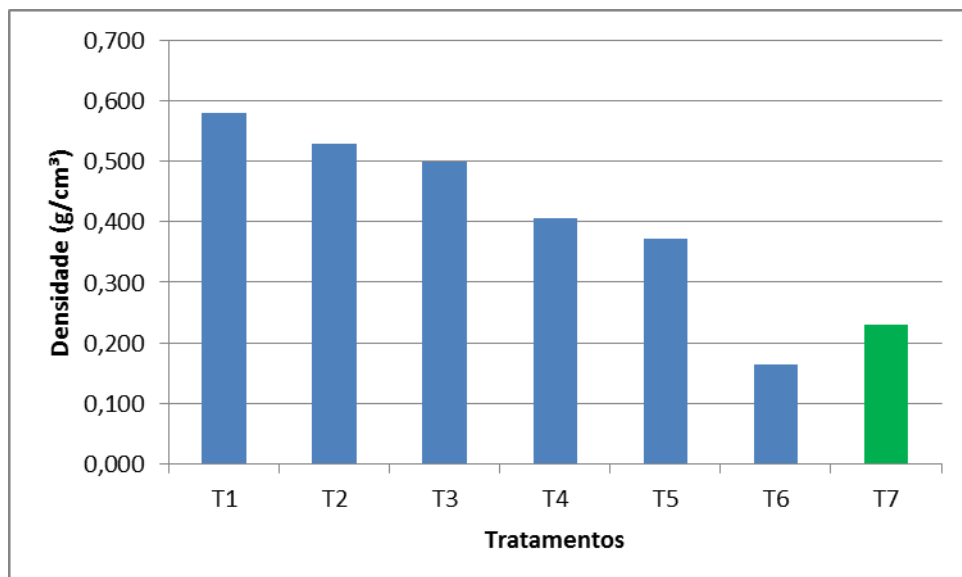
Legenda: D – Densidade, PT – porosidade total, MicP – microporosidade, MacP – macroporosidade e CRA – capacidade de retenção de água.

Observa-se que a densidade dos substratos testados reduz consideravelmente conforme se aumenta a quantidade de palha de café nas misturas. Apenas T6 obteve densidade menor que o substrato controle.

A redução na densidade proporcionada pela palha de café pode ser considerada uma vantagem posto que densidades menores favorecem o crescimento do sistema radicular das mudas, entretanto, essa característica deve ser observada com cautela, pois densidades exageradamente baixas reduzem a capacidade de retenção de água dos substratos (Fermino, 2002; Singh e Sinju, 1998).

Conforme Fermino (2002), para o substrato ser capaz de oferecer sustentação às plantas sua densidade deve variar de 0,1 a 0,8 g cm⁻³. Dessa forma, todos os tratamentos possuem densidade conforme recomendado (figura 4).

Figura 4: Gráfico ilustrando a densidade (D) dos substratos avaliados.

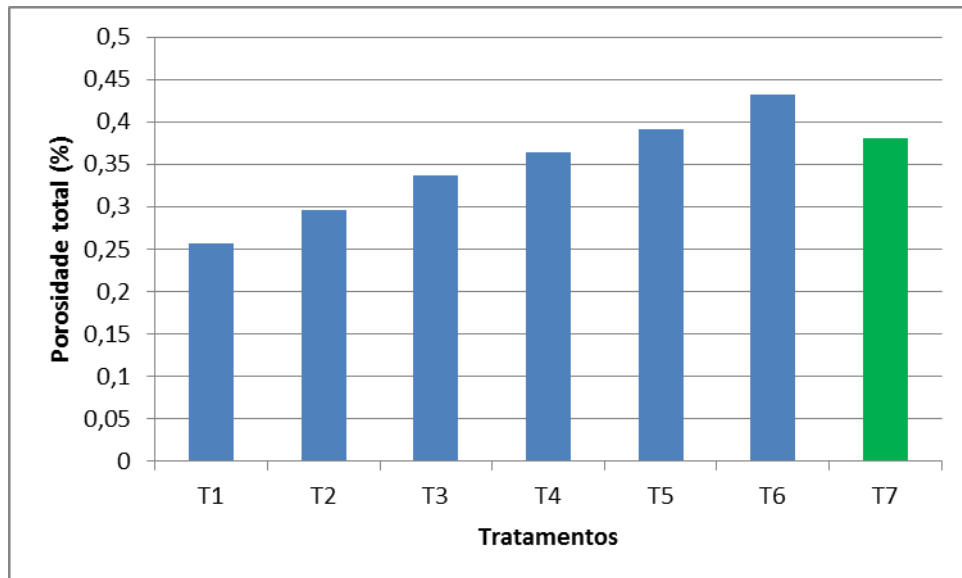


Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

Para De Boodt, Verdonck e Cappaert (1972), o substrato ideal deve ter de 75 a 90 % de seu volume em poros. Para substratos, buscam-se valores de porosidade total entre 0,75 - 0,90 m³ m⁻³, para melhor aeração, infiltração de água e drenagem (DE BOODT, VERDONCK e CAPPAERT, 1972; LEMAIRE, 1994; KÄMPF, 2000; KÄMPF e FERMINO, 2000). Esses valores são maiores para substratos, comparado a solos, por causa do maior conteúdo de água utilizado no cultivo de plantas em substratos (DE FARIAS et al., 2012). Sendo assim, nenhum dos substratos testados possui sua porosidade total considerada ideal, inclusive o controle. Neste parâmetro, os valores

aumentaram quando se aumentavam também as porcentagens de palha de café, sendo o controle menor apenas que T5 e T6 (figura 5).

Figura 5: Gráfico ilustrando a porosidade total (PT) dos substratos avaliados.

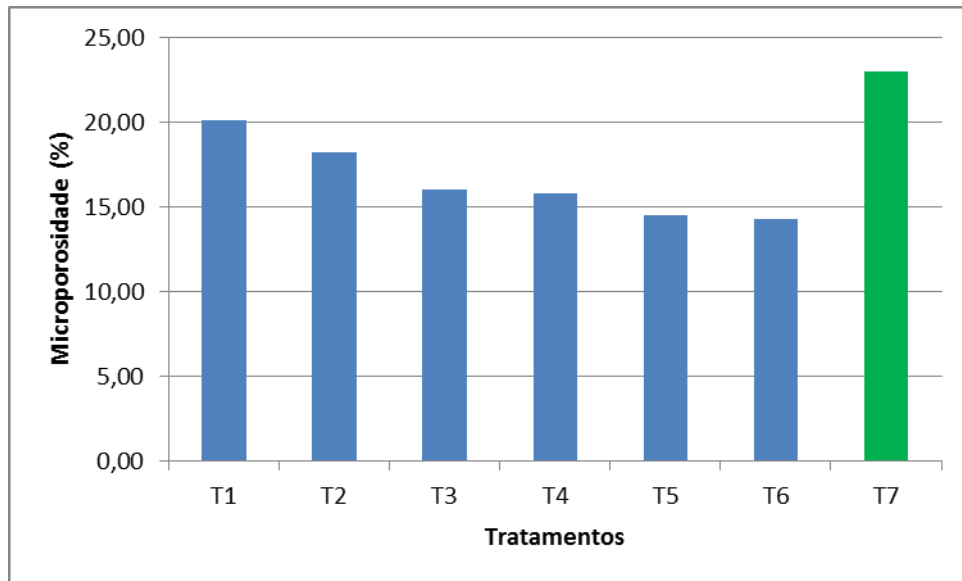


Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa (2018).

A microporosidade sofreu acréscimo com o aumento da quantidade de biossólido nos substratos, entretanto, a porosidade do tratamento controle não foi superada por nenhum outro tratamento. Diferentemente da microporosidade, a macroporosidade foi maior com o aumento da quantidade de palha de café nos substratos; sendo que apenas T1 e T2 foram menores que o controle.

O aumento da microporosidade nos substratos proporciona maior capacidade em reter água (GUERRINE e TRIGUEIRO, 2004). A CRA foi maior o tanto quanto era maior a proporção de biossólido nos substratos. Todavia, nenhum dos tratamentos testados superou o controle nesta variável (figura 6).

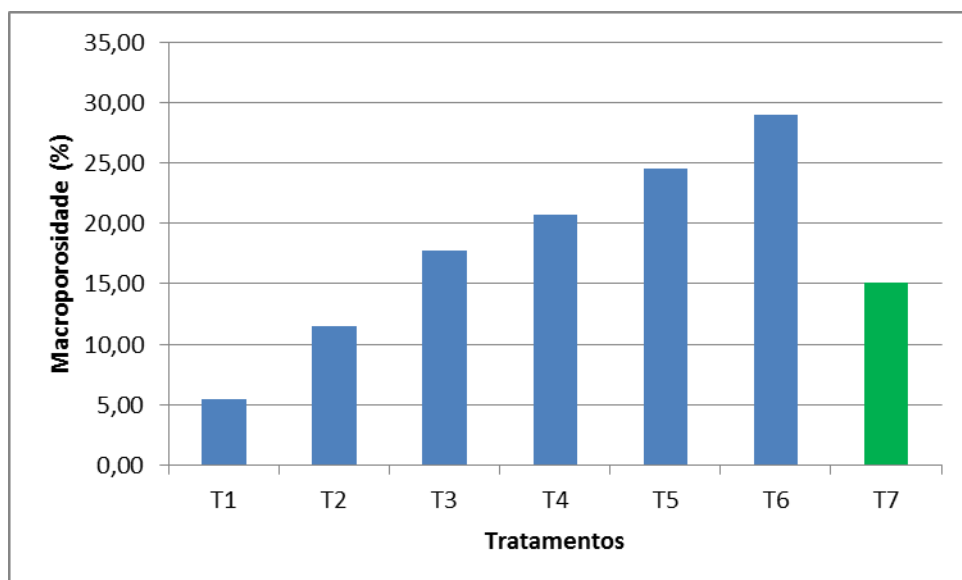
Figura 6: Gráfico ilustrando a microporosidade (MicP) nos substratos avaliados.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa (2018).

A macroporosidade aumentou a medida que a quantidade de palha de café aumentava nos substratos. Apenas T1 e T2 obtiveram maior porcentagem de macroporos que o controle (figura 7).

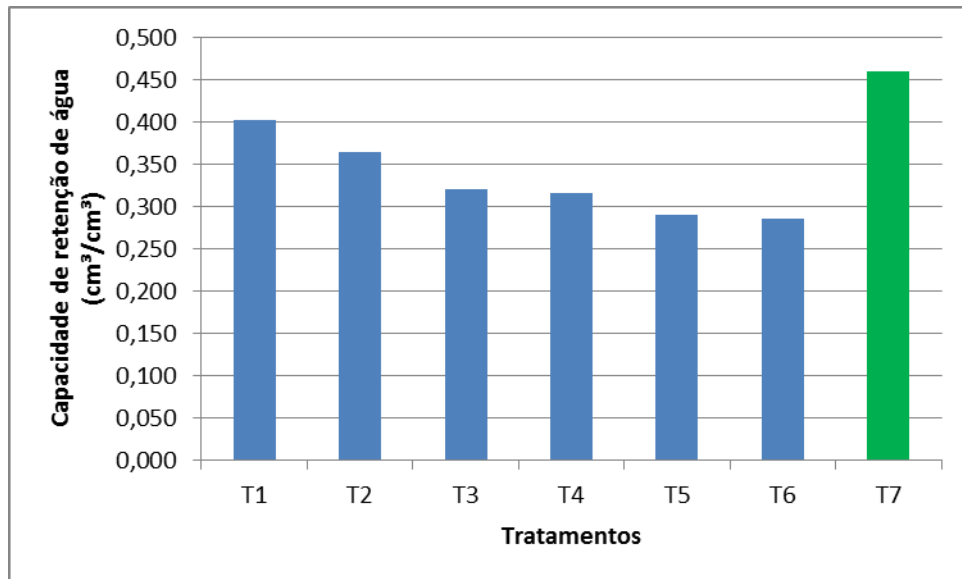
Figura 7: Gráfico ilustrando a macroporosidade (MacP) nos substratos avaliados.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

A capacidade de retenção de água foi proporcional a microporosidade. Esta variável foi menor nos tratamentos com maior percentual de palha de café aumentando ao passo que o percentual de biossólido também aumentava. Entretanto, nenhum tratamento superou o controle nesta variável (figura 8).

Figura 8: Gráfico ilustrando a capacidade de retenção de água (CRA) nos substratos avaliados.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

A caracterização química dos substratos é apresentada na tabela 7.

Tabela 7: Caracterização química dos substratos avaliados.

PARÂMETRO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
pH	3,96	3,92	4	4,13	4,35	6,95	4,8
CTC							
(mmol/kg)	477,50	501,66	547,33	597,5	672,25	845,5	667,5
MOT (%)	53,12	55,35	59,87	63,67	71,95	88,7	67,33
MOC (%)	47,50	49,39	52,72	55,65	62,05	75	55
CO (%)	26,39	27,39	29,29	30,92	34,48	41,67	30,56
C/N	10/1	11/1	12/1	12/1	14/1	17/1	39/1
N (%)	2,55	2,55	2,54	2,54	2,52	2,51	0,78
P2O5 (%)	1,42	1,35	1,21	1,1	0,84	0,33	0,22
K2O (%)	0,38	0,65	1,15	1,58	2,53	4,44	0,45
Ca (%)	1,74	1,67	1,55	1,44	1,2	0,72	0,32
Mg (%)	0,18	0,18	0,19	0,2	0,21	0,24	0,1
S (%)	1,45	1,37	1,22	1,09	0,81	0,24	0,13
Fe (%)	1,16	1,09	0,96	0,85	0,6	0,1	0,44
Zn (ppm)	290,60	274,27	243,38	216,81	158,91	41,77	57,6
Cu (ppm)	135,00	127,42	113,08	100,75	73,88	19,5	20
Mn (ppm)	126,10	122,04	114,37	107,77	93,4	64,3	125,1
B (ppm)	2,40	4,05	7,18	9,87	15,73	27,6	6,6

Fonte: Elaborado por Fabrício Rosa, (2018).

Legenda: pH – potencial hidrogenado, CTC – Capacidade de Troca de Cations, MOT – Matéria Orgânica Total, MOC – Matéria Orgânica Compostável, CO – Carbono Orgânico, C/N – Relação Carbono por Nitrogênio, N – Nitrogênio, P2O5 – Fósforo, K2O – Potássio, Ca – Cálcio, Mg – Magnésio, S – Enxofre, Fe – Ferro, Zn – Zinco, Cu – Cobre, Mn – Manganês, B – Boro.

A tabela 8 apresenta a quantidade de macro e micronutrientes presentes em cada tubete.

Tabela 8: Quantidade de macro e micronutrientes presentes nos tubetes de cada tratamento.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
N (g)	4,29	3,90	3,67	2,98	2,72	1,19	0,52
P2O5 (g)	2,39	2,07	1,75	1,29	0,91	0,16	0,15
K2O (g)	0,64	1,00	1,66	1,86	2,73	2,10	0,30
Ca (g)	2,93	2,56	2,24	1,69	1,29	0,34	0,21
Mg (g)	0,30	0,28	0,27	0,23	0,23	0,11	0,07
S (g)	2,44	2,10	1,76	1,28	0,87	0,11	0,09
Fe (g)	1,95	1,67	1,39	1,00	0,65	0,05	0,29
Zn (mg)	48,88	42,00	35,15	25,46	17,14	1,97	0,30
Cu (mg)	22,71	19,51	16,33	11,83	7,97	0,92	0,03
Mn (mg)	21,21	18,69	16,52	12,66	10,08	3,04	0,38
B (mg)	0,40	0,62	1,04	1,16	1,27	1,30	0,01

Fonte: Elaborado por Fabrício Rosa, (2018).

Legenda: N – Nitrogênio, P2O5 – Fósforo, K2O – Potássio, Ca – Cálcio, Mg – Magnésio, S – Enxofre, Fe – Ferro, Zn – Zinco, Cu – Cobre, Mn – Manganês, B – Boro.

Podemos observar que o pH tendeu a aumentar de acordo com o aumento de palha de café na composição do substrato. T1 obteve o menor pH, 3,96 e T6 o maior, com média de 6,96.

Diversos autores chamam a atenção para a influência do pH na disponibilidade de nutrientes no solo, sendo que a maioria dos nutrientes tem sua disponibilidade aumentada a partir do pH igual a 5, atingindo o auge com o pH entre 6 e 7 (FAGERIA, 1998; MALAVOLTA, 1981; MALAVOLTA et al., 1979). Portanto, apenas T6 obteve o pH dentro da faixa ideal indicada pela literatura, sendo também o único maior que o controle.

Foi verificada uma relação entre o valor de pH e a CTC, no passo que quanto maior o pH, maior a CTC, sendo que apenas T5 e T6 obtiveram médias maiores que o controle. Essa relação ocorre porque com o aumento do valor do pH há liberação de sítios de troca negativo de partículas coloidais e disponibilidade de cátions básicos fornecidos com o ânion básico acompanhante (LIMA et al., 2010).

A matéria orgânica exerce uma influência muito grande sobre a eficiência nutricional do solo e de substrato, pois a mesma intervém em suas propriedades físicas, químicas e biológicas (FAGERIA, 1989). Tanto a MOT quanto a MOC obtiveram valores crescentes à medida que se diminuía a quantidade de biossólido e aumentava a de palha de café na composição dos substratos. Em MOT, T4 e T5, alcançaram valores superiores a do controle e; em MOC, T4, T5 e T6 apresentaram valores maiores que a do controle. Este fato se deve a maior concentração de matéria orgânica na palha de café em relação ao biossólido.

Como os teores de CO são intimamente relacionados aos níveis de matéria orgânica, seus valores também foram crescentes à medida que se diminuía a quantidade de biossólido e aumentava a de palha de café. T4, T5 e T6 apresentaram valores maiores que a do controle.

A Relação C/N foi de 10/1 em T1, e 17/1 em T6, seguindo uma ordem crescente entre estes tratamentos. T7, o tratamento controle, obteve valor bem superior aos demais, sendo 37/1.

Considerado que para Paul e Clark (1989) a relação C/N de equilíbrio entre os processos microbianos de imobilização e mineralização de N é de aproximadamente 25/01, observamos que o tratamento T6 foi o que mais se aproximou do equilíbrio. Entretanto, segundo Abad e Noguera (1998), um substrato constituído por material orgânico maduro e estável possui relação C/N entre 20 e 40. Dessa forma, apenas o controle estaria entre esta faixa, embora muito próximo ao seu limite.

Quanto aos valores de N, não houve diferenças expressivas nos tratamentos formados por biossólido e palha de café, havendo um ligeiro aumento à medida que se aumenta a proporção de biossólido. Todos os tratamentos alcançaram valores consideravelmente superiores ao controle.

Para P₂O₅, houve aumento nos valores à medida que se aumenta a proporção de biossólido e também, todos os tratamentos alcançaram valores consideravelmente superiores ao controle.

Quanto aos teores de K₂O, o tratamento T6 (formado apenas por palha de café) se destaca apresentado um valor 9 vezes superior ao controle e 11 vezes superior ao

T1 (formado apenas por biossólido). Para este parâmetro a concentração aumenta com o aumento da palha de café na composição do substrato e apenas T1 apresentou valor menor que ao controle.

Os percentuais de Ca, S e Fe foram maiores com o aumento da concentração de biossólido na composição dos substratos. Todos os tratamentos tiveram valores maiores que o controle para estes três nutrientes.

Os percentuais de Zn, Cu e Mn também aumentam com o aumento da concentração de biossólido na composição dos substratos. Quanto aos percentuais de Zn e Cu, apenas T6 foi menor ligeiramente menor que o controle, enquanto que para Mn, Apenas T1, foi maior que o controle.

Já os percentuais de Mg e B diminuíram com o aumento da concentração de biossólido na composição dos substratos. Para Mg, o controle é maior apenas que T1, enquanto em B, o controle é maior que T1 e T2.

5.3 RESULTADOS EM PIMENTA-DO-REINO

5.3.1 Mortalidade em pimenta-do-reino

A mortalidade acumulada foi medida a cada 30 dias durante 180 dias, os resultados são apresentados na tabela 9.

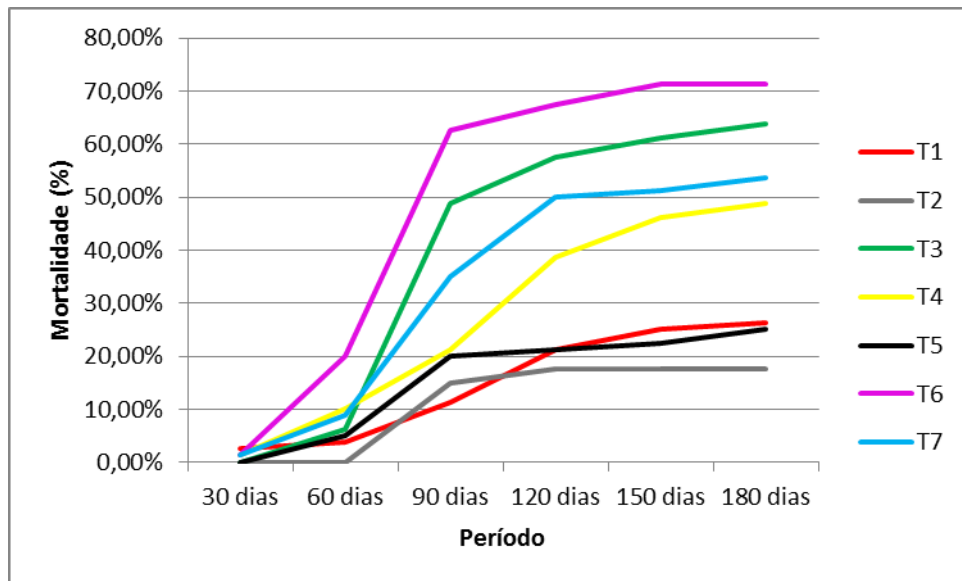
Tabela 9: Percentual de mortalidade acumulado nas mudas de pimenta-do-reino.

Tratamentos	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
T1	2,50	3,75	11,25	21,25	25,00	26,25
T2	0,00	0,00	15,00	17,50	17,50	17,50
T3	0,00	6,25	48,75	57,50	61,25	63,75
T4	1,25	10,00	21,25	38,75	46,25	48,75
T5	0,00	5,00	20,00	21,25	22,50	25,00
T6	1,25	20,00	62,50	67,50	71,25	71,25
T7	1,25	8,75	35,00	50,00	51,25	53,75

Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

No geral, é possível observar que, para a pimenta-do-reino, as taxas de mortalidade se mantiveram baixas nos dois primeiros meses, havendo um grande incremento aos 90 dias tendendo para estabilização nos meses seguintes (figura 9).

Figura 9: Gráfico ilustrando a taxa de mortalidade em pimenta-do-reino nos substratos testados.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

Apenas os tratamentos T3 e T6 tiveram a mortalidade maior que o Tratamento T7 (controle), sendo que devido à alta taxa de mortalidade do tratamento T6 foi necessário excluir o mesmo das análises de desenvolvimento discutidas a diante, pois o número de plantas restantes não era compatível com o delineamento experimental adotado.

A alta mortalidade em T6 pode ser explicada pelo aumento da temperatura causado por reações exotérmicas próprias do processo de decomposição da palha de café, visto que o tratamento é 100% constituído por este resíduo (BARROS et al., 2001).

Os tratamentos T1, T2 e T5 apresentaram taxa de mortalidade consideravelmente menor que o tratamento controle. Já o tratamento T4 apresentou a taxa de mortalidade mais próxima ao do tratamento controle, sendo levemente inferior.

5.3.2 Plantas espontâneas em pimenta-do-reino

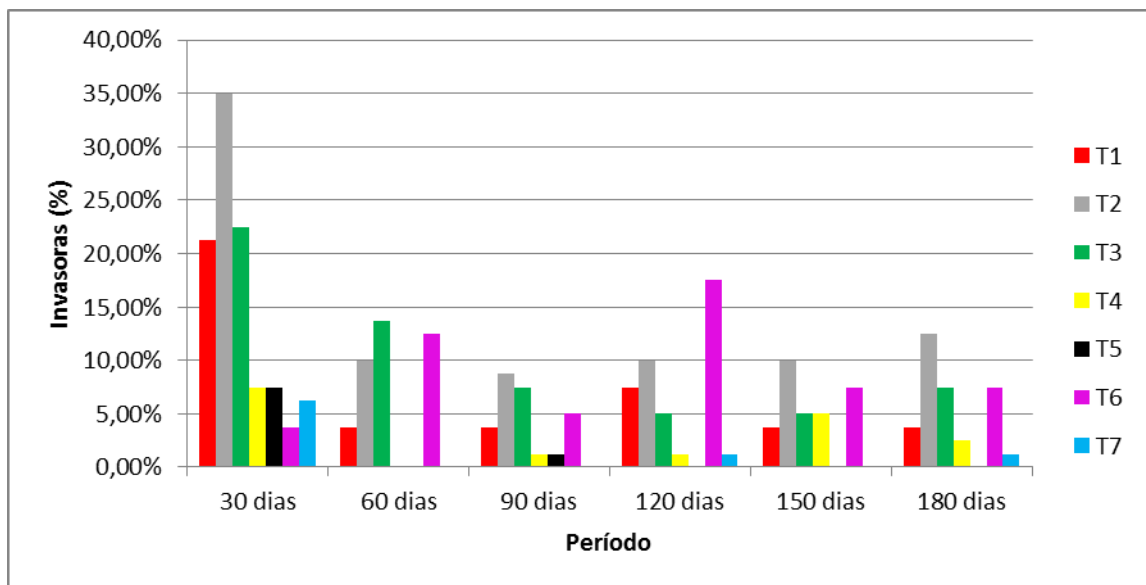
A porcentagem de tubetes com plantas espontâneas em pimenta-do-reino, medida a cada 30 dias, é apresentada na tabela 10 e na figura 10 segue sua representação gráfica.

Tabela 10: Porcentagem de tubetes com plantas espontâneas em pimenta-do-reino.

	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
T1	21,25	3,75	3,75	7,50	3,75	3,75
T2	35,00	10,0	8,75	10,00	10,00	12,50
T3	22,50	13,75	7,50	5,00	5,00	7,50
T4	7,50	0,00	1,25	1,25	5,00	2,50
T5	7,50	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00
T6	3,75	12,50	5,00	17,50	7,50	7,50
T7	6,25	0,00	0,00	1,25	0,00	1,25

Fonte: Elaborado por Fabrício Rosa, (2018).

Figura 10: Gráfico demonstrando o percentual de tubetes com plantas espontâneas em pimenta-do-reino.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

O tratamento T1 possuiu sua maior incidência de plantas espontâneas aos 30 dias, sofrendo considerável redução na medição seguinte, tendendo a estabilização.

O tratamento T2 se destacou pela forte incidência de plantas espontâneas, tendo seu pico nos primeiros 30 dias, nas medições posteriores houve uma tendência à estabilização, porém, sempre ficou entre os mais afetados. Curiosamente, este foi o tratamento que possuiu as menores taxas de mortalidade para pimenta-do-reino.

O tratamento T3 também foi um dos mais atingidos por plantas espontâneas, possuindo seu pico na primeira medição, valores que continuaram altos até a terceira medição.

O tratamento T6 apresentou valores altos a partir dos 60 dias, sendo seu auge aos 120 dias, lembrando que este tratamento foi também o que apresentou maior índice de mortalidade.

Já os tratamentos T4, T5 e T7 tiveram baixo percentual de acometimento por plantas espontâneas, sendo o T7 que apresentou os menores valores.

Os tratamentos T1, T2 e T3 sempre se destacaram com maiores percentuais de tubetes portadores de plantas espontâneas. Como estes tratamentos possuem maior concentração de bio-sólido, levanta-se a hipótese que este material possua uma contaminação maior por sementes de plantas espontâneas em relação a palha de café e do substrato comercial.

Todos os tratamentos, exceto T6, tenderam a redução da presença de plantas espontâneas ao longo do experimento. Este fato pode estar relacionado à competição por luz à medida que as mudas cultivadas se desenvolviam, e também, ao cessar da introdução de novas sementes a partir do momento que os tubetes foram dispostos no viveiro protegido com sombrite.

5.3.3 Desenvolvimento das mudas de pimenta-do-reino

As medidas relacionadas ao desenvolvimento das mudas de pimenta-do-reino, submetidas ao Teste de Tukey a 5%, são apresentadas na tabela 11.

Tabela 11: Medidas relacionadas ao desenvolvimento das mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.

Análise de variância	Nº folhas	H (cm)		DC (mm)		RHD		MSPA (g)		MSR (g)		RMSPAR		MST (g)		IQD		
CV (%)	17,52	14,55		13,18		14,78		26,57		41,57		35,77		26,52		37,04		
T1	0,33	c	2,37	d	1,81	c	0,63	d	0,10	c	0,01	c	6,41	bc	0,11	c	0,01	c
T2	2,00	b	10,29	b	4,26	ab	2,27	b	0,57	b	0,05	abc	11,94	ab	0,62	b	0,05	abc
T3	1,36	b	7,10	c	3,78	b	1,51	c	0,54	b	0,03	bc	17,67	a	0,58	b	0,03	bc
T4	1,46	b	8,32	bc	4,11	ab	1,91	bc	0,40	bc	0,04	bc	10,96	ab	0,43	bc	0,04	bc
T5	2,96	a	16,50	a	5,06	a	3,25	a	1,16	a	0,10	a	12,32	ab	1,25	a	0,08	a
T6	anulado																	
T7	1,46	b	7,96	bc	4,27	ab	1,80	bc	0,46	b	0,07	ab	7,52	bc	0,53	b	0,06	ab

Fonte: Elaborado por Fabrício Rosa, (2018).

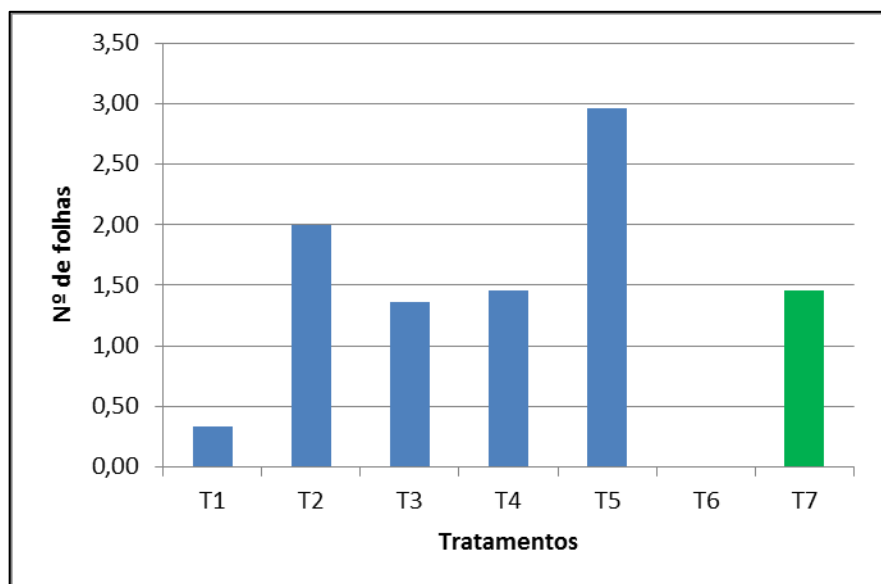
Legenda: DC - diâmetro do colo, H - altura, RHD - relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto, MSPA - massa seca da parte aérea, MSR - massa seca do sistema radicular, MST - massa de matéria seca total, RMSPAR - relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular, IQD - índice de qualidade de Dickson. Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

5.3.3.1 Número de folhas

O tratamento T5 foi o que apresentou maior média de número de folhas, sendo o único diferente estatisticamente de todos os outros tratamentos. O tratamento T1 foi o que apresentou menor média de número de folhas diferindo estatisticamente dos demais.

Ainda quanto ao número de folhas, T3 teve média inferior ao T7 (controle), T4 possuiu a média igual ao T7 e o T2 teve média superior ao controle, entretanto, estes tratamentos não diferiram significativamente entre si conforme Teste de Tukey (figura 11).

Figura 11: Gráfico ilustrando o número de folhas em pimenta-do-reino aos 180 dias.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

Nenhum dos tratamentos alcançou o número de folhas recomendados por França-Dantas (2004) para o plantio, que seria de 3 a 5 folhas maduras.

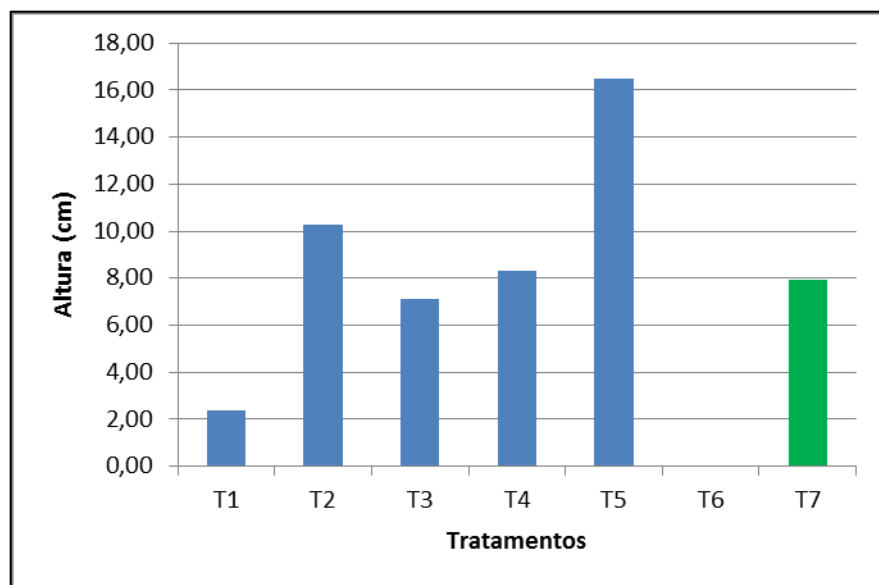
5.3.3.2 Altura

Quanto à altura das plântulas, o tratamento T5 foi o que apresentou maior média, sendo o único diferente estatisticamente de todos os outros tratamentos. O tratamento T1 foi o que apresentou menor média, diferindo estatisticamente dos demais. O tratamento T3 também obteve média inferior ao controle, embora não

seja significativamente diferente do mesmo e; os tratamentos T2 e T4 obtiveram médias superiores ao do controle, mas, da mesma forma, não diferem estatisticamente do mesmo (figura 12).

O sucesso de T5 em relação à altura pode se relacionar com as altas concentrações de potássio, importante para o desenvolvimento de mudas de pimenta-do-reino (VELOSO et al., 2000). Pode ser também, reflexo do bom enraizamento proporcionado pelas altas concentrações de boro, pela alta macroporosidade e baixa densidade encontrada neste tratamento, características que podem ter compensado a baixa capacidade de retenção de água da palha de café em grande proporção.

Figura 12: Gráfico ilustrando a altura (H) das mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.

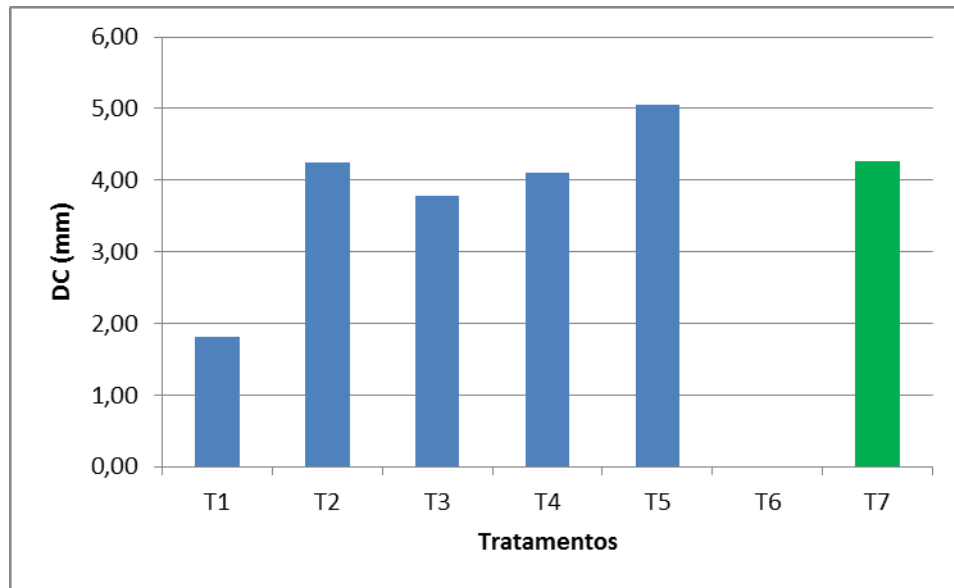


Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

5.3.3.3 Diâmetro do colo

O diâmetro do colo é muito propício para avaliação de qualidade de mudas, está relacionada à taxa de sobrevivência das mudas após o plantio (BINOTTO et al., 2007). O tratamento T5, novamente é o que apresenta a maior média quando se trata do diâmetro do colo, seguido do controle, do T4 e do T2 respectivamente, todavia, esses tratamentos foram considerados iguais segundo o Teste de Tukey. O tratamento T3 também se assemelha estatisticamente ao controle embora sua média seja inferior. Já o tratamento T1 apresenta menor média (figura 13).

Figura 13: Gráfico ilustrando o diâmetro do colo (DC) em mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.



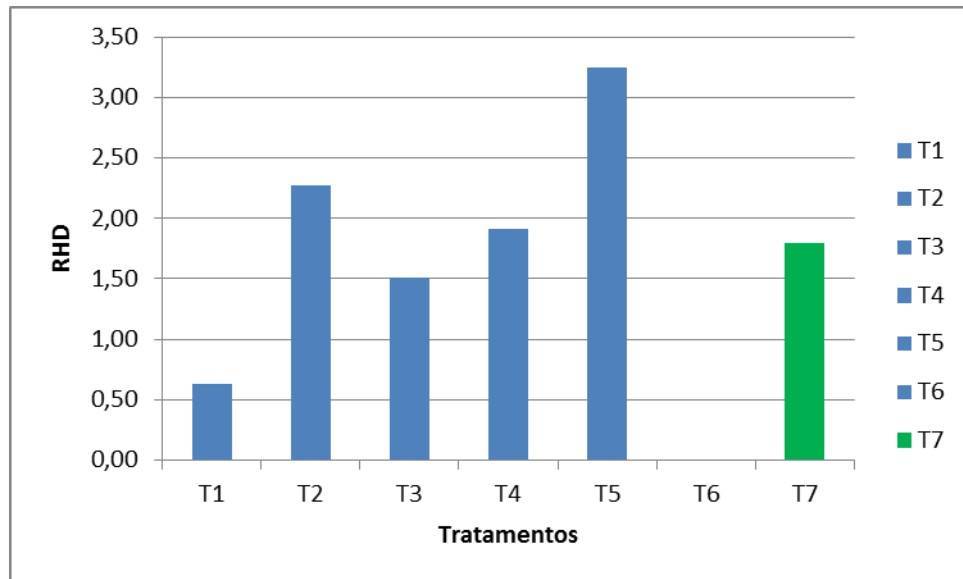
Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa (2018).

5.3.3.4 Relação da altura e do diâmetro do colo

Embora não se tenha encontrado na literatura qual a relação da altura e do diâmetro do colo ideal para pimenta-do-reino, sabe-se que o desejável é que se tenham valores equilibrados, pois valores muito altos indicam um crescimento estiolado da planta, ou seja, um crescimento exagerado em altura (crescimento primário) e baixo crescimento em diâmetro, valores muito baixos, representam exatamente o contrário.

O tratamento que obteve a maior média para a relação altura pelo diâmetro do colo foi o T5, diferindo estatisticamente de todos os demais. O tratamento T2 e T4 também apresentaram médias superiores ao controle, embora não diferentes estatisticamente do mesmo, já T1, obteve a menor média (figura 14).

Figura 14: Gráfico ilustrando a relação entre a altura e o diâmetro do colo (RHD) em mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.

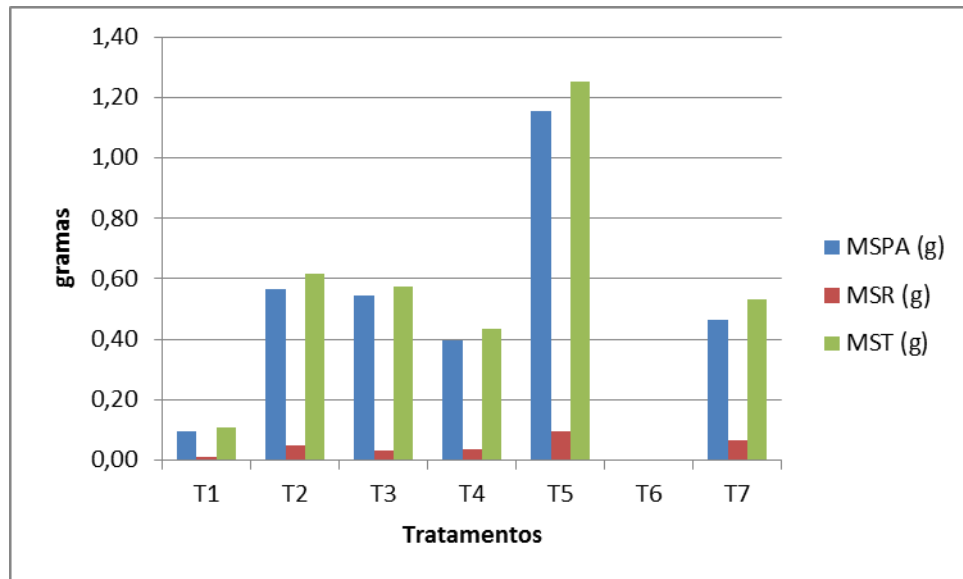


Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa (2018).

5.3.3.5 Matéria seca

A produção de matéria seca é um parâmetro bastante consistente na avaliação das respostas à adubação em espécies vegetais, complementando os dados de crescimento em altura (PAIVA et al., 2009). Se tratando de massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total, o tratamento T5 sempre foi o destaque entre os demais, sendo superior estatisticamente nestas três variáveis. Os demais tratamentos não se diferenciaram significativamente do controle, exceto, o tratamento T1, que foi estatisticamente inferior ao controle nestes parâmetros (figura 15).

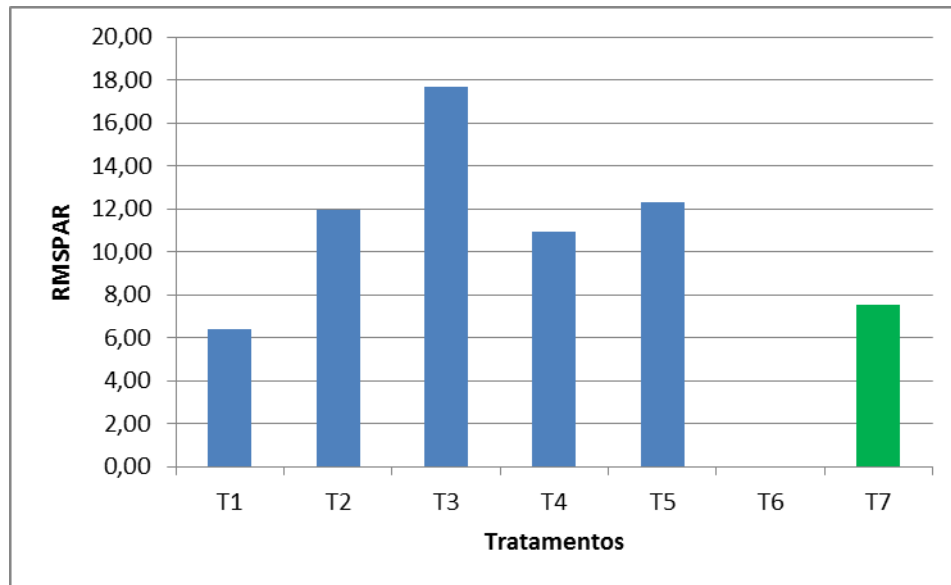
Figura 15: Gráfico ilustrando a massa seca total (MST), de raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) das mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

A relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular representa a proporcionalidade do crescimento entre estas partes das plantas, valores muito altos representam um crescimento maior da parte aérea em relação ao sistema radicular; valores muito baixos representam o contrário. Nesta variável, apenas T1 apresentou média inferior a do controle, todavia, não diferiu significativamente do mesmo. Ressaltando que nesta variável, todos os tratamentos foram considerados semelhantes ao controle pelo Teste de Tukey, exceto T3 que apresentou média significativamente superior ao controle e semelhante a T2, T4 e T5 (figura 16).

Figura 16: Gráfico ilustrando a relação entre a massa seca da parte aérea e da raiz (RMSPAR) em mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.



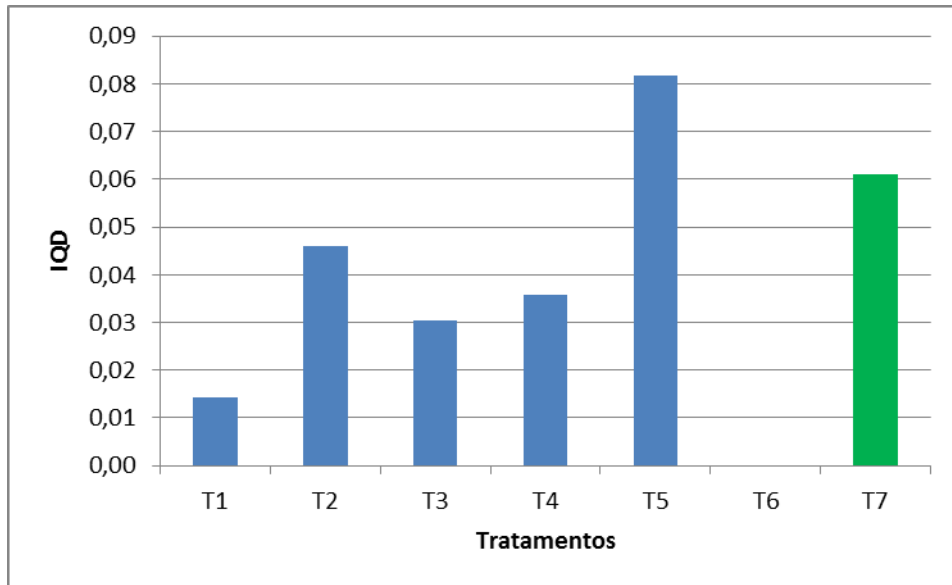
Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

5.3.3.6 Índice de Qualidade de Dickson

O Índice de Qualidade de Dickson é um bom parâmetro para se aferir sobre a qualidade de mudas, pois o mesmo leva em conta em seu cálculo à robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa. Um maior valor do IQD indica melhor qualidade da muda (DICKSON, LEAF e HOSNER, 1960). Apesar de ter sido criado para mudas florestais, este índice vem sendo aplicado com sucesso em diversas outras plantas como tomate, berinjela e até mesmo alface (SOUZA, 2011; BENETT, 2014; COSTA, 2011; LIMA, 2013; SIMÕES, 2015).

O IQD com maior valor médio pertence ao tratamento T5, o único maior que o tratamento controle. Abaixo do controle seguem respectivamente os tratamentos T2, T4, T3 e T1. Porém, vale a ressalva de que estatisticamente, apenas T1, o qual obteve a menor média, foi considerado diferente do controle (figura 17).

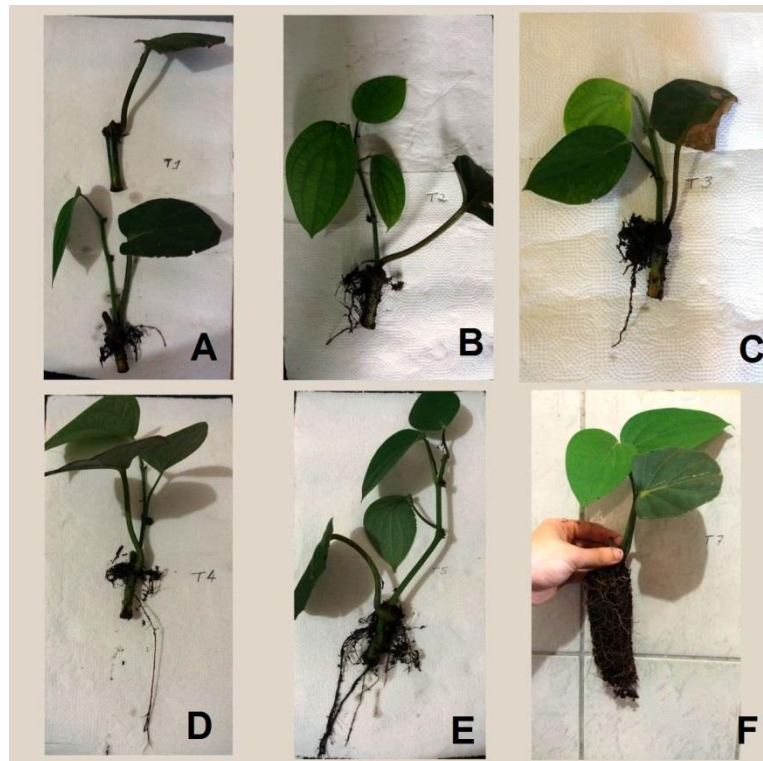
Figura 17: Gráfico ilustrando o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de pimenta-do-reino aos 180 dias.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

A figura 18 apresenta indivíduos de pimenta-do-reino típicos em cada tratamento, evidenciando os aspectos de seu desenvolvimento.

Figura 18: Indivíduos típicos de pimenta-do-reino em cada tratamento aos 180 dias.



Fonte: Acervo pessoal de Fabricio Rosa, (2018).

Legenda: A – T1; B – T2; C – T3; D – T4; E – T5 e F – T7.

5.4 RESULTADOS EM CAFÉ CONILON

5.4.1 Mortalidade em café conilon

Os resultados da taxa de mortalidade para o café conilon são apresentados na tabela 12.

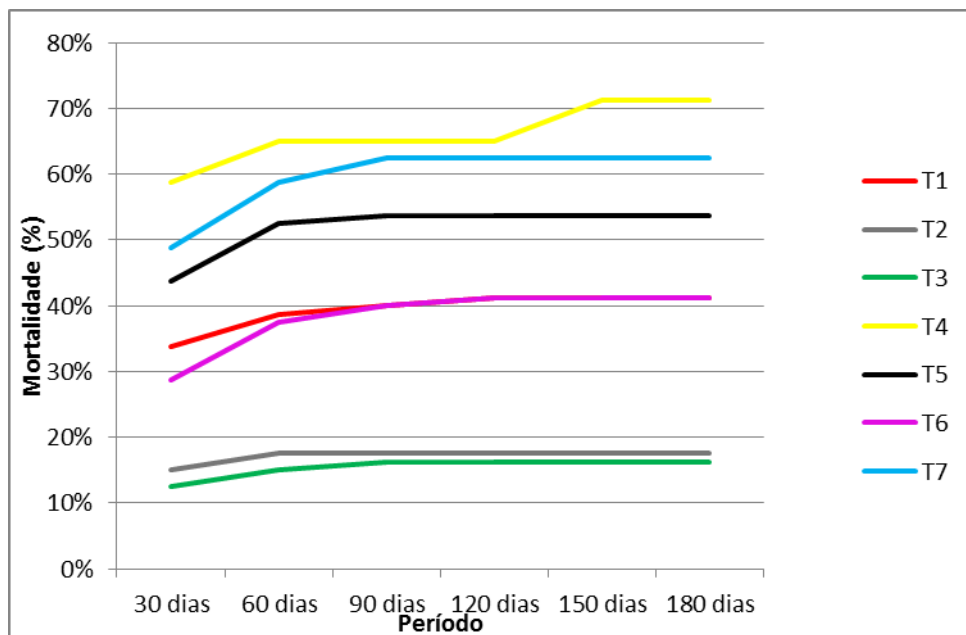
Tabela 12: Percentual de mortalidade acumulada nas mudas de café conilon.

	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
T1	34	39	40	41	41	41
T2	15	18	18	18	18	18
T3	13	15	16	16	16	16
T4	59	65	65	65	71,25	71,25
T5	44	53	54	54	54	54
T6	29	38	40	41	41	41
T7	49	59	63	63	63	63

Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

No caso do café conilon, a taxa de mortalidade num modo geral concentrou-se nos primeiros 30 dias, tendendo a posterior estabilização (figura 19).

Figura 19: Gráfico ilustrando a taxa de mortalidade em café conilon nos substratos testados.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

A maior mortalidade foi verificada no tratamento T4, a ponto de ser necessário excluir o tratamento das demais análises devido ao baixo número de plantas restantes que inviabilizou a aplicação do delineamento experimental adotado.

O tratamento T7 (controle) possuiu a taxa de mortalidade superior a todos os outros tratamentos com exceção do tratamento T4. As menores mortalidades foram as dos tratamentos T3 e T2 respectivamente.

As altas mortalidades observadas em T7 e T1 podem estar relacionadas às baixas concentrações de B, nutriente importante para o cafeeiro, influenciando inclusive no enraizamento das estacas (GARCIA, CORREA e FREIRE, 1983; ONOS, RODRIGUES E PINHO, 1994).

Já a alta mortalidade em T4, T5 e T6, pode estar relacionada ao aumento da concentração de palha de café *in natura*, posto que estes tratamentos possuem em sua composição um volume de palha de café maior que o de biossólido.

Dessa forma, é provável que as menores mortalidades observadas em T2 e T3 ocorreram devido ao equilíbrio entre os fatores mencionados, ou seja, a pequena quantidade de palha de café forneceu uma quantidade suficiente de B e, ao mesmo tempo, não causou efeitos nocivos.

5.4.2 Plantas espontâneas em café conilon

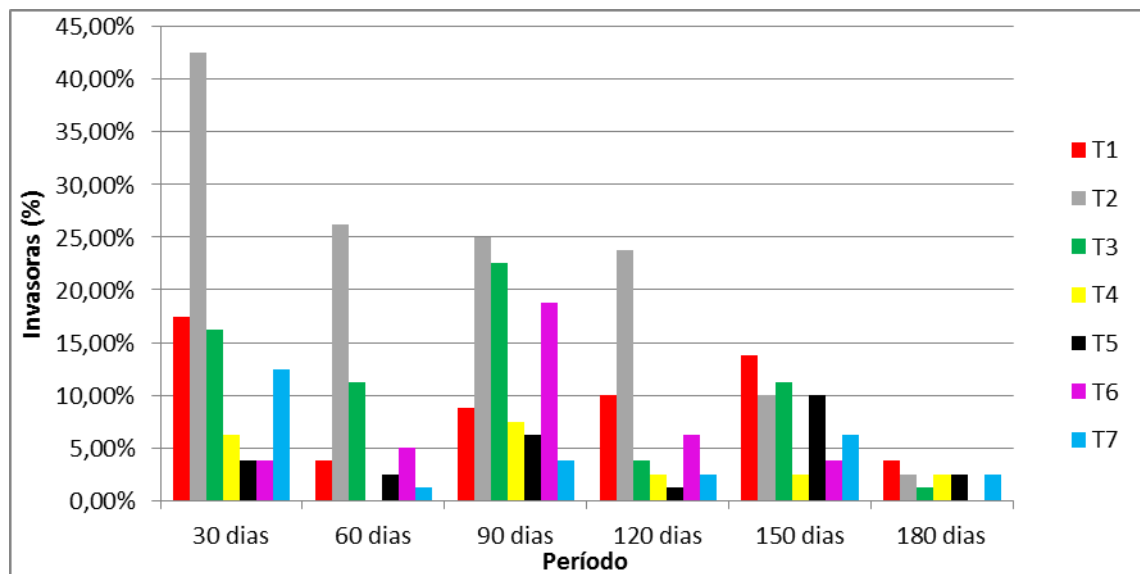
A porcentagem de tubetes com plantas espontâneas em café conilon, medida a cada 30 dias, é apresentada na tabela 13 e na figura 20 segue sua representação gráfica.

Tabela 13: Porcentagem de tubetes com plantas espontâneas em café conilon.

	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
T1	17,50%	3,75%	8,75%	10,00%	13,75%	3,75%
T2	42,50%	26,25%	25,00%	23,75%	10,00%	2,50%
T3	16,25%	11,25%	22,50%	3,75%	11,25%	1,25%
T4	6,25%	0,00%	7,50%	2,50%	2,50%	2,50%
T5	3,75%	2,50%	6,25%	1,25%	10,00%	2,50%
T6	3,75%	5,00%	18,75%	6,25%	3,75%	0,00%
T7	12,50%	1,25%	3,75%	2,50%	6,25%	2,50%

Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

Figura 20: Gráfico demonstrando o percentual de tubetes com plantas espontâneas em café conilon.



Fonte: Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

O tratamento T1 possuiu sua maior incidência de plantas espontâneas aos 30 dias, sofrendo considerável redução na medição seguinte e oscilando nas medições posteriores.

Assim como em pimenta-do-reino, tratamento T2 em café conilon se destacou pela forte incidência de plantas espontâneas, tendo seu pico nos primeiros 30 dias, nas medições posteriores houve uma tendência à redução, porém, sempre continuou em destaque.

O tratamento T3 também foi um dos mais atingidos por plantas espontâneas, possuindo seu pico aos 90 dias.

O tratamento T6 apresentou valores altos apenas aos 90 dias, nas demais medições seus valores foram moderados.

Já os tratamentos T4, T5 e T7 tiveram baixo percentual de acometimento por plantas espontâneas, sendo que o T7 apresentou valores levemente acentuados apenas na primeira medição.

Assim como em pimenta-do-reino, os substratos com maior concentração de biossólido se destacaram com maiores percentuais de tubetes portadores de plantas espontâneas, fortalecendo a hipótese de que este material possa possuir uma contaminação maior por sementes de plantas.

A tendência para a redução da presença de plantas espontâneas ao longo do experimento se repetiu, provavelmente, devido à competição por luz à medida que as mudas cultivadas se desenvolviam, e também, ao cessar da introdução de novas sementes.

Também se repetiu o aumento de plantas espontâneas em T6 ao longo do experimento.

5.4.3 Desenvolvimento das mudas de café conilon

As medidas relacionadas ao desenvolvimento das mudas de café conilon, submetidas ao Teste de Tukey a 5%, são apresentadas na tabela 14.

Tabela 14: Medidas relacionadas ao desenvolvimento das mudas de café conilon aos 180 dias.

	PF	H	DC	RHD	MSPA (g)	MSR (g)	RMSPAR	MST (g)	IQD
CV (%)	15,33	32,66	8,14	29,93	37,00	38,96	16,22	36,32	29,22
T1	1,63 b	2,93 bc	2,35 c	1,24 b	0,23 b	0,07 c	3,23 ab	0,31 b	0,07 c
T2	2,42 a	7,49 a	3,06 ab	2,36 ab	0,77 a	0,22 b	3,43 ab	0,99 a	0,17 ab
T3	2,25 ab	6,92 ab	2,98 ab	2,34 ab	0,57 ab	0,17 bc	3,33 ab	0,74 ab	0,13 bc
T4	anulado								
T5	1,88 ab	4,09 abc	2,76 bc	1,46 ab	0,32 b	0,08 bc	4,17 a	0,40 b	0,07 c
T6	2,63 a	7,63 a	3,34 a	2,74 a	0,90 a	0,38 a	2,41 b	1,28 a	0,25 a
T7	1,54 b	2,55 c	2,27 c	1,07 b	0,17 b	0,05 c	3,79 a	0,22 b	0,05 c

Fonte: Elaborado por Fabrício Rosa, (2018).

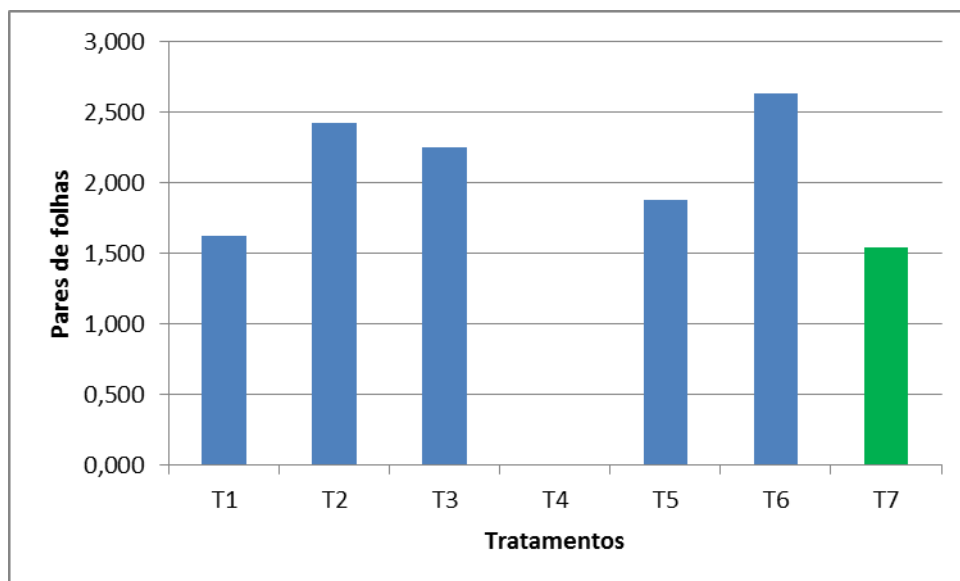
Legenda: PF – pares de folhas, DC - diâmetro do colo, H - altura, RHD - relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto, MSPA - massa seca da parte aérea, MSR - massa seca do sistema radicular, MST - massa de matéria seca total, RMSPAR - relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular, IQD - índice de qualidade de Dickson. Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

5.4.3.1 Pares de folhas

Conforme Fonseca e Ferrão (2007) e Ferrão et al. (2012), a recomendação para o plantio de café conilon clonal é de mudas entre 120 e 150 dias com 3 ou 4 pares de folhas. Dessa forma, mesmo com 180 dias de viveiro, nenhum tratamento alcançou a quantidade de pares de folhas recomendada.

Todos os tratamentos apresentaram o número de pares de folhas, em média, superiores em relação ao tratamento controle, entretanto, apenas T6 e T2, os quais apresentaram as maiores médias, diferiram estatisticamente do mesmo, sendo considerados iguais entre si conforme o Teste de Tukey (figura 21).

Figura 21: Gráfico ilustrando o número de pares de folhas (PF) em café conilon aos 180 dias.

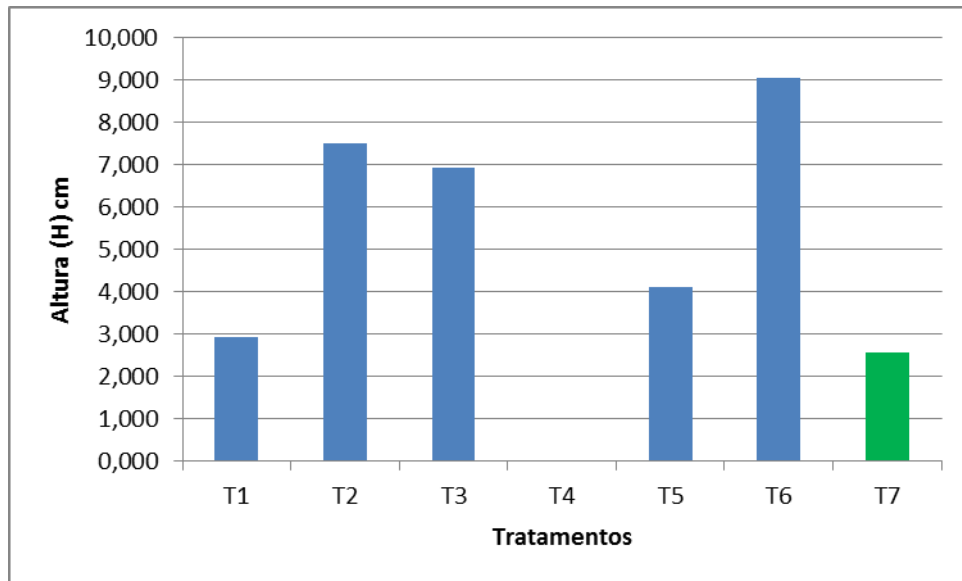


Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

5.4.3.2 Altura

Os tratamentos T6 e T2 foram os que apresentaram, respectivamente, as maiores médias de altura, ambos foram significativamente diferentes do controle e iguais entre si. Em seguida temos T3 com valor superior e significativamente diferente do controle e; T5 e T1 superiores ao controle, porém não diferentes estatisticamente ao mesmo e entre si (figura 22).

Figura 22: Gráfico ilustrando a altura (H) de mudas de café conilon aos 180 dias.

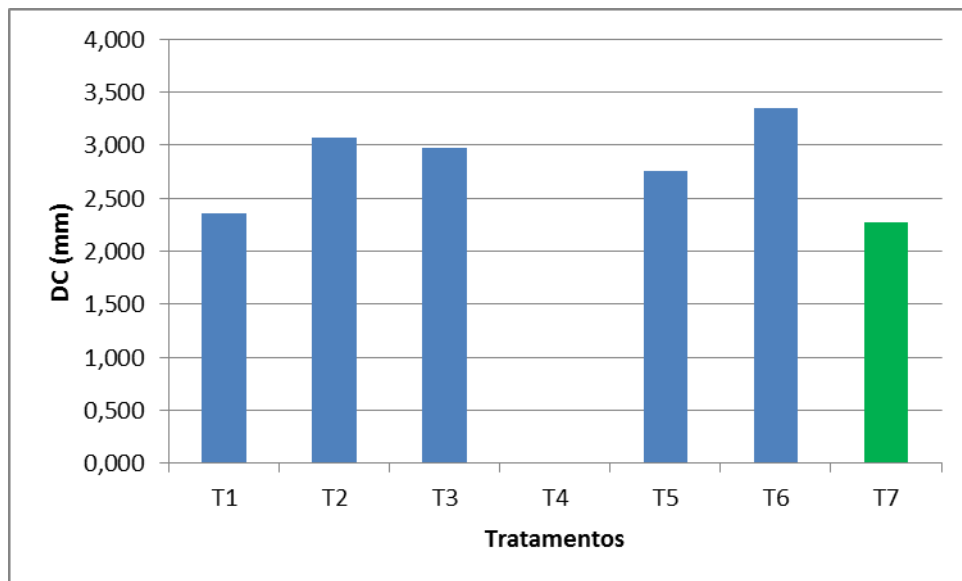


Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

5.4.3.3 Diâmetro do colo

O diâmetro do colo é muito propício para avaliação de qualidade de mudas, está relacionada à taxa de sobrevivência das mudas após o plantio (BINOTTO, 2007). Assim como nas variáveis anteriores, todos os tratamentos apresentaram médias maiores que a do controle para o diâmetro do colo. Temos T6, T2 e T3, respectivamente, maiores e significativamente diferentes do controle, porém iguais entre si e; T1 e T5 maiores, porém, iguais estatisticamente ao controle (figura 23).

Figura 23: Gráfico ilustrando o diâmetro do colo (DC) em mudas de café conilon aos 180 dias.



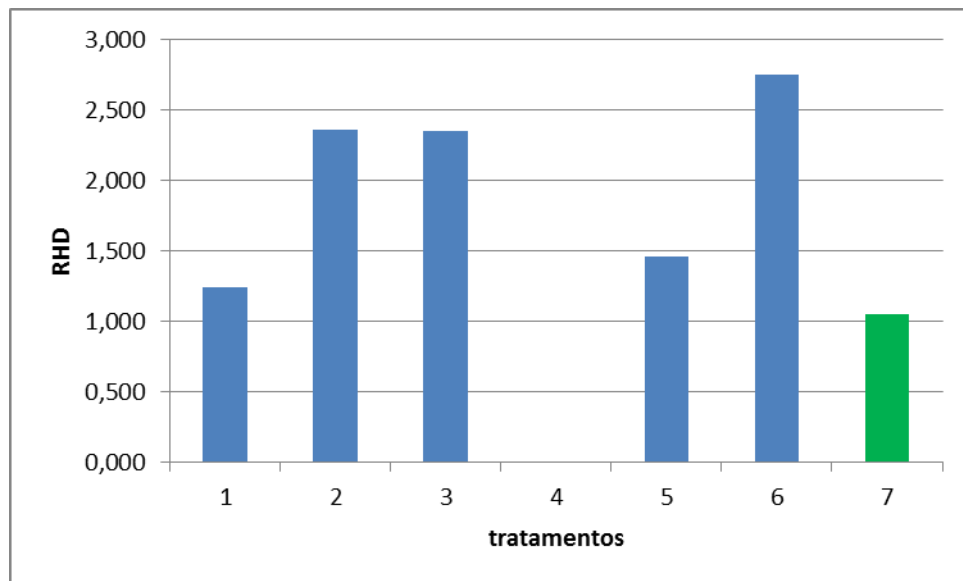
Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

5.4.3.4 Relação da altura e do diâmetro do colo

Embora não se tenha encontrado na literatura qual a relação da altura e do diâmetro do colo ideal para café conilon, sabe-se que o desejável é que se tenham valores equilibrados, pois valores muito altos indicam um crescimento estiolado da planta, ou seja, um crescimento exagerado em altura (crescimento primário) e baixo crescimento em diâmetro, valores muito baixos, representam exatamente o contrário.

O tratamento que obteve a maior média para a relação altura pelo diâmetro do colo foi o T6, diferindo estatisticamente do controle. Os tratamentos T2, T3 e T5 também apresentaram, respectivamente, médias superiores ao controle, porém, foram considerados estatisticamente semelhantes tanto ao controle quanto ao T6. Enquanto isso, T1 obteve média superior, mas, não diferente do controle (figura 24).

Figura 24: Gráfico ilustrando a relação entre a altura e o diâmetro do colo (RHD) em mudas de café conilon aos 180 dias.



Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

5.4.3.5 Matéria Seca

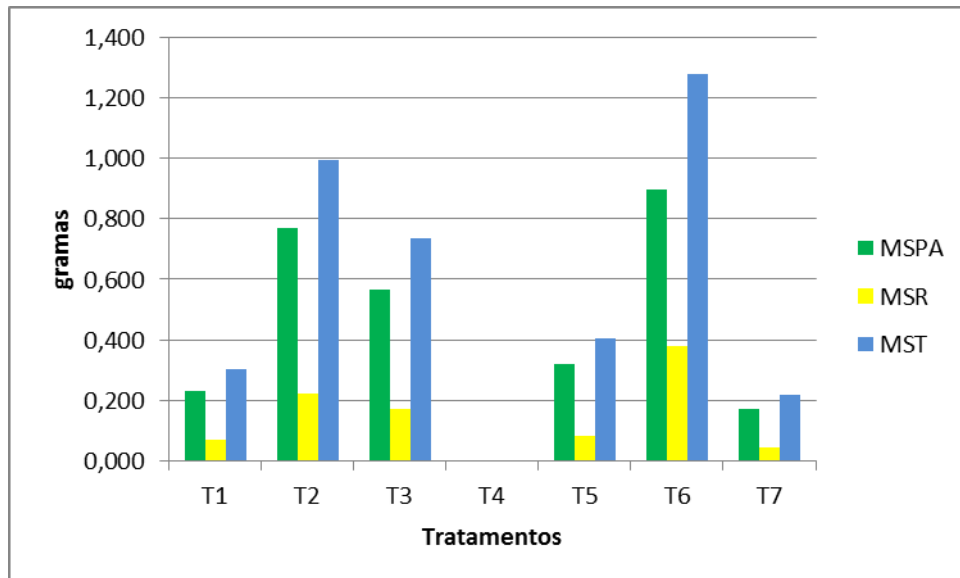
A produção de matéria seca é um parâmetro bastante consistente na avaliação das respostas à adubação em espécies vegetais, complementando os dados de crescimento em altura (PAIVA et al., 2009). Se tratando de massa seca da parte aérea, todos os tratamentos obtiveram médias maiores que a do tratamento controle, entretanto, apenas T6 e T2 foram estatisticamente diferentes do mesmo e iguais entre si.

O sistema radicular das plantas, quando bem desenvolvido, é considerado fator importante na produção. As principais funções das raízes das plantas são a absorção de nutrientes e água do solo e o suporte mecânico da planta (FAGERIA, 1998). Quanto à massa seca do sistema radicular, o tratamento T6 foi destaque com a maior média, diferindo significativamente de todos os outros tratamentos. T2 possuiu a segunda maior média, diferindo de T6 e T7, sendo iguais aos demais conforme Teste de Tukey. Os demais tratamentos foram considerados iguais ao controle, embora este apresente a menor média.

No que se refere à massa seca total, todos os tratamentos obtiveram médias maiores que a do tratamento controle, entretanto, T6 e T2 obtiveram as maiores

médias, foram estatisticamente diferentes do mesmo e iguais entre si. Os demais tratamentos foram considerados semelhantes ao controle (figura 25).

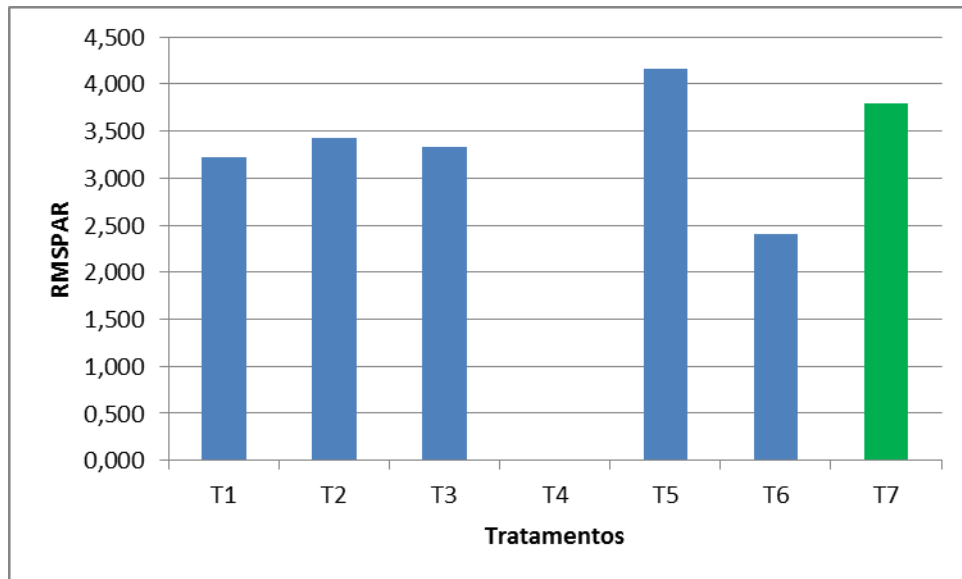
Figura 25: Gráfico ilustrando a massa seca total (MST), da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) em mudas de café conilon aos 180 dias.



Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

A relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular representa a proporcionalidade do crescimento entre estas partes das plantas, valores muito altos representam um crescimento maior da parte aérea em relação ao sistema radicular; valores muito baixos representam o contrário. Nesta variável, T6 apresentou a menor média. O tratamento T5 seguido do controle obtiveram as maiores médias, indicando um crescimento aéreo maior que o radicular. Os tratamentos T1, T2 e T3 foram intermediários sendo considerados iguais tanto ao T6 quanto ao controle e ao T5, conforme o Teste de Tukey (figura 26).

Figura 26: Gráfico ilustrando a relação entre a massa seca da parte aérea e da raiz (RMSPAR) nas mudas de café conilon aos 180 dias.



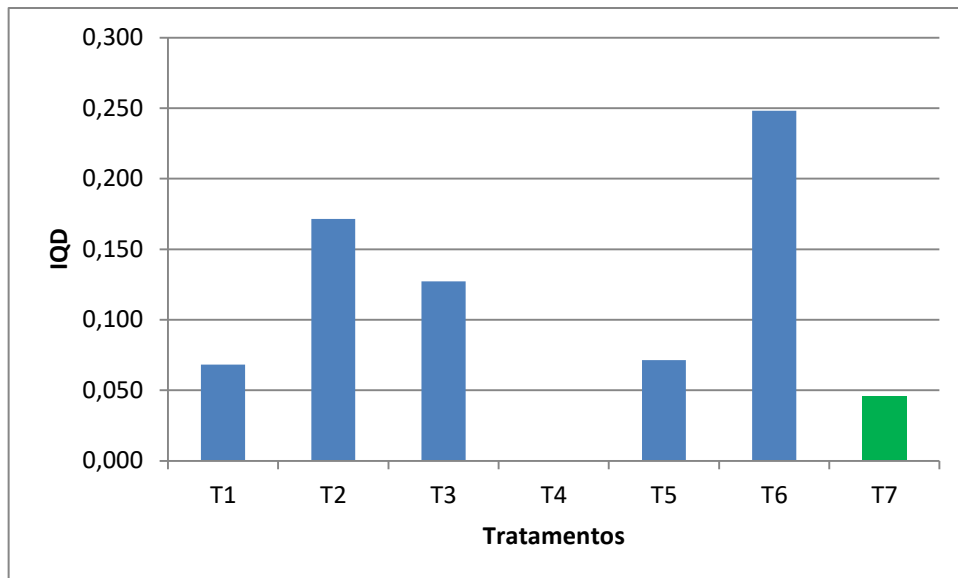
Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

5.4.3.6 Índice de Qualidade de Dickson

O Índice de Qualidade de Dickson é um bom parâmetro para se aferir sobre a qualidade de mudas, pois o mesmo leva em conta em seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa. Um maior valor do IQD indica melhor qualidade da muda (DICKSON, LEAF e HOSNER, 1960). Apesar de ter sido criado para mudas florestais, este índice vem sendo aplicado com sucesso em diversas outras plantas como manjeriço, tomate, berinjela, beterraba e até mesmo alface (SOUZA, 2011; BENETT, 2014; COSTA, 2011; LIMA, 2013; SIMÕES, 2015).

O tratamento que obteve o maior IQD foi o T6 seguido de T2, não os diferenciando significativamente. O menor valor foi o obtido pelo tratamento controle, seguido de T1 e T5, estes três foram considerados iguais estatisticamente e, curiosamente, T1 e T5 alcançaram as mesmas médias. Enquanto isso, T3 obteve média de valor intermediário, sendo diferente estatisticamente apenas de T6 (figura 27).

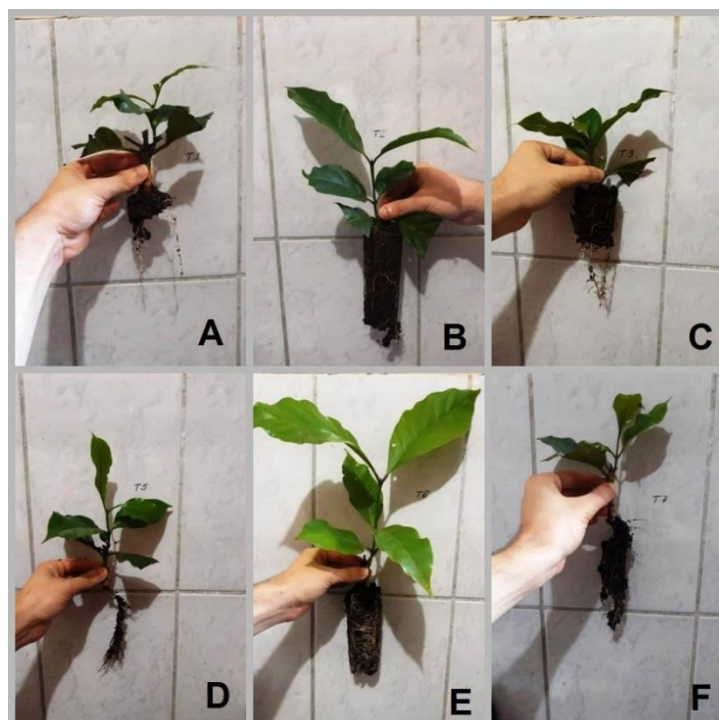
Figura 27: Gráfico ilustrando o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) nas mudas de café conilon aos 180 dias.



Elaborado por Fabricio Rosa, (2018).

A figura 28 apresenta indivíduos de café conilon típicos em cada tratamento, evidenciando os aspectos de seu desenvolvimento.

Figura 28: Indivíduos de café conilon típicos em cada tratamento aos 180 dias.



Fonte: Acervo pessoal de Fabricio Rosa, (2018).

Legenda: A – T1; B – T2; C – T3; D – T4; E – T5 e F – T7.

5.5 PERFIL DOS TRATAMENTOS

Apesar do tratamento T1 possuir as maiores concentrações de nutrientes, exceto potássio, e maior capacidade de retenção de água, foram verificadas nesse tratamento as menores taxas em todos os parâmetros relacionadas ao desenvolvimento das plantas, inclusive no IQD que foi o menor para pimenta-do-reino e maior apenas que o controle para café.

Houve baixa mortalidade em mudas de pimenta-do-reino no tratamento T1, porém, essas mudas não se desenvolveram, muitas permaneceram até o fim do experimento sem qualquer indício de crescimento de parte aérea e de raiz, enquanto outras apresentaram crescimentos modestos. Já em café conilon, a mortalidade ultrapassou 50% das mudas. Esse fato pode ser explicado, em parte, pela alta densidade do substrato somada à baixa porosidade total. Todavia, o pH ácido do substrato pode ter sido o fator decisivo para o pequeno desenvolvimento das plantas nesse substrato.

O nitrogênio e o potássio são os principais nutrientes demandados pelas plantas de pimenta-do-reino (VELOSO et al., 2000; SIM, 1971). Dessa forma, a carência de potássio em T1 pode ter contribuído também para a estagnação no desenvolvimento das mudas de pimenta-do-reino.

O tratamento T2 se mostrou mais eficiente quanto ao desenvolvimento das plantas em relação ao T1, sendo o segundo maior IQD em pimenta-do-reino e o terceiro maior IQD para café conilon, nesse caso menor que o controle. Houve baixa mortalidade em ambas as culturas em comparação com outros tratamentos.

O incremento de potássio dado pela palha de café pode ter influenciado positivamente o desenvolvimento de pimenta-do-reino. A redução na porosidade total e na densidade pode ter favorecido o crescimento em ambas as espécies.

Curiosamente, este tratamento apresentou sempre altas taxas de presença de plantas espontâneas, o que pode ser um indicador de que o substrato possui condições favoráveis para o desenvolvimento de plantas em geral. Estas taxas se reduziram ao longo do experimento, provavelmente devido ao crescimento das plantas cultivadas e conseqüente sombreamento do ambiente.

O tratamento T3 se mostrou ambíguo em relação às duas culturas. Em pimenta-do-reino, apresentou a segunda maior mortalidade, sendo maior que 60%, já para o café conilon, foi o substrato que obteve a menor taxa de mortalidade.

Em pimenta-do-reino, foi um dos menores IQD, enquanto que para o café conilon, possui um IQD intermediário, sendo o terceiro maior. Este tratamento apresentou sempre altas taxas de presença de plantas espontâneas.

O tratamento T4 não se mostrou eficiente em ambas as espécies. Em café conilon, a mortalidade maior que 70% impossibilitou a continuidade das análises; e em pimenta-do-reino, a mortalidade se aproximou de 50%. O IQD e as variáveis de crescimento em pimenta-do-reino foram medianas em relação aos outros tratamentos.

Mesmo sem a competição com as plantas cultivadas, haja vista a mortalidade alta em ambas as espécies, este substrato apresentou baixo percentual de tubetes contaminados com plantas espontâneas.

O tratamento T5 se mostrou adequado para a produção de mudas de pimenta-do-reino. Foi o tratamento que apresentou os maiores valores para as variáveis de desenvolvimento e conseqüentemente o maior IQD. Além disso, foi o tratamento que apresentou uma das mais baixas taxas de mortalidade. Já para o café conilon, este foi o tratamento que apresentou um dos menores IQD e uma taxa de mortalidade mediana. Em ambas as culturas houve pouca infestação por espontâneas.

O tratamento T6 apresenta várias características desejáveis para um bom substrato, as quais poderiam levar a conclusão de que este seria o melhor, se analisadas isoladamente. O mesmo foi o único que possuiu pH na faixa recomendada por Malavolta (1979); é o menos denso, possui a relação C/N próxima do equilíbrio conforme Abad e Noguera (1998); possui a melhor CTC; possui a maior concentração de potássio, elemento importante para pimenta-do-reino (VELOSO et al., 2000); possui a maior concentração de boro, elemento importante para o cafeeiro (GARCIA, CORREA e FREIRE, 1983); e apesar de possuir menos nitrogênio, possui quantidade superior a necessária para a produção de mudas de café conilon conforme Garcia, Correa e Freire (1983).

Todavia, T6 foi o tratamento que causou a maior mortalidade em pimenta-do-reino, a ponto de se eliminar o tratamento das demais análises, além de uma mortalidade acentuada em café conilon, maior que 50%. A mortalidade em ambas as culturas se concentrou nos primeiros meses de viveiro.

Como o tratamento T6 era formado apenas por palha de café *in natura*, é provável que a baixa capacidade de retenção de água tenha causado a mortalidade inicial no tratamento T6.

Uma observação pessoal que se faz a respeito do tratamento T6 é que o volume do substrato no tubete reduziu consideravelmente ao longo do tempo, provavelmente, devido a decomposição da palha de café. Isso faz com que as estacas tenham dificuldades no enraizamento, visto que por vezes ficam completamente expostas. Esse fato justifica também a redução na quantidade de plantas espontâneas nos períodos finais do experimento, quando a luminosidade na superfície do substrato é reduzida, afetando a germinação.

Este substrato apresentou uma porosidade total alta, entretanto, havia mais macroporos do que microporos, prejudicando a CRA, a qual foi a menor entre os tratamentos.

O tratamento T7, o controle, possui boas características físicas como baixa densidade, alta porosidade e a maior CRA entre os substratos testados. Também apresenta alguns atributos positivos quanto as características químicas, como pH próximo a faixa recomendada por Malavolta (1979) e sua relação C/N está dentro da faixa ideal conforme Abad e Noguera (1998). Contudo, comparado aos demais, é o que possui menor quantidade de macro e micronutrientes, inclusive, possui boro abaixo do recomendado para produção de mudas de café conilon conforme Garcia, Correa e Freire (1983) e cobre no limite mínimo conforme os mesmos autores.

No presente experimento, nenhum dos substratos foi enriquecido com adubo químico justamente para se avaliar suas qualidades físico-químicas naturais, porém, é sabido que viveiristas se preocupam mais com os atributos físicos do substrato e complementam suas carências químicas com adubação, como deve ser o caso do

substrato utilizado em T7 (MARTINEZ, 2002; FERNANDEZ e GOMES, 1999; MARTINEZ e BARBOSA, 1999).

A falta da adubação usual no substrato comercial justifica os menores valores nas variáveis de desenvolvimento, incluindo o IQD, em café conilon. Já para pimenta-do-reino, mesmo sem estas adubações, o tratamento controle foi superado apenas por T5 nestas variáveis, e ainda assim, não se diferenciando estatisticamente do mesmo.

6 CONCLUSÕES

Conforme os resultados do experimento, conclui-se que o bio sólido e a palha de café podem ser utilizados na composição de substratos para produção de mudas de café conilon e pimenta-do-reino, tendo em vista que, de forma geral, os substratos formados por estes resíduos proporcionaram o bom desenvolvimento das mudas.

Todavia, tanto o bio sólido quanto a palha de café *in natura* não devem compor 100% da formulação do substrato, visto que em ambas as culturas, quando utilizados dessa forma, o desenvolvimento das mudas não foi satisfatório, ora havendo alta mortalidade, ora havendo pouco crescimento e incremento de massa seca.

Para a produção de mudas de pimenta-do-reino, o tratamento T2 (80% bio sólido/20% palha de café), juntamente com o tratamento T5 (20% bio sólido/80% palha de café), foram os que obtiveram médias de IQD semelhantes estatisticamente ao tratamento controle, sendo então os mais indicados para a produção de mudas desta espécie.

Para a produção de mudas de café conilon, o tratamento T2 foi considerado o mais adequado, pois obteve uma das maiores médias de IQD, além da baixa mortalidade.

Dessa forma, se conclui que a proporção de 80% de bio sólido mais 20% de palha de café *in natura* (tratamento T2), é a mais indicada para produção de mudas de café conilon e pimenta-do-reino.

Apesar do tratamento T6 (100% palha de café) ter apresentado o melhor IQD para café conilon, o mesmo não foi considerado adequado devido à alta mortalidade ocorrida neste tratamento.

A palha de café *in natura* possui muitas características desejáveis para um bom substrato, destacando-se as altas concentrações de K e a baixa densidade, porém seu uso altas taxas de mortalidade nos primeiros meses de viveiro. Dessa forma, recomendam-se novos estudos visando avaliar a eficácia da palha de café compostada para a composição de substratos.

Os resíduos utilizados possuem características que se complementam, as quais são desejáveis, o que lhes confere potencial para compor substratos alternativos em conjunto.

Diante do potencial observado, recomendam-se novas pesquisas objetivando a avaliação da viabilidade econômica da formulação de substratos a partir do bio sólido e da palha de café, posto que ambos são resíduos abundantes em muitos municípios capixabas, havendo a possibilidade de obtenção de forma gratuita, ou a custos baixos.

Deve-se ressaltar ainda que, embora não seja esperado que a produção de mudas absorva toda a geração de bio sólido e de palha de café, esta atividade se configura como mais uma alternativa para a destinação dos mesmos. Assim, a formulação de substratos utilizando-se destes resíduos pode colaborar com a redução do gasto de recursos públicos com aterros sanitários para a destinação do bio sólido e também reduzir os problemas ambientais causados pela destinação inadequada da palha de café no meio rural.

REFERÊNCIAS

ABAD, M.B.; NOGUERA, P.M. **Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigation.** In: **CADANHA, C. (ed.)** Fertirrigation: cultivos hortícolas y ornamentales: Madrid: Mundi-Prensa, 1998 p.289-342.

ABAD, Manuel; NOGUERA, Patricia; BURÉS, Silvia. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. **Bioresource technology**, v. 77, n. 2, p. 197-200, 2001.

ALAMINO, R. C.J. **A utilização de lodo de esgoto como alternativa sustentável na recuperação de solos degradados:** Viabilidade, avaliação e biodisponibilidade de metais. 2010. 221 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

ANDRADE, C. A. D.; MATTIAZZO, M. E. Nitratos e metais pesados no solo e nas árvores após aplicação de bio-sólido (lodo de esgoto) em plantações florestais de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, v. 1, n. 58, p. 59-72, 2000.

ANDREOLI, C. V. **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura e sua influência em características ambientais no agrossistema.** 1999. 278 f. Tese (Doutorado) Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1999.

ANJOS, A. dos. Análise de Variância. **Notas de Aula, Capítulo**, v. 7, 2008.

ANDREOLI, C.V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Lodo de Esgotos: Tratamento e Disposição Final.** Belo Horizonte: UFMG, p. 465-482, 2001.

APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, **Standard Methods for the Examinations for Water and Wastewater.** Washington, D.C: 21 th edition, 2005.

ASSENHEIMER, Adriane. Benefícios do uso de bio-sólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais/Benefits of the use of bio-solid as substrata in forest species seedlings production. **Ambiência**, 2009.

BARROS, U. V. et al. Doses e modo de aplicação da palha de café e esterco de gado associado ao adubo químico, na formação e produção do cafeeiro na Zona da Mata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. 2001. p. 48-50.

BARTHOLO, G. F. et al. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, v. 14, n. 162, p. 33-44, 1989.

BENITO, Marta et al. Chemical and microbiological parameters for the characterisation of the stability and maturity of pruning waste compost. **Biology and Fertility of Soils**, v. 37, n. 3, p. 184-189, 2003.

BENITO, Marta et al. Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. **Bioresource technology**, v. 96, n. 5, p. 597-603, 2005.

BENETT, Katiane Santiago Silva et al. Efeito de concentrações paclobutrazol sobre a produção de mudas de tomateiro. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 2, p. 164-169, 2014.

BERGO, Celso Luís; SÁ, Claudenor Pinho de; SALES, Francisco de. **Produção de mudas de cafeeiros por sementes e estacas**. 2002.

BINOTTO, Alexandre Francisco et al. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de dickson em mudas de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maid e Pinus elliottii var. elliottii-Engelm**. 2007.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soil 12th ed**. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 53, de 23/10/2013. Estabelece as disposições e critérios para as definições, a classificação, o registro e renovação de registro de estabelecimento, o registro de produto, a autorização de comercialização e uso de materiais secundários, o cadastro e renovação de cadastro de prestadores de serviços de armazenamento, de acondicionamento, de análises laboratoriais, de empresas geradoras de materiais secundários e de fornecedores de minérios, a embalagem, rotulagem e propaganda de produtos, as alterações ou os cancelamentos de registro de estabelecimento, produto e cadastro e os procedimentos a serem adotados na inspeção e fiscalização da produção, importação, exportação e comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes, remineralizadores, substrato para plantas e materiais secundários; o credenciamento de instituições privadas de pesquisa; e os requisitos mínimos para avaliação da viabilidade e eficiência agrônômica e elaboração do relatório técnico-científico para fins de registro de fertilizante, corretivo, biofertilizante, remineralizador e substrato para plantas na condição de produto novo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 375. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n.167, p.141- 146, 2006.

BRUM, Sarah Silva. **Caracterização e modificação química de resíduos sólidos do beneficiamento do café para produção de novos materiais**. 2007.

CAETANO, L. C. S.; COSTA, A. de F. S. da.; COSTA, A. N. da. Utilização do lodo de estação de tratamento de esgoto para adubação da goiabeira - segundo ano de avaliação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2., 2011, Vitória. Anais... Vitória: Incaper, 2011.

CAETANO, L. C. S.; PACHECO, B. M.; COSTA, A. N. da.; COSTA, A. de F. S. da.; GUARÇONI M., A. Utilização do lodo de estação de tratamento de esgoto para adubação da cana de açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2., 2011, Vitória. Anais... Vitória: Incaper, 2011.

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler et al. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 1009-1017, 2012.

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 027-033, 2008.

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler et al. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013.

CARVALHO, Jimmy Elizio de et al. **Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000**, em Ji-Paraná/RO. 2005.

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; BRUN, E. J.; LOVATO, T. Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 292-299, 2006.

CHENG, Hefa et al. Application of composted sewage sludge (CSS) as a soil amendment for turfgrass growth. **Ecological Engineering**, v. 29, n. 1, p. 96-104, 2007.

COSTA, Edilson et al. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 1017-1025, 2011.

COSTA, A. de F. S. da.; COSTA, A. N. da.; MAIA, F. G. Utilização do lodo de estação de tratamento de esgoto para adubação da palmeira real (*Archontophoenix* spp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2., 2011, Vitória. Anais... Vitória: Incaper, 2011.

COSTA, A. de F. S. da.; COSTA, A. N. da.; MAIA, F. G.; LIMA, M. de F. de.; ALMEIDA, L. F. de. Avaliação do desenvolvimento vegetativo da bananeira sob efeito de diferentes doses de lodo de esgoto tratado. In: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 10., 2010, Maceió. Gestão de Resíduos: Desafios e Oportunidades. Maceio: ABES, 2010.

COSTA, A. N. da.; COSTA, A. de F. S. da. Uso do biossólido na cultura do mamoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, 25., Vitória, ES. [Anais...] Vitória: CONFAEAB: SEEA: CREA-ES; Brasília, DF: CONFEA, [2007]. 8p.

COSTA, A. N. da.; COSTA, A. de F. S. da.; MAIA, F. G. Utilização do lodo de estação de tratamento de esgoto para adubação do açaí (*Euterpe oleracea*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2., 2011, Vitória. Anais... Vitória: Incaper, 2011.

COSTA, A. N. da.; COSTA, A. de F. S. da.; PEREIRA, A. C. C.; LIMA, M. de F. de.; MATTOS, C. N. de. Influência da aplicação de lodo de estação de tratamento de esgoto, tratado com cal virgem, na produtividade do café arábica. In: SIMPÓSIO

ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 10., 2010, Maceió. *Gestão de Resíduos: Desafios e Oportunidades*. Maceio: ABES, 2010.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O.; CAPPAERT, I. Determination and study of the water availability of substrates for ornamental plant growing. In: *Symposium on Water Supply under Glass and Plastics* 35. 1972. p. 51-58.

DE FARIAS, W. C., DE PAIVA OLIVEIRA, L. L., DE OLIVEIRA, T. A., DANTAS, L. L. D. G. R., & SILVA, T. A. G. Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 3, p. 01-06, 2012.

Demuner, Juza. **Aperfeiçoamentos introduzidos em tubete para produção de mudas clonadas de café conilon**. Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Patente nº BR 20 2013 028834 4 U2 de 12/06/2018.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, n.1, p.11-13, 1960.

EFFGEN, Teóphilo André Maretto et al. Propriedades físicas do solo em função de manejos em lavouras de cafeeiro conilon. R. **Ceres**, v. 59, p. 414-421, 2012.

EVANYLO, Gregory K.; DANIELS, W. Lee. Paper mill sludge composting and compost utilization. **Compost Science & Utilization**, v. 7, n. 2, p. 30-39, 1999.

FAGERIA, N.K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: **EMBRAPA-CNPAP**, 1989. 425p.

FAGERIA, Nand Kumar. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1998.

FARIA, Júlio César Tannure et al. Uso de resíduos orgânicos no crescimento de mudas de Mimosa setosa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 409-418, 2013.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. **Encontro Nacional de Substratos para Plantas**, v. 3, p. 29-37, 2002.

FERNANDEZ, M.M.; GOMES, I.M.C. (eds.) **Cultivos sin suelo II. Almeria: Direccion General de Investigacion y Formacion Agraria de la Junta de Andalucia/FIAPA/Caja Rural de Almeria**, 1999. 590 p.

FERRAO, M. A. G.; FERRAO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. C. Origem, dispersao, taxonomia e diversidade genetica de *Coffea canephora*. In: FERRAO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANCA, S. M.; FERRAO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). **Café conilon**. Vitoria, ES: Incaper. 2007. Cap. 3.

FERRÃO, R. G. et al. **Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. 4. ed. revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 2012. (Incaper: Circular Técnica, 03-I) 74 p.

FERRÃO, LMVF; et al. **Café Conilon**. 2ª ed. Vitória: INCAPER, 2017.

FONSECA, Aymbiré Francisco Almeida da; FERRÃO, Romário Gava. **Manejo da cultura do café conilon: espaçamento, densidade de plantio e podas**. 2007.

FRANÇA-DANTAS, M. S. **Manual de segurança e qualidade para a cultura da pimenta-do-reino**. 2004.

GARCIA, A. W. R.; CORREA, J. B.; FREIRE, A. C. F. Levantamento das características químicas dos solos e estado nutricional das lavouras cafeeiras do sul de Minas. In: **Anais: 10o. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Pocos de Caldas (MG), 29 de agosto a 1 de setembro de 1983: café do Brasil**. Rio de Janeiro: Min. da Indústria e do Comércio, Instituto Brasileiro do Café-GERCA,[1983]., 1983.

GARCIA-GOMEZ, A.; BERNAL, M. P.; ROIG, Asunción. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. **Bioresource technology**, v. 83, n. 2, p. 81-87, 2002.

GOMES, Daniele Rodrigues et al. **Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de Tectona grandis L.** 2013.

GONÇALVES, J.L. M. **Recomendações de Adubação para Eucalyptus, Pinus e Espécies Típicas da Mata Atlântica**. Piracicaba: 1995. 15p.

GOUIN, Francis R. Using compost in the ornamental horticulture industry. In: **Beneficial Co-Utilization of Agricultural, Municipal and Industrial by-Products**. Springer Netherlands, 1998. p. 131-138.

GRIGATTI, Marco; GIORGIONI, Maria Eva; CIAVATTA, Claudio. Compost-based growing media: Influence on growth and nutrient use of bedding plants. **Bioresource technology**, v. 98, n. 18, p. 3526-3534, 2007.

GUERRINI, Iraê Amaral; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1069-1076, 2004.

HE, Xin-Tao; LOGAN, Terry J.; TRAINA, Samuel J. Physical and chemical characteristics of selected US municipal solid waste composts. **Journal of Environmental Quality**, v. 24, n. 3, p. 543-552, 1995.

HERRERA, F. et al. Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. **Bioresource technology**, v. 99, n. 2, p. 287-296, 2008.

HIGASHIKAWA, Fábio Satoshi; SILVA, Carlos Alberto; BETTIOL, Wagner. Chemical and physical properties of organic residues. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1742-1752, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2017, disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>, acessado em maio de 2018.

INBAR, Y.; CHEN, Y.; HOITINK, H. A. J. Properties for establishing standards for utilization of composts in container media. **Science and engineering of composting: design, environmental, microbiological and utilization aspects**. Renaissance Publications, Worthington, OH, p. 668-694, 1993.

INCAPER, **Programa de assistência técnica e extensão rural–Proater 2011–2013: Guarapari**. Planejamento e programação de ações. 21p. Secretaria da agricultura, abastecimento, aquicultura e pesca/Instituto Capixaba de Pesquisas, Assistência Técnica de Expansão Rural, 2011.

JAYASINGHE, G. Y.; ARACHCHI, ID Liyana; TOKASHIKI, Yoshihiro. Evaluation of containerized substrates developed from cattle manure compost and synthetic aggregates for ornamental plant production as a peat alternative. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 12, p. 1412-1418, 2010.

JORDÃO, E.P; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2014, 1050 p.

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

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. **Encontro Nacional sobre substratos para plantas**, v. 1, p. 112-121, 2000.

KLOCK, Kimberly A. Growth of salt sensitive bedding plants in media amended with composted urban waste. **Compost Science & Utilization**, v. 5, n. 3, p. 55-59, 1997.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage e Mimosa scabrella Benth**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de Eucalyptus dunnii em substratos renováveis. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 125 - 136, jan./mar. 2013.

KREFTA, S. M.; BRUN, E. J.; FACCHI, S. P. Substratos orgânicos para produção de mudas de Juqueri (*Senegalia polyphylla* (DC) Britton & Rose). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 17. 2012, Curitiba. Anais... Curitiba: UTFPR, 2012.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Hydroponics and Transplant Production** **396**, p. 273-284, 1994.

LIMA, J. S. S, de OLIVEIRA, R. B., da ROCHA, W., OLIVEIRA, P. C., e QUARTEZANI, W. Z. (2010). ANÁLISE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E DA PRODUÇÃO DA CUTURA PIMENTA-DO-REINO (PIPER NIGRUM, L.). **Idesia (Arica)**, 28(2), 31-39, 2010.

LIMA, Stefany Lorryny et al. Desenvolvimento de mudas de beterraba em substratos comerciais tratados com biochar. **Agrotrópica**, v. 25, p. 181-186, 2013.

MAIA, F. G. **Efeito da adubação com lodo de esgoto nas características químicas do solo, desenvolvimento vegetativo, produtividade e qualidade de frutos de abacaxizeiro cv. Vitória**. Vitória, ES : UFES, 2013. 63 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais. Orientador: Adelaide de Fátima Santana da Costa. Banca examinadora: André Guarçoni Martins.

MALAVOLTA, E. Corretivos cálcicos, magnesianos e calco-magnesianos. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. São Paulo, **Agronômica Ceres**, p. 232-245, 1981.

MALAVOLTA, E., ROMERO, J. P., LIEM, T. H., & VITTI, G. C. **Gesso agrícola: seu uso na adubação e correção do solo**. São Paulo: Ultrafertil, 1979.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas máximas econômicas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1993.

MALTA, T. S. **Aplicação de Lodos de Estações de Tratamento de Esgotos na agricultura: Estudo do caso do Município de Rio das Ostras –RJ**. 2001. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001.

MARTINEZ, H.E.P.; BARBOSA, J.G. Substratos para hidroponia. In: **CULTIVO PROTEGIDO DE HORTALIÇAS EM SOLO E HIDROPONIA**. Informe Agropecuário, v.20, n.200/201, p.81-89, 1999.

MARTINEZ, P.F. Manejo de substratos para horticultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas: Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: IAC, 2002. p.53-76.

MATIELLO, José Braz. **O café: do cultivo ao consumo**. Editora Globo, 1991.

MAZZAFERA, Paulo. Degradation of caffeine by microorganisms and potential use of decaffeinated coffee husk and pulp in animal feeding. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 815-821, 2002.

MELO, W, J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELI, R. A.; LEITE, S. A. S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e

CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 449-455, 1994.

NARNOLI, S. K.; MEHROTRA, Indu. Sludge blanket of UASB reactor: mathematical simulation. **Water Research**, v. 31, n. 4, p. 715-726, 1997.

NASCIMENTO, A. L.; SAMPAIO, R. A.; CRUZ, S. F. da.; ZUBA JUNIO, G. R.; BARBOSA, C. F.; FERNANDES, L. A. Metais pesados em girassol adubado com lodo de esgoto submetido a diferentes processos de estabilização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n.7, 2014.

OLIVEIRA, Andréia Fróes Galuci. Testes estatísticos para comparação de médias. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 6, p. 777-788, 2008.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. 1994. Ação de auxinas e/ou boro no processo de formação de raízes em estacas de café (*Coffea arabica* L. cv Mundo Novo). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 37 (1): 157-166.

OSTOS, J. C. et al. Substitution of peat for municipal solid waste-and sewage sludge-based composts in nursery growing media: Effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. **Bioresource technology**, v. 99, n. 6, p. 1793-1800, 2008.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M.; FERRAZ, A. V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 84, p. 499-511, 2009.

PANDEY, Ashok et al. Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. **Biochemical Engineering Journal**, v. 6, n. 2, p. 153-162, 2000.

PAUL, E.A. & CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**, 1989.

PEGORINI, Eduardo Sabino. **Avaliação de impactos ambientais do programa de reciclagem agrícola de lodo de esgoto na região metropolitana de Curitiba**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

PEREZ-MURCIA, M. D. et al. Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. **Bioresource technology**, v. 97, n. 1, p. 123-130, 2006.

PINAMONTI, Flavia; STRINGARI, Gino; ZORZI, Gianni. Use of compost in soilless cultivation. **Compost science & utilization**, v. 5, n. 2, p. 38-46, 1997.

PORRES, C.; ALVAREZ, D.; CALZADA, José. Caffeine reduction in coffee pulp through silage. **Biotechnology advances**, v. 11, n. 3, p. 519-523, 1993.

PRUDÊNCIO, D. L.; COSTA, A. N. da. Utilização do lodo de estação de tratamento de esgoto para adubação de seringueira (*Hevea brasiliensis*). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (SICT) DO INCAPER, 1., 2016. JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E

INOVAÇÃO DO IFES, 11., 2016. Venda Nova do Imigrante, ES : IFES; Incaper, 2016.

RIBEIRO, H. M. et al. Evaluation of a compost obtained from forestry wastes and solid phase of pig slurry as a substrate for seedlings production. **Bioresource technology**, v. 98, n. 17, p. 3294-3297, 2007.

RIBEIRO, H. M.; VASCONCELOS, E.; DOS SANTOS, J. Q. Fertilisation of potted geranium with a municipal solid waste compost. **Bioresource Technology**, v. 73, n. 3, p. 247-249, 2000.

SAIDELLES, Fabio Luiz Fleig et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira Carbonized rice hull as substratum to produce tamboril-da-mata and garapeira seedlings. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 30, n. suplemento 1, p. 1173-1186, 2009.

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. SANEPAR: PROSAB, Rio de Janeiro: ABES, 1999. 464 p.

SANTOS, Julio Cesar Freitas; MARCHI, Giuliano; MARCHI, Edilene Carvalho Santos. **Cobertura do solo no controle de plantas daninhas do café**. Embrapa Cerrados, 2008.

SCHEER, Maurício Bergamini; CARNEIRO, Charles; SANTOS, Kaline Gomes dos. **Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de Parapiptadenia rigida (Benth.)** Brenan. 2010.

SEDIYAMA, Maria AN et al. Produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 9, p. 883-890, 2011.

SEDIYAMA, Maria Aparecida N. et al. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 294-299, 2009.

SEDIYAMA, Maria Aparecida Nogueira et al. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agrícola**, 2000

SEDIYAMA, Maria Aparecida Nogueira et al. Produção e composição mineral de cenoura adubada com resíduos orgânicos. **Bragantia**, v. 57, n. 2, 1998.

SILVA, JCG da et al. A influência da cobertura morta sobre características físicas e químicas de frutos da pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 287-291, 2007.

SIM, E.S. Dry matter production and major nutrient contents of black pepper (*Piper nigrum*, L.) in **Sarawak. Malaysian Agricultural Journal**, v.48, p.73-93, 1971.

SIMÕES, Antônio Carlos et al. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com diferentes condicionadores de substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, 2015.

SIMS, J. T.; KLINE, J. S. Chemical fractionation and plant uptake of heavy metals in soils amended with co-composted sewage sludge. **Journal of Environmental Quality**, v. 20, n. 2, p. 387-395, 1991.

SINGH, B. P.; SAINJU, U. M. Soil physical and morphological properties and root growth. **HortScience**, v. 33, n. 6, p. 966-971, 1998.

SOUZA, N. H. et al. Produção de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em diferentes substratos e luminosidades. **Revista Brasileira de Planta Medicinai**s, v. 13, p. 276-281, 2011.

TCHOBANOGLIOUS, G. BURTON, F. L. STENSEL, H. D. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse**. 4 ed. Metcalf & Eddy Inc., New York, NY: McGraw-Hill, 2003. 823p.

TELES, C. R.; COSTA, A. N.; GONCALVES, R. F. Produção de lodo de esgoto em lagoas de estabilização e o seu uso no cultivo de espécies florestais na região sudoeste do Brasil. **Sanare**, Curitiba, v. 12, p. 53-60, 1999.

TOMATI, U. et al. Effect of earthworm casts on protein synthesis in radish (*Raphanus sativum*) and lettuce (*Lactuca sativa*) seedlings. **Biology and Fertility of Soils**, v. 9, n. 4, p. 288-289, 1990.

TRAZZI, P. A. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F.** Jerônimo Monteiro: UFES, 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro.

TRAZZI, Paulo André et al. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 621-630, 2012.

TRAZZI, Paulo Andre; DELARMELINA, William Macedo; ROCHA, Rafael Frinhani. CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis* UTILIZANDO LODO DE ESGOTO, FIBRA DE COCO E PALHA DE CAFÉ IN NATURA. **FLORESTA**, v. 44, n. 2, p. 195-206, 2014.

TRIGUEIRO, Rodrigo de Menezes; GUERRINI, Iraê Amaral. Uso de bioossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, p. 150-162, 2003.

TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELFI, A.J.; MELO, W.J.; MARQUES, M.O. (Eds.) **Bioossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. 468 p.

US-EPA. U.S. Environmental Protection Agency. **Method 9045D**. 2004. Disponível em: < <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/9045d.pdf> >. Acesso em 16/01/2017.

- VEGRO, Celso Luis Rodrigues; DE CARVALHO, Flavio Condé. **DISPONIBILIDADE E UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSAMENTO AGROINDUSTRIAL DO CAFÉ**. 1994.
- VELOSO, C. A. C., CARVALHO, E. J. M., MALAVOLTA, E., & MURAOKA, T. Resposta de cultivares de pimenta-do-reino aos nutrientes NPK em um Latossolo Amarelo da Amazônia Oriental. **Scientia Agrícola**, 57(2), 2000.
- VERDONCK, O. Composts from organic waste materials as substitutes for the usual horticultural substrates. **Biological Wastes**, v. 26, n. 4, p. 325-330, 1988.
- VIEIRA, Sonia. **Bioestatística tópicos avançados**. Elsevier Brasil, 2011.
- VINHA, M. B.; LIMA, I. de M.; SECUNDINO, W. Contaminantes que comprometem a segurança da pimenta-do-reino ao longo de sua cadeia produtiva. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 8, p. 55-67, jan/dez 2017.

ANEXO A – Resultado das análises químicas do biossólido, palha de café e substrato comercial



LABORATÓRIO DE ANÁLISE AGRÔNOMICA E AMBIENTAL

Avenida: Samuel Batista Cruz, 1.099 - Centro - Linhares-ES

CEP: 29.900-100 CNPJ: 03.190.861/0001-78

Telefax: (27) 3371-3460 E-mail: atendimento@fullin.com.br

Site: www.fullin.com.br

RESULTADO DE ANÁLISE DE FERTILIZANTE ORGÂNICO SÓLIDO

Cliente: Fabrício Rosa
Endereço: Avenida Melziade Marciano Musso, 01
Município: Aracruz - ES
Propriedade: -

Cultura: -
Telefone: (27) 3270-7066
Fax: -
Data de entrada: 04/07/2018

PARÂMETRO	UNID.	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA		
		Amostra 01- Biossólido	Amostra 02- Palha Café	Am. 03- Convencional
		Código: 07180003	Código: 07180004	Código: 07180005
Umidade a 60-65°C	%	32,08	39,33	43,76
pH em CaCl ₂	-	4,15	7,96	3,90
Condutividade elétrica (EC)	dS/m	-	-	-
Densidade Úmida	kg/m ³	-	-	-
Densidade Seca	kg/m ³	-	-	-
Capacidade de Troca Catiônica (CTC)	mmol/kg	477,50	845,50	667,50
Capacidade de Retenção de Água (CRA10)	% (m/m)	-	-	-
Matéria Orgânica Total	%	53,12	88,70	67,33
Matéria Orgânica Compostável	%	47,50	75,00	55,00
Carbono Orgânico ^{1/}	%	26,39	41,67	30,56
Relação C/N	-	10/1	17/1	39/1
Relação CTC/C	-	18/1	20/1	22/1
Nitrogênio (N) ^{2/}	%	2,55	2,51	0,78
Fósforo (P ₂ O ₅) ^{3/}	%	1,42	0,33	0,22
Potássio (K ₂ O) ^{3/}	%	0,38	4,44	4,45
Cálcio (Ca) ^{3/}	%	1,74	0,72	0,32
Magnésio (Mg) ^{3/}	%	0,18	0,24	0,10
Enxofre (S) ^{3/}	%	1,45	0,24	0,13
Ferro (Fe) ^{3/}	%	1,16	0,10	0,44
Zinco (Zn) ^{3/}	ppm	290,6	41,77	57,6
Cobre (Cu) ^{3/}	ppm	135,0	19,5	20,0
Manganês (Mn) ^{3/}	ppm	126,1	64,3	125,1
Boro (B) ^{3/}	ppm	2,4	27,6	6,6
Sódio (Na) ^{3/}	%	-	-	-
Cádmio (Cd) ^{3/}	ppm	-	-	-
Chumbo (Pb) ^{3/}	ppm	-	-	-
Cromo total (Cr) ^{3/}	ppm	-	-	-
Níquel (Ni) ^{3/}	ppm	-	-	-
Cobalto (Co) ^{3/}	ppm	-	-	-
Molibdênio (Mo) ^{3/}	ppm	-	-	-
Silício (Si) ^{3/}	%	-	-	-
Cloro solúvel em água (Cl)	%	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/g de MS	-	-	-
<i>Salmonella spp</i>	-	-	-	-

Metodologia preconizada pelo Ministério da Agricultura (MAPA, 2013). Resultados na base de matéria seca (massa/massa);

1/ Oxidação com Bicromato de potássio;

2/ Digestão sulfúrica;

3/ Digestão nitro-perclórica;

4/ Digestão seca;

5/ Percentual passando nas Peneiras;

- Análise não solicitada;

Equivalência entre unidades: ppm=mg/kg; %=g/kg÷10; %=ppm÷10.000;

NMP/g de MS= número mais provável por grama de matéria seca.

nd – não detectado;

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES:

- Para verificar outras informações técnicas e alguns valores de referência, consulte o verso deste formulário;

- Este laudo não deve ser utilizado para questionamento de garantias junto ao fabricante;

- A amostragem quando é realizada pelo Cliente a FULLIN não pode se responsabilizar pela qualidade da amostra.

Mensagem ao Cliente FULLIN:

- Visite o site da FULLIN: www.fullin.com.br;

- A FULLIN é uma empresa CERTIFICADA;

- A alteração indevida deste documento estará sujeita à ação judicial.

Linhares-ES, 13/07/2018

Eli Antonio Fullin
Engenheiro Agrônomo
MSc. Solos e Nutrição de Plantas
CREA 3706-D/ES



INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE A ANÁLISE DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS

O resultado da análise de fertilizantes orgânicos permite avaliar se os parâmetros estão dentro dos limites indicados pela Legislação e não ultrapassam as tolerâncias, conforme indicado nas tabelas apresentadas abaixo. Além disso, permite que seja realizada a comparação das garantias entre diferentes fontes de fertilizantes orgânicos.

Dentre os parâmetros, o índice pH e a relação C/N dão informações sobre o estado de decomposição da matéria orgânica do fertilizante. Para efeito prático, no processo de compostagem, considera-se que a matéria-prima crua tem reação ácida. Quando o pH está neutro ou próximo da neutralidade indica que o composto está bioestabilizado. O composto humificado, ou seja, decomposto, apresenta-se obrigatoriamente alcalino. Estas informações devem ser sempre associadas com outras, como por exemplo, a relação C/N.

A relação C/N dá idéia do tempo de compostagem. Para material a ser decomposto, a relação C/N alta (acima de 30/1) indica necessidade de maior prazo de decomposição. Relação C/N entre 25/1 e 35/1 será mais favorável para uma rápida decomposição. Relação C/N baixa (entre 6/1 e 12/1, por exemplo) poderá provocar perda de nitrogênio amoniacal. No material curado ou semicurado, a relação C/N indica o grau de decomposição, ou seja, próximo a 18/1 o fertilizante está semicurado e de 18/1 a 10/1 o fertilizante está curado.

A comparação entre diferentes fontes de fertilizantes orgânicos pode ser feita em função da concentração de nutrientes, em especial de N, P₂O₅ e K₂O e o preço de mercado dos fertilizantes envolvidos. Para a comparação, deve-se levar em conta também a umidade de cada material.

VALORES DE REFERÊNCIA PARA INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS PARA FINS AGRONÔMICOS^{1/}

PARÂMETRO	UNIDADE	CLASSIFICAÇÃO ^{2/}		
		Baixo	Médio	Alto
Nitrogênio (N)	%	< 1,5	1,5 a 3,0	> 3,0
Fósforo (P ₂ O ₅)	%	< 0,5	0,5 a 1,5	> 1,5
Potássio (K ₂ O)	%	< 0,5	0,5 a 1,5	> 1,5
Cálcio (Ca)	%	< 1,5	1,5 a 3,0	> 3,0
Magnésio (Mg)	%	< 0,6	0,6 a 1,2	> 1,2
Enxofre (S)	%	< 0,2	0,2 a 0,5	> 0,5
Umidade	%	< 50,0	50,0 a 60,0	> 60,0
Ferro (Fe)	%	-	0,80 a 1,50	-
Zinco (Zn)	ppm ou mg/kg	-	200 a 500	-
Cobre (Cu)	ppm ou mg/kg	-	100 a 350	-
Manganês (Mn)	ppm ou mg/kg	-	400 a 800	-
Boro (B)	ppm ou mg/kg	-	30 a 100	-

PARÂMETRO	UNIDADE	CLASSIFICAÇÃO ^{2/}		
		Indesejável	Bom	Ótimo
Umidade	%	> 35,0	25,0 a 35,0	15,0 a 25,0
pH em CaCl ₂	-	< 6,0	6,0 a 7,5	> 7,5
Matéria Orgânica Total	%	-	Mínimo de 40%	-
Relação C/N	-	-	-	-
- material curado	-	> 18,0	12,0 a 18,0	8,0 a 12,0
- material não curado	-	> 45,0	15,0 a 45,0	25,0 a 35,0

1/ Adaptado de KIEL (1985); 2/ Classificação de material curado com umidade natural.

LIMITES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES ADMITIDOS EM FERTILIZANTES ORGÂNICOS^{1/}

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR MÁXIMO ADMITIDO
Arsênio	ppm ou mg/kg	20,00
Cádmio	ppm ou mg/kg	3,00
Chumbo	ppm ou mg/kg	150,00
Cromo total	ppm ou mg/kg	200,00
Merúrio	ppm ou mg/kg	1,00
Níquel	ppm ou mg/kg	70,00
Selênio	ppm ou mg/kg	80,00
Coliformes termotolerantes	Número mais provável/g de matéria seca	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos	Número em 4 gramas de sólidos totais	1,00
<i>Salmonella</i> sp	Ausência/presença	Ausência em 10 gramas de matéria seca

1/ MAPA - Portaria número 402, de 22 de julho de 2010.

LIMITES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES ADMITIDOS EM SUBSTRATOS PARA PLANTAS E CONDICIONADORES DE SOLO^{1/}

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR MÁXIMO ADMITIDO
Arsênio	ppm ou mg/kg	20,00
Cádmio	ppm ou mg/kg	8,00
Chumbo	ppm ou mg/kg	300,00
Cromo total	ppm ou mg/kg	500,00
Merúrio	ppm ou mg/kg	2,50
Níquel	ppm ou mg/kg	175,00
Selênio	ppm ou mg/kg	80,00
Coliformes termotolerantes	Número mais provável/g de matéria seca	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos	Número em 4 gramas de sólidos totais	1,00
<i>Salmonella</i> sp	ausência/presença	Ausência em 10 gramas de matéria seca
Sementes ou qualquer material de propagação de ervas daninhas	-	0,5 planta por litro, avaliado em teste de germinação
As espécies fitopatogênicas dos fungos do gênero <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> e <i>Sclerotinia</i>	ausência/presença	ausência

1/ MAPA - Portaria número 402, de 22 de julho de 2010.

ATENÇÃO: Informações sobre Definições e Normas dos Fertilizantes orgânicos podem ser obtidas na Instrução Normativa 23 de 31/08/2005 do MAPA. Outras informações técnicas podem ser encontradas em KIEL (1985).

ANEXO B – Análise microbiológica e de metais pesados do bio sólido



RELATÓRIO ANALÍTICO PARCIAL 002-64517-4 - 01 -

INFORMAÇÕES DO CLIENTE

<i>Cliente:</i>	CP MAIS SERVICOS DE CONSULT. EM MEIO AMBIENTE LTDA		
<i>Endereço:</i>	Avenida Nossa Senhora dos Navegantes		
<i>Cidade:</i>	Vitória	<i>Complemento:</i>	16º andar, salas 1609-1615
<i>Nº:</i>	451	<i>Bairro:</i>	Enseada do Suá
<i>CEP:</i>	29050335	<i>Estado:</i>	ES

INFORMAÇÕES DA AMOSTRA

<i>Identificação da Amostra:</i>	LODO		
<i>Local da Coleta:</i>	ETE		
<i>Data da Coleta:</i>	15/08/2017	<i>Data Recebimento:</i>	15/08/2017
<i>Hora da Coleta:</i>	10:30	<i>Emissão do Relatório:</i>	22/09/2017
<i>Data de Início do(s) Ensaio(s):</i>	15/08/2017		
<i>Responsável pela Coleta:</i>	Cliente		
<i>Identificação da Proposta:</i>	22774/4		
<i>Critério de Conformidade:</i>	RESOLUÇÃO CONAMA N° 375 , 29/08/2006		
<i>Tipo da Amostra:</i>	LODO		LODO

INFORMAÇÕES DE CAMPO

<i>Cond. Ambientais 48h anterior à coleta:</i>	Sol
<i>Cond. Ambientais durante coleta:</i>	Sol
<i>Temperatura do Ambiente:</i>	Não informado
<i>Observações Relevantes:</i>	Não informado

Assinatura Digital: DCF7D801CEFC9E4CAFCDACE2DCD60DE0ECDFDDCE3CC15E3E2E10ECFCAEDCFD603CD67

CNPJ: 04.485.521/0003-07. Rua Arara Azul, 187, Área 05, Galpão 03, Novo Horizonte, Serra-ES, CEP: 29.163-306 - FONE: 27-3340 8200.

CNPJ: 04.485.521/0002-18. Av. Areal, QS 05, Lote, Taguatinga, DF, CEP: 71955-000 - FONE: (61) 3356-0278. (FO-ANL-162, Emissão: 04/07/2017 Rev 06)



RELATÓRIO ANALÍTICO PARCIAL
002-64517-4
- 01 -

MOLIBDÊNIO TOTAL			3,54 mg/kg	VR: <= 50 mg/Kg, base seca
L.Q.:	0,50 mg/kg	Incerteza: 13,51	Método: POP-FQ-081 Rev 06	
COBRE TOTAL			50,64 mg/Kg	VR: <= 1.500 mg/Kg, base seca
L.Q.:	0,05 mg/Kg	Incerteza: 9,53 %	Método: POP-FQ-081 Rev 06	

RESULTADO ANALÍTICO SUBCONTRATADO

BIOLOGICO

VÍRUS ENTÉRICO		Não Detectado
L.Q.:	-	Incerteza: -
		Método: REAL TIME PCR

Legenda: UFC=Unidade Formadora de Colônia; NMP=Número Mais Provável; LQ=Limite de Quantificação; NA=Não se aplica
 RNFT=Sólidos Suspensos Totais ; NI=Não Informado; VA=Virtualmente Ausente; VP=Virtualmente Presente; VR=Valor de Referência.

CONTROLE DE QUALIDADE DO(S) ENSAIO(S)

Branco

Análise	Resultado	LQ
ARSÊNIO TOTAL	< 0,050 mg/kg	0,050 mg/kg
BÁRIO TOTAL	< 0,50 mg/kg	0,50 mg/kg
CÁDMIO TOTAL	< 0,050 mg/kg	0,050 mg/kg
CHUMBO TOTAL	< 0,50 mg/kg	0,50 mg/kg
MERCÚRIO TOTAL	< 0,050 mg/kg	0,050 mg/kg
NÍQUEL TOTAL	< 0,50 mg/kg	0,50 mg/kg
SELÊNIO TOTAL	< 0,50 mg/kg	0,50 mg/kg
ZINCO TOTAL	< 0,50 mg/kg	0,50 mg/kg
CROMO TOTAL	< 0,50 mg/kg	0,50 mg/kg
MOLIBDÊNIO TOTAL	< 0,50 mg/kg	0,50 mg/kg
COBRE TOTAL	< 0,05 mg/Kg	0,05 mg/Kg

Recuperação

Análise	Recuperação (%)
ARSÊNIO TOTAL	88,30
BÁRIO TOTAL	93,28
CÁDMIO TOTAL	90,08
CHUMBO TOTAL	88,86
MERCÚRIO TOTAL	86,52
NÍQUEL TOTAL	86,83
SELÊNIO TOTAL	92,22
ZINCO TOTAL	85,02
CROMO TOTAL	93,29
MOLIBDÊNIO TOTAL	96,65

Assinatura Digital: DCF7D801CEFC9E4CAFCD9E2DCD60DE0ECDFDCCCE3CC15E3E2E10ECFCAEDCFD603CD67

CNPJ: 04.485.521/0003-07. Rua Arara Azul, 187, Área 05, Galpão 03, Novo Horizonte, Serra-ES, CEP: 29.163-306 - FONE: 27-3340 8200.

CNPJ: 04.485.521/0002-18. Av. Areal, QS 05, Lote, Taguatinga, DF, CEP: 71955-000 - FONE: (61) 3356-0278. (FO-ANL-162, Emissão: 04/07/2017 Rev 06)



RELATÓRIO ANALÍTICO PARCIAL
002-64517-4
- 01 -

COBRE TOTAL

87,64

AMOSTRAGEM

Quando a coleta é realizada pelo cliente o plano de amostragem é de responsabilidade do mesmo. Quando o Tommasi Ambiental é responsável pela coleta, o plano de amostragem é realizado no FO-ANL-074 baseado na NIT-DICLA-057. Para a retirada das amostras o Tommasi Ambiental utiliza o "POP-ANL-010 Procedimento de amostragem" e o "POP-ANL-011 procedimento de Amostragem em Poços de Monitoramento" baseados no Guia de Coleta e Preservação de amostras de água, CETESB, 2011, no SMEWW 22 ed., 2012 e na ABNT NBR 15847-Amostragem de água sub. em poços de monitoramento-métodos de purga, 07/2010.

EXECUÇÃO DOS ENSAIOS

Para as amostras ambientais, o Tommasi Ambiental garante que todas as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro, de acordo com cada matriz, Segundo: Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras, Cetesb 2011.; ABNT NBR 10007 Amostragem de Resíduos Sólidos; Projeto CETESB - GTZ - Amostragem do solo (6300 e 6310 de 11/1999) e SMEWW 22 ed., 2012, quando todo o trâmite analítico (retirada de amostra, transporte e análise) é de responsabilidade do Tommasi Ambiental. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é imediatamente consultado sobre a disposição das amostras e a continuidade do processo analítico.

Relação dos Volumes e Preserções utilizados nos Ensaio

Ensaio	Frasco	Volume	Preservante / Conservante
FÍSICO-QUÍMICO	POTE PLÁSTICO 1KG	1000 g	REFRIGERADO
MICROBIOLÓGICO	OTE PLÁSTICO/SACOLA ESTÉRIL	1000 g	REFRIGERADO
BIOLÓGICO	OTE PLÁSTICO/SACOLA ESTÉRIL	1000 g	REFRIGERADO
METAIS	POTE PLÁSTICO 1KG	1000 g	REFRIGERADO

ABRANGÊNCIA

- O(s) resultado(s) se referem somente à(s) amostra(s) analisada(s).
- Este Relatório Analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- A cadeia de custódia está a disposição para ser solicitada a qualquer momento pelo interessado.
- Este Relatório Analítico está de acordo com a IN 02/2009 do IEMA.

CONCLUSÃO

Somente para os parâmetros já analisados: O(s) resultado(s) do(s) ensaio(s) encontra(m)-se em conformidade quando comparado com as Legislações Pertinentes citadas no Relatório Analítico.

Assinatura Digital: DCF7D801CEFGD9E4CAFCDAAECE2DCD60DE0ECDFDDCCE3CC15E3E2E10ECFCAEDCFD603CD67

CNPJ: 04.485.521/0003-07. Rua Arara Azul, 187, Área 05, Galpão 03, Novo Horizonte, Serra-ES, CEP: 29.163-306 - FONE: 27-3340 8200.

CNPJ: 04.485.521/0002-18. Av. Areal, QS 05, Lote, Taguatinga, DF, CEP: 71955-000 - FONE: (61) 3356-0278. (FO-ANL-162, Emissão: 04/07/2017 Rev 06)



RELATÓRIO ANALÍTICO PARCIAL
002-64517-4
- 01 -


Rosiene Rodrigues Pires
Responsável Técnica
CRQ 21200115 - 21ª Região
AFT: 21E06651-6461-46DE-BB802-7F4AC6072F8C

Assinatura Digital: DCF7D801CEFGD9E4CAFCDAECE2DCD60DE0ECDFDCCCE3CC15E3E2E10ECFCAEDCFD603CD67

CNPJ: 04.485.521/0003-07. Rua Arara Azul, 187, Área 05, Galpão 03, Novo Horizonte, Serra-ES, CEP: 29.163-306 - FONE: 27-3340 8200.

CNPJ: 04.485.521/0002-18. Av. Areal, QS 05, Lote, Taguatinga, DF, CEP: 71955-000 - FONE: (61) 3356-0278. (FO-ANL-162, Emissão: 04/07/2017 Rev 06)