



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

KAIO HENRIQUE COSTA FERREIRA

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE FERTILIZANTE
ORGÂNICO DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE COURO**

AREIA

2022

KAIO HENRIQUE COSTA FERREIRA

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE FERTILIZANTE
ORGÂNICO DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE COURO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Agronomia do campus II da Universidade Federal da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Raphael Moreira Beirigo

AREIA
2022

**Catálogo na publicação Seção de
Catálogo e Classificação**

F383d Ferreira, Kaio Henrique Costa.

Desenvolvimento e avaliação agrônômica de fertilizante orgânico de subprodutos do processamento de couro / Kaio Henrique Costa Ferreira. - Areia:UFPB/CCA, 2022.

38 f. : il.

Orientação: Raphael Moreira Beirigo. Monografia
(Graduação) - UFPB/CCA.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

KAIO HENRIQUE COSTA FERREIRA

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE FERTILIZANTE
ORGÂNICO DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE COURO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de graduação em
Agronomia do campus II da Universidade
Federal da Paraíba como requisito para a
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado em: 16/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Raphael M Beirigo

Prof. Dr. Raphael Moreira Beirigo
Orientador
(DSER/CCA/UFPB)

Beatriz Macêdo Medeiros

Ma. Beatriz Macêdo Medeiros
Doutoranda em Ciência do Solo
(PPGCS/UFLA)

Thalita Campos Oliveira

Dra. Thalita Campos Oliveira
Membro externo
(Especialista de Operações Bayer - Programa Pró-Carbono)

AREIA
2022

Dedicatória

Aos meus pais, irmãos e familiares que torceram por mim, em especial a minha mãe Maria do Socorro Costa Ferreira a quem devo tudo e para minha companheira Luana que foi essencial na minha caminhada no curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar força todos os dias para acreditar que tudo isso seria possível, aos meus Pais José Ferreira Filho e Maria do Socorro, aos meus avós maternos Risaldo e Maria Rufino e em memória dos meus avós paternos José Ferreira e Francineide, aos meus irmãos Camilla e Neto, minhas sobrinhas Yasmin e Amélia, além do meu padrasto Pauloe a todos da família pelo apoio incondicional, a companheira Luana que sempre me deu amor e carinho fazendo que os meus dias fossem mais leves

Aos amigos da vila acadêmica e em especial aos amigos do Bloco da Paz, aos amigos da turma 2016.1 pela amizade e parceria nas batalhas diárias do curso, aos amigos funcionários do Campus II e da Vila Acadêmica por terem me acolhido, a todos os professores que me capacitaram e fizeram ver o mundo com outro olhar, em especial ao meu orientador e amigo Raphael Moreira Beirigo, por ter me guiado e pela oportunidade de aprendizado que me deu mostrando um caminho a seguir dentro do curso e na vida, ao amigo Pesquisador Rodrigo Macedo Santana pelo vasto aprendizado em campo sobre solos e pela amizade.

Ao Prof.Dr. Helder Farias Pereira de Araújo pela oportunidade de participar do projeto Nexus e pelos ensinamentos além de agradecer a população da cidade de Areia-PB que me recebeu e ao Centro de Ciência Agrárias da Universidade Federal da Paraíba por ter me oportunizado essa experiência ímpar.

Usina Miriri Alimentos e Bioenergia S/A fornecimento das mudas utilizadas no experimento.

Ao geólogo Pedro Julio Schnackpelos conhecimentos na área de tratamentos de resíduos e suas ações para o estabelecimento de parcerias público-privadas com o laboratório de Geologia e Mineralogia do Solo para pesquisa, desenvolvimento e inovação.

À MASTROTTO BRASIL S/A, empresa pertencente ao Grupo Mastrotto multinacional Italiana pela parceria público-privada com o laboratório de Geologia e Mineralogia do Solo para pesquisa, desenvolvimento e inovação

“Na natureza nada se cria, nada se perde,
tudo se transforma.” Lavoisier

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo, conseqüentemente é um grande consumidor de fertilizantes, sendo o maior importador de fertilizantes do mundo. Resíduos orgânicos de indústrias podem ser reutilizados como base para produção de fertilizantes, de tal maneira a diminuir a necessidade de importação destes insumos. A indústria de processamento de couro (curtume) é grande geradora de resíduos orgânicos com alto potencial para a produção de fertilizantes, substratos e condicionadores de solo, são eles: farelo de *Wet-Blue*, farelo de *Wet-White*, lodo classe I, lodo classe II, sebo calcinado e carnaça..Nesse sentido foi realizado um experimento para avaliar o desempenho agrônômico de dois fertilizantes orgânicos produzidos a partir dos subprodutos do processamento de couro da empresa MASTROTTO BRASIL S/A. Os fertilizantes orgânicos são classificados para validação como classe A e classe B, estes passaram pelo processo de avaliação do seu desempenho agrônômico.O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba na cidade de Areia (PB). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5x2 com 3 repetições para cada tratamento.Foram analisados os limites dos componentes químicos dos fertilizantes orgânicos estudados de acordo com as instruções normativas do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os teores de macronutrientes primários e secundários, micronutrientes, carbono orgânico, umidade, relação C/N, contaminantes químicos, biológicos e materiais inertes, encontram-se dentro dos limites máximos de acordo com a legislação vigente.

Palavras-Chave: dependência externa; aproveitamento de resíduos; lodo de curtume; fertilizante orgânico.

ABSTRACT

Brazil is one of the largest food producers in the world, consequently it is a large consumer of fertilizers, being the largest importer of fertilizers in the world. Organic waste from industries can be reused as a basis for the production of fertilizers, in such a way as to reduce the need to import these inputs. The leather processing industry (tannery) is a large generator of organic waste with high potential for the production of fertilizers, substrates and soil conditioners, namely: Wet-Blue bran, Wet-White bran, class I sludge, sludge class II, limed tallow and carnase. In this sense, an experiment was carried out to evaluate the agronomic performance of two organic fertilizers produced from the by-products of the leather processing of the company MASTROTTO BRASIL S/A. Organic fertilizers are classified for validation as class A and class B, these have gone through the process of evaluating their agronomic performance. The experiment was conducted in a protected environment at the Department of Soils and Rural Engineering of the Federal University of Paraíba in the city of Areia (PB)). A completely randomized design was used in a 5x2 factorial scheme with 3 replications for each treatment. The limits of the chemical components of the organic fertilizers studied were analyzed in accordance with the normative instructions of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA). The levels of primary and secondary macronutrients, micronutrients, organic carbon, moisture, C/N ratio, chemical and biological contaminants and inert materials are within the maximum limits in accordance with current legislation.

Keywords: external dependency; use of Waste; tannery Sludge; organic fertilizer.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAIS E METÓDOS.....	13
2.1. Caracterização de solo e área de estudo.....	13
2.2. Caracterização da matéria prima dos fertilizantes.....	15
2.2.1 Composição do fertilizante classe A.....	17
2.2.2 Composição do fertilizante classe B.....	17
2.3 Mudas pré-brotadas.....	17
2.4 Experimento de avaliação do desempenho agrônômico dos fertilizantes.....	19
2.5 Análises de fertilizantes.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
3.1 Valoração dos fertilizantes com base nos teores totais de nutrientes.....	21
3.2 Avaliação morfométrica das plantas.....	23
3.3 Teores de nutrientes e elementos potencialmente tóxicos nas plantas.....	25
3.4 Atributos químicos dos solos do experimento.....	33
3.5 Índices de conversão de nutrientes.....	35
4. CONCLUSÃO.....	36
5. REFERENCIAS.....	37
6. ANEXO.....	40

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de alimentos do mundo, segundo Macedo com dados do relatório da Organizações das Nações Unidas (FAO) em parceria com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE – apontam uma projeção de que o Brasil será possivelmente o maior exportador de alimentos do mundo até 2050 (2015, p. 38). No entanto, para atender a demanda, é um grande consumidor de fertilizantes, sendo o maior importador de fertilizantes do mundo (ANDA, 2021). Em 2021 foi registrado a entrada de cerca de 40 milhões de toneladas de fertilizantes no país, praticamente 85% do total de fertilizantes N, P e K utilizados na agricultura nacional. Comparando dados de importação de fertilizantes de 2018, em 2021 houve um aumento significativo da importação de fertilizantes. Foram entregues ao país cerca de 35 milhões de toneladas e a percentagem de importação de cerca de 70% (ANDA, 2021). Dados que evidenciam a dependência do país de insumos externos para suprir a demanda agrícola nacional.

Os principais fornecedores de adubos e fertilizantes para o Brasil são a Rússia, Estados Unidos da América, China, Canadá, entre outros, fazendo com que o mercado nacional fique refém das flutuações do dólar gerando insegurança quanto ao abastecimento nacional e encarecimento dos custos de produção (CONAB, 2021).

Tendo em vista o preço médio da importação de uma tonelada e o Produto Interno Bruto (PIB), representa uma fatia expressiva do PIB do país, conseqüentemente, a elevação dos custos de produção (AMABRASIL, 2021).

A cultura da cana-de-açúcar é muito explorada no Brasil e demanda uma grande quantidade desses insumos, com base na recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, Estado de maior produção nacional, para alcançar produtividade de 100 t/ha da cana-de-açúcar estima a demanda de 100 kg/ha de N, 40 kg/ha de P e 180 kg/ha de K (RAIJ et al., 1997).

Em 2018, foi colhido em todo o país uma área de 9.182.037 ha com produtividade de 73.2 t/ha (BNB, 2019; IBGE, 2018). Na região Nordeste do país, a produção chegou a 45.705.729 t, em 867.997 ha de área colhida com a produtividade de 52.6 t/ha. Já no Estado da Paraíba, a produção foi de 5.4616.737 t, com área colhida de 98.179 ha e produtividade de 55.6 t/ha (BNB, 2018), para alcançar tais produtividades, foi necessário utilizar insumos externos. A produção de fertilizantes a partir de subprodutos da agroindústria consiste em uma maneira eficiente de reduzir a importação de fertilizantes necessários para alcançar altas produtividades, como também reduzir a contaminação do meio ambiente.

O setor da agropecuária na produção e no beneficiamento nas agroindústrias geram uma série de subprodutos, que podem ser utilizados como matéria prima com grande potencial como fonte sustentável, os quais podem ser usados novamente na produção gerando uma economia circular (DEMIRBAS, 2008). O aproveitamento de resíduos é uma importante alternativa para utilização de vários dos subprodutos da agropecuária e resolução de vários problemas relacionados à destinação final destes materiais, maior autonomia e aumento da produção agropecuária, segurança econômica, alimentar e ambiental do Brasil.

A estimativa da produção mundial de resíduos agroindustriais é de cerca de 1,3 bilhões de toneladas por ano, gerando um enorme problema ambiental, pois a maior parte desses resíduos é descartada em aterros sanitários ou de forma inadequada no ambiente (FAO, 2021). No Brasil considerando apenas os resíduos gerados pelos setores sucroalcooleiro, suinocultura e avicultura teriam o potencial para fornecer, aproximadamente, 14% da demanda por fertilizantes N, P e K, em relação à demanda de 2015. A conversão dos nutrientes presentes nos segmentos representaria um mercado potencial superior a US\$ 1 bilhão anuais (BNDES, 2017).

Os resíduos da agropecuária são classificados em quatro grupos principais: de animais, colheitas, processamento de alimentos e resíduos perigosos/tóxicos. Estes podem ser na forma sólida ou líquida, dependendo da classe devem ser submetidos há métodos adequados de gerenciamento de resíduos levando em conta a possíveis impactos ambientais, causados pelo descarte inadequado (FATHIMA et al., 2009). De acordo com Vieira; Weber, (2015) os materiais residuais mais utilizados como fertilizantes orgânicos na agricultura são os esterco bovino e de aves, os resíduos oriundos da indústria sucroalcooleira como a torta de filtro, o lodo de esgoto ou biossólido e o lodo de curtume resíduo do beneficiamento dos curtumes.

Sendo o setor agropecuário uma boa alternativa como fonte de matéria prima, que ao serem beneficiadas na agroindústria geram uma série de subprodutos, os quais podem ser usados para produção de fertilizantes e condicionadores de solo, e estes utilizados novamente na produção agropecuária gerando uma economia circular. A pecuária é um dos importantes setores da economia brasileira, isso deve se ao fato de que o país é detentor de um imenso rebanho bovino com cerca de 213,68 milhões de cabeças, a pecuária brasileira registrou em 2019 um abate de 43,3 milhões de cabeças segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. A indústria de processamento de couro gera uma série de resíduos orgânicos os quais devido às questões ambientais, em

especial, podem gerar preocupações, uma vez que os resíduos gerados têm potencial para causar danos ambientais, se não forem devidamente tratados ou destinados (KRAEMER, 2014).

Segundo (CUNHA, A 2015) SILVA et Al 2012 fala sobre o uso dos resíduos gerados através dos processos industriais, entre os diversos tipos de resíduos gerados, cita-se aqueles produzidos por atividades industriais, como o processamento do couro bovino(SILVA et al.,2012).A indústria de processamento de couro (curtume) é grande geradora de resíduos orgânicos, como farelo de *Wet-Blue*, farelo de *Wet-White*, pó de couro lixado, lodo classe I, lodo classe II, sebo caleiradoe carnaça, com alto potencial para a produção de fertilizantes, substratos e condicionadores de solo.O processo de tratamento bioquímico destes resíduos promove estabilização dos materiais, reduzindo elementos potencialmente tóxicos e aumento da eficiência agrônômica. Há grandes volumes destes resíduos orgânicos e com altos teores de diversos nutrientes e, por esse motivo, esses resíduos têm sido considerados para o uso agrônômico (GÖDECKE et al., 2012)

O uso de resíduos como fertilizantes orgânicos é regulamentado de acordo com as Instruções Normativas nº 27, SDA/MAPA de 5 de junho de 2006; nº 53SDA/MAPA de 23 de outubro de 2013; nº 25, SDA/MAPA de 23 de julho de 2009; nº 06, SDA/MAPA de 10 março de 2016; nº 07, SDA/MAPA de 12 abril de 2016 e a nº 61de 8 de julho de 2020 da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Para utiliza-los é necessário avaliação e credenciamento para comercialização e uso.

De acordo com Art. 1º a Resolução CONAMA estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, visando à proteção do meio ambiente e buscando reestabelecer o ciclo natural da matéria orgânica e seu papel natural de fertilizar os solos (CONAMA, 2006).Segundo aInstrução Normativa nº 61/ 2020 DAS/MAPA na Seção I Da Classificação dos Fertilizantes Orgânicos,há duas classes de fertilizantes orgânicos de acordo com a origem do resíduo e sua aplicação na agricultura:

Art. 3º Os fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos e organominerais serão classificados de acordo com as matérias-primas utilizadas na sua produção em:Classe “A”:
produto que utiliza, em sua produção, matéria-prima gerada nas atividades extrativas, agropecuárias, industriais, agroindustriais e comerciais, incluindo aquelas de origem mineral, vegetal, animal, lodos industriais e agroindustriais de sistema de tratamento de águas residuárias com uso autorizado pelo Órgão Ambiental, resíduos de frutas, legumes, verduras e restos de alimentos gerados em pré e pós-consumo, segregados na fonte geradora e

recolhidos por coleta diferenciada, todos isentos de despejos ou contaminantes sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura; e,

II – Classe “B”: produto que utiliza, em sua produção, quaisquer quantidades de matérias-primas orgânicas geradas nas atividades urbanas, industriais e agroindustriais, incluindo a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional, lodos gerados em estações de tratamento de esgotos, lodos industriais e agroindustriais gerados em sistemas de tratamento de águas residuárias contendo qualquer quantidade de despejos ou contaminantes sanitários, todos com seu uso autorizado pelo Órgão Ambiental, resultando em produto de utilização segura na agricultura. Parágrafo único. Podem ser utilizados como matéria-prima para a produção de fertilizante orgânico Classe “A”, os resíduos provenientes de serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, desde que estes serviços contemplem a segregação na fonte geradora e a coleta diferenciada de resíduos em, no mínimo, três frações: resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e rejeitos, evitando qualquer tipo de contaminação sanitária.

Esse tema vem ganhando espaço no Brasil e crescem as pesquisas que visam ao aproveitamento dos resíduos orgânicos produzidos pelas atividades agroindustriais, com intuito de diminuir o impacto ambiental gerado pelo descarte desses materiais, sendo, que o aproveitamento de resíduos é via interessante e ambientalmente sustentável (BERILLI et al., 2015).

Diante da dependência externa por fertilizantes e do problema ambiental gerado pelo descarte de resíduos da agroindústria em aterros sanitários é necessário à busca por fontes alternativas para produção de fertilizantes orgânicos produzidos a partir de subprodutos e resíduos da agropecuária e da agroindústria sendo uma importante alternativa para a autonomia da produção agropecuária, segurança econômica e alimentar do Brasil. Nesse sentido, com o intuito de solucionar ou minimizar o passivo ambiental gerado pelos subprodutos do processamento de couro e evitar o descarte do resíduo no meio ambiente, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomico de fertilizantes derivados de resíduos gerados na produção de couros bovinos, que podem ser utilizados como condicionadores do solo, fornecedores de nutrientes e substratos para plantas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba na cidade de Areia, Paraíba. O solo utilizado nos experimentos foi o solo da classe Espodossolo Ferri-Humilúvico coletado em área com vegetação de Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) coletado no município Alhandra, Paraíba, situado a 42 metros de altitudenível médio do mar, coordenadas geográficas: Latitude: 7° 26' 22" Sul, Longitude: 34° 54' 49" Oeste. Essa classe de solo é de reação ácida, distróficos e de classe textural arenosa, sua aptidão agrícola está em torno das culturas de cajueiros e mangabeiras, de coco baia e de culturas como batata doce e mandioca. Apresenta ainda grande restrição quanto a retenção de água e de nutrientes (EMBRAPA, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2, com 3 repetições para cada tratamento (T0, T1, T2, T3, T4): o tratamento T0 = N (11,2 g/vaso), P (16,8 g/vaso) e K (15,6 g/vaso) aplicados na cova de plantio da muda, equivalente à de 100 kg/ha de N, 40 kg/ha de P e 180 kg/ha de K; foi utilizado como testemunha de comparação com os tratamentos dos fertilizantes classe A e B por ser o tratamento com adubação convencional de acordo com a recomendação de adubação do boletim 100 do Instituto de Agrônomo de Campinas (IAC) T1 = Composto A 605 g/vaso misturado com todo o volume de solo do vaso, equivalente a uma dose de 08 toneladas por hectare; T2 = Composto A 1210 g/vaso misturado com todo o volume de solo do vaso, equivalente a uma dose de 16 toneladas por hectare; T3 = Composto B 530 g/vaso misturado com todo o volume de solo do vaso, equivalente a uma dose de 8 toneladas por hectare; T4 = Composto B 1060 g/vaso misturado com todo o volume de solo do vaso, equivalente a uma dose de 16 toneladas por hectare.

Todos os tratamentos receberam a mesma dose de calcário e o solo ficou em repouso por 30 dias e depois foram plantadas as mudas.

O cálculo de calagem foi feito pelo método saturação por bases afim de atingir 60% de saturação por bases conforme descrito no Boletim nº 100 do Instituto Agrônomo de Campinas (RAIJ et al., 1997), equivalente a 10,7 t/ha e dimensionado para vasos de 18 litros.

Durante o experimento a umidade do solo foi mantida a 60% da capacidade de campo e irrigadas com água de poço artesiano. Foram realizadas medidas da altura, número de folhas e número de perfilhos dos tratamentos com o fertilizante orgânico da MASTROTTO S/A, comparados com fertilizante mineral NPK solúvel.

Para definir o volume de água a ser utilizado para rega com intuito de atingir 60% da capacidade de campo foi obtido dessa forma: Volume de água necessário em (ml) para atingir 60% da capacidade de campo dos solos dos vasos foram obtidos a partir da soma do solo seco + o volume de água retido após saturação e drenagem - o volume de solo seco x 60.

Por exemplo, no tratamento T0R1, a capacidade de campo = (Peso solo seco 16,065 ml + Peso do solo úmido após drenagem 17265 ml) - Peso do solo seco $16.065 * (60\%) = 720$ ml. Na tabela 1 consta a quantidade de volume utilizado para atingir a capacidade de campo nas parcelas estudadas.

Tabela 1. Volume de água em (ml) necessário para atingir a capacidade de campo

Tratamento	Capacidade de campo (60%) volume de água a aplicar (ml)		
	R1	R2	R3
Repetições			
T0	720	660	1020
T1	900	900	780
T2	660	670	660
T3	660	600	670
T4	660	480	660
T5	660	480	960

2.2 Caracterização das matérias primas dos fertilizantes

A matéria prima para a fabricação dos compostos que foram testados como fertilizantes orgânicos Classe A e Classe B foram feitos a partir da mistura de diversos materiais orgânicos tais como a cama aviária, o esterco suíno, farelo de *Wet-Blue*, Farelo de *Wet-White*, madeira triturada, bagaço de cana, cascas de alimentos como amendoim ou arroz. Juntamente com as fezes, urina, restos de ração e penas das aves.

O fertilizante orgânico Classe A é composto por: cama de aviário, farelo wet-blue, esterco suíno, farelo wet-whine, serragem de madeira e lodo classe I. Já o fertilizante orgânico Classe B possui os mesmos itens do fertilizante Classe A, mudando apenas na classe do lodo, que é utilizado o lodo classe II.

O esterco suíno são dejetos compostos de fezes, urina e restos de ração.

O Farelo de *Wet-Blue* e o *Wet-White*: são resíduos gerados após o processo de curtimento do couro e passagem pela etapa de rebaixe, a qual tem por objetivo definir e uniformizar a espessura do couro gerando o resíduo que é um farelo oriundo da rebaixadeira. *Wet-Blue* é classificado como resíduo classe I, perigoso, devido à presença de cromo III(Cr^{+3}), altamente solúvel em condições de oxidação, podendo transformar-se em cromo VI(Cr^{+6}), carcinogênico. E antes de ser tingida apresenta coloração azulada. Já o *Wet-White* é curtida com aldeídos, mas antes de ser tingida de coloração branca.

Lodo Classe I é um subproduto de curtume, será considerado classe I caso o processo adotado para o seu tratamento de redução adicional de patógenos, for aprovado pelo órgão de controle ambiental, como capaz de produzir este efeito. Deve ainda ser analisado quanto à presença de coliformes fecais e *Salmonella sp*, no momento de seu uso ou disposição no solo agrícola ou no momento da entrega a terceiros responsáveis pela aplicação. Deve atender aos seguintes limites para a densidade dos organismos especificados: para coliformes fecais, densidade inferior a 103 NMP/g ST (Número Mais Provável por grama de Sólidos Totais); para *Salmonella sp*, densidade inferior a 3 NMP/4g ST de acordo com a Norma Técnica CETESB/SP 99.

Já o lodo classe II, deve conter densidade de coliformes fecais do mesmo for inferior a 2×10^6 NMP/g ST.

Para confirmação da classificação de um lodo como classe B, deve ser verificado o atendimento de, no mínimo, uma das seguintes condições: a) o processo adotado para seu tratamento visando a redução de patógenos tiver sido aceito pelo órgão ambiental, ou; b) o resultado do monitoramento de coliformes fecais no lodo preparado para aplicação no solo, no momento do uso, disposição ou da entrega a terceiros responsáveis pela aplicação, indicar que a média geométrica da densidade de coliformes fecais de sete amostras é inferior a 2×10^6 NMP/g ST ou 2×10^6 UFC/g ST (Unidades Formadoras de Colônias por grama de Sólidos Totais).

A serragem de madeira é o subproduto da atividade de serraria de madeira, tais resíduos de madeira são ricos em celulose e contribuem para fornecimento de matéria orgânica no solo.

2.3 Implantação das mudas de cana-de-açúcar

Já no que se refere à implantação e condução as mudas para ensaio na casa de vegetação, foram utilizadas mudas pré-brotadas em tubetes da variedade RB041443 (Figura 1), adquiridas da usina Miriri Alimentos e Bioenergia S/A, localizada na região metropolitana de João Pessoa, Paraíba. Os ensaios na casa de vegetação com a cultura da cana-de-açúcar foram implantados no início de janeiro de 2021 no intuito de avaliar a disponibilidade de nutrientes fornecidos pelos compostos A e B para o solo e planta.



Figura 1. Mudanças pré-brotadas antes de iniciar o experimento doadas pela Miriri Alimentos e Bioenergia S/A.

Ao final do experimento foi realizada avaliações da matéria fresca e seca das plantas (raiz, colmo e folhas) e teores de macro, micro e oligoelementos (benéficos e contaminantes) nas plantas e no solo. Os teores destes elementos no solo e na planta foram subtraídos do teor total nos fertilizantes e calculado os respectivos índices de conversão de macro e micronutrientes. Com base nos teores dos elementos químicos dos

fertilizantes, foi realizada a valoração dos fertilizantes classe A e B referenciando com os preços dos fertilizantes minerais solúveis obtidos do Anuário 2019 da Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (ABISOLO). A valoração foi utilizada como base a cotação do dólar do dia 26 de junho de 2020, que encontrava-se a R\$ 5,41. O valor foi estimado com base nos preços destes elementos em fontes de fertilizantes solúveis multiplicado pelo teor em cada elemento nos fertilizantes.

2.4 Desempenho agrônômico dos fertilizantes

Os tratamentos para avaliação do desempenho agrônômico e dos índices de conversão de nutrientes dos fertilizantes, foi realizado em um experimento pelo período de 06 meses com cultivo de cana-de-açúcar em ambiente protegido (estufa). As doses dos fertilizantes orgânicos foram estabelecidas com base na recomendação descrita no Boletim nº 100 do Instituto Agrônômico de Campinas (RAIJ et al., 1997) para uma produção estimada de 100 t/ha da cana-de-açúcar.

O cálculo de calagem foi feito pelo método saturação por bases a fim de atingir 60% de saturação por bases conforme descrito no Boletim nº 100 do Instituto Agrônômico de Campinas (RAIJ et al., 1997), equivalente a 10,7 t/ha e dimensionado para vasos de 18 litros. Todos os tratamentos receberam a mesma dose de calcário e o solo ficou em repouso por 30 dias e depois foram plantadas as mudas. Durante o experimento a umidade do solo foi mantida a 60% da capacidade de campo e irrigadas com água de poço artesiano (ANEXO I).

Para a mistura do solo e formulação dos tratamentos antes foi necessário corrigir a acidez do solo por meio de calagem, após o tempo de reação do calcário e devido ao estado seco do solo foi aplicado 0,5 litro de água antes da aplicação dos materiais e plantio das mudas. Após a mistura o solo foi colocado no vaso de e com auxílio de uma pá de jardinagem foi feita a cova com o tubete e plantio da muda. Após a montagem de todos os tratamentos, os vasos foram identificados se foi feito o sorteio ao acaso para decidir a distribuição dos vasos nas bancadas (Tabela 2).

Tabela 2.Distribuição dos tratamentos nas bancadas.

Bancada	
T4R1	T0R3
T3R2	T2R1
T0R1	T4R3
T4R2	T3R1
T2R3	T1R1
T1R2	T0R2
T3R3	T1R3
T2R2	

2.5 Análises dos fertilizantes

Foram analisadas as características físicas do solo, das amostras de solo do experimento como a densidade do solo (Ds) utilizada para estimar os valores de estoque de carbono no solo (EST C), fertilidade total do solo e matéria orgânica total do solo, metais pesados, elementos possivelmente contaminantes tais como Cromo (Cr) Cádmio (Cd) e chumbo PB, além das análises biológicas dos materiais de acordo com as instruções normativas do SDA/MAPA e de acordo com os métodos recomendados no Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos do MAPA.

Todas as matérias primas e os fertilizantes classe A e B foram avaliados quanto aos parâmetros químicos, físicos e biológicos, são eles: pH (CaCl₂), densidade, umidade a 60 – 65° C, umidade 110°C, umidade total, matéria orgânica total, carbono orgânico total, resíduo mineral (R.M.) resíduo mineral insolúvel (R.M.I.), resíduo mineral total (R.M.T.), nitrogênio amoniacal e nítrico, nitrogênio total, fósforo total (P₂O₅), potássio (K₂O), cálcio total (Ca), magnésio total (Mg), enxofre total (S), cobre total (Cu), manganês total (Mn), zinco total (Zn), ferro total (Fe), boro total (B), sódio total (Na), arsênio (As), bário (Ba), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobalto (Co), cromo trivalente (Cr³⁺), cromo hexavalente (Cr⁶⁺), mercúrio (Hg), molibdênio (Mo), níquel (Ni), selênio (Se), relação C/N, capacidade de troca de cátions (CTC), condutividade elétrica (CE), capacidade de retenção de água (CRA), materiais inertes (vidros, plásticos, metais e outros ≤ 2mm e pedras ≥ 5mm), presença coliformes termotolerantes, ovos viáveis de helmintos e *Salmonella sp.*

As análises foram realizadas nos laboratórios do departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, no Laborsolo do Brasil S/S LTDA e LABFERT ANÁLISES LTDA, ambos credenciados no MAPA.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Valoração dos fertilizantes com base nos teores totais de nutrientes

Com base nos preços dos fertilizantes minerais solúveis vendidos no mercado brasileiro e da cotação do dólar de junho de 2020, foi estimado o valor dos fertilizantes propostos. Os respectivos valores foram estimados com base nos preços destes elementos em fontes de fertilizantes solúveis multiplicado pelo teor em cada elemento nos fertilizantes, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Conversão dos preços de fertilizantes minerais solúveis para preço do kg do nutriente.

Tipo	(%) Nutriente	Preços de Fertilizantes		
		preço/tonelada	preço/kg fertilizante	preço/kg nutriente
Ureia (N)	45 % de N	R\$ 1.250	R\$ 1,25	R\$ 2,77
Super fosfato triplo(P)	41% de P ₂ O ₅	R\$ 1.300	R\$ 1,30	R\$ 7,26
KCl(K)	60 % de K ₂ O	R\$ 1.300	R\$ 1,30	R\$2,61
Sulfato de Cobre (Cu)	24 % de Cu	R\$ 32832	R\$ 32,83	R\$ 133,78
ÁcidoBórico (B)	17 % de B	R\$ 4.880	R\$ 4,88	R\$ 28,70
Sulfato Ferroso	19 % de Fe	R\$ 5.004	5,00	R\$26,33
Sulfato de Manganês	26 % de Mn	R\$ 3.775	R\$ 3,75	R\$ 14,52
Molibdato de sódio	39 % de Mo	R\$ 57.667	R\$ 57,67	R\$ 147,87
Sulfato de Zinco	21 % de Zn	R\$ 3.667	R\$ 3,66	R\$ 17,46

Fonte: Os preços dos fertilizantes minerais solúveis foram obtidos do Anuário 2019 da Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (ABISOLO). Cotação do dólar (R\$5,41) de 26/06/2020. O valor foi estimado com base nos preços destes elementos em fontes de fertilizantes solúveis multiplicado pelo teor em cada elemento nos fertilizantes orgânicos.

Tendo como base os valores expostos, foi realizada a estimativa do valor da tonelada dos compostos A e B (tabela 2). Tal estimativa foi realizada com base nos teores totais de macro e micronutrientes, tendo como parâmetro o preço dos fertilizantes de fontes solúveis.

Tabela 4. Estimativa do preço dos fertilizantes A e B com base no teor de nutrientes

Nutriente	Valor ¹ R\$/kg	Fertilizante classe A		Fertilizante classe B	
		Teor kg/t	Preço R\$	Teor kg/t	Preço R\$
N	2,77	21,00	58,17	21,00	58,17
P	7,26	8,60	62,44	8,40	60,98
K	2,61	23,00	60,03	22,00	57,42
Ca	0,22	47,00	10,34	57,00	12,54
Mg	1,25	6,50	8,12	6,70	8,37
S	0,66	6,00	3,96	7,60	5,02
Fe	26,33	3,10	81,62	4,30	113,22
Cu	137,00	0,36	49,32	0,37	50,70
B	28,70	0,04	1,15	0,04	1,15
Mn	14,52	0,35	5,82	0,31	4,50
Mo	147,87	0,04	5,91	0,03	4,44
Zn	17,46	0,28	4,89	0,26	4,54

R\$ por tonelada

Total	384,52	351,77	381,05
--------------	---------------	---------------	---------------

Fonte: Os preços dos fertilizantes minerais solúveis foram obtidos do Anuário 2019 da Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (ABISOLO). Cotação do dólar (R\$5,41) de 26/06/2020. O valor foi estimado com base nos preços destes elementos em fontes de fertilizantes solúveis multiplicado pelo teor em cada elemento nos fertilizantes orgânicos.

Ao comparar os preços dos elementos considerados nutrientes, podemos estimar um preço por tonelada dos fertilizantes classe A e B levando em conta apenas a quantidade dos elementos presentes nos fertilizantes. O fertilizante classe A tem o preço estimado de R\$351,77/t e de R\$381,05/t para o fertilizante classe B. No entanto, o cálculo do preço dos compostos orgânicos com base nos teores totais é superestimado, devido à dinâmica de liberação dos nutrientes presentes nos fertilizantes orgânicos ser gradual e o teor total não é o que estará disponível de imediato a planta. Parte do teor total de alguns elementos ficaram em formas minerais oxidadas ou formas orgânicas de baixa solubilidade. Sendo necessária a avaliação da dinâmica de decomposição dos fertilizantes orgânicos no solo por um período superior a 6 meses.

3.2 Avaliação morfométrica das plantas

Quanto a avaliação do desenvolvimento das plantas se deu por meio da comparação do desempenho dos fertilizantes classe A e B em relação ao fertilizante solúvel NPK.. Na figura 2 é possível observar a diferença no desenvolvimento da parte aérea da cana-de-açúcar em relação aos tratamentos dos fertilizantes, em que o primeiro vaso da esquerda apresenta sua fertilidade construída com o fertilizante classe A, na sequência o fertilizante

classe B e o último vaso, o do lado direito, com o fertilizante mineral NPK.

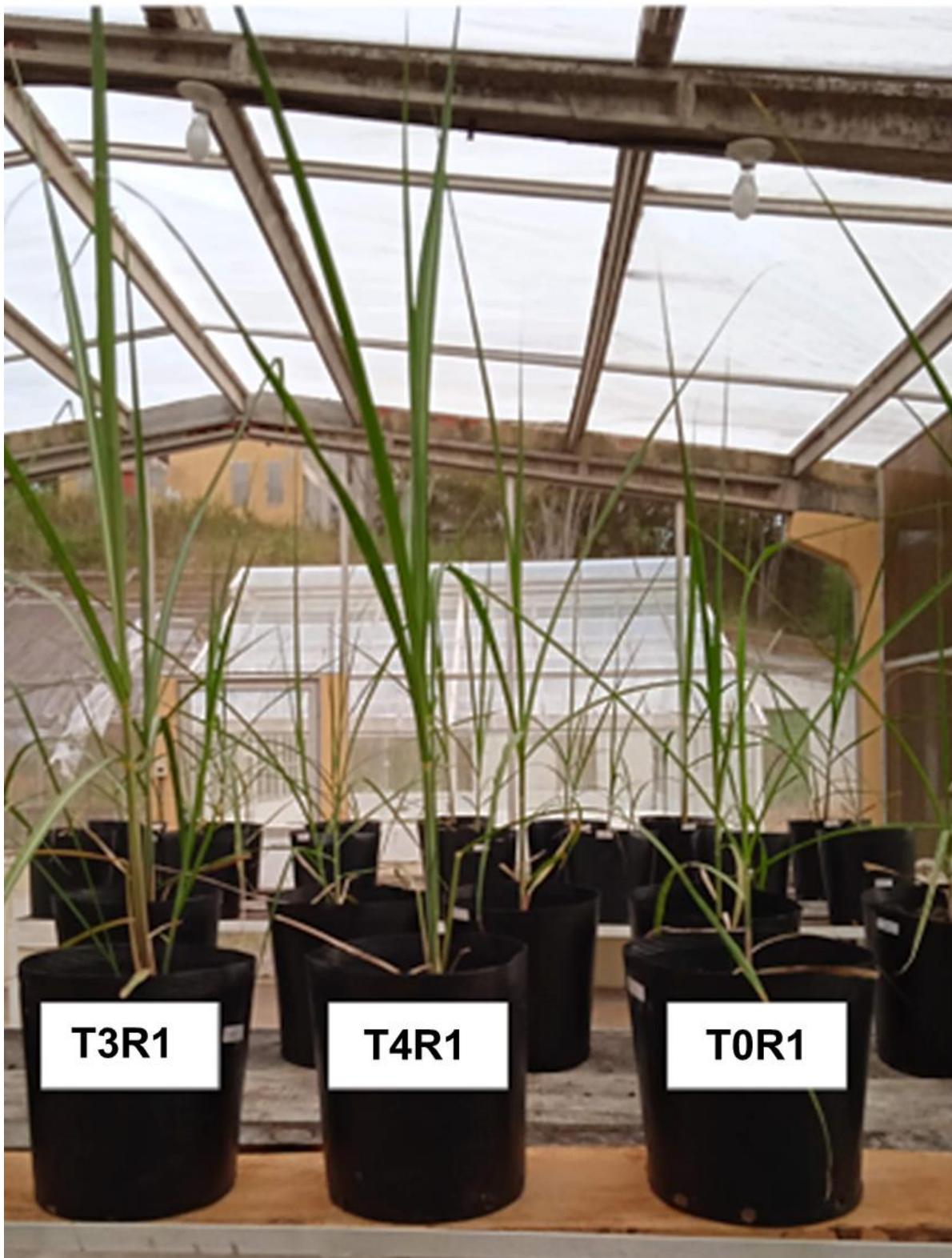


Figura 2: Experimento com os fertilizantes e cultura de cana-de-açúcar. T3R1: fertilizante orgânico A 16 t/ha; T4R1: fertilizante orgânico B 16 t/ha e T0R1: fertilizante mineral NPK.

O desempenho dos fertilizantes orgânicos (T1, T2, T3 e T4) foram melhores nas avaliações durante os 6 meses do experimento, na avaliação de mortalidade não houve diferença, mas os tratamentos foram melhores em número de folhas, comprimento de folha, diâmetro do colmo e número de perfilhos (Tabela 5).

Tabela 5. Média da avaliação da mortalidade de plantas, nº de folhas, comprimento, diâmetro do colmo e nº de perfilhos após 6 meses de cultivo.

Tratamento	Mortalidade	Folhas	Comprimento		Diâmetro	Perfilhos
			Folha	Colmo	Colmo	
		Nº	cm		cm ²	Nº
T0	0	7	201,0	95,7	2,5	0
T1	0	8	221,8	89,3	7,1	2
T2	0	10	231,3	81,7	6,1	2
T3	0	9	215,0	92,3	5,0	2
T4	0	10	199,3	63,7	4,8	2

Os tratamentos com os fertilizantes orgânicos apresentaram maior quantidade de folhas, de perfilhos e maior diâmetro do colmo em comparação com os outros tratamentos.

A matéria fresca e seca das plantas (folha, colmo e raiz) foram maiores nos tratamentos com os fertilizantes classe A e classe B (T2, T3, T4 e T5) em relação ao fertilizante solúvel NPK (Figura 3).

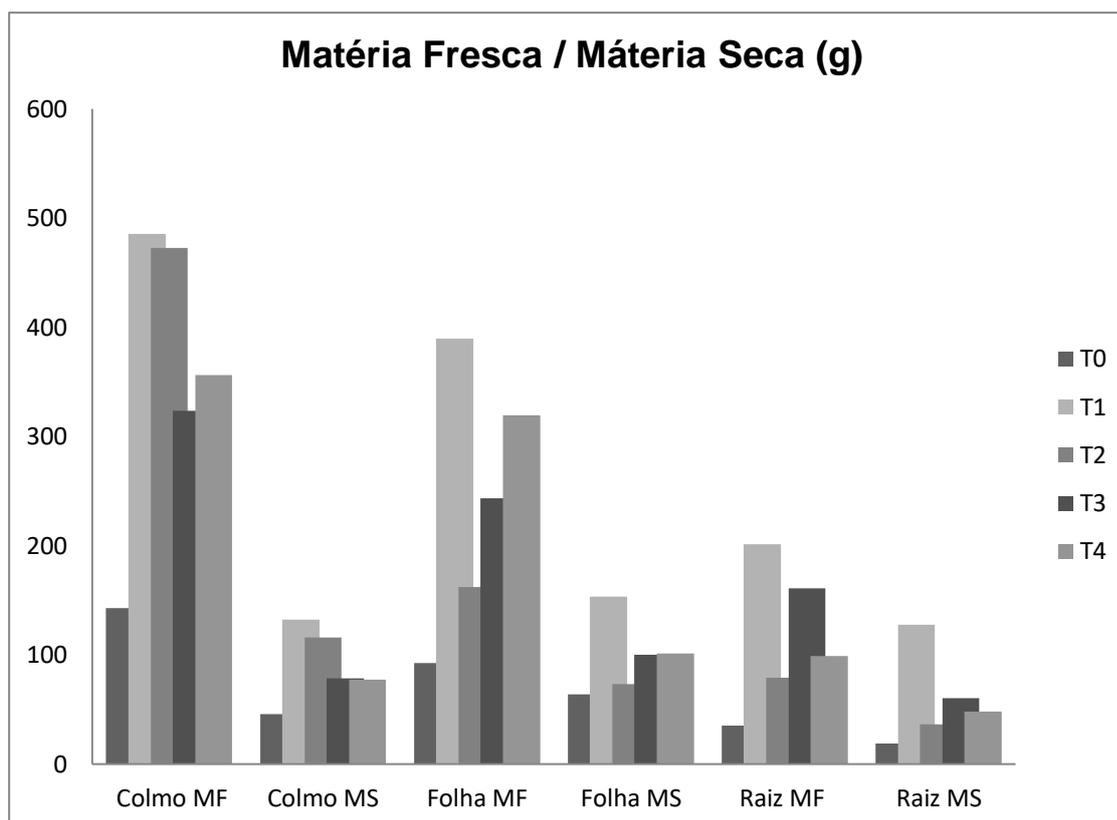


Figura 3: Produção de matéria seca e frescada colmo, folhas, raízes em grammas das plantas após 6 meses de cultivo, teste de médias Tukey 0,5% .

3.3 Teores de nutrientes e elementos potencialmente tóxicos nas plantas

Nas folhas os teores de macronutrientes apresentados em (g/kg⁻¹) dos tratamentos com fertilizante orgânico (T1, T2, T3 e T4) apresentaram maiores teores de macronutrientes primários (NPK) em comparação com o outro tratamento (Figura 4).

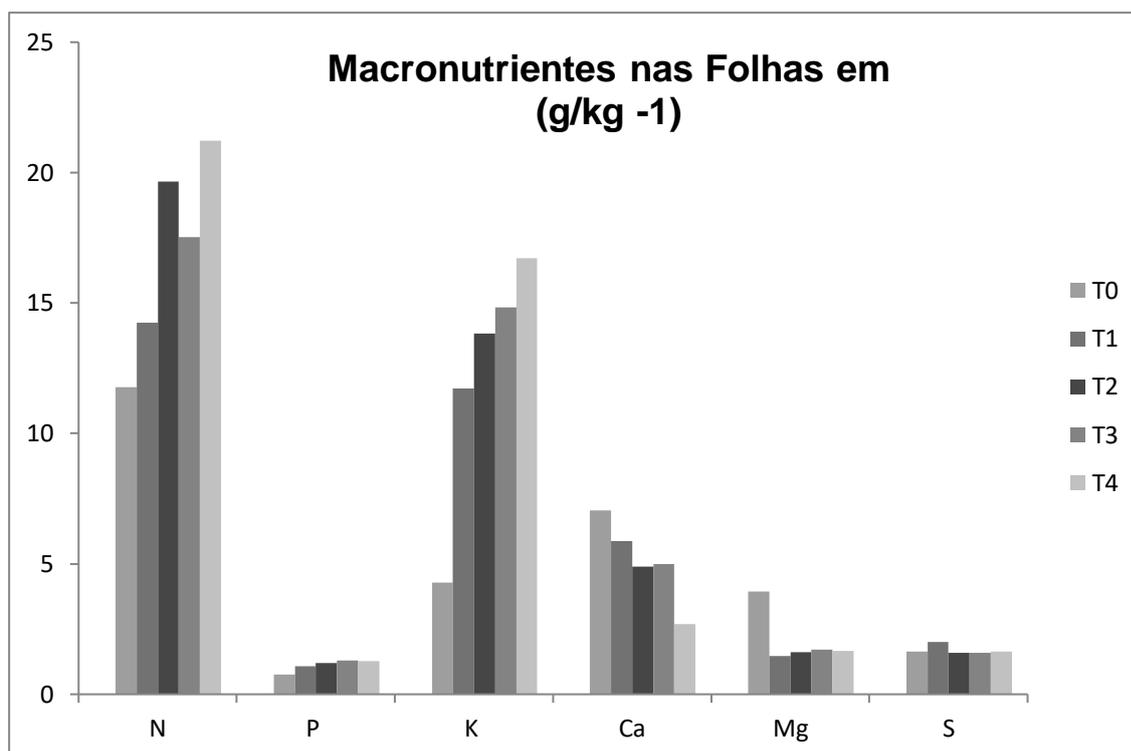


Figura 4: Teores de macronutrientes primários (NPK) e secundários (Ca, Mg e S) em (g/kg ⁻¹) nas folhas das plantas após 6 meses de cultivo.

Em relação aos colmos os teores de macronutrientes dos tratamentos com fertilizante orgânico (T1, T2, T3 e T4) apresentaram significativamente maiores em teores de (NPK) em relação ao tratamento com fertilizante mineral NPK.

Os menores teores de macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) dos tratamentos com fertilizante orgânico em relação aos outros tratamentos podem ser devido a fonte de P fertilizante mineral solúvel ter sido superfosfato simples que tem Ca e S na formulação apresentar maiores teores destes elementos na composição (Figura 5).

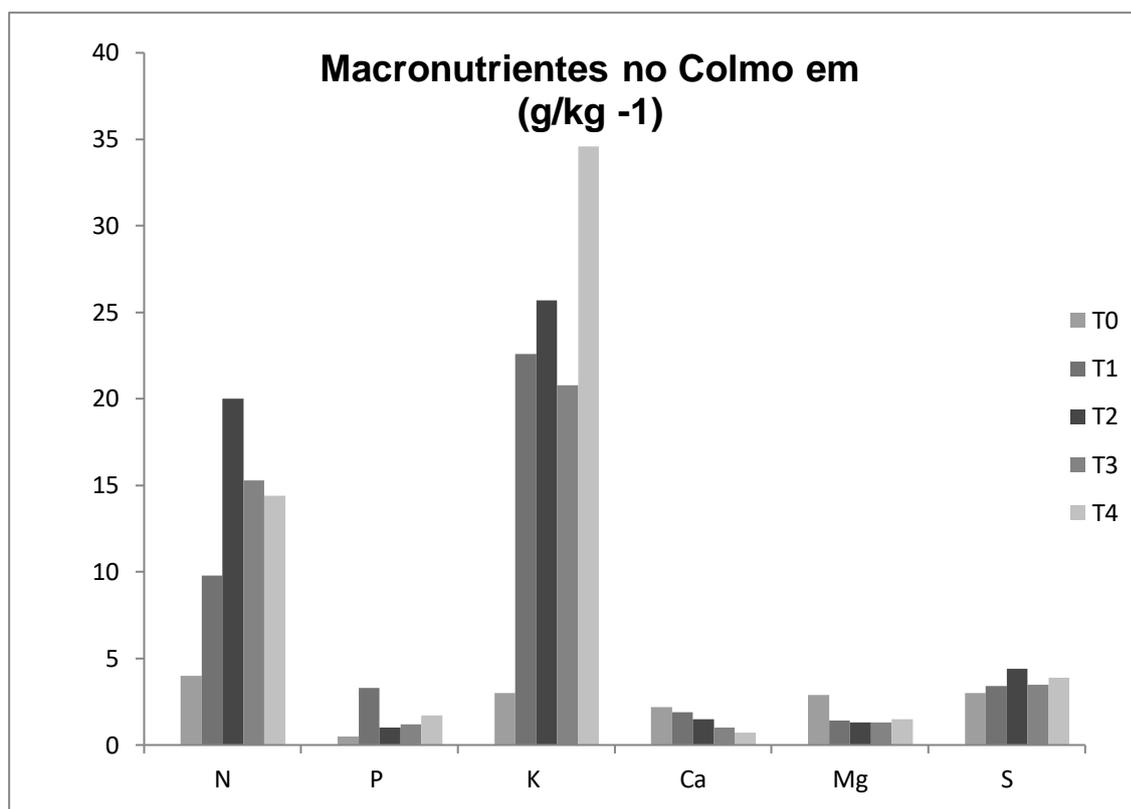


Figura 5: Teores de macronutrientes primários (NPK) e secundários (Ca, Mg e S) em (g/kg -1) nos colmos das plantas após 6 meses de cultivo, teste de médias Tukey a 0,5%.

Os teores de macronutrientes dos tratamentos com fertilizante orgânico (T1, T2, T3 e T4) apresentaram maiores teores de macronutrientes primários (NPK) nas raízes das plantas em comparação com o outro tratamento (Figura 6).

Em relação aos macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) o comportamento dos tratamentos com fertilizante orgânico foi semelhante aos do colmo, mas com teores maiores nesta parte da planta (Figura 6).

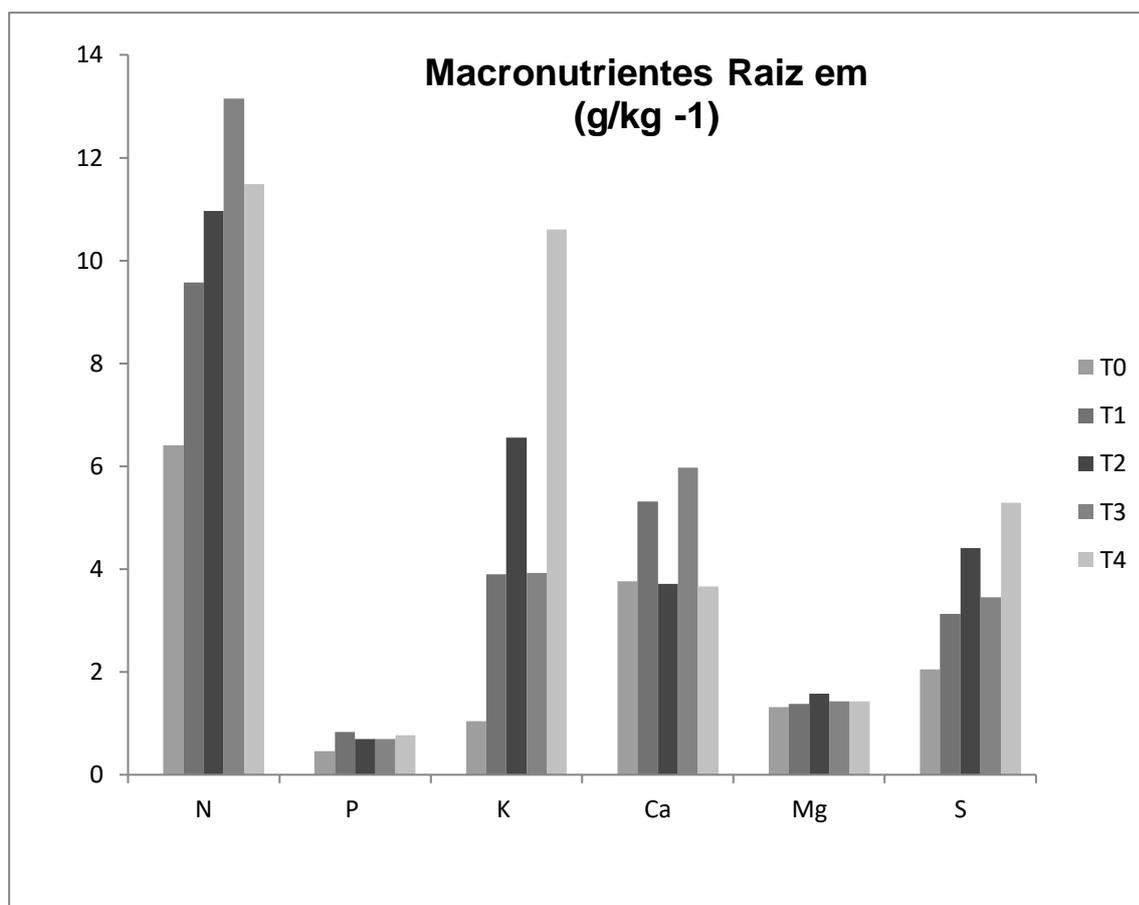


Figura 6: Teores de macronutrientes primários (NPK) e secundários (Ca, Mg e S) nas raízes das plantas após 6 meses de cultivo, teste de médias macronutrientes nas raízes, teste de Tukey 0,5%.

Já em relação aos teores de micronutrientes nas folhas dos tratamentos com fertilizante orgânico (T1, T2, T3 e T4) foram maiores que os outros tratamentos, com exceção do Mn e B (Figura 7).

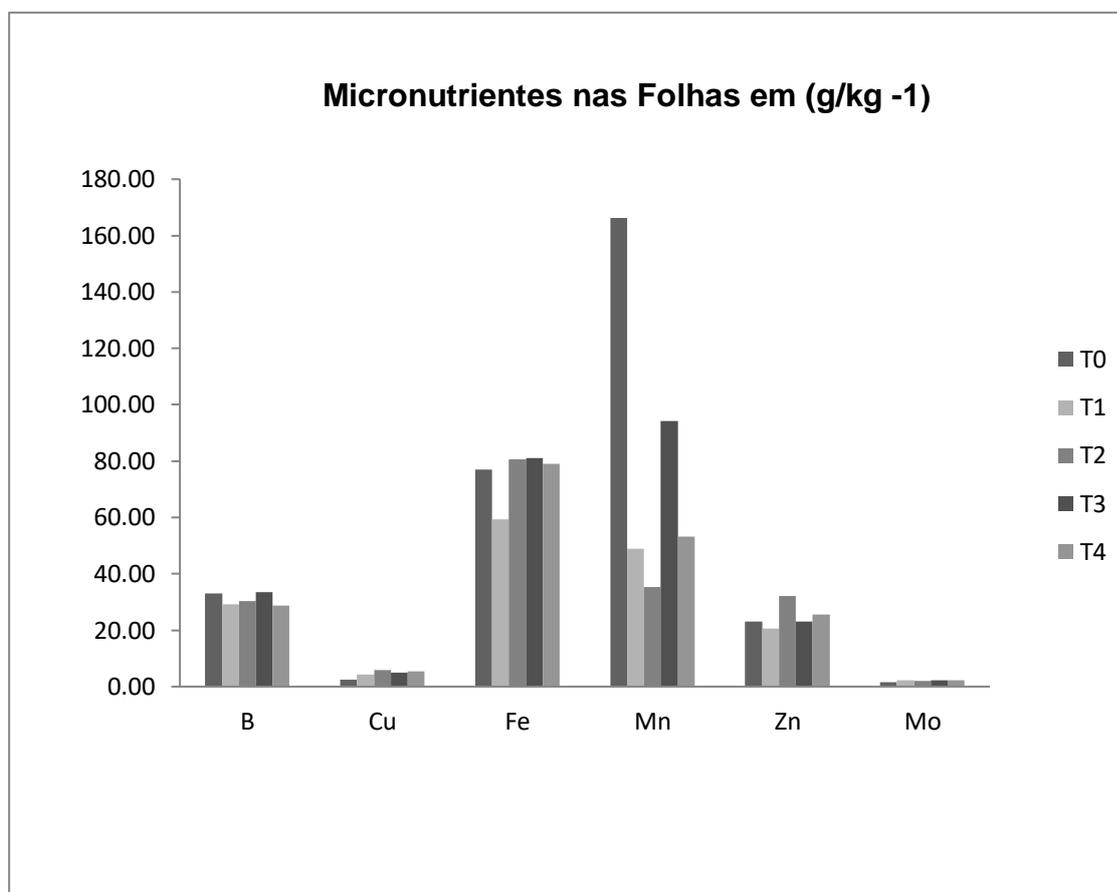


Figura 7: Teores de micronutrientes nas folhas das plantas após 6 meses de cultivo, teste de médias de Tukey 0,5%.

Os teores de micronutrientes nos colmos dos tratamentos com fertilizante orgânico (T1, T2, T3 e T4) foram maiores que os outros tratamentos, com exceção do Fe e Mn e o T2 teve rendimento menor em Zn do que o tratamento T0 (Figura 8).

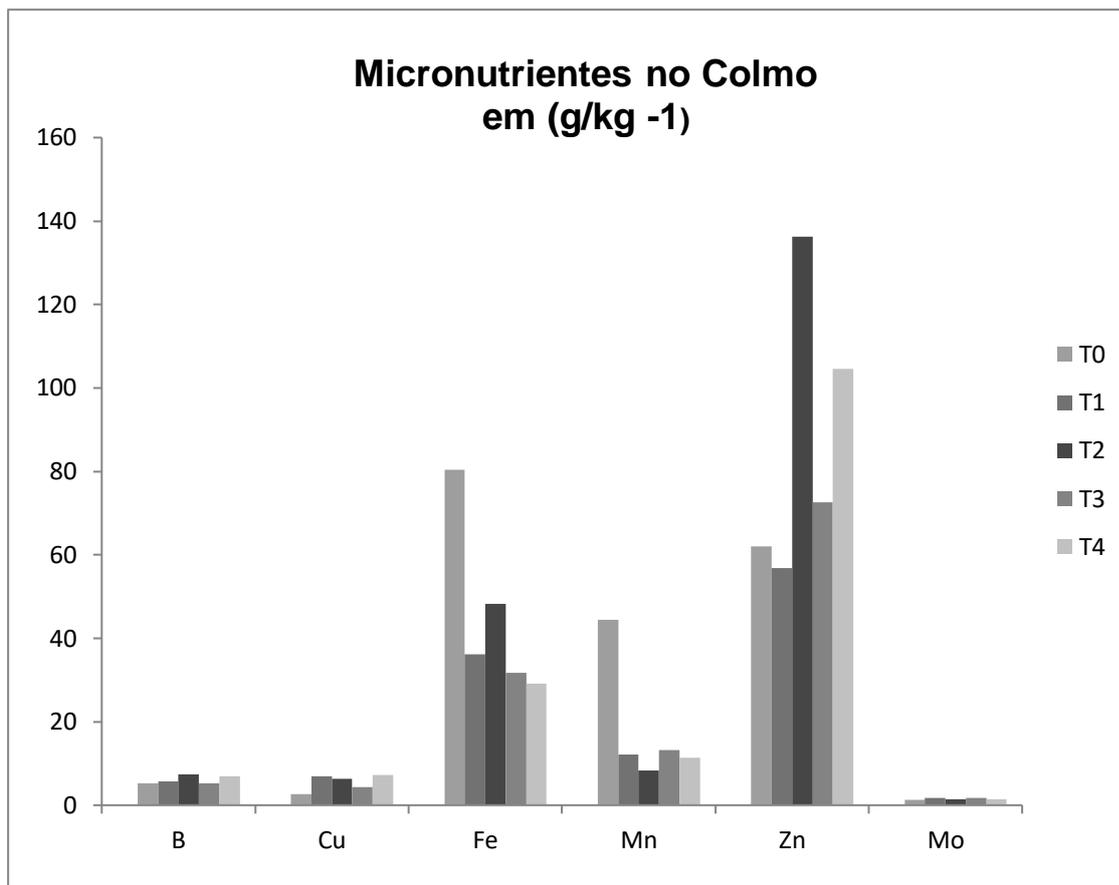


Figura 8: Teores de micronutrientes nos colmos das plantas após 6 meses de cultivo, teste de médias de Tukey 0,5%.

Nas raízes os teores de micronutrientes não houve diferenças significativas, tendo o tratamento T0 o teor de Fe encontrado nas raízes, após 6 meses de cultivo. (Figura 9)

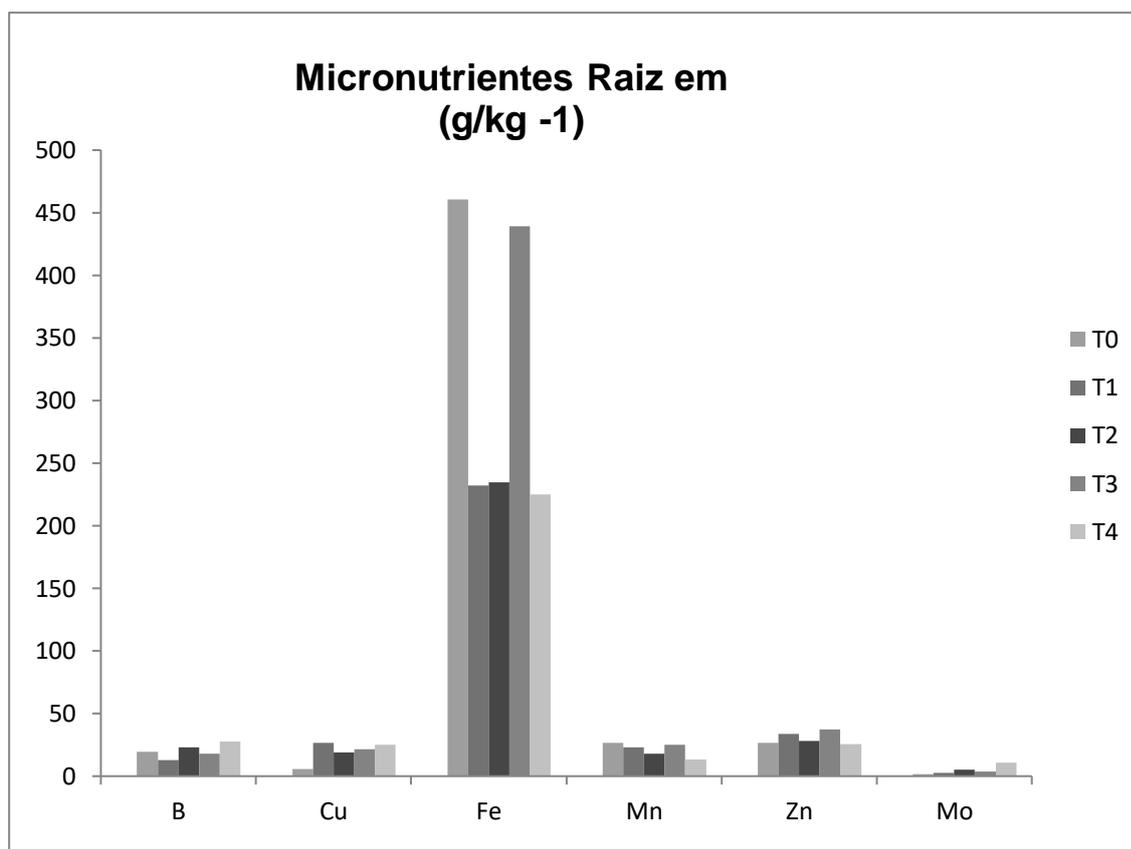


Figura 9: Teores de micronutrientes nas raízes das plantas após 6 meses de cultivo, teste de médias de Tukey a 0,5%.

Nas folhas das plantas o comportamento foi semelhante aos colmos, onde os teores destes elementos foram muito baixos (Tabela 6). Os valores de Cd estão próximos do limite de detecção do método e Pb não foi detectado (N.D.) observados na (Tabela 6).

Tabela 6- Teores de elementos potencialmente tóxicos nas folhas das plantas após 6 meses de cultivo, teste Tukey a 0,5%.

Tratamento	Pb	Cd	Cr
T0	N.D	0,35	15,22
T1	N.D	0,30	3,25
T2	N.D	0,31	3,65
T3	N.D	0,37	2,53
T4	N.D	0,39	2,60

N.D = Não detectável.

Em relação aos elementos potencialmente tóxicos que apresentaram os maiores teores (Pb, Cd e Cr) nos fertilizantes orgânicos estes teores foram muito baixos nos colmos das plantas. Os teores de Cd estão próximos do limite de detecção do método e os de Pb não foram detectados (N.D.) valores observados na (Tabela 7).

Tabela7- Teores de elementos potencialmente tóxicos na raiz das plantas após 6 meses de cultivo, teste Tukey a 0,5%.

Tratamentos	Pb	Cd	Cr
T0	N.D	0,29	6,20
T1	N.D	0,29	2,81
T2	N.D	0,32	5,46
T3	N.D	0,32	2,64
T4	N.D	0,28	2,72

N.D = Não detectável.

No Brasil, a proposta de resolução de 26 de outubro de 2006 para a regulamentação de uso agrícola de lodo de esgoto, sugerida pelo Conama, dispõe que o limite máximo de Cr é de 1.000 mg kg⁻¹ (base seca). Para o resíduo de curtume não há, até o momento, uma legislação própria. Em relação aos teores de Cr os tratamentos com os fertilizantes orgânicos foram menores que o T0 - fertilizante mineral NPK. Mesmo os fertilizantes orgânicos apresentando maiores teores destes elementos, estes se encontram em formas pouco móveis no solo e conseqüentemente pouco biodisponíveis para as plantas. Na tabela 8, podemos observar que nas raízes os teores destes elementos estiveram presentes em todos os tratamentos. No entanto, foi detectado Pb e teores maiores de Cd e Cr em relação as outras partes da planta. Isso, ocorre devido a presença de partículas de solo/fertilizante orgânico que ficam mais fortemente aderidas as raízes das plantas mesmo após sucessivas lavagens, e ao maior desenvolvimento de raízes nos tratamentos com fertilizante orgânico., mas todos os teores destes elementos em todas as partes da planta se encontram baixos.

Tabela8 - Teores de elementos potencialmente tóxicos na raiz das plantas após 6 meses de cultivo, teste Tukey a 0,5%.

Tratamento	Pb	Cd	Cr
T0	1,28	0,35	6,25
T1	0,07	0,29	87,76
T2	0,10	0,26	70,84
T3	0,11	0,36	24,08
T4	0,15	0,42	20,03

Vários trabalhos científicos corroboram com os resultados obtidos neste experimento, como de Martines et al., 2006; que avaliou a mineralização do carbono orgânico do lodo de curtume, aplicado em solos com diferentes classes texturais.” Não se observa prejuízo à atividade microbiana dos solos, avaliada por meio da respiração basal, e a mineralização do carbono adicionado por meio do lodo de curtume é intensa nos primeiros 15 a 20 dias de incubação.”

Oliveira et al., 2008; estudou o rejeito do couro *Wet-Blue* em substituição a adubação nitrogenada em *Pennisetumpurpureum* Schum cv. Napier, chegou à conclusão que os teores de Cr mais altos não atingiram a faixa considerada como excessiva ou tóxica em folhas maduras.

Os teores e acúmulos de Cr nas raízes das plantas foram mais elevados que os encontrados na parte aérea do capim-elefante.” De forma similar encontrado nos tratamentos do trabalho.

3.4 Atributos químicos dos solos do experimento

Para o estoque de carbono, os melhores índices foram nos tratamentos T2 e T4, não havendo diferença significativa com o T3, (Figura 10)

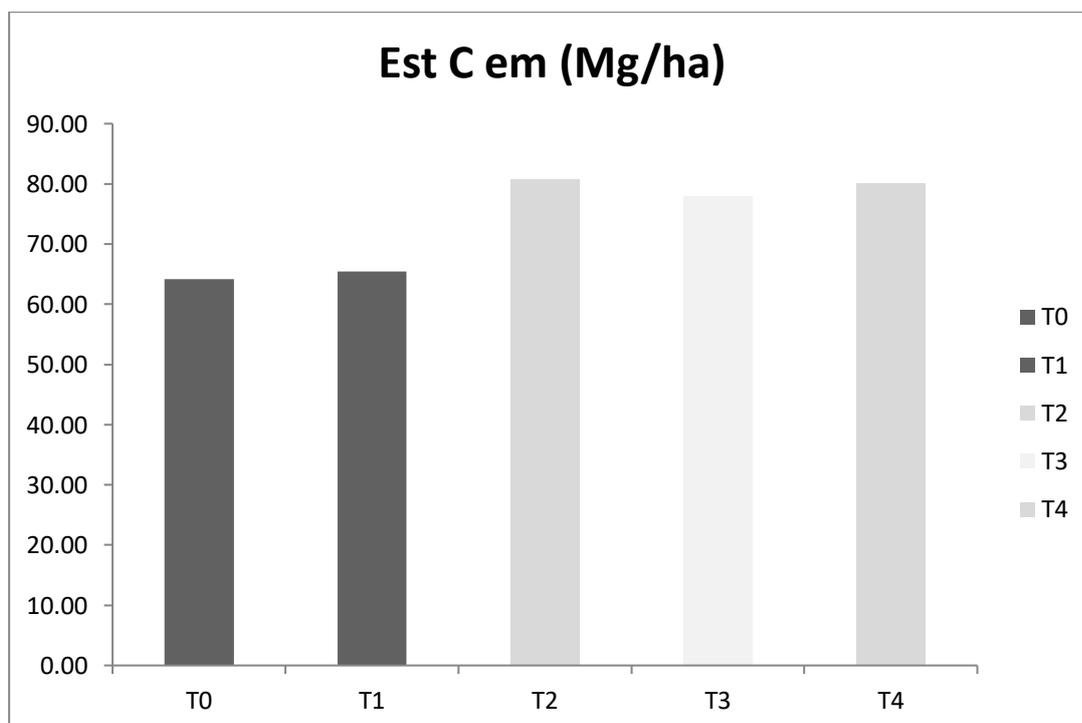


Figura 10: Estoque de carbono no solo (Mg/ha) dos tratamentos após 6 meses de cultivo.

Os teores de macro e micronutrientes, de matéria orgânica do solo (MOS), pH, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) foram maiores nos solos dos tratamentos com fertilizante orgânico (Tabela 9)

. **tabela 9-** Atributos químicos do solo dos tratamentos após 6 meses de cultivo.

Tratamento		T0	T1	T2	T3	T4
pH		5,9	6	6,7	6,4	6,6
Ca		7,1	12,8	17,2	11,1	15,2
Mg	cmolc/dm ³	1,8	2,9	4,8	3	4,1
K		0,1	0,2	2,1	0,8	1,3
Na		1,8	1,8	3,1	2,3	2,9
MOS	g/dm ³	38,3	42,7	51	48,5	46,4
P	mg/dm ³	21,5	256,1	391,2	267,8	429,7
S		30,5	48,5	161,3	84,2	114,2
Fe		100	141,1	123,4	120,2	144
Mn		2,7	14,9	18,5	13	19,5
Cu	cmolc/dm ³	0,3	6,7	11,3	6,6	9,8
Zn		5,6	8,9	12,6	10,5	15,7
B		0,8	0,8	1	1	1
H+Al		4,5	2,8	2	2,6	2,1
CTC		15,3	20,5	29,1	19,8	25,6
V	%	70	86	93	87	92

3.5 Índices de conversão de nutrientes

Os índices de conversão de macro e micronutrientes foram estimados com base na relação dos teores totais presentes nos fertilizantes orgânicos classe A e classe B e do somatório dos teores absorvidos pelas plantas (Tabela 8). Utilizando os tratamentos de 16 toneladas por hectare dos fertilizantes orgânicos classe A e classe B.

Tabela 10 - Índices de conversão de nutrientes após 6 meses de cultivo.

Fertilizante	Teores totais							Índices de conversão						
	N	P	K	Fe	Mn	Cu	Zn	N	P	K	Fe	Mn	Cu	Zn
	g/kg							%						
A	336	137,6	368	49,6	5,62	5,76	4,46	14,6	2,1	12,2	9,0	1,2	0,5	3,8
B	336	134,4	352	68,8	5,04	6,00	4,22	13,9	2,6	17,3	5,7	1,4	0,7	3,6

Mesmos os índices de conversão de nutrientes serem relativamente baixos, a maioria dos nutrientes presentes nos fertilizantes orgânicos não são perdidos por lixiviação e, ou, volatilização como ocorre nos fertilizantes minerais de alta solubilidade. Os fertilizantes orgânicos são de liberação gradual dos nutrientes e os nutrientes podem ser absorvidos pela cana-de-açúcar durante restante do ciclo de cultivo que vai de 12 a 18 meses ou por espécies florestais como o eucalipto com um ciclo muito mais longo.

Os resultados das análises químicas, físicas e biológicas garantem que o fertilizante orgânico A e B apresentam os teores de macronutrientes primários, macronutrientes secundários, micronutrientes, teores de carbono orgânico, umidade %, relação C/N, contaminantes químicos, biológicos e materiais inertes dentro dos limites máximos de acordo com a legislação vigente (laudos das análises químicas, físicas e biológicas) e a natureza física do fertilizante foi classificado como Pó.

Os dois fertilizantes estão APTOS para registro no MAPA como fertilizante orgânico classe A e classe B.

Vig et al. (2011) de onde utilizou o uso do lodo após um processo de tratamento simplificado, ou como é conhecido vermicompostado. Esse processo de vermicompostagem trata-se do resultado de um processo realizado por uma simbiose entre minhocas e microrganismos que vivem em seu trato digestivo, dando origem a produtos que podem ser utilizados como condicionadores do solo.

Muitos resíduos industriais de origem orgânica ou mineral podem ser utilizados na propagação de mudas de espécies cultivadas, proporcionando um bom desenvolvimento radicular e da parte aérea, agregando ao viveirista um baixo custo de produção por serem produtos residuais de baixo custo quando disponíveis BERILLI et al., 2016)

3 CONCLUSÕES

De acordo com as instruções normativas do MAPA os fertilizantes orgânicos produzidos a partir dos subprodutos do beneficiamento de couro da MASTROTTO S/A atendem os teores de macronutrientes primários, macronutrientes secundários, micronutrientes, teores de carbono orgânico, umidade %, relação C/N, contaminantes químicos, biológicos e materiais inertes dentro dos limites máximos de acordo com a legislação vigente.

Os dois fertilizantes orgânicos avaliados nesta pesquisa estão aptos para serem registrados no MAPA como fertilizante orgânico classe A e classe B Seguindo as restrições de não uso para culturas que tem a parte comestível em contato direto com o solo.

Diante dos resultados obtidos e aprovação dos fertilizantes estando aptos a serem comercializados possibilita atender a um dos maiores problemas levantados no trabalho que é a segurança agrícola e alimentar do país, para isso a oferta de insumos internos é de fundamental importância para tentar diminuir a dependência externa de fertilizantes, garantindo ser uma nova fonte de insumos acessível a agricultores do setor silvicultor do nordeste além de possibilitar solucionar o problema do passivo gerado na cadeia de processamento de couro de curtume podendo gerar uma economia circular na cadeia do agronegócio local e evitar o despejo inadequado dos resíduos no meio ambiente, fazendo com que diminua as chances de contaminação ambiental.

Para garantir o uso seguro na agricultura estamos realizando um segundo experimento está sendo desenvolvido na finalidade de garantir o uso seguro dos fertilizantes na agricultura, onde está sendo avaliado a mobilidade por lixiviação dos elementos potencialmente tóxicos no solo.

5 REFERÊNCIAS

ABIC- **Súmario-Beef-report**. Disponível em: </ <http://abiec.com.br/exportacoes/>> Acesso em 14/07/2021

AL-JABARI, M.; Sawalha, H.; Pugazhendhi, A.; Rene, E.R..**Cleaner production and resource recovery opportunities in leather tanneries: Technological applications and perspectives**. Bioresource Technology Reports, v. 16, 100815, 2021.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). Dados. Disponível em: <<http://anda.org.br>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

AMABRASIL. **Consulta preços fertilizantes**. Disponível em: </indexmundi.com/pt/PR-ecos-de-mercado/?mercadoria=ureia&moeda=brl/> Acesso em junho. 2021

BNB, ISSN 2594-7338, DEE- **Diário econômico ETENE**, Banco do Nordeste 2018

BERILLI, S.S.; et al. **Níveis de cromo em mudas de café conilon desenvolvidas em substrato com lodo de curtume como adubação alternativa**. CoffeeScience, Lavras, v.10. n.3. p.320-328, 2015

BRASIL (2006). Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006, do Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA, **define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências**, 2006 Diário Oficial da União. Brasília, Brasil.

BRASIL (2009). Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento -MAPA **aprova as normas sobre as especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura**, Diário Oficial da União. 2009. Brasília, Brasil.

CONAB. **Adubo e Fertilizantes. Boletim logístico, ano V- julho 2021**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/boletim-logistico/>>2021. Acesso em 10/12/2022

COELHO, L.C.; Ferreira, M.M.; Bastos, A.R.R.; Oliveira, L.C.A.; Ferreira, E.D.. **Resíduo de Curtumes como Fonte de Nitrogênio para Trigo e Arroz em Sucessão**. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Online), v. 39, p. 1445-1455, 2015.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº. 375, de 29 de outubro de 2006. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

CRUZ, A.C.; PEREIRA, F.S.; FIGUEIREDO, V.S. **BNDES Setorial 45, fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. 2017**. BNDES Setorial 45, p. 137-187 | Indústria química. BNDES 2017.

CUNHA, Ananda Helena Nunes et al. Vermicompostagem de lodo de curtume associado a diferentes substratos. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 3, p. 31-39, 2015.

CIDADE-BRASIL, **Município de Alhandra**. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-alhandra.html>> Acesso em 01/12/2020.

DEMIRBAS, A. (2008). **Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections**. Energy Conversion and Management 49(8):2106–2116. Disponível em: Agro 2.0 em Serragem é formada por pequenas lascas e pó de madeira acesso em 11/12/22

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 356 p.

FAO. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade**. Disponível em: <http://www.fao.org.br/dacatb.asp>. Acesso em: 31 de maio de 2017.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Indicadores IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

OCDE-FAO. **Perspectivas Agrícolas No Brasil: Desafios da Agricultura Brasileira 2015–2024**. 2015. Disponível: <<https://alimentacaoemfoco.org.br/projects/perspectivas-agricolas-desafios-para-a-agricultura-brasileira-2015-2024/>> Acesso em 14 de dezembro de 2022.

FATHIMA, N.N., Aravindhan, R., Rao, J.R., Nair, B.U., **Utilization of organically stabilized proteinous solid waste for the treatment of coloured waste-water**. Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 84, 1338-1343, 2009

GÖDECKE, M. V.; RODRIGUES, M. A. S.; NAIME, R. H. **Resíduos de curtume: estudo das tendências de pesquisa**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 7, n. 7, p. 1357-1378, 2012. <http://dx.doi.org/10.5902/223611705779>

GOMES, Mayara. **Os 10 maiores exportadores de fertilizantes do mundo**. Sensix, 2022. Disponível em: < <https://blog.sensix.ag/10-maiores-exportadores-de-fertilizantes-do-mundo/> >. Acesso em: 14, dezembro 2022.

KRAEMER, M. E. P. **A questão ambiental e os resíduos industriais**. 2014. Disponível em: <<http://www.atena.org.br/revista/ojs-2.2.306/index.php/pensarcontabil/article/view/45>> Acesso em: 13 nov. 2020.

MACEDO, Elaine de Fátima Soares; JÚNIOR, Nelson Nishizaki. **A importância do planejamento logístico com foco no crescimento da demanda da cadeia produtiva de alimentos até 2050**. Refas-Revista Fatec Zona Sul, v. 3, n. 3, p. 31-45, 2017.

MARTINES, A. M. ; Andrade, C. A. ; Cardoso, E. J. B. N. . **Mineralização do carbono orgânico em solos tratados com lodo de curtume**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n.7, p. 1149-1155, 2006.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. Citação de referências e documentos eletrônicos**. Disponível em: Acesso em: 04 de novembro de 2021

OLIVEIRA, F. T. D.; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; MENDONÇA, L. F. D. M. **Sources and proportions of organic materials on seed germination and growth of guava seedlings**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 35, n. 3, p.866-874, 2013.

OLIVEIRA, D.Q.L.; Carvalho, K. T. G.; Bastos, A.R.R.; Oliveira, L.C.A. de.; Marques, J.J.G.S.M.; Nascimento, R.S.M.P. **Utilização de resíduos da indústria de couro como fonte nitrogenada para o capim-elefante**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 417-424, 2008.

PINTO, G. M. **Aproveitamento de lodo de curtume e uso de água residuária de esgoto doméstico na cultura do milho (zeamays I.)**UFV, Tese DEFENDIDA e APROVADA em 19 de janeiro de 2015

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2ª ed.** Instituto Agrônômico de Campinas – IACCampinas. 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

SEBRAE, **Agricultura orgânica: cenário brasileiro, tendências e expectativas.** Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/artigosOrganizacao/o-que-e-agricultura-organica,69d9438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD/> Acesso em 14/07/2021

SIDRA, IBGE- **Pesquisa Trimestral do Couro** - 3º trimestre 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/couro/brasil> Acesso em 14/07/2021

Silva, A. S. S., Souza, J. G., & Leal, A. C. (2012). Qualidade de vida e meio ambiente: experiência de consolidação de indicadores de sustentabilidade em espaço urbano. *Sustentabilidade em Debate*, 3 (2), 177-196.

STEFAN, D.S.; Bosomoiu, M.; Constantinescu, R.R; Ignat, M..Composite Polymers from Leather Waste to Produce Smart Fertilizers. *Polymers*, 13(24), 4351, 2021.

TEDESCO, M.J.; SELBACH, P.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O. **Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente.** In: SANTOS et al. (Eds.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2ed rev. Porto Alegre: Metrópole, p. 113-135, 2008.

VIG, A. P.; SINGH, J.; WANI, S. H.; DHALIWAL, S. S. **Vermicomposting of tannery sludge mixed with cattle dung into valuable manure using earthworm *Eisenia fetida* (Savigny).** *Bioresource Technology, Trivandrum*, v. 102, n. 17, p. 7941-7945, set. 2011.

VIEIRA, C.R.; WEBER, O.L.S. **Avaliação de substratos na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King).** *Revista Brasileira Multidisciplinar*, Araraquara, v.18, n.2, p.153-166, 2015.

ANEXO I

Análises físico-químicas da água usada na irrigação do experimento.



**LABORATÓRIO DE CONTROLE DA QUALIDADE
ÁREA DE ÁGUA E EFLUENTES**

RELATÓRIO DE ENSAIOS

RELATÓRIO DE ENSAIO: 2.167/2019

PÁGINAS: 01/02

SOLICITANTE: JJ Indústria e Comércio de Bebidas Ltda. – Cristal de Areia	
Faz. Saboeiro, s/n – Zona Rural - Areia/PB	
AMOSTRA ENSAIADA: Água Natural	
DATA DA AMOSTRAGEM: 03/12/2019	AMOSTRAGEM: Responsabilidade do cliente
DATA DE RECEBIMENTO DA AMOSTRA: 03/12/2019	DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 03/12 à 04/12/2019

PARÂMETRO	MÉTODO UTILIZADO	RESULTADO	UNID.	Padrão de aceitação para consumo humano *
Condutividade Elétrica	Método Instrumental (condutivímetro)	180,5	µS	**
pH	Método Eletrométrico – NBR 9251:1986	6,52	-	6,0 - 9,5
Cor aparente	Kit da Merck	0	mg PtCo/L	até 15
Turbidez	Turbidímetro	0,42	FTU	até 5
Cloreto	Método Titulométrico – NBR 13797:1997	19	mgCl/L	até 250
Dureza Total	Método de titulação com EDTA – NBR 12621:1992	8	mgCaCO ₃ /L	até 500
Dureza relacionada ao cálcio	Método titulométrico do EDTA-Na	15	mgCa/L	**
Dureza relacionada ao magnésio	Método titulométrico do EDTA-Na	0	mgMg/L	**
Alcalinidade em Total	Mét. da titulação com Ac. Sulfúrico - NBR 5762:1977	80	mgCaCO ₃ /L	**
Alcalinidade em Hidróxidos	Mét. da titulação com Ac. Sulfúrico - NBR 5762:1977	0	mgCaCO ₃ /L	**
Alcalinidade em Carbonatos	Mét. da titulação com Ac. Sulfúrico - NBR 5762:1977	0	mgCaCO ₃ /L	**
Alcalinidade em Bicarbonatos	Mét. da titulação com Ac. Sulfúrico - NBR 5762:1977	80	mgCaCO ₃ /L	**
Índice de Saturação de Langelier	pH de saturação do carbonato de cálcio	≤ 0	-	≤ 0
Sólidos Dissolvidos Totais	Método Gravimétrico – NBR 10664:1989	254	mg/L	até 1000
Alumínio	Eriocromacianina	0,00	mgAl ³⁺ /L	até 0,2
Potássio	Tetrafenil-borato de sódio	1,84	mgK ⁺ /L	**
Nitrato	Brucina	0,10	mgNO ₃ ⁻ /L	até 10

Katavina Gadelha Brito

- OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TÊM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E CORRESPONDEM EXCLUSIVAMENTE À AMOSTRA ANALISADA;
➤ É PERMITIDA APENAS A REPRODUÇÃO TOTAL DESTES RELATÓRIOS. O CTCC É ISENTO DE QUALQUER RESPONSABILIDADE PELA REPRODUÇÃO PARCIAL DO MESMO