



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA

LIDIANE MORAES OLIVEIRA

CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PARA A PRODUÇÃO
AGROECOLÓGICA NO IFB- *CAMPUS PLANALTINA*.

Planaltina-DF
2022



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA

CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PARA A PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA NO IFB- CAMPUS PLANALTINA.

Lidiane Moraes Oliveira

**Relato de Experiência Técnica.
Trabalho de Conclusão de
Curso ao IFB- *Campus*
Planaltina, como parte das
exigências à obtenção do grau
de Tecnólogo em Agroecologia.**

Orientador: Prof. Me. Hamilton Marcos Guedes.

Planaltina-DF
Janeiro, 2022

SUMÁRIO

1 CONTEXTO.....	4
2 DESCRIÇÃO.....	15
2.1 Inoculante natural E.M. (microrganismos eficazes)	15
2.2 Compostos orgânicos	17
2.3 Composto fermentado bokashi	21
2.4 Caracterização microbiológica	22
2.5 Caracterização química	23
3 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES	23
AGRADECIMENTOS	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA

Caracterização de compostos orgânicos para a produção agroecológica no IFB- *campus* Planaltina.

OLIVEIRA, Lidiane Moraes¹.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, *Campus* Planaltina,
lidi.agroecologia@gmail.com

Resumo

Para a produção de fertilizantes orgânicos, com qualidade nutricional e sanitária, é necessário balanceamento dos materiais utilizados e manejos adequados durante os processos de transformação da matéria orgânica pelos microrganismos. Para o estudo de fertilizantes orgânicos a partir da caracterização preliminar microbiológica e química de insumos produzidos no Laboratório de Práticas Agroecológicas do IFB *campus* Planaltina – LAPA, foram confeccionados e analisados: composto com esterco ovino e palha de capim; composto inteiramente vegetal e inoculado com Microrganismos Eficientes-EM; e composto fermentado bokashi. Os processos de compostagem apresentaram necessidade de ajustes quanto à granulometria e relação C:N dos materiais utilizados. Os três fertilizantes apresentaram contaminação por coliformes totais e bokashi apresentou contaminação por *Escherichia coli*. O trabalho propiciou a coleta de dados e maior capacitação teórica e prática para a produção de fertilizantes orgânicos.

Palavras-chave: compostagem; microrganismos eficientes; adubação orgânica; resíduos vegetais; bokashi.

Keywords: compost; efficient microorganisms; organic fertilizer; vegetable waste; bokashi.

1 CONTEXTO

Na produção orgânica natural e agroecológica a fertilidade do solo se dá numa combinação de manejos trabalhados através do enfoque holístico, com valorização das especificidades ecossistêmicas, demandado nesse tipo de produção (ALTIERI, 2009). O que configura-se também como uma busca pela resiliência frente às mudanças climáticas (NICOLLS et al., 2015).

No Brasil, o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, registrou um número de 12.478 inscritos em março de 2016 (BRASIL, 2016). Em dezembro de 2021, já são mais de 25.500 inscritos no mesmo cadastro de certificação (BRASIL, 2021). Esses números demonstram a expansão da produção orgânica nacional. No entanto, estão incluídos nesse cadastro apenas produtores certificados, ou seja, esses dados não contemplam as inúmeras unidades de produção agroecológicas espalhadas pelo país.

Os sistemas de produção agroecológicos utilizam da biodiversidade natural e de processos biológicos para a desafiadora e importante função de propiciar a saúde dos solos, fornecendo nutrientes às culturas, proteção contra pragas e doenças e redução dos processos erosivos (ALTIERI, 2018 citado por GOMES et al., 2021).

O solo sadio é aquele que se apresenta bem agregado, grumoso, com circulação de ar e água, livre de resíduos tóxicos ou metais pesados, com nutrientes em equilíbrio e capaz de produzir alimentos de valor biológico elevado. A agregação do solo é um processo químico-biológico, possibilitado pelo retorno de matéria orgânica, que irá nutrir a microvida aeróbia e formar grumos (PRIMAVESI, 2016).

A manutenção da saúde do solo é realizada, portanto, a partir da atividade metabólica dos organismos do solo: a macrovida (aranhas, formigas, minhocas, etc.) e a microvida (bactérias, fungos, leveduras, actinomicetos, etc.). Ao transformarem a matéria orgânica, estes organismos propiciam a disponibilização de nutrientes e participam na agregação do solo que melhora a porosidade e, assim, permite a entrada do ar e da água, indispensáveis à produção vegetal (ANDRADE, 2020). Dessa forma, a matéria orgânica no solo desempenha as funções de fertilizar, corrigir e melhorar as propriedades (físicas, químicas e biológicas) do solo (KIEHL, 1985).

A adição de matéria orgânica e a proteção do solo possibilitam a manutenção da micro e mesovida ali presentes, melhorando sua bioestrutura e a produtividade

através dos processos de ciclagem de nutrientes. É uma prática que fornece ao solo: substâncias agregantes; fontes de carbono para microrganismos de vida livre fixadores de nitrogênio; possibilidade de vida aos microrganismos benéficos ao crescimento das plantas; alimento aos microrganismos ativos na decomposição que produzem antibióticos e contribuem para a sanidade das plantas; substâncias intermediárias, produzidas em sua decomposição, que podem ser absorvidas pelas plantas e aumentar o seu crescimento. Essa adição pode ser feita através da cobertura do solo com palhadas, utilização de compostos, adubação verde, entre outros (PRIMAVESI, 1979).

Siqueira (et al., 1994) apontam a massa microbiana como um componente crítico dos ecossistemas terrestres, devido a sua importante atuação na formação de agregados no solo e na ciclagem dos nutrientes, disponibilizando-os às plantas. Segundo os autores, as bactérias e os fungos são responsáveis por cerca de 90% da atividade dessa biomassa.

A incorporação de matéria orgânica e nutrientes favorecem o aumento dos microrganismos heterotróficos e, à medida que o substrato é consumido, ocorre o declínio da população (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Os microrganismos heterotróficos utilizam o carbono orgânico como principal fonte de nutrientes e os compostos orgânicos como fonte de energia. São os principais responsáveis pela degradação da matéria orgânica do solo e outras transformações essenciais, pois atuam na oxidação, garantindo o fluxo de energia e nutrientes no ecossistema. Na microbiota do solo, os fungos heterotróficos atuam na decomposição dos materiais orgânicos, os actinomicetos heterotróficos atuam na transformação desses materiais e as bactérias heterotróficas processam a mineralização de nutrientes no solo (SIQUEIRA et al., 1994). Os fungos atuam na decomposição em altas temperaturas e as bactérias são as maiores responsáveis pela agregação do solo e pela fixação de nitrogênio (BIDONE; PAVINELLI, 1999 *apud* HEIDEMANN et al. 2007).

Comumente considerada como a última etapa do processo geral de decomposição, a mineralização é a liberação de elementos originados de compostos orgânicos e a produção de suas formas inorgânicas (BALOTA, 2017). Esse processo representa a base química do entendimento da adubação orgânica (BUSATO et al., 2008) assim como o conceito de imobilização.

A imobilização é o processo inverso da mineralização, pois representa a transformação de um elemento químico da solução do solo que está numa forma mineral para uma forma orgânica microbiana. Por exemplo, a imobilização do nitrogênio (N) subentende-se a transformação do nitrogênio (N) mineral do solo (NO_3^- e NH_4^+) para uma forma orgânica microbiana (LOURES, 1988).

Os fertilizantes orgânicos são obtidos de matérias primas orgânicas e são classificados em: simples (esterco animais, torta de mamona, entre outros); mistos (mistura de fertilizantes simples); compostos; e organominerais (mistura de fertilizantes minerais com fertilizantes simples ou composto). O fertilizante composto é um "fertilizante não natural, ou seja, obtido por um processo químico, físico, físico-químico ou bioquímico, sempre a partir de matéria-prima vegetal ou animal" (SOUZA e ALCÂNTARA, 2008, p.1).

A formulação de fertilizantes orgânicos compostos consiste na otimização do processo de transformação de matéria orgânica por agentes transformadores e decompositores - principalmente bactérias, fungos e leveduras. O resultado é um produto parcialmente mineralizado, higienizado, mais assimilável pelas plantas e mais estável do que os adubos orgânicos simples (ALCÂNTARA e MADEIRA, 2008;).

O fertilizante composto é um material que pode ser considerado como matéria orgânica semidecomposta e por isso deve ser aplicado em camada superficial do solo, para que haja as condições aeróbias das quais os microrganismos benéficos necessitam. Assim, pela atividade biótica, esse composto irá fornecer de forma gradual os macro e micronutrientes das quais as plantas necessitam, além de outras substâncias como antibióticos que protegem-nas de agentes patógenos. No entanto, seu mais importante papel é o de possibilitar a diversidade biológica, a vida e estruturação do solo, pois com o solo sadio, as plantas encontram os nutrientes de que necessitam e que são mobilizados pelos microrganismos (PRIMAVESI, 2009).

Portanto, o uso da adubação orgânica visa o atendimento às exigências nutricionais de crescimento das culturas estimulando os processos biogeoquímicos que resultam na ciclagem dos nutrientes no solo e consequente disponibilização para as plantas. (BUSATO et al., 2009).

Existe uma diversidade de fertilizantes orgânicos compostos, que se diferem quanto a sua utilização e preparo, entre eles estão os diversos compostos orgânicos e os compostos fermentados do tipo bokashi (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013).

De modo geral, a produção de fertilizantes compostos orgânicos inicia-se com a seleção dos materiais, geralmente resíduos vegetais e/ou animais, que serão utilizados em sua formulação. A seleção tem a finalidade de obter uma mistura com proporções balanceadas de insumos, de forma a favorecer o processo de transformação do material (SOUZA; ALCÂNTARA, 2008).

Para isso, Kiehl (2001) classifica os resíduos de acordo com a sua função no processo de compostagem, e estes podem ser: energéticos, nutritivos ou inoculantes. Estão entre os resíduos energéticos a matéria orgânica rica em carbono (palhas, bagaços, cascas, etc.). Os resíduos nutritivos são responsáveis pelo suprimento de nutrientes demandados pelos microrganismos, especialmente o nitrogênio (restos de plantas leguminosas jovens, tortas vegetais, etc.). Já os inoculantes fornecem quantidade de microrganismos à mistura, responsáveis por acelerar o início do processo de decomposição (estercos, serapilheira, terra de mata, E.M, etc.).

O resultado da mistura dos insumos “deve ser um material rico em carboidratos e lignina, mas com uma relação C/N em torno de 30, apresentando umidade e aeração adequadas e contendo certa quantidade de microrganismos para dar início ao processo em poucos dias” (KIEHL, 2001 p.49).

As matérias primas utilizadas variam conforme a disponibilidade em cada região e podem ser provenientes da própria unidade de produção, de agroindústrias e de resíduos urbanos. Os compostos são tradicionalmente formulados a partir de resíduos vegetais e animais onde os esterco desempenham função nutritiva e inoculante (KIEHL, 1985). No entanto, o esterco pode ser substituído por resíduos vegetais ricos em nitrogênio, como as leguminosas (SOUZA; ALCÂNTARA, 2008).

A leguminosas são amplamente utilizadas como adubos verdes, principalmente devido à capacidade de estabelecer relações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio através de suas raízes (LEAL, 2006; TEODORO et al., 2015). São utilizadas na compostagem devido ao elevado teor de nitrogênio nas partes aéreas, mas há também experiências como a da Embrapa Agrobiologia (2011) em que a compostagem com leguminosas pode ser isenta da necessidade de adição de inoculantes.

Os microrganismos eficientes (“Effective Microorganisms” - EM) também são utilizados como inoculantes naturais na formulação de compostos orgânicos, para aceleração do processo de decomposição. O E.M é uma tecnologia social de cultivo

de microrganismos coletados da mata que foi desenvolvida no Japão pelo Dr. Teruo Higa (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013; ANDRADE, 2020).

Os E.M. são formados por uma comunidade de microrganismos encontrados naturalmente em solos férteis e em plantas, que coexistem quando em substrato líquido (GOMES et al., 2021). Segundo os autores, é atualmente utilizado tanto no Brasil como em diversos países e vem sendo estudado nos últimos anos, pois verifica-se a necessidade de um melhor entendimento sobre a eficiência agrícola e agrônômica, bem como a relação entre os microrganismos e as plantas alvos e seus benefícios (GOMES et al., 2021).

Sabe-se que a cultura líquida do E.M. é composta de várias espécies de bactérias, actinomicetos, bacilos e fungos mantidos em cultura líquida com adição de melado de cana. São chamados de microrganismos regenerativos pois produzem substâncias orgânicas nutritivas às plantas e podem produzir também subprodutos como hormônios e vitaminas que contribuem para a saúde e desenvolvimento dos vegetais (ANDRADE, 2020). Para Gomes (et al., 2021), essa comunidade é formada por microrganismos decompositores facultativos, fotossintetizantes, entre outros, que podem promover o crescimento e desenvolvimento vegetal; e podem ser classificados como decompositores ou biossintéticos devido ao processamento da matéria orgânica e os subprodutos produzidos.

O E.M. pode ser utilizado diretamente sobre o solo a ser cultivado, sobre adubos verdes na superfície do solo e sobre os vegetais cultivados, na formulação de compostos, entre diversos outros usos (ANDRADE, 2020). Mas essa tecnologia social, apesar de benéfica, não substitui as técnicas utilizadas no manejo da fertilidade do solo (GOMES et al., 2021).

Para a seleção dos insumos a serem utilizados na formulação de compostos, são indicados preferencialmente resíduos locais, possibilitando menor dependência externa e melhor custo (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013).

A produção do fertilizante pela própria unidade de produção e a partir de recursos locais contribui para a ciclagem de nutrientes dentro do agroecossistema, e também irá fornecer um produto à vegetação e microrganismos adaptados às condições locais de clima e de solo (PRIMAVESI, 2009).

Os métodos utilizados para a compostagem são classificados quanto à presença ou ausência de oxigênio durante o processo, sendo aeróbios ou anaeróbios. Nos métodos anaeróbios a decomposição ocorre com o material imerso

em água e com ausência de oxigênio durante o processo. São comuns em tanques digestores para o tratamento de lodo de esgoto e na produção de gás metano no tratamento de dejetos através de biodigestores (KIEHL, 1985).

Os métodos aeróbios são semelhantes aos processos de degradação natural da matéria orgânica no solo. Visam à otimização da transformação do material através do controle de fatores ideais para a ação dos microrganismos heterotróficos (sobretudo bactérias, fungos e actinomicetos) que utilizam o oxigênio para atuarem na degradação da matéria orgânica (KIEHL, 1985). A compostagem aeróbia de resíduos sólidos em locais abertos é comumente utilizada, principalmente na produção em pequena escala, por sua maior eficiência e sua menor exigência quanto a equipamentos especiais de controle do processo (KIEHL, 2001).

Por ser a compostagem o processo de degradação que ocorre pela ação de microrganismos, esta deve ser favorecida pelo fornecimento de alimento, energia e condições ambientais ideais para a microbiota. Portanto o controle da temperatura, umidade e aeração são essenciais para a eficiência do processo. Além disso, fatores como a quantidade e a diversidade de microrganismos presentes no material, o pH do meio, o tamanho das partículas a serem decompostas e a constituição do material quanto a quantidade de carbono e de nitrogênio (relação C/N) também determinam a velocidade e a qualidade do processo de degradação (MASSUKADO, 2016). Como exposto por Heidemann (et al., 2007, p.43):

“O controle da temperatura garante o desenvolvimento de uma população microbiótica diversificada, assim como elimina os microrganismos patogênicos. A aeração controlada garante o não-desenvolvimento de microrganismos anaeróbios e a atividade ótima dos aeróbios. Altos teores de umidade também causam anaerobiose no meio, e baixos teores de umidade inibem a atividade microbiológica, diminuindo a taxa de estabilização. O pH deve permanecer entre 6,5 e 7,5 para atender às necessidades tanto de bactérias, quanto de fungos. A relação C/N deve permanecer entre 25:1 e 35:1. Na compostagem com carbono em excesso, a atividade biológica diminui sensivelmente, por causa da deficiência de nitrogênio, que é reciclado das células de bactérias mortas. Com o excesso de nitrogênio, por sua vez, este é eliminado na forma de amônia.”

Kiehl (1985) explica que o processo aeróbio de compostagem passa por fases relacionadas ao comportamento da temperatura que varia conforme ocorre a atividade e a sucessão microbiológica ao longo do processo. Inicialmente a massa tem sua temperatura elevada pelo metabolismo exotérmico dos microrganismos

alcançando uma faixa entre 45 a 55 °C, onde ocorre a fase mesófila. Na continuidade da elevação da temperatura pelo processo metabólico, a massa entra em fase termófila alcançando temperaturas acima de 55°C. Com a redução da disponibilidade de moléculas orgânicas mais simples e de fácil digestão, ocorre uma queda de temperatura, decorrente dessa redução da atividade metabólica, e a massa retorna à fase mesófila, porém com nova composição química, visto que os materiais foram transformados pela digestão microbiológica. Cabe ressaltar que a cada mudança de fase ocorre a modificação na predominância dos microrganismos envolvidos nos processos, resultante da modificação das condições como a temperatura, pH, umidade e relação C/N.

Segundo Massukado (2008) citada por Bosco (et al., 2017), as bactérias atuam principalmente na fase termofílica do processo, pois são elas as responsáveis pela decomposição de açúcares, amido, proteínas e outros compostos de fácil digestão. Estão envolvidas, portanto, na liberação de calor, além de serem responsáveis pela disponibilização de nutrientes e fixação de nitrogênio. São o grupo de maior densidade em compostos, pois se reproduzem rapidamente e a grande diversidade de enzimas que produzem as permite sintetizar maior diversidade de substâncias.

Os fungos produzem enzimas que permitem a degradação de resíduos mais resistentes, secos ou pobres em nitrogênio, como a celulose e a lignina. Os subprodutos dessa degradação poderão ser então assimilados pelas bactérias. Ao contrário das bactérias que predominam no interior da leira de compostagem, os fungos encontram melhores condições de reprodução e menor competição por nutrientes no exterior da massa. São favorecidos por condições de pH ácido e, apesar de serem menos numerosos, possuem biomassa superior à das bactérias (SIQUEIRA et al., 1994; FIALHO, 2007 *apud* BOSCO et al., 2017).

O quadro 1 apresenta os principais microrganismos identificados na compostagem de diversos substratos e em diversos sistemas.

Quadro 1 – Bactérias, fungos e actinomicetos identificados na compostagem de diferentes substratos e em diversos sistemas.

Gênero / Bactérias	Grupos e Gêneros / Fungos	Gêneros / Actinomicetos
<i>Bacillus</i> <i>Clostridium</i> <i>Pseudomonas</i>	<i>Zigomicetos</i> <i>Absidia</i> <i>Mortierella</i> <i>Mucor</i> <i>Ascomicetos</i>	<i>Actinobifida</i> <i>Nicrobispora</i> <i>Micropolyspora</i> <i>Nocardia</i> <i>Pseudonocardia</i>

Gênero / Bactérias	Grupos e Gêneros / Fungos	Gêneros / Actinomicetos
	<i>Basidiomicetos</i> <i>Deuteromicetos</i>	<i>Streptomyces</i> <i>Thermoactinomyces</i> <i>Thermomonospora</i>

Fonte: Simplificado de MILLER, 1983 citado por INÁCIO; MILLER, 2009.

Nos processos de degradação da matéria orgânica, os actinomicetos são tão importantes quanto as bactérias e os fungos (SIQUEIRA et al., 1994). São bactérias filamentosas que possuem aspecto semelhante aos fungos. Atuam na decomposição da celulose, hemicelulose, quitina e proteínas e também são os responsáveis pelo cheiro de “terra fresca” quando próximo do final do processo de compostagem (MASSUKADO, 2008 *apud* BOSCO et al., 2017).

Kiehl (1998) citado por Heidemann (et al., 2007) afirma que a compostagem ocorre basicamente em duas fases, relativas ao estado de decomposição do material. A chamada fase de degradação ou bioestabilização compreende a primeira fase mesófila e a fase termófila. É quando há maior necessidade de aeração pela exigência de oxigênio para abastecer uma intensa atividade microbiológica, que dura aproximadamente noventa dias. Nessa fase ocorre máxima degradação e é quando deve ocorrer também a eliminação de patógenos por consequência da alta temperatura atingida.

A segunda fase do processo, chamada de maturação, dura aproximadamente trinta dias. É uma fase com menor exigência de aeração devido à redução da atividade microbiológica em decorrência das transformações processadas na fase anterior. Há nessa fase a continuidade da degradação e da eliminação de patógenos. As transformações químicas vão desenvolver a humificação do material que vai se tornando mais escuro e com aspecto de terra molhada (KIEHL, 1998 *apud* HEIDEMANN et al., 2007). É quando o composto estará pronto para ser usado sem risco de toxicidade ou proliferação de microrganismos patogênicos.

Muitos autores utilizam o termo fermentação ao se referirem aos processos de compostagem, no entanto, Miller (1993) citado por Inácio e Miller (2009) diz que o termo fermentação utilizado como sinônimo de decomposição deve ser evitado por ser confuso e impreciso. Para ele, utiliza-se corretamente o termo fermentação quando se refere especificamente a um metabolismo anaeróbico sem um aceptor inorgânico de elétrons (O_2 , NO_3^- , SO_4^{2-}) e, como resultado, ocorre a produção de ácidos orgânicos e álcoois ainda ricos em energia que se acumulam no meio. A

fermentação pode ocorrer nas leiras de compostagem, ou em microsítios anaeróbios ou de forma generalizada quando a difusão de oxigênio é muito deficiente, sendo sintoma de mau andamento do processo.

Por outro lado Okumoto (2002) citando Oliveira (2015), deixa claro que no caso da confecção de bokashi anaeróbico a fermentação é proposital e desejável, pois condiciona um maior conteúdo energético da matéria orgânica por não alcançarem temperaturas demasiadamente elevadas, o que reduz as perdas por volatilização do nitrogênio na forma de amônia (NH_3). Além disso, proporcionam a veiculação de compostos (vitaminas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, antibióticos e antioxidantes) úteis para as plantas cultivadas, ao mesmo tempo, multiplicando microrganismos benéficos durante o processo de fermentação.

O bokashi é uma técnica antiga no Japão, trazida e adaptada ao Brasil no final da década de 80 por imigrantes japoneses. É uma formulação de fertilizante composto cuja mistura balanceada de matérias orgânicas de origem vegetal e animal, é submetida a processo de fermentação controlada (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013).

Segundo Marriel (et al. 1987), a fermentação é desenvolvida por uma população mista de microrganismos encontrados em ambientes anaeróbicos na natureza e podem ser divididos em três grupos: i) diferentes tipos de bactérias envolvidas na degradação de componentes mais complexos dos resíduos transformando-os em compostos mais simples; ii) as bactérias acetogênicas que sintetizam ácidos orgânicos de cadeia curta, a partir dos compostos simples produzidos pelas bactérias do primeiro grupo; e iii) as bactérias metanogênicas, que são estritamente anaeróbias. Os três grupos de bactérias trabalham de modo simultâneo e interdependente, e sendo agentes biológicos necessitam também de condições ideais para crescerem e realizarem a degradação total dos materiais orgânicos.

A fermentação do “bokashi” é preponderantemente do tipo láctico, ocorrendo, porém, simultaneamente, os tipos acético, alcoólico, propiônico e butírico, dentre outros menos importantes. Além das características da matéria-prima, as condições de umidade e temperatura, durante o processo de fermentação, são fatores que interferem na qualidade final do “bokashi” (FONSECA, 2005 citado por OLIVEIRA, 2015).

Algumas características do bokashi tornam o seu uso muito vantajoso: o processo de elaboração é rápido (10 a 15 dias), é leve e de fácil manejo, o conteúdo de alguns elementos químicos pode ser até quatro vezes mais alto que o de outros adubos orgânicos; requer infraestrutura simples; sua fórmula básica é versátil, e pode ser modificada para utilizar matérias-primas abundantes e de fácil obtenção no local (SASAKI; VARGAS; KAM, 1994).

Assim como o composto orgânico, o bokashi proporciona equilíbrio entre os nutrientes e melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, melhorando a qualidade organoléptica dos produtos colhidos e diminuindo a incidência de doenças e pragas (ISHIMURA, 2004).

O curso de Agroecologia do Instituto Federal de Brasília (IFB) - *Campus Planaltina* tem uma rotina de prática dos conhecimentos agroecológicos e momentos diversos de trocas de saberes que envolvem as famílias agricultoras da região, assentados da reforma agrária, órgãos de pesquisa, de ensino e de extensão rural.

A elaboração de insumos (composto orgânico, biofertilizantes, bokashi, caldas fertiprotetoras e outros) e as atividades práticas de produção e experimentação são realizadas na Unidade de Ensino e Produção (UEP) de Agroecologia, também denominado de Laboratório de Práticas Agroecológicas (LAPA) do campus Planaltina do IFB. Assim, doravante neste trabalho utilizaremos a sigla LAPA para indicar o local onde foi feito o acompanhamento da experiência. Os insumos ali produzidos são utilizados com frequência no cultivo de hortaliças, plantas medicinais, aromáticas e condimentares, frutíferas, anuais e canteiros agroflorestais neste mesmo ambiente de práticas agroecológicas.

O presente estudo foi realizado entre dezembro de 2016 e agosto de 2017 e teve como propósito o aprofundamento dos conhecimentos obtidos em aulas sobre o manejo da fertilidade dos solos por meio da adubação orgânica e de diferentes metodologias de elaboração de fertilizantes.

As aulas teóricas e práticas - a respeito das dinâmicas relações estabelecidas entre os fatores que influenciam a qualidade final desses produtos e a sua contribuição para a fertilidade do solo - permitem aos estudantes o contato com os conceitos trabalhados, mas são limitadas em carga horária. Assim, o desenvolvimento do projeto visou maior capacitação para a produção desses insumos através da prática e da pesquisa para a obtenção de dados preliminares que permitissem um melhor entendimento sobre as práticas realizadas no LAPA.

Na ocasião da elaboração do projeto havia um interesse especial em estudar a produção de composto formulado inteiramente com vegetais e inoculado com EM que vinha sendo elaborado no LAPA, como proposta da professora do campus, Dra. Maria Dalva Trivellato, para utilização de margaridão em compostagem.

Além da manutenção da fertilidade do solo, o potencial de uso dos resíduos de margaridão na produção de compostos leva à oportunidade de se aliar outros dois benefícios em uma única prática: a independência de resíduos (contaminados) obtidos na criação animal de sistemas convencionais; e o direcionamento para os restos vegetais gerados na manutenção de plantios de *Tithonia diversifolia* (margaridão) presentes no LAPA.

O margaridão é um vegetal interessante que é apontado por alguns autores por sua rusticidade, resiliência e capacidade de produção de biomassa com significativo valor nutricional, exercendo diferentes e importantes funções em agroecossistemas, inclusive para melhora na fertilidade dos solos. Apesar de seu diverso potencial de uso, o margaridão desenvolve formação adensada no povoamento de áreas, rápida produção vegetal, produção de sementes leves e fácil rebrota de ramos cortados e deixados ao solo. São fatores que tornam seu manejo trabalhoso e traz a necessidade de direcionamento para os restos de poda abundantes.

A produção de fertilizantes com a utilização de matérias primas renováveis e abundantes diminui os custos com insumos e a dependência externa, especialmente para o agricultura familiar. Dessa forma, a produção de fertilizante composto inteiramente vegetal pode ser uma alternativa interessante para produtores orgânicos que possuem dificuldade de acesso aos estercos e camas de aviário, como também para produtores veganos que não desejam trabalhar com resíduos de origem animal.

Para Santos (et al., 2013) a utilização exclusiva de resíduos vegetais no preparo de compostos é de grande relevância por se tratarem de materiais isentos de contaminação química e biológica oriundas dos resíduos animais, especialmente de criação convencional. E ainda, o transporte e armazenamento são facilitados, devido ao baixo teor de umidade e ausência de odor.

Neste estudo obteve-se dados preliminares, pois uma pesquisa mais substancial exigiria maior número de repetições e de controle de variáveis para que pudessem ser realizadas análises estatísticas mais completas.

Assim, objetivo deste TCC foi o relato da experiência de elaboração, acompanhamento e caracterização química e microbiológica dos seguintes insumos, produzidos no LAPA do IFB-PLANALTINA:

- i) inoculante natural EM (microrganismos eficazes);
- ii) composto orgânico elaborado com esterco;
- iii) composto orgânico elaborado com margaridão, capim, leguminosa, e inoculado com EM; e
- iv) uma formulação de composto fermentado bokashi.

2 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Os insumos caracterizados foram formulados no galpão do LAPA, com materiais provenientes da área de produção do IFB- Planaltina e do comércio local, dentro das limitações que as realidades das práticas acadêmicas ali são vivenciadas.

2.1 Inoculante natural E.M. (microrganismos eficazes)

Os microrganismos eficientes foram coletados no solo da vereda localizada em área adjacente à área de produção do LAPA. As iscas para a captura, em calhas de bambu, foram preparadas cortando-se longitudinalmente um colmo de bambu, obtendo-se duas partes. Cada parte foi preenchida com arroz (cozido sem sal) e, posteriormente, essas partes foram novamente unidas uma à outra e bem amarradas. A isca foi bem fechada para evitar seu consumo por animais presentes na mata.

No local escolhido para a captura dos microrganismos, uma camada de serrapilheira foi afastada e a isca foi posicionada em contato direto com o solo e depois coberta com a serrapilheira. Após uma semana, a isca foi retirada. O arroz presente no interior da isca apresentava colônias de microrganismos em sua maioria de coloração vermelha, laranja e amarela (figura 1).

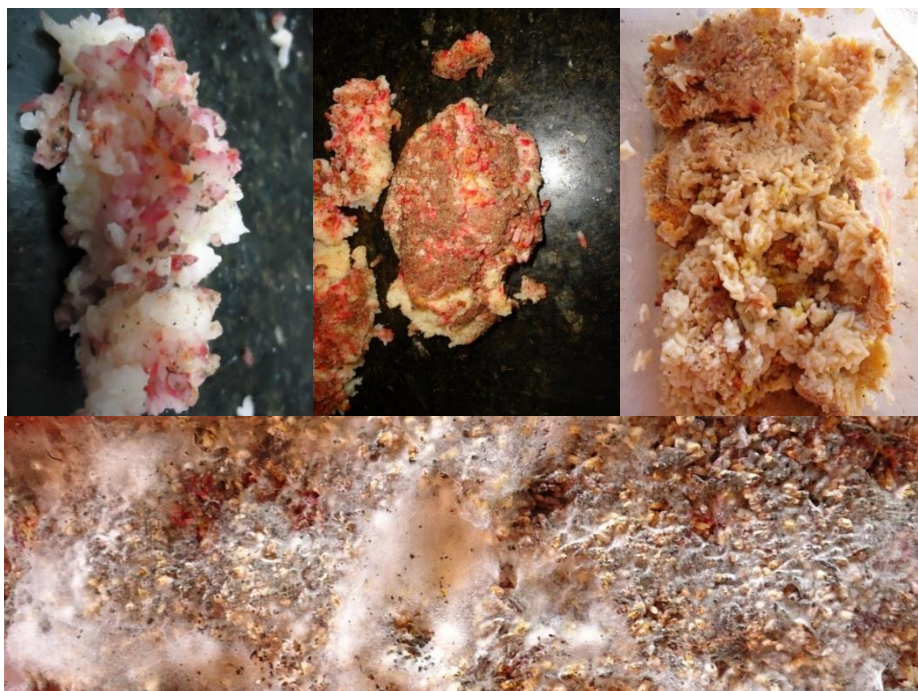


Figura 1 – Colônias de diferentes cores.

O arroz colorido foi distribuído em garrafas de plástico de dois litros e em cada garrafa foram adicionados 200 mL de melado de cana e água (sem cloro) até preencher as garrafas, de modo a propiciar a reprodução dos microrganismos benéficos coletados na mata. As colônias de coloração preta e cinza foram descartadas, pois são microrganismos degenerativos que liberam substâncias prejudiciais às plantas. As garrafas foram deixadas à sombra por 15 dias, sendo abertas diariamente, para liberação dos gases produzidos pela atividade microbiológica (figura 2).



Figura 2 – Liberação de gases produzidos pela atividade microbiológica.

2.2 Compostos orgânicos

A compostagem aeróbia em local aberto foi escolhida para a realização deste trabalho, pois, como explica Kiehl (2001, p.41), é a metodologia “mais comum e mais eficiente, já que na presença de oxigênio a atividade microbiana é mais intensa e a matéria orgânica atinge maior grau de estabilização”. A compostagem aeróbia em local aberto, segundo o mesmo autor, é mais viável do que os processos em sistemas fechados, pois não exige a utilização de equipamentos especiais, como os existentes em usinas de tratamentos de resíduos. Assim, essa metodologia está entre as mais utilizadas nas práticas acadêmicas que ocorrem no galpão do LAPA para a produção de fertilizantes.

Inicialmente preparou-se o local para a formação e manejo das leiras de compostos considerando-se a necessidade reviramento e umedecimento das leiras. Para a coleta dos materiais foram observados aspectos como: granulometria e teor de umidade dos materiais; tamanho mínimo da leira - que fosse capaz de garantir condições de temperatura e umidade no interior da leira. A escolha foi feita a partir dos materiais aos quais tínhamos acesso naquele momento para o trabalho.

Dentre os materiais disponíveis (fonte de matéria orgânica energética, nutriente e inoculante), buscou-se um balanceamento da relação C/N dos materiais e o fornecimento de microrganismos à mistura, de forma a favorecer o desenvolvimento de comunidade microbiana com dinâmica suficiente para a produção dos compostos.

A ideia era elaborar um composto com esterco e palha, por ser uma formulação tradicional e frequentemente produzido no LAPA. O outro composto deveria ser formulado com substituição do esterco por leguminosas e margaridão (*Tithonia diversifolia*) e inoculado com EM. A montagem das leiras se deu no mês de dezembro de 2016, portanto um período chuvoso.

Para a formulação do composto C1 foram sobrepostas e umedecidas camadas de palhadas secas e inteiras de capim-brachiaria (*Brachiaria decumbens*) e camadas de esterco seco de ovinos, numa proporção de três volumes de capim para cada volume de esterco. Nesse caso, foi utilizado como medida de volume um carrinho de mão e ao final da montagem a leira apresentou um volume de 1 m cúbico. O esterco de ovinos estava seco, o que não era o ideal, mas era o que tínhamos disponível no momento dentro do campus para a realização do trabalho. É

importante destacar que teve como procedência a criação animal do próprio campus, desenvolvida dentro da perspectiva da agricultura chamada convencional.

O composto C2 foi elaborado utilizando-se biomassa aérea fresca de guandu (*Cajanus cajan*), de margaridão (*Tithonia diversifolia*) e de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), melaço e EM. Em momento posterior foi adicionado um volume de casca de arroz como material estruturante à leira. Os materiais vegetais foram colhidos, triturados imediatamente e, em seguida, foram espalhados sobre o solo e deixados até que maior quantidade de capim fosse colhido. Depois de cinco dias foi triturado o restante de capim necessário para se completar um volume total da pilha de 1 m³, quando a leira foi montada.

Para isso, foram sobrepostas e umedecidas camadas de capim elefante e camadas de biomassa de margaridão e biomassa de feijão guandu, numa proporção de quatro partes de capim elefante para uma parte de biomassa de feijão guandu e uma parte de biomassa de margaridão. Ao final da montagem a leira apresentou um volume de 1 metro cúbico.

Foram diluídos 10 mL de EM (como inoculante) em 1 L de melado de cana para fornecer energia para multiplicação dos microrganismos na leira de compostagem. A mistura foi diluída em 5 L de água e distribuída sobre a leira.

O processo de compostagem das leiras foi monitorado pelo acompanhamento das variações de temperatura e umidade utilizando-se haste de metal e análise tátil e visual, respectivamente, seguindo a indicação de Santos et al. (2003). Segundo os autores, o uso da haste metálica permite apontar se a temperatura está acima ou abaixo de 45 °C e a análise tátil e visual permite encontrar o ponto de umidade ideal da mistura de materiais. Diversos autores apontam que o monitoramento da temperatura permite a avaliação da eficiência da compostagem e da necessidade de intervenções como o reviramento e umedecimento, por exemplo.

As leiras de compostagem foram monitoradas três a quatro vezes por semana. Quando necessário, as leiras foram reviradas e umedecidas, para adequar as condições de aeração e umidade de forma a promover a atividade microbiológica necessária e em todo material como recomenda Couto et al. (2008). Não havia uma periodicidade padrão para esse manejo, pois eram realizados conforme se apresentavam as condições de temperatura e umidade da leira ao longo do processo, como será descrito nos resultados.

O quadro 2 apresenta um esquema do processo de elaboração e acompanhamento dos compostos C1 e C2.

Quadro 2: Esquema do processo de elaboração e acompanhamento dos compostos.

	Composto C1	Composto C2
Materiais e proporções	4 (capim elefante): 1 (margaridão): 1 (guandu)	3 (capim brachiaria): 1 (esterco bovino)
Montagem	Capim na primeira e última camadas. Umedecimento da leira.	
Inoculação com EM	10 ml de EM + 1 L de melado diluídos em água e distribuídos sobre as camadas das leiras com regador	Sem inoculação
Dimensões	1m x 1m x 1m = 1m ³ Volume total	
Monitoramento	3 a 4 vezes por semana	
Temperatura	Análise tátil: barra de ferro (< 45 °C >)	
Umidade	Análise tátil e visual	
Reviramento	Manual e	
Umedecimento	sempre que necessário.	

Os materiais escolhidos para a formulação do composto C2 são vegetais que podem exercer diversas funções em agroecossistemas e que são fáceis de encontrar no LAPA assim como em locais de produção agroecológica na região.

O feijão-guandu (*Cajanus cajan*) é comumente utilizado na adubação verde. De acordo com Teodoro; Seixas; Lacerda (2015), é uma leguminosa originária de países africanos que tornou-se amplamente utilizada em regiões tropicais como fonte de alimento humano e também na manutenção da fertilidade do solo. Os autores destacam sua resistência à seca, capacidade de crescimento em solos pobres e em períodos de chuvas escassas, caracterizando-se pela capacidade de produção de biomassa rica em nitrogênio.

A *Tithonia diversifolia*, é um arbusto da família Asteraceae originária do México, amplamente distribuída nos trópicos úmidos e subúmidos, e encontra-se entre as espécies de plantas utilizadas como adubos verdes em sistemas agroflorestais (RADOMSK; OLIVEIRA, 2018). Segundo as autoras, a planta conhecida popularmente como margaridão é uma excelente planta melífera que floresce o ano inteiro, tolerante ao calor e à seca, capaz de contribuir na fertilidade

de solos, utilizada também em manejos de controle biológico e na detoxificação de áreas contaminadas por metais pesados.

Segundo Wanjau (et al., 1998) e Rios (1998) citados por Gualberto (et al., 2011), a *T. diversifolia* é uma espécie rústica, que suporta podas ao nível do solo e até mesmo queimadas; apresenta boa capacidade de produção de biomassa com rápido crescimento e baixa demanda de insumos e manejos para seu cultivo.

A rápida reprodução vegetativa e a alta produção de sementes leves, levam à *T. diversifolia* ser considerada planta invasora em algumas partes da África e Austrália e em muitas ilhas do Pacífico (GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE, 2022).

Há relatos de usos da *Tithonia diversifolia* na alimentação animal, adubo verde, atração de insetos, quebra vento, entre outros. Apresentam altos níveis de nitrogênio e fósforo em suas folhas, “um grande volume radicular, uma habilidade especial para recuperar os escassos nutrientes do solo, uma ampla faixa de adaptação e toleram condições de acidez e baixa fertilidade do solo” (GUALBERTO et al., 2011, p.242).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma planta perene, rústica e com alta produtividade de massa que é comumente utilizada como material fibroso em processos de compostagem (FORMENTINI et al., 2008). É usado tanto para corte como para pastejo e apresenta boa adaptação à maioria dos ecossistemas tropicais; por possuir alta eficiência fotossintética (metabolismo C4), apresenta elevado potencial de produção de matéria seca, aceitabilidade e qualidade (LEAL et al., 2013).

Os valores encontrados na literatura para a relação carbono/nitrogênio dos materiais utilizados para a formulação dos compostos aqui descritos estão expostos no quadro 3 a seguir, apresentando os maiores e menores valores encontrados para cada matéria orgânica utilizada.

Quadro 3 - Relação C/N dos resíduos orgânicos utilizados na formulação dos compostos.

Matéria orgânica	Relação C/N	N (%)	P (%)	K (%)
Feijão guandu	11,3 ⁽⁷⁾ -32 ⁽¹⁾	3,51 ⁽⁸⁾	0,23 ⁽⁸⁾	0,71 ⁽⁸⁾
Margaridão	47,31 ⁽⁶⁾	3,28 ⁽⁸⁾	0,20 ⁽⁸⁾	1,98 ⁽⁸⁾

Matéria orgânica	Relação C/N	N (%)	P (%)	K (%)
Capim elefante	65 ⁽¹⁾ -85,5 ⁽⁴⁾	1,78 ⁽⁹⁾	0,14 ⁽⁹⁾	1,90 ⁽⁹⁾
Casca de arroz	39 ⁽¹⁾ -55 ⁽²⁾	0,4 ⁽⁷⁾	0,13 ⁽⁷⁾	0,25 ⁽⁷⁾
Brachiaria	16,1 ⁽⁸⁾ -19,6 ⁽⁸⁾	1,90 ⁽⁹⁾	0,12 ⁽⁹⁾	1,17 ⁽⁹⁾
Esterco ovino	15,9 ⁽⁵⁾ -32 ⁽¹⁾	1,44 ⁽³⁾	1,04 ⁽³⁾	2,07 ⁽³⁾

Fonte: elaborado pela autora com dados extraídos de (1) Cooper et al., 2010; (2) Guidoni et al., 2013; (3) Kiehl, 1985; (4) Leal et al., 2013; (5) Panisson, 2017; (6) Radomsk, 2018; (7) Soares et al, 2014; (8) Torres; Pereira; Fabian, 2005; (9) Castellani et al. (2011).

2.3 Composto fermentado bokashi

O composto fermentado bokashi é um fertilizante comumente formulado no LAPA por seus diversos benefícios que incluem menor tempo de preparo do que a compostagem, por ser mais leve, por exigir menores quantidades na aplicação ao solo, e por apresentar menor perda de nitrogênio por volatilização, devido às menores temperaturas alcançadas durante o processo de fermentação controlada. Os materiais utilizados no desenvolvimento do trabalho são facilmente adquiridos na região.

Na elaboração do bokashi foram utilizados 100 kg esterco fresco de ovinos (puro e esfarelado), 10 kg de farelo de arroz, 1 L de melado e 10 mL de EM. O processo trabalhado dentro da metodologia classificada como anaeróbia.

Para tal, os ingredientes sólidos foram misturados e os ingredientes líquidos foram diluídos juntos em 2 litros de água, antes de serem distribuídos sobre o material seco. Misturou-se bem com auxílio de enxada e adicionou-se água conforme foi necessário. Fez-se o teste de verificação da umidade para alcançar o teor desejado, que seria o que é chamado de “ponto de farofa úmida”. Conforme mostrado por Santos et al. (2003), esse ponto é alcançado quando, ao exercer pressão de uma quantidade de material com a mão, ocorre agregação, mas com um leve toque o material se desagrega.

Em seguida, o material foi colocado em sacos plásticos pretos (sacos de lixo) e foi bem prensado para a saída completa do ar. A boca do saco foi bem amarrada para impedir a entrada de ar, pois qualquer abertura que possibilitasse a entrada de ar resultaria em má fermentação. O saco preto com a mistura foi colocado em um

saco de ráfia para não rasgar durante o manuseio, como ensina Carvalho (2007). As amostras para as caracterizações microbiológica e química foram coletadas após 10 dias de preparo do bokashi.

2.4 Caracterização microbiológica

Para a caracterização microbiológica foram coletadas as amostras compostas de cada formulação. Estas foram obtidas retirando-se amostras de três diferentes pontos de cada formulação, totalizando 100 gramas de cada, e foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e mantidas em geladeira até o momento da análise. Uma amostra do E.M. ativado também foi coletada numa porção de aproximadamente 100 ml, que foi acondicionada em pote plástico tampado, identificado e também mantido em geladeira até o momento da análise.

A caracterização microbiológica das formulações dos compostos orgânicos e do E.M. foi realizada no laboratório de microbiologia do próprio campus e desenvolvida segundo metodologias descritas por Silva et al. (2007). A análise consistiu na quantificação de bactérias heterotróficas e fungos totais (fungos filamentosos e leveduras) através da determinação das unidades formadoras de colônias, utilizando a técnica do espalhamento em placa, tendo como meios de cultura o PCA para as bactérias e o PDA para os fungos.

Diversos autores apontam que a caracterização por meio das unidades formadoras de colônias, se mostra deficiente, pois estudos demonstraram que o número de microrganismos cultiváveis são extremamente inferiores à quantidade de microrganismos existentes nos solos. Além disso, os meios ideais para a reprodução diferem tanto quanto a grande diversidade existente de microrganismos.

No entanto, a quantificação de Unidades Formadora de Colônias (UFC) de bactérias heterotróficas e fungos totais por meios de cultura é uma técnica acessível dentro do IFB-Planaltina e permite conhecer a densidade desses microrganismos importantes para a fertilidade dos solos, ainda que em valores subestimados.

A análise também verificou a presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* nas amostras pelo método cromogênico. Permitindo uma avaliação da eficiência da compostagem quanto à sanitização do material. De acordo Arthurson (2008) citado por Heck (et al., 2013), para que ocorra a sanitização eficiente, é necessário tempo de exposição do material a altas temperaturas e a uniformidade desta em toda a massa de resíduos.

2.5 Caracterização química

A coleta das amostras compostas para a caracterização química foram retiradas de três diferentes pontos de cada produto, totalizando 500 gramas de cada formulação. Estas foram condicionadas em sacos plásticos, identificadas e conduzidas para laboratório de análise de solos (localizado na região de Planaltina-DF) para determinação de macronutrientes (N, P, K) segundo metodologia descrita por Silva (2009). Quantificou-se assim as porcentagens de: N total, P_2O_5 e K_2O presentes nos fertilizantes elaborados.

3 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

Como descrito anteriormente, as características de temperatura e umidade ao longo do processo de compostagem podem ser utilizadas como indicativos da eficiência dos processos microbiológicos.

A leira de compostagem C1 apresentou temperaturas abaixo de 45 °C nas três primeiras semanas. A partir da quarta semana a temperatura começou a se elevar mantendo-se em torno de 45 °C durante três semanas, aproximadamente. A partir da sétima semana a compostagem voltou à fase mesófila, permanecendo com temperaturas pouco acima da temperatura ambiente por mais nove a dez semanas.

Após quinze semanas a leira de compostagem parou de aquecer após reviramento e umedecimento, indicando o fim do processo.

Como foi utilizada, no composto C1, a palhada inteira de capim, pode ter ocorrido um excesso de ventilação no interior da leira, ou seja, a granulometria pode não ter sido adequada. Além disso, as dimensões da leira podem não ter sido suficientes para a retenção de calor em seu interior, como também a palhada utilizada pode não ter sido capaz de reter umidade suficiente para a atividade microbiológica satisfatória.

A leira de compostagem C2 apresentou uma rápida elevação da temperatura. Em uma semana a temperatura apresentou-se muito superior a 45 °C e verificou-se também um excesso de umidade. Foi constatada a possibilidade de a granulometria dos materiais ter sido muito reduzida, o que poderia estar limitando a aeração da leira. Além disso, houve a suspeita de que havia insuficiente quantidade de material fibroso, levando a um processo de rápida degradação dos materiais e, por isso, a elevação brusca da temperatura. Para melhorar a aeração da leira, foi misturada

casca de arroz (material disponível no momento) em quantidade suficiente para ocupar o volume total da leira de forma homogênea, como demonstrado na figura 3.



Figura 3 - Compostagem C2 na quinta semana de processamento. Fotos: Lidiane M. Oliveira.

Assim, a partir da segunda semana a leira C2 ainda apresentava temperaturas elevadas, mas a umidade deixou de apresentar-se em excesso, indicando que a casca de arroz foi eficaz como material estruturante. Foi realizado o reviramento da leira com intuito de diminuir a temperatura no seu interior. A partir da sétima semana a temperatura já foi percebida mais branda e a compostagem passou a transitar para a sua segunda fase mesófila permanecendo em temperaturas acima da temperatura ambiente durante sete semanas.

Após quatorze semanas a leira de compostagem parou de aquecer após reviramento e umedecimento, indicando o fim do processo.

Na figura 4 pode-se observar os aspectos apresentados pelas amostras dos produtos finais dos processos de compostagem C1 e C2. As amostras do composto C1 foram coletadas na 27ª semana após a elaboração e apresentavam cor escura e cheiro de terra mofada, mas havia muitos resíduos de palhada de capim que não foram suficientemente degradados. As amostras do composto C2 foram coletadas na 24ª semana após a formulação e também apresentavam cor escura e odor de terra.



Figura 4 – Amostras dos compostos C1 (esquerda) e C2 (direita) Fotos: Lidiane M. Oliveira.

A amostra do E.M. (figura 5) para a caracterização microbiológica foi coletada após 6 meses de sua formulação e apresentava coloração alaranjada e odor agridoce, aspectos semelhantes aos descritos na literatura.



Figura 5 – E.M. Foto: Lidiane M. Oliveira.

As amostras do bokashi foram coletadas após 10 dias de sua formulação. O material (figura 6) apresentava-se homogêneo com aspectos semelhantes aos descritos na literatura.

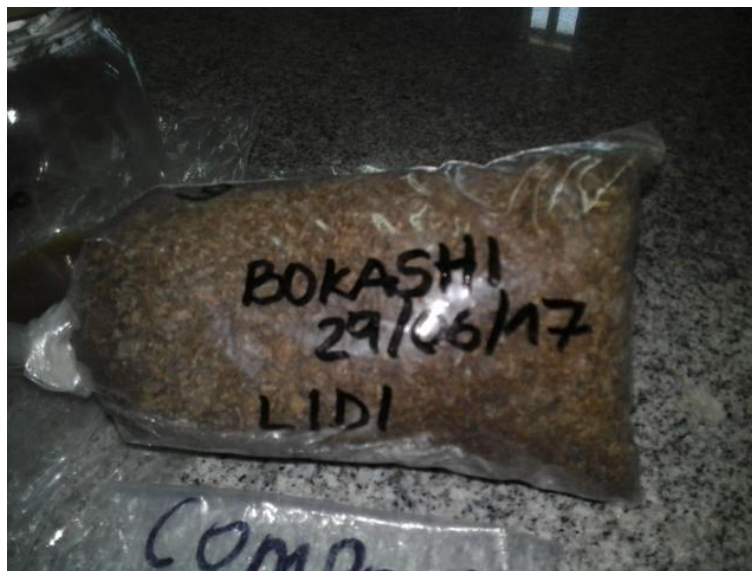


Figura 6 – Bokashi. Foto: Lidiane M. Oliveira.

O quadro 3 apresenta os resultados obtidos na caracterização microbiológica e química dos insumos elaborados.

A caracterização microbiológica das formulações demonstrou que o composto de esterco seco de ovinos e palhada de capim brachiaria apresentou população de bactérias heterotróficas e fungos totais um pouco maior do que os outros insumos e em tamanho semelhante entre si. O composto de resíduos vegetais e adição de EM foi a formulação que apresentou maior diferença entre a quantidade de bactérias heterotróficas e a quantidade de fungos totais, tendo este último grupo o dobro de unidades formadoras de colônia (UFC) que o grupo das bactérias.

Quadro 3 – Caracterização microbiológica e química dos insumos elaborados.

Insumos	Bactérias heterotróficas (UFC/ml)	Fungos totais (UFC/ml)	Coliformes totais	<i>E. coli</i>	N total (%)	(P_2O_5) (%)	(K_2O) (%)
C1	$6,7 \times 10^5$	$6,0 \times 10^5$	+	-	0,35	2,41	4,33
C2	$2,3 \times 10^2$	$2,4 \times 10^4$	+	-	0,36	6,41	7,30
Bokashi	$7,0 \times 10^3$	$9,8 \times 10^3$	+	+	0,45	4,81	1,56
E.M	$1,0 \times 10^4$	$2,4 \times 10^3$	-	-	—	—	—

Fonte: dados da pesquisa. (+) = presença; (-) = ausência

A caracterização química dos compostos demonstrou que o composto de resíduos vegetais (C2) apresentou significativos teores de P e K. Radomsk e Oliveira 2018 apontam pesquisas que relatam sobre o potencial de uso da *Tithonia*

diversifolia em adubação verde devido à alta concentração de N, P e K, presentes na biomassa, e a rápida disponibilização desses nutrientes em processos de decomposição. Segundo as autoras, a alta concentração de N e P pode ser relacionada à presença de micorrizas nas suas raízes.

Os três fertilizantes apresentaram valores relativamente baixos de nitrogênio, sendo o bokashi o que obteve maior concentração desse elemento. Os estudos a respeito da qualidade nutricional de compostos fermentados bokashi citam valores maiores do que os teores encontrados no presente trabalho, possivelmente os baixos valores encontrados são devido a simplicidade da receita elaborada e a reduzida variedade de materiais utilizados.

Apesar da baixa concentração de microrganismos encontrados no composto C2, quando comparados a outros estudos realizados disponíveis na literatura, não se pode afirmar que a inoculação do processo com o EM foi ineficiente. A inoculação foi realizada apenas no momento da montagem da leira e as altas temperaturas alcançadas durante a fase termofílica possivelmente modificou as características e dinâmicas da microfauna do material. Segundo Siqueira (et al., 1998), a densidade e atividade microbiana são extremamente variáveis em tempo e espaços, podem ser favorecidas ou prejudicadas por fatores como pH, temperatura, diversidade de nutrientes e outros.

Além disso, o composto C2 apresentou aquecimento em menor tempo do que o composto C1 e alcançou maiores temperaturas, o que demonstra que o início do processo de compostagem foi mais eficiente no C2 e com maior atividade microbiológica.

O concentrado de EM apresentou maior quantidade de bactérias heterotróficas em relação à quantidade de fungos totais, apresentando possivelmente uma característica da flora microbiana do local da coleta dos microrganismos, ou as condições de pH, ou a qualidade dos resíduos presentes na área de coleta.

Das amostras dos quatro materiais analisados, somente o concentrado de EM apresentou ausência de coliformes totais. O bokashi apresentou também a presença de *Escherichia coli*, indicando que o processo não foi eficiente para sanitização desse fertilizante. Pode ter ocorrido entrada de ar durante o processo em furos causados por ratos, o que pode ser corrigido com a utilização de sacos plásticos

mais resistentes ou melhor proteção contra a ação de roedores. O melhor esfarelamento do esterco de ovinos também pode contribuir para melhor sanitização.

Em análises de amostras de leiras de compostagem de lixo urbano, Symanski (2005) obteve como resultado, no final do processo de compostagem, um número de $2,1 \times 10^5$ UFC/g de composto para heterotróficos, $2,1 \times 10^4$ UFC/g de composto para coliformes totais e $1,0 \times 10^4$ UFC/g de composto para coliformes fecais.

De acordo com Paredes Filho (2013), para a inativação de coliformes fecais é necessária a exposição do microrganismo a uma temperatura de 70 °C, e para a inativação de *Escherichia coli* são necessários 60 °C durante 60 minutos. Mas diversos autores apontam que para a sanitização do material o processo de compostagem deve permanecer em fase termofílica por pelo menos um mês, quando são eliminados patógenos e inativadas sementes e ovos de animais nocivos.

Análises microbiológicas de compostos dificilmente encontram inativação total de coliformes, seja por motivo de ineficiência do processo, seja pelo fato de haver recontaminação do material através de ferramentas ou por animais presentes em pátios de compostagem. As análises geralmente buscam a quantificação de coliformes fecais e de *Escherichia coli*, com vistas a avaliar quanto aos valores máximos aceitos pela legislação relativa à qualidade exigida para utilização de fertilizantes orgânicos.

As formulações dos compostos orgânicos, do bokashi e a coleta de EM se mostraram viáveis, com a utilização de materiais de fácil acesso na região. Sobretudo para o composto de resíduos vegetais, no qual foram utilizados os materiais como a biomassa fresca de guandu (*C. cajan*), o margaridão (*T. diversifolia*), o capim elefante (*P. purpureum*), o melado de cana e o EM.

Verificou-se que, ao trabalharmos com materiais ainda verdes, a trituração dos resíduos em tamanhos maiores do que 5 cm pode tornar o processo mais eficiente. Além disso, pode-se seguir a orientação de alguns autores que recomendam a inclusão de pedaços de madeira de até 20 cm de comprimento como material estruturante na leira. Além de ser estruturante, esse tipo de material é colonizado especialmente por actinomicetos e servirá de inoculante destes microrganismos quando adicionado ao solo junto ao composto.

As caracterizações microbiológica e química confirmaram a possibilidade da utilização dos fertilizantes formulados e do EM como práticas de melhoramento da

fertilidade do solo, como fonte de nutrientes e microrganismos, que retornam ao solo melhorando suas características químicas, físicas e biológicas.

Para Primavesi (2009), quase todos acreditam que agricultura orgânica é apenas a substituição de insumos e que o composto orgânico se configura como o 'NPK orgânico', mas não é. A adubação orgânica é apenas umas das práticas em sistemas de produção agroecológicos e sua maior importância para a fertilidade dos solos está na inoculação do solo com microrganismos capazes de ciclar nutrientes e disponibilizá-los às plantas.

A prática da adubação orgânica deve ser aliada a outros manejos como a adubação verde, manutenção de cobertura vegetal, incorporação de resíduos vegetais, manutenção da diversidade de plantas, entre outras práticas conservacionistas e de melhoramento do solo. Pois, como ensina a Primavesi (2009), a produção agroecológica deve sempre ter o enfoque holístico-sistêmico e não fatorial.

A presença de *E. coli*. na amostra do bokashi formulado demonstrou a importância do controle cauteloso do processo quanto à elevação da temperatura e do tempo de exposição a alta temperatura.

As práticas realizadas reforçaram a concepção de que o desenvolvimento de habilidades sensoriais (táteis e visuais), para controle de temperatura e umidade, bem como o conhecimento dos processos microbiológicos, sua dinâmica e características são de grande importância em situações de produção em pequena escala, como ocorre em diversas agroecossistemas de famílias agricultoras.

Primavesi (2009) afirma que os agricultores devem compreender que a formulação de compostos orgânicos somente pode funcionar por conceitos e não por transferência de receitas, simplesmente porque cada lugar tem seu ecossistema particular.

A caracterização dos compostos formulados vem a contribuir para a sua utilização na prática acadêmica, na pesquisa e na extensão realizadas no laboratório de práticas agroecológicas (LAPA) do IFB- Campus Planaltina. Além disso, confirma a necessidade do desenvolvimento de formulações exclusivamente vegetais, de forma a gerar independência externa e reduzir o uso de matérias orgânicas contaminadas.

A realização da pesquisa foi decisiva para o aprofundamento relativo à base teórica da potencialidade dos materiais e métodos utilizados para a manutenção da

fertilidade do solo. Proporcionou também a vivência dos conceitos envolvidos nesse dinâmico e sensível processo desenvolvido pelos microrganismos, bem como a fixação dos aprendizados possibilitando uma maior capacitação para produção de fertilizantes orgânicos.

Para se obter um composto em menor tempo e aproveitamento eficiente da biomassa - e suas qualidades químicas, biológicas e físicas - é necessário prática e conhecimento técnico refinado. Esses conhecimentos e habilidades só puderam ser percebidos e adquiridos por meio da elaboração e desenvolvimento deste trabalho.

Futuros projetos de formulação de compostos orgânicos inteiramente vegetais podem ser mais detalhadamente estudados, utilizando *Tithonia diversifolia* em melhores proporções do que as utilizadas neste TCC, e também melhores proporções de leguminosas (incluindo a *Gliricidia sepium* que também é abundante no campus e possui grande potencial de uso).

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial à professora Dra. Maria Dalva Trivellato que foi a impulsionadora deste projeto e que compartilhou conhecimentos inestimáveis para o meu aprendizado tanto em aulas quanto na nossa convivência de amizade.

Também ao professor Me. Hamilton Marcos Guedes à quem tenho apreço, que aceitou gentilmente me orientar nesta etapa final de curso, além de suas importantes aulas de Ciências dos Solos e com quem eu muito aprendi.

Estendo meus agradecimentos à agrônoma responsável pelo LAPA, Patrícia Sedrez da Rosa e Silva que muito contribuiu no desenvolvimento da experiência, à professora Edilsa Rosa da Silva pelo aporte necessário para as análises microbiológicas e à todos os estudantes, professores e funcionários do IFB que em diversos momentos colaboraram com os trabalhos no galpão do LAPA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, Flávia Aparecida. de; MADEIRA, Nuno Rodrigo. **Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, ed. 1, Julho 2008. 11p. (Circular Técnica, n. 65)

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

ANDRADE, Fernanda Maria Coutinho de (rev.). **Caderno dos microrganismos eficientes (E.M.)**: Instruções práticas sobre uso ecológico e social. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Fitotecnia, 2020.

BALOTA, Elcio Liborio. **Manejo e Qualidade Biológica do Solo**. Londrina: Macenas, 2017. 288 p.

BOSCO, T.C.DAL. GONÇALVES, F. ANDRADE, F. C., JUNIOR, I.T., SILVA, J. S., SBIZZARO, M. **Contextualização teórica: compostagem e vermicompostagem**. pg. 19-44. Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos : resultados de pesquisas acadêmicas [livro eletrônico]. São Paulo-SP. Blucher, 2017. 266 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Orgânicos**: Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, 2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos> >. Acesso em: 20 dez 2021.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Orgânicos**: Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, 2016. Disponível em: < <https://www.organicnet.com.br/conheca-o-cadastro-nacional-dos-produtores-organicos/> >. Acesso em: 20 dez 2021.

BUSATO, Jader Galba; CANELLAS, Luciano Pasqualoto; DOBBSS, Leonardo Barros; BALDOTTO, Maribus Altoé; AGUIAR, Natália Oliveira; ROSA, Raul Castro Carrielo; SCHIAVO, Jolimar Antonio; MARCIANO, Cláudio Roberto; OLIVARES, Fábio Lopes. **Guia para adubação orgânica**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008. ISSN 1983-5671. 28 f. (Programa Rio Rural. Manual Técnico ; 14).

CARVALHO, José Orestes Merola de; RODRIGUES, Carlos Daniel Souza. **Bokashi**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, jul, 2007.

CASTELLANI, Débora Cristina; SILVA, Andresa C.; CAPELA, Carlos; LIMA, Wanderlei A. A.; TEIXEIRA, Paulo C.; KATO, Osvaldo; VASCONCELOS, Steel; SUGAYA, Claudio; SUZUKI, Ernesto; TAKAMATSU, Jailson. Espécies adubadeiras como fonte de nutrientes para o cultivo de dendê (*Elaeis guineensis*) em sistemas agroflorestais, Tomé Açu (PA). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS**, 8, 2011, Belém, PA. Anais... Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011.

COOPER, Miguel; ZANON, André Ricardo; REIA, Marina Yasbek; MORATO, Ramom Wein. Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos

agroindustriais: teórico e prático. Piracicaba: ESALQ – Divisão de biblioteca, 2010. 35p (Série Produtor Rural. Edição Especial)

COUTO, J.R.; RESENDE, F.V. de; SOUZA, R.B. de; SAMINEZ, T.C.O. **Instruções práticas para produção de composto orgânico em pequenas propriedades.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 8 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 53).

EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Adubo e Substrato Orgânico 100% Vegetal.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, setembro 2011. 1 Folder. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355054/1527012/4b+-+folder+adubo+vegetal.pdf/ba050402-12bf-40ae-8a23-5a4f750e3133>. Acesso em: 22 nov. 2021.

FONSECA, Antônio Carlos Oliveira. **Viabilidade de substratos orgânicos e NPK na cultura do amendoimzeiro (*Arachis hypogaea* L.) em um Latossolo do Recôncavo Baiano.** Cruz das Almas-Ba.. 78p. Dissertação 73. (Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia. 2005.

FORMENTINI, Edgar Antônio (coord); LÓSS, Francisco Reinaldo; BAYERL, Marlúcio Pedro; LOVATI, Reginaldo Drago; BAPTISTI, Euridis. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem.** Vitória: INCAPER, 2008. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3718/1/cartilha-adubacao-verde-compostagem.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2021.

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE (2022) **Perfil da espécie: *Tithonia diversifolia*.** Disponível em: <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Tithonia+diversifolia>. Acesso em: 04 jan. 2022.

GOMES, João Paulo Andrade; SOUZA, Maurício Novaes Souza; SANTOS JÚNIOR, Alexandre Cristiano; MOULIN, Monique Moreira. Uso de microrganismos eficientes como alternativa para agricultura sustentável: um referencial teórico. In: SOUSA, Carla da Silva; LIMA, Francisco de Sousa; SABIONI, Sayonara Cotrim (org.). **Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável.** 1. ed. São Paulo: Editora Científica Digital, 2021. cap. 29, p. 340-355.

GUALBERTO, Ronan; SOUZA JÚNIOR, Oscar Francisco; COSTA, Nídia Raquel; BRACCIALLI, Caio Doretto; GAION, Lucas Aparecido. INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO E DO ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E VALOR NUTRICIONAL DE *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) Gray. **Nucleus:** revista científica da Fundação Educacional Ituverava, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 241-256, 2011. DOI 10.3738/1982.2278.362.

GUIDONI, Lucas Lourenço Castiglioni; BITTENCOURT, Gustavo; MARQUES, Roger Vasques; Corrêa, Luciara Bilhalva; CORRÊA, Érico Kunde. **Compostagem domiciliar:** Implantação e avaliação do processo. Revista Tecnológica, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 1, p. 44-51, 2013. <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v17i1.3640>

HEIDEMANN, Bárbara Rutyna; SILVA, Edilsa Rosa.; SOARES, Marlene; BARBOSA, Valma Martins. Compostagem acelerada: análise microbiológica do

composto. **Revista brasileira de ciências ambientais**, São Paulo, n. 8, p. 42-46, dezembro 2007.

INÁCIO, Caio de Teves; MILLER, Paul Richard Momsen. **Compostagem: Ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro-RJ. 156 p. Embrapa Solos. Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

ISHIMURA, Issao. **Manual de agricultura orgânica**. Piracicaba: JICA, 2004, 246 p.

KIEHL, Edmar José. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica "CERES", 1985. 492 p.

_____. **Produção de composto orgânico e vermicomposto**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 212 p. 40-52, set./out., 2001.

LEAL, Marco Antônio de Almeida. **Produção e eficiência agronômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas**. Orientador: José Guilherme Marinho Guerra. ... 133 f. Tese (Doutor em Agronomia Ciências do Solo) - UFRRJ - Instituto de Agronomia, Seropédica, 2006. Disponível em: http://www.ia.ufrj.br/cpacs/arquivos/teses_dissert/29_Marco_Antonio_de_Almeida_Leal.pdf. Acesso em: 16 dez. 2021.

_____; GUERRA, José G. M.; ESPINDOLA, José A. A.; ARAÚJO, Ednaldo da S. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 11, p. 1195-1200, 2013. DOI <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001100010>.

HECK, Karina; MARCO, Evilin G. de; HAHN, Ana B.B.; KLUGE, Mariana; SPILKI, Fernando R.; SAND, Sueli T. Van Der. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p.54-59, jan. 2013.

LOURES, G. L. A **Microbiota dos Solos Tropicais**: Caracterização dos Organismos do Solo: Curso de Agricultura Tropical: (Módulo 2.2) Brasília (DF): ABEAS, 1988. 41p.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Compostagem**: Nada se cria, nada se perde; tudo se transforma. 1. ed. Brasília: Editora IFB, 2016. 86 p. ISBN 978-85-64124-32-5.

MARRIEL, Ivanildo Evódio.; KONZEN, Egídio Arno; ALVARENGA, Ramon Costa; SANTOS, Hélio Lopes dos. Tratamento e Utilização de Resíduos Orgânicos. Informe Agropecuário, Belo Horizonte-MG, v.13, n. 147, pg 24-36, març. 1987.

MOREIRA, Fátima Maria de Souza; SIQUEIRA, José Oswaldo. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. atual. e aum. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p. ISBN: 85-87692-33-x.

NICHOLLS, Clara I.; ALTIERI, Miguel A.; SALAZAR, Alejandro H.; LANA, Marcos A. Agroecologia e o desenho de sistemas agrícolas resilientes às mudanças

climáticas. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia. Cadernos para debate, n. 2, Rio de Janeiro, jan 2015.

OLIVEIRA, Eva Adriana Gonçalves. **Formulações tipo “bokashi” como fertilizantes orgânicos no cultivo de hortaliças**. Seropédica-RJ. 96 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. 2015.

PANISSON, Renata. **Avaliação de diferentes processos de compostagem em pequena escala com adição de microrganismos eficientes**. Orientador: Eduardo Pavan Korf. 2018. 52 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim, Erechim, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/1781>. Acesso em: 18 dez. 2021.

PAREDES FILHO, Mário Viana. **Utilização de microrganismos eficazes (EM) no processo de compostagem**. Orientador: Ligiane Aparecida Florentino. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2013. Disponível em: <http://tede2.unifenas.br:8080/jspui/handle/jspui/13>. Acesso em: 15 dez. 2021.

PRIMAVESI, Ana. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1979.

_____. **Manual do solo vivo**: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2. ed. rev. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205 p.

_____. **Cartilha do solo**: como reconhecer e sanar seus problemas. São Paulo: Fundação Mokiti Okada; Movimento dos trabalhadores rurais sem terra-MST, set 2009. 71 p. pdf.

RADOMSKI, Maria Izabel; OLIVEIRA, Bruna Trajano de. **Produção de biomassa aérea e teor de nutrientes de *Erythrina speciosa* e *Tithonia diversifolia* cultivadas em Morretes, PR**: resultados iniciais. Colombo: Embrapa Florestas, 2018. 15 p. (Embrapa Florestas Comunicado Técnico, 422 ISSN 1980-3982) Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190208/1/CT-422-1618-final.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2021.

SANTOS, Ricardo Henrique Silva; BARRELLA, Tatiana Pires.; DINIZ, Ellen Rúbia; FREITAS, Gilberto Bernardo de; PERIN, Adriano. **Compostagem**. Brasília: SENAR, 2003, 59p.

SASAKI, S.; VARGAS, M. A.; KAM, A. L. **Curso de Agricultura Orgânica** (Apostila). “Proyecto cooperativo de investigación y transferencia de tecnología en agricultura orgánica entre la Universidad de Costa Rica y el Servicio de Voluntarios Japoneses para la Cooperación con el Extranjero”. Costa Rica, 1994.

SILVA, Fábio César da. (editor técnico). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009, 627p.

SILVA, Neusely; JUNQUEIRA, Valéria Christina Amstalden; SILVEIRA, Neliane Ferraz de Arruda.; TANIWAKI, Marta Hiromi; SANTOS, Rosana Francisco Siqueira;

GOMES, Renato Abeilar Romeiro. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007, 536p.

SIQUEIRA, Ana Paula Pegorer de; SIQUEIRA, Manoel F. B. Bokashi: adubo orgânico fermentado. **Manual Técnico**, Niterói, n. 40, 2013.

SIQUEIRA, José Oswaldo; MOREIRA, Fátima Maria de S.; GRISI, Breno M.; HUNGRIA, Mariângela; ARAÚJO, Ricardo S. **Microrganismos e processos biológicos do solo**: perspectiva ambiental. Brasília: EMBRAPA - SPI; Goiânia: EMBRAPA-CNPAP; Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1994. 142p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 45).

SOARES, Izabele Domingues; PAIVA, Ary Vieira de; MIRANDA, Rodrigo Otávio Veiga de; MARANHO, Álisson Sobrinho. Propriedades físico-químicas de resíduos agroflorestais amazônicos para uso como substrato. **Nativa**: pesquisas agrárias e ambientais, Sinop, v. 2, n. 3, p. 155-161, jul-set 2014. DOI 10.31413/nativa.v2i3.1638. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1638>. Acesso em: 22 dez. 2021.

SOUZA, Ronessa B. de; ALCÂNTARA, Flávia A. de. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 8 p. (Circ. Técnica 65)

TEODORO, Mauro Sérgio; SEIXAS, Francisco José dos Santos; LACERDA, Mairla Nascimento de; ARAÚJO, Luma Melisa da Silva. **Utilização de palhadas de adubos verdes em compostos orgânicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015. 41 p. (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X; 234)

TORRES, Jose Luiz Rodrigues; PEREIRA, Marcos Gervasio; FABIAN, Adelar José. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

Documento Digitalizado Público

TCC digital Lidiane Moraes Oliveira

Assunto: TCC digital Lidiane Moraes Oliveira
Assinado por: Edimilson Caldas
Tipo do Documento: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Edimilson de Sousa Caldas, ASSISTENTE DE ALUNO**, em 11/01/2023 13:37:50.

Este documento foi armazenado no SUAP em 11/01/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 420598

Código de Autenticação: 639d96d811

