



MANUAL TÉCNICO



**Erivaldo Erbo Alves dos Santos
Cristiane Domingos da Paz
Gertrudes Macário de Oliveira**

**JUAZEIRO-BAHIA
2023**



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL**

ERIVALDO ERBO ALVES DOS SANTOS

**MANUAL TÉCNICO
BIOCONVERSÃO DE *Panicum maximum* POR VERMICOMPOSTAGEM
COM *Eisenia fetida* (SAVIGNY 1826)**

JUAZEIRO-BAHIA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
por Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

S237b Santos, Erivaldo Erbo Alves dos

Bioconversão de *Panicum maximum* por vermicompostagem com *Eisenia fétida* (SAVIGNY 1826) / Erivaldo Erbo Alves dos Santos; Cristiane Domingos da Paz; Gertrudes Macário de Oliveira. Juazeiro-BA, 2023.
25 fls.: il.

Manual técnico – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT, Campus III. 2023.

1. Minhocas. 2. Bioconversão – Esterco bovino. 3. Capim colônia. I. Cristiane Domingos da. II. Oliveira, Gertrudes Macário de. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. VI. Título.

CDD: 639.7546

MANUAL TÉCNICO

BIOCONVERSÃO DE *Panicum maximum* POR VERMICOMPOSTAGEM COM *Eisenia fetida* (SAVIGNY 1826)

APRESENTAÇÃO

A vermicompostagem emergiu como uma tecnologia inovadora que, ao longo das décadas, se consolidou como um método eficaz para o gerenciamento de resíduos orgânicos. Esses resíduos abrangem uma variedade de materiais, incluindo restos de vegetais, lodo de esgoto, resíduos industriais e até ervas daninhas terrestres e aquáticas. Além de sua função primária, a vermicompostagem também atua como um poderoso condicionador de solo, enriquecendo-o e melhorando sua qualidade. Este manual enfoca o uso de *Panicum maximum* como material de substrato, misturado com esterco de bovino. Objetivou-se, neste manual, os passos necessários para avaliar a eficiência de substratos à base de capim colônia e esterco de bovino na multiplicação e produção de biomassa de minhocas *Eisenia fetida* (Savigny 1826). A população de minhocas foi avaliada quanto ao número de casulos, ao índice de multiplicação (população final/população inicial) e à biomassa de minhocas frescas e secas. A avaliação foi realizada aos 60 dias após a instalação do experimento, com delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Os dados foram transformados para raiz quadrada de $x+0,5$ e submetidos à análise de variância e teste de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Conclui-se que a adição de capim-colônia ao esterco de bovino favorece a multiplicação e o desenvolvimento de minhocas.

Discente autor: Erivaldo Erbo Alves dos Santos
CPF: 984.775.524-87

Orientador docente autor: Cristiane Domingos da Paz
CPF:

Coorientador docente autor: Gertrudes Macário de Oliveira
CPF:

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAIS E MÉTODOS	8
2.1. Designer do experimento	9
2.1.1. Processo de compostagem – 1ª etapa	9
2.1.2. Unidades experimentais – 2ª etapa	10
2.1.3. Procedimento de amostragem	11
2.1.4. Métodos analíticos	12
3. Resultados e Discussão	12
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
AGRADECIMENTOS	20
REFERÊNCIAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

A pecuária, a avicultura e as indústrias de processamento de alimentos geram grandes quantidades de resíduos sólidos, semissólidos e líquidos. O desafio científico para as indústrias, órgãos urbanos e rurais, cientistas e engenheiros é a gestão, o tratamento e o descarte desses resíduos (ANTONIOLLI *et al.*, 2009; GARG V.K., *et al.* 2012) e, por convenção, esses descartes são realizados por métodos não científicos que atraem a atenção do público devido às razões de saúde pública (MOL *et al.*, 2020).

Por conseguinte, a aplicação desses resíduos diretamente na terra pode causar problemas de cunho estrutural e químico por possuírem metais pesados, compostos tóxicos, microrganismos patogênicos etc., além de contaminar também a água devido ao chorume produzindo pelos resíduos com materiais contaminados gases e partículas, principalmente os resíduos orgânicos que produzem, através de sua decomposição, o lixiviado (GOUVEIA, 2012; COTTA, 2015). Por outro lado, quando esses materiais orgânicos são estabilizados, podem fornecer nutrientes essenciais às plantas e melhorar a fertilidade do solo.

A vermicompostagem, entra como uma alternativa positiva de biotratamento (ABBASI *et al.* 2015), por ser um processo biológico que converte e estabiliza material orgânico usando a interação entre minhocas epigênicas e microorganismos na decomposição de matéria orgânica (Arancon *et. al*, 2010) fazendo com que esses resíduos se tornem favoráveis à sua utilização como adubos, pois as mesmas ingerem solo e várias formas de biomassa, produzindo assim, o que chamamos de húmus (coprólitos) (Khatounian, 2001).

Por subsecutiva, estas fezes contêm hormônios e enzimas que estimulam o crescimento das plantas, desencorajam patógenos e durante o trânsito do material pelo intestino nos anelídeos, alguns metabólitos importantes para a planta como o nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), são convertidos em formas químicas mais disponíveis para as mesmas. E ainda o húmus é um material semelhante a turfa, finamente dividido com alta porosidade, bom condicionador de solo, melhorando a retenção de água e facilitam o estabelecimento das raízes das plantas (JAIN & KALAMDHAD, 2018 *apud* ISMAIL, 1997). As minhocas estão sendo utilizadas ainda,

internacionalmente como bioindicadores ambientais em diversos tipos de ensaios ecotoxicológicos do solo (PANIAGO *et al.*, 2016).

O esterco animal é o mais utilizado de forma controlada pelas minhocas, estas que por sua vez, estão em grande quantidade na natureza (Tauseef *et al.*, 2013), porém pode ser possível converter toneladas de fitomassa lignocelulósica consideradas desprovidas de utilidade, a exemplo das plantas espontâneas, tornando-se com isso favoráveis a rocha-mãe (solo), favoráveis a outras plantas e atuarem assim como fertilizante orgânico ecológico (ABBASI e ABBASI, 2010; ABBASI e ABBASI, 2012).

Várias espécies de plantas espontâneas são empregadas para estudar a adequação de minhocas na decomposição dessas ervas que por vezes se tornam danosas, hora por descontrole de germinação e/ou por causarem disputa por nutrientes com plantas utilizadas comercialmente. Como é o caso da Batata dos trópicos, também conhecida como orelha de elefante, cujo nome científico é *Colocacia esculenta* (Kurien e Ramasamv, 2006), *Hydrilla verticillata* (Jain *et al.*, 2018a, b), a aguapé (Gaialakshmi *et al.*, 2001), a *Lantana câmara* (Devi & Khwairkpan, 2020) que é um arbusto aromático perene.

Dentre estas citadas acima, está a *Panicum maximum*, conhecida como capim-colonião, capim-de-angola, capim-guiné, com suas variedades mais conhecidas no Brasil como a Tanzânia, Mombaça e Massai (SOARES, 2015). É um capim cespitoso, ereto, que pode alcançar 2,5 m de altura (MARINIS, 1978), planta forrageira perene da família *Poaceae*, originária da África, possui diversas cultivares no Brasil entre elas a Aruana, Massai, Mombaça, Tamani, Tanzânia e Zuri (VERAS *et al.*, 2020). Segundo Peixoto *et al.* (1995), esse capim se adaptou em quase todas as regiões do país, principalmente em locais livres de geadas, com solos geralmente arenosos, fertilidade média para alta e boa drenagem, além de ser resistente ao pisoteio e ao fogo.

Com isso, essa cultura se tornou uma erva espontânea (erva daninha), infesta mais de 20 culturas e é hospedeira de vírus como o da “folha-branca-do-arroz”. Em estudo realizado por Kuva *et al.* (2007), afirmam que o capim-colonião, juntamente com o capim-braquiária são as principais plantas daninhas existentes no agroecossistema de reforma de canavial (cana-planta), em cana-de-açúcar da

variedade RB835089. Cruz (2007) e Cruz *et. al.* (2010), afirmam que em plantios comerciais de *Eucalyptus* sp são infestados pela cultura do capim-colonião, quando o anterior é implantado em antigas pastagens desta, por ter elevada agressividade e difícil controle sendo assim, bastante prejudicial na fase de crescimento das espécies florestais. Em estudo realizado por Dinardo et al. (2003), sobre o efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, concluiu que a partir de uma densidade de 4 plantas/m² de capim-colonião, tem efeito de retardamento no crescimento de mudas de eucalipto.

A literatura sobre vermicompostagem está repleta de relatos na bioconversão de diferentes fitomassa em húmus usando minhocas, no entanto, relatos sobre a bioconversão do Capim-colonião (*Panicum Maximum* Jacq) com minhocas é escassa. Surge muitas vezes tentativas de erradicar essas ervas com produtos químicos que traduzem em males para o meio ambiente e procedimentos tais que não tiveram tanto êxito, constatando um volume alto de recursos financeiros para apenas o controle das infestações dessas ervas. Grant (1983) afirmou que as atividades das minhocas são responsáveis pelo mecanismo de controle, pois as sementes da erva daninha são destruídas à medida que passam através do intestino das minhocas devido à contração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As minhocas da espécie *Eisenia fetida* (Savigny 1826) foram obtidas do Setor de Vermicompostagem do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Crato, localizado na Rodovia CE 292, km 15 (coordenadas 7°12'44.1 latitude sul e 39°26'39.2" longitude oeste de Greenwich), no município do Crato, Ceará, Brasil. As minhocas foram pré-cultivadas em calhas de alvenaria suspenso com fundo em laje, paredes em blocos com altura aproximada de 20cm, largura do fundo de aproximadamente 1,20m e comprimento próximo a 10m, sendo utilizados apenas 2 metros desse total de comprimento e a cada 1m um cano de ½" para escoamento do excesso de água. Estrume de vaca foi usado como meio de cultura e depois regada regularmente para manter a umidade. O material de

substrato *Panicum maximum* foi coletado dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Crato. Os materiais do substrato foram misturados com esterco de vaca em diferentes proporções. O esterco de vaca foi obtido no Setor de Bovinocultura do Departamento de Pesquisa, Extensão e Produção do IFCE – Campus Crato.

2.1. Designer do experimento

2.1.1. Processo de compostagem – 1ª etapa

Consistiu na produção do pré-composto para cada tratamento (compostagem termofílica) com o objetivo de estabilizar os resíduos. Nesta fase, foram definidos cinco tratamentos com as seguintes proporções: esterco de bovino (100%); capim-colonião (25%) + esterco de bovino (75%); capim-colonião (50%) + esterco de bovino (50%); capim-colonião (75%) + esterco de bovino (25%); capim-colonião (100%).

Foram montadas leiras no formato trapezoidal com volume total de 100 dm³ e distância mínima de 1 m. Estas foram mantidas em área sob cobertura total em casa de vegetação no Setor de Vermicompostagem (Biotério), mantendo-se totalmente sombreada, sendo monitorado diariamente a temperatura e umidade das mesmas e revolvidas uma vez a cada semana para promover a aeração e a umidade adequada com a utilização de água para manter entre 40 a 60%, entre 4 de março e 05 de maio de 2019 (60 dias).

Este procedimento confere com a observação feita por Cotta *et al.* (2015), salientando não ser aconselhável a utilização de matéria orgânica fresca devido ao excesso de componentes orgânicos tóxicos e aos altos valores da relação C/N (Carbono/Nitrogênio). O capim-colonião foi cortado nas mediações do Departamento de Pesquisa, Extensão e Produção do IFCE – Campus Crato e triturado em forrageira mecânica e elétrica em tamanho aproximado de 4cm, para que assim o tamanho da partícula estivesse ideal à decomposição, uma vez que partículas muito pequenas se compactam excessivamente e partículas muito grandes diminuem a velocidade de transformação, porém esse tempo é determinado pela concentração

de N da MO. (COTTA, 2015). Segue abaixo um demonstrativo do formado da pilha e suas devidas camadas quando da utilização da mistura do capim-colonião e esterco de bovino (Figura 1).

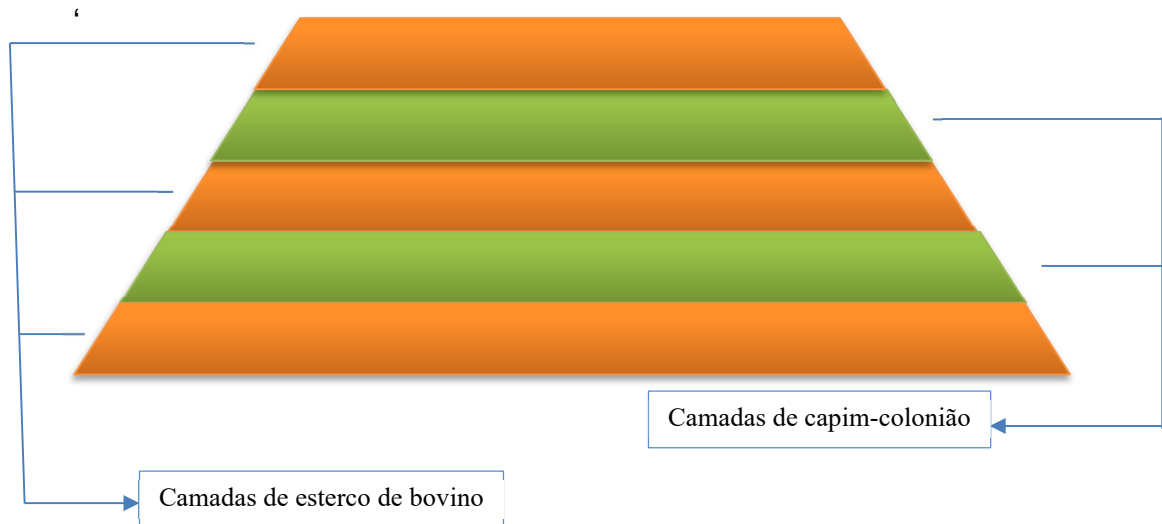


Figura 1. Demonstrativo de camadas nas pilhas de compostagem.

Tabela 1. Proporções das misturas à base de capim-colonião e esterco de bovino adotadas no estudo

Balde/Reator Tratamentos	Proporções	
	Capim-colonião (%)	Esterco de bovino (%)
CC25EB75	25	75
CC50EB50	50	50
CC75EB25	75	25
CC100	100	0
EB100	0	100

2.1.2. Unidades experimentais – 2ª etapa

Nesta etapa ocorreu o processo de produção do vermicomposto, entre os dias 13 de maio e 16 de julho de 2019 (60 dias). As unidades experimentais foram conduzidas em quadruplicatas em recipientes de plásticos (baldes/reator) adquiridos no comércio local, com capacidade para 10 litros com drenos na parte inferior para

facilitar o escoamento do chorume e abertos em cima para facilitar a oxigenação dos substratos. Estas foram montadas no Biotério de Vermicompostagem. Não foi utilizado cama ao fundo. Foi adicionado 4 litros (4 kg) de cinco proporções diferentes de material vegetal e esterco de bovino a cada um dos baldes/reatores referidos como CC24EB75, CC50EB50, CC75EB25, CC100 e EB100 (CC – capim-colônia, EB – esterco de bovino e as numerações se referem ao percentual de cada material utilizado para cada tratamento), nas mesmas foram inoculadas seis minhocas *Eisenia fetida* (Savigny 1826) cliteladas (aproximadamente 4,2 gramas de minhocas).

Como os baldes/reatores estavam em casa de vegetação, não foram utilizados material algum para cobrir os mesmos, porém diariamente eram irrigados com aproximadamente um litro de água para manter a temperatura e a umidade ideal dentro dos substratos, uma vez que segundo Reinecker et al. (1992) o limite de tolerância para temperatura é entre 0° - 40° C, sendo o ideal em torno de 22° C e de umidade em entre 30 e 40% conforme Dores-Silva et al., (2011). Para isto também se utilizou o método de Cooper *et al.* (2010), em que diariamente se media o teor de umidade pelo “teste da mão”.

2.1.3. Procedimento de amostragem

A população de minhocas foi obtida por meio de contagem manual. Todo o material de cada unidade experimental foi colocado sobre uma mesa plástica amarela, onde foram separados as minhocas jovens, adultas e os casulos do húmus. Os indivíduos, depois de coletados e contados em cada unidade experimental, foram colocados em frascos com água limpa (250ml), onde permaneceram durante 24 horas para que todo o material presente em seu trato digestivo fosse excretado (GIRACCA, 2005).

Posteriormente, foram retiradas da água, secas em papel toalha e pesadas para a obtenção da massa de minhocas frescas. Após a pesagem, as minhocas foram mantidas 72 horas em estufa a 60°C, enroladas com papel alumínio com perfurações, para a obtenção de peso constante. As amostras foram retiradas da estufa e pesadas para a obtenção da massa de minhocas secas.

Para determinação do índice de multiplicação das minhocas, utilizou-se a fórmula $IM = Pf / Pi$, onde Pf = população final de minhocas e Pi = população inicial de minhocas, correspondente ao número de matrizes inoculadas e para a determinação do índice populacional das minhocas, utilizou-se a fórmula $IP = Pi / Pf$.

O delineamento foi inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, envolvendo apenas um nível populacional de seis minhocas em cada um dos tratamentos propostos, totalizando em 20 unidades experimentais. Após 60 dias da instalação do experimento, foram avaliados o número de indivíduos jovens, adultos e casulos, a massa de minhocas frescas e secas e o índice de multiplicação das minhocas (população final / população inicial).

2.1.4. Métodos analíticos

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), onde o número de minhocas jovens, adultas e casulos, bem como a massa de minhocas frescas e secas foram transformados para raiz quadrada de $x+0,5$ e submetidos teste de médias pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

3. Resultados e Discussão

A primeira etapa do processo, relativo a termoestabilização dos substratos utilizados de forma simples e composta não foi avaliada, uma vez que o objetivo principal era realizar a termoestabilização e analisar a vermicompostagem. Porém com certeza houve atividade fúngica e de bactérias termofílicas na degradação dos resíduos uma vez que seu volume diminuiu em torno de 25%, portanto havendo as fases de degradação ativa e maturação.

Com relação aos materiais utilizados de forma simples, único substrato, neste caso capim-colonião sozinho, como também esterco de bovino sozinho. Estes tiveram seu processo em forma de curtimento, sendo que o capim esquentou menos que o esterco de bovino, isso se deve ao teor de nitrogênio que o último possui. Como foi utilizado maior volume de resíduos que o trabalho de Cotta (2015), isso

assegura e confirma que para haver uma compostagem adequada é necessário um volume adequado de substratos em cada leira. O volume é importante para que no interior da leira se consiga uma maior atividade microbiana para que assim haja as transformações físicas e químicas do material e assim com o aumento da temperatura muitos patógenos são reduzidos. Contudo o aumento exagerado de temperatura pode promover a morte dos microorganismos benéficos ao processo e provocar a insolubilização de proteínas hidrossolúveis e o desprendimento de amônia.

Por isso, é importante realizar o reviramento do composto, tanto para diminuir a temperatura, como para oxigenar e também para incorporar mais água ao processo, além de fazer com que se externize o interior e vice-versa, para que o material composto se torne simples. Valente et al. (2014) constataram que a vermicompostagem é mais eficiente que a compostagem uma vez que no primeiro a ação das minhocas diminui os teores de C e aumentam a concentração de N.

Na segunda etapa, com as experiências de vermicompostagem, todos os tratamentos apresentaram perspectivas favoráveis para o desenvolvimento e a reprodução das minhocas, uma vez que durante a inoculação não foi constatado fugas ou mortes das minhocas, constatando-se que os materiais utilizados estavam sendo mantidos na temperatura e umidade médias adequadas, bem como a disponibilidade de alimento.

Com relação ao tempo total utilizado para a vermicompostagem, observou-se que esse coeficiente foi significativo e positivo tanto para o número total de minhocas quanto para o número total de casulos, ou seja, quanto mais dias passam, mais minhocas e casulos haverá nos baldes, conforme Santos (2019), quanto maior o tempo possível vermicompostando, melhor é para a exploração das minhocas para utilização constituinte de ração para animais (peixes, galinhas e porcos), como iscas para pesca e produção de casulos para comercialização, isto em condições ideais de temperatura, umidade e disponibilidade de alimentos.

O tempo utilizado na vermicompostagem neste trabalho, também corrobora para determinar que os materiais utilizados (esterco de bovino e capim-colônião) são de qualidade para a criação, o desenvolvimento e a reprodução de minhocas, uma vez que se fosse inadequado teria provocado a fuga ou morte delas.

Os dados sobre o número de minhocas jovens e adultas, número de casulos, índices populacional e de multiplicação, como também a biomassa de minhocas estão na Tabela 2.

Tabela 2. Número de minhocas jovens e adultas, número de casulos, índice populacional e índice de multiplicação obtidos nos tratamentos com compostos à base de esterco de bovino (EB) e capim-colonião (CC) em diferentes proporções

Tratamento	Nº de minhocas		Nº de Casulos	IP	IM	Biomassa de minhocas (g)			
	Adultas					Frescas		Secas	
	Jovens	s	Jovens	s	Jovens	s	Jovens	s	
1 - CC25EB75	247 a	5 b	23 a	0,02 b	41,75 a	1,78 a	1,47 a	0,24 a	0,08 a
2 - CC50EB50	186 a	7 b	16 a	0,03 b	32,20 a	13,10 a	1,79 a	1,17 a	0,09 a
3 - CC75EB25	75 a	9 b	20 a	0,09 a	13,92 a	13,03 a	5,14 a	0,69 a	0,26 a
4 - CC100	184 a	20 a	19 a	0,04 b	33,97 a	6,69 a	8,50 a	0,63 a	0,59 a
5 - EB100	204 a	6 b	11 a	0,02 b	34,92 a	5,76 a	1,64 a	0,42 a	0,14 a
CV (%) =	0,46	0,78	0,66	0,54	0,42	14,55	16,26	16,27	18,43

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. (IM) Índice de multiplicação (População final / População inicial). (IP) Índice populacional (população inicial / população final). (CV) Coeficiente de variação.

Analisando-se os resultados referentes ao número final de minhocas jovens, pode-se observar não houve diferença estatística entre os tratamentos estudados, porém no tratamento com o maior número de organismos jovens foi verificado no tratamento CC (25%) mais EB (75%), obtendo-se uma média total de 247 indivíduos (Tabela 2).

Este resultado foi maior do que o tratamento que tinha somente esterco de bovino. Bassaco et al. (2015) utilizando 90 minhocas em seus tratamentos apresentou um total de 1111 minhocas jovens num substrato à base de esterco de bovino. Analisando por um cálculo simples de regra de três, esta pesquisa superou a quantidade de minhocas jovens do autor citado anteriormente, mesmo com um total de 204 minhocas jovens e a inoculação de apenas 6 minhocas cliteladas.

O tratamento definido com a sigla CC100%, apresentou “estranhamente” um valor alto de minhocas jovens, uma vez que que Valente et al. (2009) afirmam que é necessário misturar diferentes resíduos orgânicos para que se alcançar uma

relação adequada C/N adequada, talvez pelo fato desse material ter em sua composição o índice relação C/N muito alto (relação C/N 124, 51% C, 0,41%N) (AQUINO, 2009 *apud* SILVA 1992), mas que ao decorrer do processo de compostagem estabilizou próximo da mesma relação do esterco de bovino, salientando que no decorrer do processo de compostagem, esse material ficou numa consistência e característica física totalmente diferente da original. Muitos pesquisadores, assim como Malafaia *et al.* (2015), identificaram uma diminuição acentuada da relação C/N ao final do processo de vermicompostagem. Abaixo segue na (Figura 2) com a representação gráfica do número de minhocas jovens e adultas, número de casulos nos diversos tratamentos à base de capim-colonião e esterco de bovino.

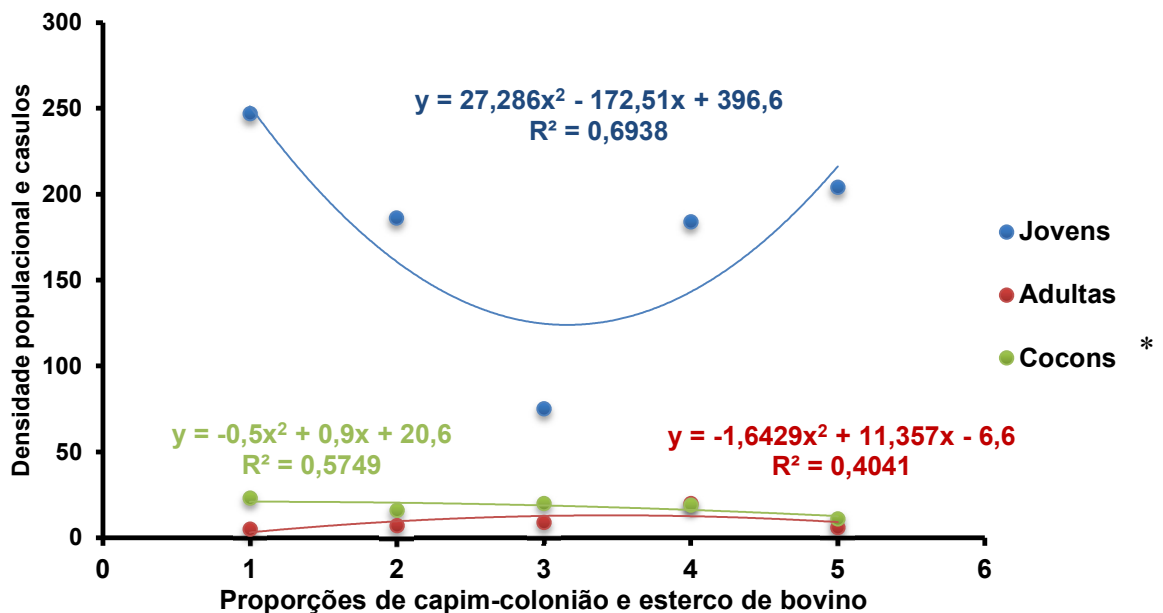


Figura 2. Representação gráfica da densidade populacional e número de cocons* (casulos) nos diversos tratamentos.

Com relação às minhocas adultas o teste de Scott-Knott apresentou uma diferença estatística entre o tratamento CC (100%) dos demais, enquanto os outros se assemelharam estatisticamente (Figura 2).

No tratamento citado anteriormente com maior número de indivíduos jovens foi o que apresentou a menor quantidade de indivíduos adultos, isso pode ser resultante da maior mortalidade de adultas no processo de multiplicação das

mesmas no espaço de tempo que foi utilizado (60 dias), além do quantitativo de substratos utilizados por unidade experimental. Porém, o maior número de organismos adultos foi apurado no tratamento 100% capim colônia, onde obteve-se uma média de 20 indivíduos.

Esse dado pode ter relação direta com o substrato utilizado, assegurando assim, que o processo de pré-compostagem foi eficiente para um material único. Apesar da observação provocada por Kumar *et al.* (2010), em que o processo de compostagem com apenas um substrato pode ser desfavorável, ainda assim, nesta pesquisa demonstrou que as minhocas se multiplicaram e conseguiram sobreviver ao composto com apenas um substrato formado por capim-colônia. Isto também assegura o que Devi & Khwairkpan (2020) afirmam que as minhocas Vermelha da Califórnia (*Eisenia fetida*) se adaptam a uma gama de alimentos orgânicos, como também a variações ambientais abióticas, o que assegura que a taxa de crescimento mais rápida e a capacidade de reprodução dessa espécie tornam possível a sobrevivência em diversos substratos e condições climáticas.

Jain & Kalamdhad (2019) afirmam que os agentes carbonáceos fornecem aeração e com isso há um aumento na taxa de degradação desses compostos e isso pode também coadunar com os resultados obtidos com a multiplicação de minhocas e sobrevivência no tratamento com 100% de capim-colônia, além disso, os sólidos orgânicos e voláteis são melhorados com a adição de agentes carbonáceos no sistema de compostagem, traduzindo em atributos de gestão sustentável de resíduos.

Em trabalho realizado por Vig *et al.* (2011), aos 90 dias, inoculando 20 minhocas no substrato à base de esterco de gado, aumentaram para 30 indivíduos entre jovens e adultas e após esse período as minhocas começaram a declinar, sugerindo a falta de alimentos. O mesmo autor afirma que os melhores indicadores para avaliar o processo de vermicompostagem são a sobrevivência, a produção de biomassa e a reprodução das minhocas. Ainda salienta que esse tipo de esterco, de bovino, melhora a qualidade de outros substratos como também reduz o tempo de processamento.

O maior número de casulos foi obtido no tratamento constituído por CC (25%) com EB (75%) no qual foram encontrados uma média de 23 casulos a partir

da inoculação de seis matrizes (Tabela 2). Isso pode ter relação direta com a quantidade de jovens que nasceram nesse tratamento, subentendendo que neste tratamento mais indivíduos iriam nascer e por consequência serve como indicador de um habitat relevante para a multiplicação de minhocas em que as matrizes fizeram um papel fundamental na reprodução. Por outro lado, no tratamento com EB (100%) foi o que apresentou menor quantidade média de casulos, no entanto não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos neste quesito.

O índice de multiplicação, parâmetro que avalia a capacidade reprodutiva das matrizes em determinado ambiente, o tratamento CC (25%) com EB (75%), assim como a análise dos jovens, apresentou melhor resultado (41,75), seguido dos tratamentos EB (100%), CC (100%) e CC (75%) com EB (25%).

O tratamento com EB (100%), embora tenha sido observado índice de multiplicação de 34,92, menor que o tratamento com CC (25%) + EB (75%), apresentou número de minhocas jovens, adultas e casulos superior aos apresentados por Antonioli *et al.* (2009), os quais obtiveram índice de multiplicação de 8,50 e 44, 6 e 57 indivíduos jovens, adultos e casulos, respectivamente, 60 dias após a inoculação de seis matrizes de *E. Fetida*. Já Pereira *et al.* (2005) encontraram índice de multiplicação de 2,09 para minhocas inoculadas em EB (100%), ao final de 62 dias.

O tratamento com CC (50%) e EB (50%), apesar de ter apresentado uma média menor que o tratamento com CC (25%) e EB (75%) relativas às minhocas jovens (186), ainda assim foi superior à média de jovens apresentadas por Erbo-Santos *et al.* (2016) que foi apenas 56 indivíduos jovens. No tratamento com EB (100%) as minhocas jovens superaram as apresentadas também por Erbo-Santos *et al.* (2016) que foram de 57 e neste 204 na média.

O tratamento com CC (25%) mais EB (75%) favoreceu uma alta multiplicação das minhocas, resultando no maior número de jovens (247) e o maior índice de multiplicação (41,75) encontrada nas unidades experimentais (Tabela 2).

Com relação a biomassa de minhocas frescas jovens, os tratamentos com CC (50%) + EB (50%) e com CC (75%) + EB (25%) foram os que apresentaram maiores valores, sugere-se a possibilidade da falta de maior qualidade no manueio

ao colocar as minhocas na estufa, sem o enxugamento necessário com a toalha de papel. O tratamento com capim colônia (100%) apresentou uma média de 8,50 gramas de adultas, compactuando com o quantitativo médio de minhocas apresentadas na contagem média das adultas. Também confirmando a média de minhocas secas na (Tabela 2).

No tratamento esterco de bovino (100%), substrato comumente utilizado pelos minhocultores, verificou-se a presença média de 204 minhocas jovens e 11 casulos. Esses valores foram inferiores aos encontrados no tratamento onde houve adição de 25% de capim-colônia ao esterco de bovino (Tabela 2).

Os resultados desse trabalho sugerem que a inclusão de capim-colônia favoreceu o desenvolvimento e a taxa de reprodução das minhocas, o que pode ter sido influenciado pela textura, umidade e aeração do substrato, devido à mistura de capim-colônia ao esterco de bovino. A relação C/N também foi fator preponderante para um bom resultado no desenvolvimento das minhocas, tendo em vista que a inclusão do capim-colônia que mesmo possuindo uma relação C/N alta, com a pré-compostagem e a vermicompostagem essa relação deve ter permeado 30/1 que é o ideal (CERRI, 2003).

Esterco misturado com resíduos vegetais fibrosos é uma alternativa eficiente para evitar a compactação e conseqüente redução da aeração e drenagem do esterco (MIGDALSKI, 2001). Martinez (1998) afirma que com o passar do tempo essa compactação é natural e dificulta a movimentação das minhocas.

Com a associação de várias matérias-primas como esterco, casca de arroz, bagaço de laranja e verduras, as minhocas apresentaram um melhor desenvolvimento e capacidade reprodutiva em um estudo avaliado e que isso se deve, provavelmente ao maior teor de sílica presente, uma vez que as minhocas necessitam desse mineral, além desses substratos favorecerem a aeração (MORSELLI & VALENTE, 1997).

Existe uma relação da maturidade sexual das minhocas e das condições do meio em que se encontram, que pode resultar em uma maior ou menor multiplicação em determinado período (AQUINO et. al., 1994).

A maturidade sexual das minhocas e a sua atividade são influenciadas de acordo com as condições do meio em que vivem, sendo assim, neste trabalho, verificou-se que grande parte dos indivíduos atingiram sua maturidade sexual em pouco menos de sessenta dias. Onde no tratamento com capim colônia (25%) + esterco de bovino (75%) se contou 20 indivíduos adultos, no tratamento com capim colônia (50%) + esterco de bovino (50%) se contou 28 indivíduos adultos, no tratamento com capim colônia (75%) + esterco de bovino (25%) se contou 36 indivíduos adultos, no tratamento com capim colônia (100%) se contou 80 indivíduos adultos e no tratamento com esterco de bovino (100%) contou-se 24 indivíduos adultos. Isso confirma a afirmação de Domínguez & Edwards (1997) e Aquino (2009), que as minhocas filhas da espécie estudada atingem sua completa formação do clitelo, dentro de 40 a 60 dias após a eclosão, em condições favoráveis.

Como citado anteriormente em que o tratamento com 100% de capim colônia teve um valor expressivo de adultos (80 indivíduos), talvez justifique pela maior aeração que o capim proporcionou as minhocas, como também pela relação C/N que o capim apresentou, o que necessita de uma investigação sobre o caso. É interessante frisar, também, que o tratamento em questão elevou o quantitativo de minhocas em fase reprodutiva, sugerindo que ele seja o facilitador da maturidade sexual.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acréscimo de *P. maximum* (capim-colônia) ao esterco de bovino favoreceu a multiplicação e o desenvolvimento da espécie *Eisenia fetida* (Savigny 1826).

A vermicompostagem é uma tecnologia eficaz para converter plantas espontâneas (erva-daninha) em um produto valioso para utilização em melhoramento estrutural do solo.

O maior desenvolvimento de organismos jovens e a maior multiplicação das minhocas aconteceu no tratamento com 25% de capim-colônia + 75% de esterco de bovino.

O tratamento com 100% de capim colônia apresentou maior quantidade de indivíduos adultos em fase reprodutiva, sugerindo que o substrato favoreceu a formação do clitelo dentro dos 40 aos 60 dias confirmando outros autores.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro disponibilizado pelo Instituto Federal do Ceará – Campus Crato, Coordenação de Pesquisa, com bolsas do PIBIC-IFCE-CRATO, bolsa PROAPP-IFCE-CRATO e ao Programa de Apoio a Projetos de Implantação de Infraestrutura Física e Custeio para Pesquisa e Inovação - PROINFRA/IFCE/REITORIA.

REFERÊNCIAS

ABBASI T.; ABBASI S. A. Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. **Renew. Sustain. Energy Rev.**, v.14, n. 3, Abr. 2010, p. 919-937. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-74649086328&doi=10.1016%2fj.rser.2009.11.006&partnerID=40&md5=e25bf87c83c433a17a4d614bc75a0aab>>. Acesso em: 29 May 2020.

ABBASI T.; ABBASI S. A. Is the Use of Renewable Energy Sources an Answer to the Problems of Global Warming and Pollution?. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 42, n. 2, Jan 2012, p. 99-154. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10643389.2010.498754>>. Acesso em: 29 May 2020.

ABBASI, S. A.; NAYEEM-SHAH, M.; ABBASI, T. Vermicomposting of phytomass: limitations of the past approaches and the emerging directions. **Journal of Cleaner Production**, Vol. 93, 2015, Pages 103-114, ISSN 0959-6526. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615000281>>. Acesso em: 28 May 2020.

ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B. Utilização de casca de arroz e esterco de bovino como substrato para a multiplicação de *Eisenia fetida Savigny* (1826). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 824-830, maio/jun., 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000300022> Acesso em 24 mai. 2020.

AQUINO, A. M. de; ALMEIDA, D. L. de; FREIRE, L. R.; DE-POLLI, H. Reprodução de minhocas (*Oligochaeta*) em esterco de bovino e bagaço de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 161-168, 1994.

- AQUINO, A. M. **Vermicompostagem**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 6p. (Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica, 29).
- ARANCON N. Q., EDWARDS C. A., WEBSTER, K. A., BUCKERFIELD J. C. (2010) The potential of vermicomposts as plant growth media for greenhouse crop production. In: Edwards CA (ed) Vermiculture technology: Earthworms, organic wastes, and environmental management. CRC, Boca Raton, pp 103–128
- BASSACO, A. C.; ANTONIOLLI, Z. I.; JÚNIOR, B.de S. B.; ECKHARDT, D. P.; MONTAGNER, D. F.; BASSACO, G. P. CHEMISTRY CHARACTERIZATION FROM ANIMAL ORIGIN RESIDUES AND EISENIA ANDREI BEHAVIOUR. **Ciência e Natura**, [S.l.], v. 37, n. 1, p. 45-51, jan. 2015. ISSN 2179-460X. Available at: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13241>>. Date accessed: 05 June 2020.
- CERRI, C. E. P. **Variabilidade Espacial e Temporal do Carbono do Solo na Conversão de Floresta em Pastagens na Amazônia Ocidental – Rondônia**. (Tese de Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura. USP, Piracicaba, 2003. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf> Acesso em 20 Out 2016.
- COTTA, J. A. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S.; REZENDE, M. O. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco de bovino e serragem. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 65-78, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522015000100065&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 04 Jun 2020.
- COOPER M.; ZANON A. R.; REIA M.Y.; MORATO R.W. **Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático**. Piracicaba: ESALQ: 35 p. 2010.
- CRUZ, M. B. **Efeitos do capim-colonião sobre o crescimento inicial de clones de eucalipto**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho, Jaboticabal, 2007. p. 36.
- CRUZ, M. B.; ALVES, P. L. C. A; KARAM, D.; FERRAUDO, A. S. Capim-colonião e seus efeitos sobre o crescimento inicial de clones de Eucalyptus x urograndis. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 20, n. 3, p 391-401, jul.-set., 2010. Disponível em: <<https://core.ac.uk/reader/45491227>>. Acesso em: 10 jun 2020.
- DEVI, C.; KHWAIRAKPAM, M. Bioconversion of Lantana camara by vermicomposting with two different earthworm species in monoculture. **Bioresource Technology**. v. 296, 2020, p. 122308. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096085241931538X>>. Acesso em: 29 May 2020.
- DOMÍNGUEZ, J.; EDWARDS, C. A. Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia Andrei* (Oligochaeta) in pig manure. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 3, p. 743-746, 1997. Disponível from: <

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071796002763>>. Access in: 10 jun. 2020

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Acompanhamento químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 34, n. 6, p. 956-961, 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011000600008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 08 Jun 2020.

DINARDO, W.; TOLETO, R. E. B.; ALVES, P. L.C.; PITELI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden. **Scintia Forestalis**. n. 64, dez 2003, p. 59-68. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/292637351_Effect_of_Panicum_maximum_Jacq_density_on_the_initial_growth_of_Eucalyptus_grandis_W_Hill_ex_Maiden_plants>. Acesso em: 30 May 2020.

ERBO-SANTOS, E. A.; SILVA NETO, A. B.; ALCÂNTARA, W. Q. Utilização de capim-colônia (*Panicum maximum* Jacq CV) e esterco de bovino como substrato para a multiplicação de *Eisenia fetida* Savigny (1826). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande. **Anais...** . Campina Grande: Realize Eventos e Editora, 2016. v. 1, p. 1 - 10. Disponível em: <<http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/anais.php>>. Acesso em: 20 may 2020.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso em: 10 feb. 2020.

GARG, V. K.; SUTHAR, S.; YADAV, A. Management of food industry waste employing vermicomposting technology. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 126, p. 437-443, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852411017275>>. Acesso em: 22 de may 2020.

GIRACCA, E. M. N. **Efeito do calcário em atributos biológicos do solo**. 2005. 61 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/5460>>. Acesso em: 24 may 2020.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro , v. 17, n. 6, p. 1503-1510, June 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000600014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 May 2020.

ISMAIL, S. A. Vermicology. Biology of Eartworms. Orient Longman: India, 92p. 1997.

JAIN, M. S.; DAGA, M.; KALAMDHAD, A. S. Physical parameters evaluation during production of soil conditioner from aquatic waste: *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle.

Environmental Technology & Innovation. v. 11, 2018a, p. 64-73. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186417303061>>. Acesso em: 29 May 2020.

JAIN, M. S.; JAMBHULKAR, R.; KALAMDHAD, A. S. Biochar amendment for batch composting of nitrogen rich organic waste: Effect on degradation kinetics, composting physics and nutritional properties. **Bioresource Technology.** v. 253, 2018b, p. 204-213. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852418300452>>. Acesso em: 29 May 2020.

JAIN, M. S.; KALAMDHAD, A. S. A review on management of *Hydrilla verticillata* and its utilization as potential nitrogen-rich biomass for compost or biogas production. **Bioresource Technology Reports.** v. 1, 2018, p. 69-78. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X1830015X>>. Acesso em: 29 May 2020.

JAIN, M. S.; KALAMDHAD, A. S. Drum composting of nitrogen-rich *Hydrilla Verticillata* with carbon-rich agents: Effects on composting physics and kinetics. **Journal of Environmental Management.** v. 231, 2019, p. 770-779. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718312544>>. Acesso em: 08 jun 2020.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura.** Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

KURIEN, J., RAMASAMY, E.V. Vermicomposting of Taro (*Colocasia esculenta*) with two epigeic earthworm species. **Bioresource Technology,** v. 97, n. 11, 2006, p. 1324-1328. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096085240500283X>>. Acesso em: 29 May 2020.

KUMAR, M.; OU, Y.; J. Lin. Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. **Waste Management.** v. 30, n. 4, 2010. p. 602-609. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X0900525X>>. Acesso em: 03 Jun 2020.

KUVA, M.A.; GRAVERA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: III - capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta daninha,** Viçosa, v. 21, n. 1, p. 37-44, Apr. 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582003000100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 31 May 2020.

MALAFAIA, G.; JORDÃO, C. R.; ARAÚJO, F. G.; LEANDRO, W. M.; RODRIGUES, A. S. L. Vermicompostagem de lodo de curtume em associação com esterco bovino utilizando *Eisenia fetida*. **Eng. Sanit. Ambient.,** Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 709-716, dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522015000400709&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 08 jun. 2020.

- MARINIS, G. Estimativa do grau de infestação numa pastagem de *Panicum maximum* Jacq. **Planta daninha**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 27-30, Sept. 1978. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83581978000200003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 May 2020.
- MARTINEZ, A. A. **A grande e poderosa minhoca**: manual prático do minhocultor. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 1998. 148 p.
- MIGDALSKI, M. C. **Criação de minhocas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 118 p.
- MOL, M. P. G.; QUEIROZ, J. T. M.; GOMES, J.; HELLER, L. Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue. **Rev. Panam Salud. Pública**. 2020;44:e20. Disponível em: <<https://iris.paho.org/handle/10665.2/51932>>. Acesso em: 10 may 2020.
- MORSELLI, T. B. G. A.; VALENTE, B. Variação populacional de *E. foetida* em diferentes misturas de resíduos orgânicos oriundos da propriedade rural. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 2, p. 54-57, 1997.
- PANIAGO, G. G.; SAMPAIO, S. C.; ROSA, D. M.; TESSARO, D.; MALDENER, P. A.; MODEL, K. J.; CORRÊA, M. M.; REMOR, M. B. Ecotoxicity of swine wastewater using the earthworms *Eisenia andrei* as bioindicator. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 3, p. 447-455, Sept. 2016. Disponível em <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2016000300014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 Mai 2020.
- PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Manejo da Pastagem: Capim Colonião**. Piracicaba: FEALQ, 1995. 345 p.
- PEREIRA, E. W. L.; AZEVEDO, C. M. da S. B.; LIBERALINO FILHO, J.; NUNES, G. H. de S.; TORQUATO, J. E.; SIMÕES, B. R. Produção de vermicomposto em diferentes proporções de esterco de bovino e palha de carnaúba. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, p. 112-116, 2005.
- REINECKE, A. J.; VILJOEN, S. A.; SAAYMAN, R. J. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in southern africa in terms of their temperature requirements. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 24, n. 12, 1992, p. 1295-1307. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/003807179290109B>>. Access in: 02 Jun 2020.
- SANTOS, L. S.; SOUSA, M. A.; SOUZA, A. I. F.; RODRIGUES, M.; CRUZ, W.P. Reprodução e sobrevivência de *Eisenia andrei* sob diferentes resíduos agroindustriais. **Rev. Cienc. Agrar**. Amazônia: v. 62, 2019. Disponível em: <<http://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3006/1552>>. Acesso em: 02 Jun 2020.
- SOARES, L. E. **Respostas de *Panicum maximum* cv. massai a doses de biofertilizante ou adubação com nitrogênio e fósforo**. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2015.

TAUSEEF, S. M.; ABBASI, T.; BANUPRIYA, D.; VAISHNAVI V.; ABBASI S. A. **HEVSPAR: a novel vermireactor system for treating paper waste** Off. J. Pat. Off., 24, 2013, p.12726.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORAES, P. DE O.; PILOTTO, M. V. T.; PEREIRA, H. DA S. Método de compostagem em pilhas e vermicompostagem no tratamento da mistura de cama de aviário e dejetos líquidos de bovinos leiteiros. **AUGMDOMUS**, v. 6, p. 111-122, 19 nov. 2014. ;Disponível em: <<https://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/view/766>>. Acesso em: 08 Jun 2020.

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**, v. 102, n. 17, 2011, p. 7941-7945. Disponible from: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852411007164>>. Access in: 09 jun 2020.

VERAS, E. L. L.; GURGEL, A. L. C.; RODRIGUES, J. G.; PEREIRA, M. G. Tillering and Structural Characteristics of Panicum Cultivars in the Brazilian Semiarid Region. **Sustainability**, v. 12, May 2020, p. 3849. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/9/3849>>. Access in: 31 May 2020.