

EFEITO DE SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DE *Eisenia fetida* Savigny (1826)

Ademar Parente Alencar, Antônio Joelson Netto, Bruna Dantas Nogueira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – campus Crato

ademar@ifce.edu.br, netto.zootecnia@hotmail.com, bruna.dantas.nogueira@gmail.com

RESUMO: A produção de minhoca, na agropecuária, representa uma tecnologia que rende lucros, além da utilização de baixa necessidade energética, capital ou grandes equipamentos. É uma tecnologia relativamente nova, podendo ser classificada como inovadora e alternativa para o tratamento de compostos orgânicos e, principalmente em locais onde existe uma grande disponibilidade de substrato que pode poluir o meio ambiente. O trabalho foi realizado com casa de vegetação, no período de julho a setembro de 2013. Este trabalho buscou avaliar a eficiência de diversos substratos constituídos à base de esterco curtido de cama de galinha de corte composto por casca de arroz, esterco curtido de bovinos confinados, esterco curtido de galinha poedeira, composto orgânico de restos de vegetais, esterco curtido de codorna poedeira e esterco curtido de caprinos, na produção de minhocas jovens e adultas, cocons, taxa de multiplicação e produção de biomassa de minhocas frescas e secas a partir de minhocas adultas da espécie *Ensenia fetida* Savigny (1826). A avaliação foi realizada aos 60 dias após a instalação do experimento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 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, foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010). Todos os tratamentos testados proporcionaram condições favoráveis para a reprodução e o desenvolvimento de minhocas, além disso, o tratamento esterco curtido de cama de galinha foi o que favoreceu uma alta taxa de multiplicação das minhocas (46,50) e um maior número minhocas jovens (274).

Palavras-chave: cama de aviário. esterco bovino. minhocas. vermelha da califórnia.

ABSTRACT: The production of earthworms in agriculture is a technology that yields profits, besides to using low energy needs, capital or large equipment. It is a relatively new technology and can be classified as an alternative and innovative treatment for organic compounds, and especially in places where there are a large availability of substrate that may pollute the environment. The study was conducted in a greenhouse during the period from July to September 2013. This study aimed to evaluate the efficiency of various substrates made of tanned manure-based cutting chicken bed composed of rice husk, tanned manure from feedlot cattle, chicken manure laying tanned, compost vegetable waste, tanned manure laying quail and tanned goat manure in the production of young and adult worms, cocons, multiplication rate and biomass production of fresh and dried worms from adult worms of the species *Ensenia fetida* Savigny (1826). The evaluation was made at 60 days after installation of the experiment. The experimental design used completely randomized, with four replications. The data were transformed to square root of $x + 0.5$ and subjected to analysis of variance and mean test by Scott-Knott test at 5% probability, it used the statistical program SISVAR (FERREIRA, 2010). All treatments yielded favorable conditions for the reproduction and development of worms moreover, chicken manure treatment bed tanned was thus favoring a high rate of multiplication of the worms (46,50) and a greater number young worms (274).

Keywords: poultry litte. cattle manure. earthworms. Red califórnia.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O descarte de resíduos orgânicos é um problema crescente que vem sendo enfrentado por muitos países, entretanto poderia ser amenizado através da aplicação de práticas simples, como a minhocultura. A transformação de resíduos orgânicos com o auxílio de minhocas apresenta a vantagem de formar um composto de qualidade para ser utilizado na adubação de plantas, bem como na

diminuição de materiais que poderiam contaminar o meio ambiente, além da produção de renda para o produtor.

As minhocas são organismos edáficos participantes dos processos de agregação e decomposição da matéria orgânica do solo e de resíduos vegetais, todavia atua na qualidade dos solos de ecossistemas agrícolas e naturais manutenção da fertilidade (LAVELLE; SPAIN, 2001).

As minhocas que vivem nas proximidades da superfície do solo facilitam a decomposição dos resíduos

orgânicos por fragmentarem as partículas maiores, elevando o contato dos resíduos com o solo, bem como sua exposição à atividade de organismos e micro-organismos (BROWN, 1995). As ações de micro-organismos edáficos estão associadas à atividade de organismos maiores, entre as quais estão as minhocas que fornecem energia e água para realizarem suas atividades (LAVELLE et al., 1997). Consequentemente, durante o processo de decomposição, diversos organismos interagem acelerando ou diminuindo a decomposição das mais diferentes frações da matéria orgânica, dependendo do tipo, do nível de interação e da qualidade do resíduo orgânico (BONKOWSKI et al., 1998).

Atualmente, o interesse está sendo voltado ao desenvolvimento de novos processos que utilizam sistemas biológicos para acelerar a decomposição de resíduos. Entre estes sistemas, encontra-se a minhocultura, cujos agentes envolvidos nesse processo facilita a estabilização dos mais diversos tipos de resíduos orgânicos (DAUDT et al., 2004), como esterco bovino cru, semicru ou curtido, erva mate, borra-de-café e conteúdo ruminal (MORSELLI et al., 1997), esterco de suínos, ovinos, equinos e coelhos (GNOATTO, 1999), bagaço de uva (DAUDT et al., 2004), bagaço de cana-de-açúcar e lodo de esgoto urbano (SILVA et al., 2002), inclusive casca de arroz (STEFFEN et al., 2010).

Existem outros materiais orgânicos que geralmente podem ser utilizados em um processo de compostagem. Há uma infinidade de composição e origem extremamente diversas que podem ser utilizados. De uma maneira geral, costumam-se utilizar os materiais disponíveis em grande quantidade, de fácil obtenção, de baixo custo e que apresentem boa quantidade de elementos nutrientes para plantas. Como exemplos, podem ser empregados esterco animais, resíduos agroindustriais (tortas, bagaços, fibras, etc), e resíduos de abatedouros (carcaças, conteúdo ruminal, sangue, vísceras, penas, etc) (COSTA, 2005), enfim uma grande diversidade de materiais (AQUINO, 2005).

A utilização de vermicomposto bovino na agricultura apresenta uma alternativa de adubação na forma orgânica, pois favorece mudanças positivas nas propriedades biológicas do solo, produzido a partir de esterco de bovinos, elevando, dessa forma os teores de matéria orgânica como potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, boro, ferro e zinco, e reduz os teores de alumínio, cobre e manganês no solo (VITTI, 2006).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As minhocas são anelídeos oligoquetos que se alimentam de matéria orgânica em decomposição, apresentando corpo cilíndrico e segmentado, cavidade celomática verdadeira e ausência de olhos. Além de apresentar uma grande diversidade de espécies, existe uma grande

variedade de tamanhos e distribuem-se por todos os continentes, com exceção das regiões muito frias. Em relação ao hábito alimentar, ocorre dois grandes grupos de minhocas: as geófagas, que se alimentam da matéria orgânica incorporada ao solo, e as detritívoras, que se alimentam da matéria orgânica acumulada na superfície do solo, formando montes ou compondo o conjunto de detritos orgânicos, principalmente de origem vegetal de uma floresta (VENTER, 1988; MARTINEZ, 1998).

As minhocas são animais com uma excelente capacidade de ingerir e digerir alimento, conseguindo consumir o equivalente ao seu peso vivo diariamente. Dessa forma, apresentam uma extraordinária capacidade de converter matérias orgânicas diversas em seus coprólitos, conhecidas como “húmus de minhoca”. Nesse caso, o material orgânico sofre no seu aparelho gastrointestinal a ação mecânica, de enzimas digestivas da própria minhoca e dos micro-organismos que existem em sua flora intestinal (VENTER, 1988).

Na atualidade, existem poucas espécies que são capazes de serem criadas em cativeiro para a produção de húmus ou de minhocas. Usualmente, apenas algumas espécies são citadas como aptas zootecnicamente para criação. Hodiernamente no Brasil, apenas duas espécies são criadas com o objetivo econômico de produzir húmus e minhocas (matrizes, iscas para pesca, etc), são elas: “Gigante Africana” (*Eudrilus eugeniae*) e a “Vermelha da Califórnia” (*Eisenia foetida*). Estas apresentam boas características zootécnicas para criação em cativeiro. A espécie *Eisenia foetida* apresenta algumas vantagens como menor tendência a fugir, facilidade de identificação do clitelo, alta capacidade reprodutiva e boa adaptação a diversos tipos de substratos (SCHLDT, 2005).

As minhocas são hermafroditas do tipo incompleto, isto é, apresentam os órgãos reprodutores masculinos e femininos no mesmo indivíduo, entretanto há a necessidade do acasalamento entre dois indivíduos para que ocorra a reprodução (SCHLDT, 2005). Posteriormente, a cópula e a procedente troca de gametas masculinos acontecem à fecundação. Em torno de quatro dias depois, dá-se a formação dos casulos, uma espécie de bolsa que se forma a partir do clitelo. O clitelo é uma região mais consistente que se localiza na porção anterior da minhoca, por conseguinte facilmente visível nas adultas de várias espécies, notadamente na *Enseni foetida* (MARTINEZ, 1998).

O casulo contém as reservas nutritivas para o desenvolvimento do embrião, que leva de 14 a 44 dias, esse processo, nas espécies comerciais, ocorre em torno de 23 dias, sucedendo desta maneira a eclosão e liberação das minhocas-filhas. Cada casulo poderá originar um número de minhocas que varia de 1 a 9. No geral, isso ocorre em uma média de três minhocas por casulo. Em situações propícias, as minhocas-filhas atingem a maturidade sexual e com completa formação do clitelo,

em um período compreendido entre 40 a 60 dias, neste caso são capazes de se reproduzirem. Logo depois da cópula, há um grande potencial de cada minhoca produzir entre dois a três casulos por dia, com uma média de eclosão superior à 80% (VENTER, 1988, HERNÁNDEZ, 1997).

A espécie *Eisenia foetida* Savigny (1826) apresenta uma alta capacidade de proliferação, crescimento rápido, elevada resistência e adaptabilidade às condições de cativeiro, estas características justificam a sua utilização na atividade da minhocultura (AQUINO; NOGUEIRA, 2001). Além de sobrevivem em ambientes ricos em materiais em compostagem e esterco de animais, são algumas das vantagens e por isso tem sido bastante utilizadas para o processamento de resíduos orgânicos, sua importância é reconhecida mundialmente por apresentarem alto teor protéico. Por isso, essa espécie vem sendo utilizada também na alimentação de animais e como iscas para a pesca; Esta espécie além de produzirm húmus de qualidade, o qual constitui um adubo orgânico potencialmente útil na produção agrícola, florestal e de plantas ornamentais (VIELMA-RONDÓN et al., 2003; EDWARDS, 2004).

A utilização de húmus como adubo orgânico torna-se cada vez mais importante em sistemas de agricultura orgânica e torna-se cada vez mais importante em sistema de agricultura orgânica e me alguns modos produção de mudas florestais, pela redução do uso de fertilizantes e água. Entretanto, ainda existem poucos dados sobre as quantidades ideais de húmus para serem utilizadas em diferentes culturas e sistemas de produção.

No Brasil, o principal material orgânico utilizado como matéria prima para a criação de minhocas e produção de húmus é o esterco bovino.

A aplicação de vermicomposto bovino eleva os teores de matéria orgânica, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, boro, ferro e zinco, e reduz os teores de alumínio, cobre e manganês no solo, além de interferir positivamente na população edáfica que vive presente na superfície e no interior do solo (VITTI, 2006).

A matéria prima para produção de húmus pode ser utilizada todo tipo de esterco de animais, misturado com bagaço de cana triturado, capim, folhas, restos de frutas e verduras. O esterco de bovinos pode ser utilizado puro, entretanto o de aves, suínos e equinos devem ser misturados com outros materiais orgânicos. A mistura deve sofrer decomposição ou então fazer o enchimento de cada compartimento do minhocário em pequenas camadas semanais (10 a 15 cm), junto com as minhocas, para evitar aquecimento elevado.

Acondicionado o substrato em um leito adequado, deve-se inocular as minhocas. Existem várias densidades populacionais indicadas. O mais prático é inocular cerca de um litro de minhocas por m² de canteiro com uma lâmina de 20 cm de altura de substrato, ou seja,

mais ou menos 1250 minhocas para cada 200 litros de substrato, no caso da *Eisenia foetida*, o que representa uma densidade entre 5 à 10 minhocas por litro de substrato (MARTINEZ, 1998, SILVA 2002). Segundo Venter (1988), as minhocas iniciam a conversão do material, aumentando sua população exponencialmente e, após 45 dias, as primeiras nascidas já atingem a maturidade sexual iniciando o processo reprodutivo.

Desde o nascimento até a morte, a minhoca ingere diariamente um volume de substrato equivalente ao seu peso vivo, dessa forma a cada dia a biomassa de minhocas aumenta a sua capacidade de converter o material inoculado em vermicomposto. Quando morre, a minhoca é rapidamente degradada no meio, incorporando os nutrientes existentes em sua biomassa ao substrato (MARTINEZ, 1998, AQUINO, 2005).

A cama aviária é definida como o produto da mistura de excrementos de aves, penas, fragmentos de material sólido e orgânico utilizados sobre os pisos dos aviários, acrescidos da ração desperdiçada dos comedouros (ALVES, 1991). É considerada uma boa fonte de nutrientes, especialmente de nitrogênio, e quando manejada adequadamente, pode suprir, parcial ou totalmente, o fertilizante químico. Além disso, seu uso adiciona matéria orgânica ao solo melhorando os atributos físicos, aumentando a capacidade de retenção de água, reduz a erosão, melhora a aeração e cria um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora microbiana do solo (BLUM et al., 2003).

Menezes et al. (2003) reforçam que resíduos orgânicos, como a cama de frango, são considerados insumos de baixo custo e de alto retorno econômico para a agropecuária, além do retorno direto da atividade.

Além dos benefícios que a cama de aviário traz ao fornecer nutrientes para a produção vegetal, as moléculas de carbono (C) presentes nos materiais estruturais da cama, podem construir reservas de matéria orgânica no solo, trazendo outros benefícios por exemplo, a produção agrícola, como aumento na capacidade de retenção e infiltração da água e conteúdo de água no solo, maior capacidade de troca catiônica e estabilidade estrutural.

Kingery et al. (1993) demonstraram que aplicações de cama de aviário promovem um aumento no C orgânico e N total em profundidades de 15 e 30 centímetros, respectivamente. Entretanto, é importante considerar que a cama de aviário contém também cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), micronutrientes e matéria orgânica que adicionam outros valores em relação ao fertilizante mineral.

A velocidade de decomposição de cama de aviário de frango de corte é mais acelerada que os resíduos de cama de aviários de produção de matrizes. Com 30 dias de incubação, cerca de 45% do resíduo de aviários de frango de corte se decompõe, enquanto para

outros resíduos apenas 25% ocorrem nesse mesmo tempo de incubação.

A adição de casca de arroz inteira, moída ou carbonizada adicionada ao esterco bovino, favoreceu a multiplicação e o desenvolvimento da *Eisenia foetida*. Proporcionando maior desenvolvimento de organismos jovens, adultos e maior multiplicação das minhocas (ANTONIOLLI et al., 2009).

Os altos teores de metais pesados tais como amônia e possíveis resíduos de medicamentos presentes nos esterco de bovinos e de ovinos podem causar a rejeição às minhocas por estes materiais (BASSACO, 2014).

Segundo MAYER (2009), o vermicomposto de esterco de coelhos foi o melhor substrato para o desenvolvimento das minhocas quando comparado ao esterco bovino, equino e erva mate quando misturado com borra de café.

Na relação entre os substratos na qual se observou a maior produção de minhocas jovens e casulos foi verificado uma proporção de 60% de bagaço e 40% de esterco. A aparência física dos vermicompostos obtidos nas diferentes relações bagaço/esterco de equídeos eram semelhante às encontradas em vermicompostos tradicionais de esterco de gado bovino (MEDEIROS et al., 2001).

3. OBJETIVOS

Este trabalho busca avaliar a eficiência de diversos substratos constituídos à base de esterco curtido de cama de galinha de corte composto por casca de arroz, esterco curtido de bovinos confinados, esterco curtido de galinha poedeira, composto orgânico de restos de vegetais, esterco curtido de codorna poedeira e esterco curtido de caprinos, na produção de minhocas jovens e adultas, cocons, taxa de multiplicação e produção de biomassa de minhocas frescas e secas a partir de minhocas adultas da espécie *Enseni foetida* Savigny (1826).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, de julho a setembro de 2013 no IFCE Campus Crato. Os materiais utilizados como substrato para o experimento foram: esterco curtido de cama de galinha de corte composto por casca de arroz (ECCG), esterco curtido de bovinos confinados (ECB), esterco curtido de galinha poedeira (ECGP), composto orgânico de restos de vegetais (CORV), esterco curtido de codorna poedeira (ECCP) e esterco curtido de caprinos (ECC). As minhocas utilizadas forma da espécie *Enseni foetida* adultas (cliteladas) obtidas de um produtor na cidade Petrolina/PE.

Foi utilizado um volume total de quatro litros de substrato para cada tratamento. As unidades

experimentais constaram de sacos plásticos pretos com capacidade para oito litros, nos quais foi adicionado o substrato correspondente a cada tratamento e seis minhocas adultas. A quantidade de organismos colocados no substrato foi determinada de tal forma a oferecer condições adequadas para o desenvolvimento das minhocas.

As avaliações foram realizadas 60 dias após a instalação do experimento, sendo avaliado o número de cocons, indivíduos jovens, adultos, bem como as massas frescas e secas de cocons, minhocas jovens e adultas, além do índice de multiplicação das minhocas (população final / população inicial).

A população de minhocas foi obtida por meio de contagem manual. Os materiais de cada unidade experimental foram colocados sobre um plástico branco onde se separou as minhocas jovens, adultas e os cocons do húmus produzido. Os indivíduos coletados em cada unidade experimental foram colocados em frascos com água limpa, onde permaneceram durante 24 horas para que todo o material presente em seu trato digestivo fosse excretado, segundo metodologia proposto por GIRACCA (2005). Na próxima fase, foram retiradas da água, secadas em papel toalha e pesadas para a obtenção da massa fresca de cocons e minhocas jovens. Após a pesagem, as minhocas foram mantidas 72 horas em estufa a 60°C, em recipientes abertos forrados com papel alumínio, para a obtenção de peso constante. As amostras foram retiradas da estufa e pesadas para a obtenção da massa de minhocas secas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. O número de minhocas jovens, adultas e cocons, bem como a massa de minhocas frescas e secas foram transformados para raiz quadrada de $x+0,5$ e submetidos à análise de variância e teste de médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos testados proporcionaram condições para a reprodução e o desenvolvimento de minhocas (Tabela 1). Analisando-se os resultados referentes ao número final de minhocas jovens, observou-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. O maior número foi verificado no substrato ECCG, obtendo-se o total de 274 indivíduos (Tabela 1), resultado superior ao encontrado por Steffen (2008) no tratamento constituído por casca de arroz inteira tratada com NH_4OH 20%, obtendo-se o total de 187 indivíduos.

Entretanto, nos tratamentos constituídos por ECGP e CORV não apresentaram diferenças significativas, já os piores tratamentos foram ECCP, ECB e ECC (49, 26 e 15 respectivamente).

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto ao número de cocons e minhocas adultas. Entretanto, o maior número de cocons foi obtido nos tratamentos constituídos por ECGP e ECCP, no qual foram encontrados 75 casulos a partir da inoculação de apenas seis matrizes, correspondendo a 2,6 vezes mais casulos do que no tratamento ECB, em um período de multiplicação de apenas 60 dias. O resultado encontrado neste trabalho foi inferior ao de Antonioli, Steffen, Steffen (2009) que encontraram 132 cocons no tratamento constituído por 50% de casca de arroz carbonizada mais esterco bovino a 50%.

Quanto ao índice de multiplicação, o parâmetro que avalia a capacidade reprodutiva das matrizes em determinado ambiente, apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. O substrato constituído por ECCG apresentou o maior valor na reprodução (46,50), seguido dos tratamentos CORV e ECGP. Contudo, não ocorreram diferenças significativas entre os demais tratamentos.

Nos tratamentos constituídos por esterco curtido de bovinos e esterco curtido de caprinos não se observou multiplicação das minhocas, resultando em índice de multiplicação negativa, em virtude do valor médio final de minhocas encontradas terem sido inferior ao número de matrizes inoculadas. As menores taxas reprodutivas foram encontradas nos tratamentos CORV, ECGP e ECCP, apresentando índices de multiplicação de 20,50, 19,25 e 9,00, respectivamente. Possivelmente, estes resultados demonstram que, nestes substratos, as minhocas não tenham encontrado condições apropriadas e favoráveis à sua multiplicação.

No tratamento ECB, substrato preferencialmente utilizado pelos minhocultores, verificou-se a presença de 26 minhocas jovens, 7 adultas, 19 casulos e índice de multiplicação 5,50.

Os resultados de pesquisa não são unânimes quanto à inclusão do esterco bovino curtido na produção de minhocas jovens, adultas, cocons e taxa de multiplicação, pois conforme Antonioli, Steffen, Steffen (2009) encontraram 44, 6, 57 e 8.50, em outro Steffen et al. (2010) obtiveram 205, 23, 56 e 38.00, respectivamente; Demonstrando que a composição do esterco, o meio ambiente (temperatura e umidade) influenciaram os resultados.

Bassaco (2014) avaliou a preferência alimentar das minhocas *Eisenia andrei* com esterco de bovinos, esterco de coelhos, esterco de ovinos e conteúdo do rúmen de bovinos, concluindo que o número de minhocas jovens foi superior no conteúdo do rúmen de bovinos (288) e esterco de bovino (184). Com relação ao número de minhocas adultas (108 e 129 respectivamente), entretanto ambos foram superiores ao esterco de ovinos e ao esterco de coelhos, provavelmente deve-se ao fato

delas estarem em maior quantidade no resíduo compostado.

O tratamento ECCG favoreceu uma alta multiplicação das minhocas, resultando no maior número de jovens (274) e adultos (5) encontrados nas unidades experimentais. Possivelmente, os resultados observados estejam relacionados à adição de nitrogênio ao meio, oriundo da ração que são fornecidas aos animais e da presença das fezes, as quais foram fundamentais para as manutenções da microbiota que estavam presentes no trato digestivo das minhocas, atuando na transformação dos resíduos orgânicos.

A avaliação da biomassa fresca de minhocas, é um dos parâmetros que avalia o desenvolvimento dos organismos fornecendo informações importantes para os minhocultores que objetivam a comercialização das minhocas como fonte de alimento para animais. Nas avaliações referentes à biomassa de minhocas, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas, entretanto o substrato ECCP proporcionou maiores biomassa frescas e secas para cocons (1,38 g e 0,23 g) e massa seca de minhocas jovens 1,15 g. Entretanto, a biomassa de minhocas frescas jovens foi maior no substrato ECCG com 17,96 g. Neste sentido, sugere-se que o substrato que produzir um maior número de indivíduos, bem como indivíduos com maior biomassa fresca, seja o mais indicado para ser utilizado na criação de minhocas.

Em condições ideais de temperatura, umidade, aeração, pH e alimentação, o índice de multiplicação e a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos podem ser superiores aos relatados na literatura (STEFFEN, 2008). Uma das explicações pelos resultados divergentes pode ter sido pela não permanência ou morte das matrizes inoculadas nos tratamentos, possivelmente foi provocada pela falta de alimento oferecido às minhocas nestes substratos ou durante a retirada parcial durante a lavagem, o que pode ter interferido negativamente na multiplicação e desenvolvimento dos organismos.

A variação de propriedades físicas e químicas dos alimentos disponibilizados as minhocas afeta seu crescimento e reprodução, assim como algumas propriedades químicas do húmus produzido (ZIBETTI, 2013)

Os substratos foram eficientes para a criação das minhocas *Eisenia foetida*, porém os que apresentam uma relação C/N baixa disponibilizaram mais alimentos para a decomposição e produção do vermicomposto. Já a adição de casca de arroz ao esterco bovino favorece a multiplicação e o desenvolvimento de *Eisenia andrei* (STEFFEN, 2008).

Segundo Bratti (2013) a cama de aviário contém uma alta concentração de N, P, K e Ca. A velocidade de decomposição de cama de aviário de frango de corte é

mais acelerada que os resíduos de cama de aviários de produção de matrizes. Com 30 dias de incubação, cerca de 45% do resíduo de aviários de frango de corte se decompôs, enquanto para o outro resíduo apenas 25% nesse mesmo período de incubação.

SCHIAVON et al. (2007) observaram que o maior ganho de massa das minhocas no tratamento com 25% de casca de arroz crua esteja relacionado com as características físicas do substrato, que facilitaram sua locomoção e respiração em comparação com o esterco. Já a mistura com 50% de casca de arroz crua pode ter influenciado negativamente o crescimento das minhocas pela desidratação do esterco para a casca ou pela diluição da composição do substrato, reduzindo sua qualidade.

Em termos nutricionais os teores de nitrogênio, fósforo e cálcio são de extrema importância para a reprodução e desenvolvimento das minhocas. Substratos com relação C/N muito altas são desfavoráveis a uma conversão rápida para vermicomposto. Por essa causa a *Eisenia foetida* prefere substratos de origem animal, principalmente esterco, materiais cuja relação C/N oscila

entre 20 à 35:1, dependendo da espécie e da alimentação (MARTINEZ, 1998; SOARES et al., 2004).

O maior índice de multiplicação de minhocas de *Eisenia andrei* foi observado no esterco de bovinos em relação ao conteúdo do rúmen de bovinos, uma das causas pode estar relacionado com a composição química deste resíduo, principalmente com o elevado teor de cálcio (BASSACO, 2014).

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, observou-se que o tratamento esterco curtido de cama de galinha apresentou os melhores resultados em relação ao número de indivíduos jovens e índice de multiplicação.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará Campus Crato, pela bolsa de pesquisa.

Tabela 1. Número de minhocas jovens e adultas, número de cocons e índice de multiplicação obtidos nos tratamentos à base de esterco curtido de cama de galinha de corte composto por casca de arroz (ECCG), esterco curtido de bovinos (ECB), esterco curtido de galinha poedeira (ECGP), composto orgânico de restos de vegetais (CORV), esterco curtido de codorna poedeira (ECCP) e esterco curtido de caprinos (ECC). Média de quatro repetições.

Tratamento	Nº de minhocas		Nº de cocons	IM**	Biomassa de minhocas (g)			
	Jovens	Adultas			Frescas		Secas	
			Cocons	Jovens	Cocons	Jovens		
ECCG	274 a	5 a	51 a	46,50 a	0,33 a	17,96 a	0,03 a	0,67 a
ECB	26 c	7 a	19 a	5,50 c	0,22 a	3,90 a	0,08 a	0,24 a
ECGP	108 b	7 a	75 a	19,25 b	0,34 a	7,58 a	0,16 a	0,85 a
CORV	115 b	8 a	58 a	20,50 b	0,78 a	9,68 a	0,09 a	0,91 a
ECCP	49 c	5 a	75 a	9,00 c	1,38 a	7,21 a	0,23 a	1,15 a
ECC	15 c	6 a	32 a	3,50 c	0,70 a	2,46 a	0,17 a	0,16 a
CV*** (%)	22,16	22,37	38,63	20,16	35,21	57,05	36,61	52,65

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

** (IM) Índice de multiplicação (população final/população inicial).

*** Coeficiente de variação

Fonte: IFCE Campus Crato/CE, 2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, A. M. de, et al. Microbial biomass, organic colloids and inorganic nitrogen, during vermicomposting of some substrates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Nov. 2005, vol.40, no.11, p.1087-1093.

AQUINO, A. M.; NOGUEIRA, E. M. **Fatores limitantes da vermicompostagem de esterco suíno e de aves e influência da densidade populacional das minhocas na sua reprodução**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 10 p. (Documentos EMBRAPA; 147).

ANTONIOLLI, Z. A.; STEFFEN, G.P. K.; STEFFEN, R. B. Utilização de casca de arroz e esterco bovino como substrato para a multiplicação de *Eisenia fetida* Savigny (1826). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 824-830, maio/jun., 2009

BASSACO, A. C. **Uso de resíduos de origem animal biotransformados na produção de mudas de alface**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em agrobiologia, RS, 2014. 49 p.

- BLUM LEB; AMARANTE CVT; GÜTTLER G; ET al. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 627-631, 2003.
- BONKOWSKI, M.; SCHEU, S.; SCHAEFER, M. Interactions of earthworms (*Octolasion lacteum*), millipedes (*Glomeris marginata*) and plants (*Hordeylum europaeus*) in a beechwood on a basalt hill: implications for litter decomposition and soil formation. **Applied Soil Ecology**, Belfield, v. 9, p. 161-166, 1998.
- BRATTI, FABIO CESAR. **Uso de cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de pós-graduação em Zootecnia. Dois Vizinhos, 2013. 70f.
- BROWN, G. G. How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? **Plant and Soil**, Crawley, v. 170, p. 209-231, 1995.
- BROWN, G. G., EDWARDS, C. A., BRUSSAARD, L. How earthworms affect plant growth: Burrowing into the mechanisms. In: EDWARDS, C.A. (Org.). **Earthworm ecology**. Boca Raton: St. Lucie Press, 2004. p. 13-49.
- BROWN, G. G., BAROIS, I., LAVELLE, P. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. **European Journal of Soil Biology**, Braunschweig, v. 36, p. 177-198, 2000.
- DAUDT, C. E. et al. Vermicompostagem e compostagem do bagaço de uvas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 118, p. 31-37, mar. 2004.
- EDWARDS, C. A. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: EDWARDS, C.A. (Org.). **Earthworm Ecology**. Boca Raton: St. Lucie Press, 2004. p. 327-354.
- EDWARDS, C. A., ARANCON, N. Q. Interactions among organic matter earthworms and microorganisms in promoting plant growth. In: Magdoff, F.; Weil, R. (Ed.). **Functions and management of organic matter in agroecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 2005. p. 327-376.
- FERREIRA, D. F. Programa computacional Sisvar - UFLA, versão 5.4, 2010.
- 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.
- GNOATTO, S. C. Caracterização química de vermicompostos de diferentes substratos. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Agronomia, UFPEL, Pelotas. 1999.
- KHATOUNAIN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. [S.l.: s.n.], 2001. 348 p.
- KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- KINGERY, W.L.; WOOD, C.W.; DELANEY, D.P.; et al. Implications of long-term land application of poultry litter on tall fescue pastures. **Journal of Production Agriculture**, v.6, n.3, p.390-395, 1993.
- MARTINEZ, A. A. **A grande e poderosa minhoca: manual prático do minhocultor**. Jaboticabal:FUNEP, 1998. 4ª ed. 148 p.
- MENEZES, et al. In: Aproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de grãos em sistema de plantio direto e avaliação do impacto ambiental. **Revista Plantio Direto**, p. 30 – 35. Jan/Fev 2003.
- LAVELLE, P. et al. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers, **European Journal of Soil Biology**, Braunschweig, v. 33, p. 159-193, 1997.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. **Soil Ecology**. Norwell: Kluwer Academy Publishers, 2001. 654 p.
- MAYER, F. A. **Produção e qualidade biológica e química de diferentes vermicompostos para a produção de cenouras rumo à sustentabilidade dos agroecossistemas**. 2009. Pelotas, RS, 64 f. Dissertação – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel.
- MEDEIROS, Í. C. L. S.; SILVA, C. D. da; MELO, M. Cirelli L. de. Potencial reprodutivo de *Eisenia fetida* (Oligoqueta, Lumbricidae) em substrato de esterco de equídeos e bagaço de cana-de-açúcar. **Anais da XI Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ**. v. 11, n. 2, p. 113-116, 2001;
- MORSELLI, T. B. G. A.; CRUZ, L. E. C. da; POCAI, D.; PICH, A. H. Efeito de diferentes resíduos no comportamento de *Eisenia foetida* em estação quente: I. eclosão. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 2, p. 45-49, 1997.

- 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.
- SCHLDT, M. S.; RUMI, A. G.; GREGORIC, D. E. G. Determinación de “edades” (clases) en poblaciones de *Eisenia fetida* (Annelida: Lumbricidae) y sus implicancias reprobológicas. **Revista del Museo de La Plata**, 2005, Zoología, 17 (170): 1-10.
- SCHIAVON, G. de A.; SCHIEDECK, G.; ARAÚJO, J. M. G.; SCHWENGBER, J. E. Efeito da casca de arroz no crescimento e reprodução de minhocas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 995-999, 2007.
- SILVA, C. D. da; COSTA, L. M. da; MATOS, A. T. de; CECON, P. R.; SILVA, D. D. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 6, p. 487-491, 2002.
- SILVA, C. D. da; COSTA, L. M. da; MATOS, A. T. de; CECON, P. R.; SILVA, D. D. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 6, p. 487-491, 2002.
- SOARES, J. P.; SOUZA, J. A.; CAVALHEIRO, E. T. G. Caracterização de amostras comerciais de vermicomposto de esterco bovino e avaliação da influência do pH e do tempo na absorção de Co (II), Zn (II) e Cu (II). **Química Nova**, v.27, n.1, p.5-9, 2004.
- STEFFEN, G. P. K. **Substratos à base de casca de arroz e esterco bovino para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de alface, tomateiro e boca-de-leão**. 2008. Santa Maria, RS, 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM.
- STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I; STEFFEN, R. B.; MACHADO, R. G. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zoológica Mexicana**. Cidade do México, Número Especial 2: p. 333-343, 2010.
- VENTER, J. M.; REINECKE, A. J. The life-cycle of the compost worm *Eisenia foetida* (Oligochaeta). **South African Journal of Zoology**, Africa do Sul, v.23, n.3, p.161-165, 1988.
- VIELMA-RONDÓN, R. et al. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía em fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). **Ars Pharmaceutica**, Granada, v. 44, n. 1, p. 43-58, 2003.
- VITTI, M. R. **Impacto do vermicomposto bovino em atributos biológicos do solo e características físicas e químicas das frutas em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch)**. 2006. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia) -Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- ZIBETTI, V. K. **Produção e qualidade biológica de húmus de minhoca para uso na supressão de *Sclerotium rolfsii* Sacc.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013. 82f.