



Consumo de resíduos agrícolas e urbanos pelo diplópode *Trigoniulus corallinus*

Luiz Fernando de Sousa ANTUNES¹, Rafael Nogueira SCORIZA^{2*}, Dione Galvão da SILVA³,
Maria Elizabeth Fernandes CORREIA³

¹Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.

³Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, Brasil.

*E-mail: fernando.ufrj.agro@gmail.com

Recebido em fevereiro/2018; Aceito em novembro/2018.

RESUMO: Os diplópodes são capazes de ingerir serapilheira parcialmente decomposta, transformando-a em matéria orgânica que enriquece o solo. Este trabalho objetivou avaliar potenciais fontes alimentares dos diplópodes da espécie *Trigoniulus corallinus* em laboratório fornecendo diferentes resíduos na forma de serrapilheira não decomposta, por um período de dez dias. Os resíduos utilizados neste experimento (todos senescentes) foram: aparas de grama batatais; folhas de gliricídia; de flemingia; de pata de vaca; de bananeira, além de um resíduo industrializado, neste caso, pedaços de papelão picado. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com dez repetições. Ao final de dez dias foram avaliados os seguintes parâmetros: massa seca do resíduo restante da alimentação dos diplópodes, massa seca dos coprólitos e mortalidade dos diplópodes. A mensuração das taxas de consumo dos diplópodes mostraram-se diferentes entre os tratamentos, sendo as maiores taxas observadas para as folhas de flemingia (25,4 %) seguido pelas folhas de gliricídia (21,2 %). A massa de coprólitos gerados foi maior a partir dos resíduos de flemingia (0,214 g) e foi ausente na presença de papelão e gliricídia. Observou-se 100% de mortalidade dos diplópodes após o consumo de folhas de gliricídia. Depreende-se dos resultados que diplópodes da espécie *T. corallinus* são capazes de ingerir resíduos pobres em nutrientes, porém exibem nitidamente preferência alimentar por resíduos que contenham maiores teores de nutrientes.

Palavras-chave: gongolos, compostagem, agricultura orgânica.

Consumption of agricultural and urban wastes by the diplopoda *Trigoniulus corallinus*

ABSTRACT: Diplopods are able to ingest litter partially decomposed, transforming them into organic matter that enrich the soil. This work aimed to evaluate potential food sources of the diplopods of the specie *Trigoniulus corallinus* in the laboratory providing different residues in the form of non - decomposed litter for a period of ten days. The residues used in this experiment (all senescent) were: batatais grass cuttings; Gliricidia leaves; of Flemingia; of cow's foot; of banana tree, in addition to an industrialized residue, in this case pieces of cardboard. The design was completely randomized, with ten replications. At the end of ten days, the following parameters were evaluated: dry mass of the remaining diplopods feed, dry mass of coprolites and mortality of diplopods. The measurement of the consumption rates of the diplopods were different among the treatments, with the highest rates observed for the leaves of flemingia (25.4%) followed by the leaves of gliricidia (21.2%). The mass of generated coprolites was higher from the flemingia residues (0.214 g) and was absent in the presence of cardboard and gliricidia. It was observed 100% mortality of the diplopods after consumption of gliricidia leaves. It appears from the results that diplopods of *T. corallinus* species are able to ingest nutrient-poor residues, but clearly exhibit their food preferences for residues containing higher nutrient contents.

Keywords: millipedes, composting, organic agriculture.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da população humana, o crescimento indiscriminado de cidades, a industrialização e as atividades agrícolas têm colaborado com o aumento na acumulação e geração de resíduos. Não existem estimativas recentes, porém dados de Kelley; Paterson (1997) apontam que sejam gerados em escala global até 50.10⁹ toneladas de resíduos por ano, mas apenas 8% são utilizadas efetivamente na bioconversão.

No Brasil, de acordo com dados do estudo elaborado por Schneider et al. (2012), há uma geração anual de resíduos agroindustriais provenientes das principais culturas brasileiras que ultrapassam as 290 milhões de toneladas. Esses resíduos muitas vezes não são aproveitados e como a natureza é incapaz

de degradar esta enorme quantidade de resíduos gerados em um curto período de tempo, estes materiais podem ocasionar problemas secundários, tais como potenciais fontes de inóculo às doenças e pragas na agricultura. Uma alternativa para mitigar os efeitos do excesso de resíduos agroindustriais é promover e difundir a prática da biocompostagem, considerada uma tecnologia ambientalmente saudável de acordo com os critérios definidos pelo Programa Ambiental das Nações Unidas -UNEP (ANILKUMAR et al., 2012).

A biocompostagem é um processo complexo de transformação de resíduos biodegradáveis em matéria orgânica estável, promovida por uma vasta variedade de organismos da fauna saprófaga e de microrganismos. A taxa

de degradação do material varia dependendo da sua origem, sendo classificada de decomposição rápida ou lenta (TREMIER et al., 2005; SOLE-MAURI et al., 2007). O aumento da área superficial, por meio da atividade promovida pela fauna saprófaga, é o requisito inicial mais importante durante a decomposição, estimulando as atividades microbianas e, por sua vez, a velocidade de biotransformação da matéria orgânica (GERLACH et al., 2012; AMBARISH; SRIDHAR, 2013).

Na natureza, a estrutura corporal e o comportamento alimentar dos diplópodes, os tornam responsáveis pela fragmentação mecânica, redistribuição, mineralização e liberação de elementos químicos da matéria orgânica (DANGERFIELD; MILNER, 1996; HOPKIN; READ, 1992; KADAMANNAYA; SRIDHAR, 2009). Estes organismos são essencialmente moradores do solo e em alguns ecossistemas os mais importantes agentes de decomposição e renovação de nutrientes no solo (ANILKUMAR et al., 2012; GERLACH et al., 2012), conhecidos pela função de ingerir serapilheira parcialmente decomposta e transformá-la em material rico em nutrientes, facilitado pela associação em seu tubo digestivo com microrganismos capazes de digerir celulose (ALAGESAN et al., 2003; ASHWINI; SRIDHAR, 2005; SHELLEY et al., 2006; KADAMANNAYA; SRIDHAR, 2009). A excreção é na forma de péletes fecais (coprólitos), enriquecendo o solo com a adição de nutrientes e matéria orgânica (ASHWINI; SRIDHAR, 2002).

Bianchi; Correia (2007) mensuraram o consumo de serrapilheira de algumas espécies vegetais e verificaram quando se trabalhou com o material seco, senescente, todas as espécies proporcionaram ganho de peso ao diplópode *Trigoniulus corallinus*, sendo *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) a espécie vegetal mais consumida. Mesmo sob a dieta de Ingá (*Inga semialata*), Samanea (*Samanea saman*) e Jamelão (*Syzygium cumini*), que foram os materiais menos consumidos, ainda assim houve um aumento da biomassa dos animais.

Pouco se sabe sobre o potencial de consumo de materiais comumente utilizados na compostagem por diplópodes (gongocompostagem) na atualidade, mas alguns trabalhos mostram que o composto orgânico gerado tem grande potencial de beneficiar o crescimento de mudas agrícolas de maneira semelhante ao vermicomposto (THAKUR et al., 2011; ANTUNES et al., 2016).

Não existem trabalhos recentes sobre a utilização de novos resíduos na gongocompostagem bem como a mensuração do consumo por estes organismos. Considerando que a dinâmica de alimentação dos diplópodes se diferencia com o tipo de material e sua composição química, o presente estudo teve como objetivo avaliar o consumo de resíduos agrícolas e urbanos pelo diplópode *Trigoniulus corallinus*, a fim de obter-se novos resultados e opções de resíduos destinados à gongocompostagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Indivíduos de *Trigoniulus corallinus* foram coletados manualmente na área do SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica - Fazendinha Agroecológica Km 47, Seropédica/RJ), em canteiros de minhocultura, composteiras e em gramado contendo aparas recentes. Em laboratório, os indivíduos foram acondicionados em uma caixa plástica adaptada para a sobrevivência (Figura 1), conforme metodologia descrita por Bianchi; Correia (2007).



Figura 1. Caixa plástica adaptada para sobrevivência dos diplópodes e indivíduo da espécie *Trigoniulus corallinus*. Fonte: Luiz Fernando de Sousa Antunes.

Figure 1. Plastic box adapted for the survival of the millipedes and individual of the specie *Trigoniulus corallinus*.

Os resíduos utilizados neste experimento (todos senescentes) também foram coletados nas dependências do campo experimental da Embrapa Agrobiologia, também localizada em Seropédica. São materiais comumente utilizados no processo de compostagem: aparas de grama batatais (*Paspalum notatum*); folhas de gliricídia (*Gliricidia sepium*); de flemingia (*Flemingia macrophylla*); de pata de vaca (*Bauhinia sp.*) e de bananeira (*Musa sp.*). Em adendo, utilizou-se também papelão picado como fonte alimentar. Após secagem realizada à sombra e temperatura ambiente, foram colhidas cinco amostras contendo três gramas de cada material, que foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de ventilação forçada a temperatura de 65 °C por 72 horas, para determinar o teor de umidade e a massa seca dos resíduos utilizados no experimento.

Foram determinados os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) a partir de quatro amostras de cada material após trituração em moinho tipo Willey com malha de 2 mm, de acordo com metodologia descrita por Nogueira; Souza (2005). A determinação do teor de carbono foi feita por meio de combustão em forno mufla mantido à temperatura de 550 °C durante o período de quatro horas, de acordo com a metodologia estabelecida por Goldin (1987). Foi utilizado o fator de 1,8 para conversão de matéria orgânica em C total, como é sugerido por Jiménez; García (1992).

Antes de iniciar o experimento, foram selecionados os indivíduos de *Trigoniulus corallinus* de maior tamanho (aproximadamente de 5 a 6 cm quando adulto), os quais foram acondicionados em recipientes sem alimento, com o objetivo de esvaziar naturalmente o tubo digestivo destes indivíduos, por 24 horas. Após esta etapa, os indivíduos foram acondicionados individualmente em recipientes plásticos transparentes, com 11 cm de altura e 9,5 de diâmetro, contendo três gramas (seco ao ar) do resíduo seco a ser avaliado (Figura 2). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 10 repetições para cada tipo de resíduo.

O experimento teve duração de 10 dias, de acordo com a metodologia adotada por Bianchi; Correia (2007). A mortalidade dos indivíduos foi avaliada diariamente. A umidade foi mantida entre 50 e 60 % através de pulverizações

de água destilada, quando necessário. Ao final foram avaliados a quantidade de matéria seca remanescente do resíduo após a alimentação dos diplópodes e a massa seca dos coprólitos (determinadas após secagem em estufa). A mensuração do consumo de cada material foi obtida pela diferença nas massas seca presentes no início e ao final do período de condução do bioensaio, sendo os resultados expressos em valores proporcionais.

Os dados foram submetidos a análise de variância e posteriormente ao teste Scott-Knott, a 5%. Estimou-se as seguintes relações: relação entre proporção de materiais consumidos e quantidade de coprólitos gerados; relação entre a mortalidade e proporção de materiais consumidos e a relação entre a proporção de materiais consumidos e os teores de nutrientes analisados, empregando-se o teste de Pearson, ao nível de probabilidade de 5%.



Figura 2. Recipientes contendo três gramas de resíduo seco ao ar adicionados de um indivíduo de *Trigoniulus corallinus* por unidade experimental. A) grama; B) gliricídia; C) flemeíngia; D) pata-de-vaca; E) bananeira; F) papelão. Fonte: Luiz Fernando de Sousa Antunes.
Figure 2. Containers containing three grams of air dry residue added to one individual of *Trigoniulus corallinus* per experimental unit. A) grass; B) gliricidia; C) phlegm; D) leg of cow; E) banana tree; F) cardboard.

3. RESULTADOS

O diplópode *Trigoniulus corallinus* apresentou diferentes padrões de consumo em relação aos resíduos avaliados e comumente utilizados em processos de compostagem. Dos seis materiais empregados, os mais consumidos pelos diplópodes foram as folhas de flemeíngia, seguidos de folhas de gliricídia e de bananeira. (Tabela 1). De forma contrária, o papelão foi o material menos consumido pelos diplópodes.

As folhas de gliricídia, flemeíngia e grama foram os resíduos que apresentaram maiores teores nutricionais em N, P e K (Tabela 2). Embora haja diferenças nutricionais entre os resíduos analisados, a taxa de consumo dos diplópodes *T. corallinus* não se mostrou determinada diretamente pelo teor de nutrientes neles presentes, mas sim pela correlação dos teores de carbono com o nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio (Figura 3).

A quantidade de coprólitos excretados a partir de cada resíduo apresentou resultados semelhantes ao consumo, sendo os maiores resultados para as folhas de flemeíngia, bananeira e pata de vaca (Tabela 1).

A mortalidade dos indivíduos de *T. corallinus* ao longo do bioensaio foi semelhante entre os resíduos utilizados (Tabela 1), com exceção para a gliricídia, que causou a mortalidade de 100% dos indivíduos, não havendo correlação significativa (P-valor de 0,23) entre a mortalidade dos diplópodes e a produção de coprólitos (Figura 3).

Tabela 1. Proporção do consumo de resíduos fornecidos como dieta aos diplópodes da espécie *Trigoniulus corallinus*, massa seca de fezes (coprólitos) gerados e determinação da taxa de mortalidade em bioensaio conduzido em condições de laboratório.

Table 1. Proportion of the consumption of residues supplied as diet to the millipedes of the specie *Trigoniulus corallinus*, dry mass of feces (coprolites) generated and determination of mortality rate in bioassay conducted under laboratory conditions.

Resíduos	Consumo (%)	Coprólitos (g)	Mortalidade (%)
Flemingia	25,4 a	0,214 a	0
Gliricídia	21,2 b	0 b	100
Bananeira	19,4 b	0,188 a	30
Pata de vaca	14,8 c	0,185 a	20
Grama	13,8 c	0,017 b	20
Papelão	3,1 d	0 b	30
CV %	26,07	70,97	-

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a 5%

Tabela 2. Teores de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) presentes nos resíduos avaliados e suas respectivas relações de carbono/nitrogênio (C/N), carbono/fósforo (C/P), carbono/potássio (C/K), carbono/cálcio (C/Ca) e carbono/magnésio (C/Mg).

Table 2. Contents of (C), nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) present in the evaluated residues and their respective relations carbon / nitrogen (C / N), carbon (C / P), carbon / potassium (C / K), carbon / calcium (C / Ca) and carbon / magnesium (C / Mg).

Resíduos	g kg ⁻¹						Relação C/nutriente				
	C	N	P	K	Ca	Mg	C/N	C/P	C/K	C/Ca	C/Mg
Flemingia	511,11 b	27,2 b	2,3 c	15,5 c	7,1 d	4,5 b	19,65 d	232,72 d	34,60 c	75,11 c	119,96 e
Gliricídia	487,65 d	28,7 a	3,5 a	21,1 a	17,7 b	7,6 a	17,79 d	145,89 e	24,09 c	28,93 e	66,80 f
Bananeira	504,32 c	9,4 e	0,6 d	13,2 d	11,6 c	2,9 e	56,02 b	815,26 b	39,89 c	45,34 d	182,33 b
Pata de vaca	487,04 d	12,8 d	0,9 c	2,8 e	34,5 a	3,6 c	39,63 c	565,04 c	18,47 b	14,74 f	141,79 d
Grama	487,04 d	20,2 c	3,5 b	19,8 b	4,2 f	3,1 d	25,22 d	145,84 e	25,63 c	122,05 a	162,83 c
Papelão	529,63 a	1,9 f	0,2 f	0,5 f	5,9 e	0,5 f	291,61 a	2813,22 a	1067,50 a	94,02 b	1113,77 a
CV %	0,33	4,44	0,95	4,35	4,11	2,26	8,99	3,98	14,26	4,32	3,54

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a 5%.

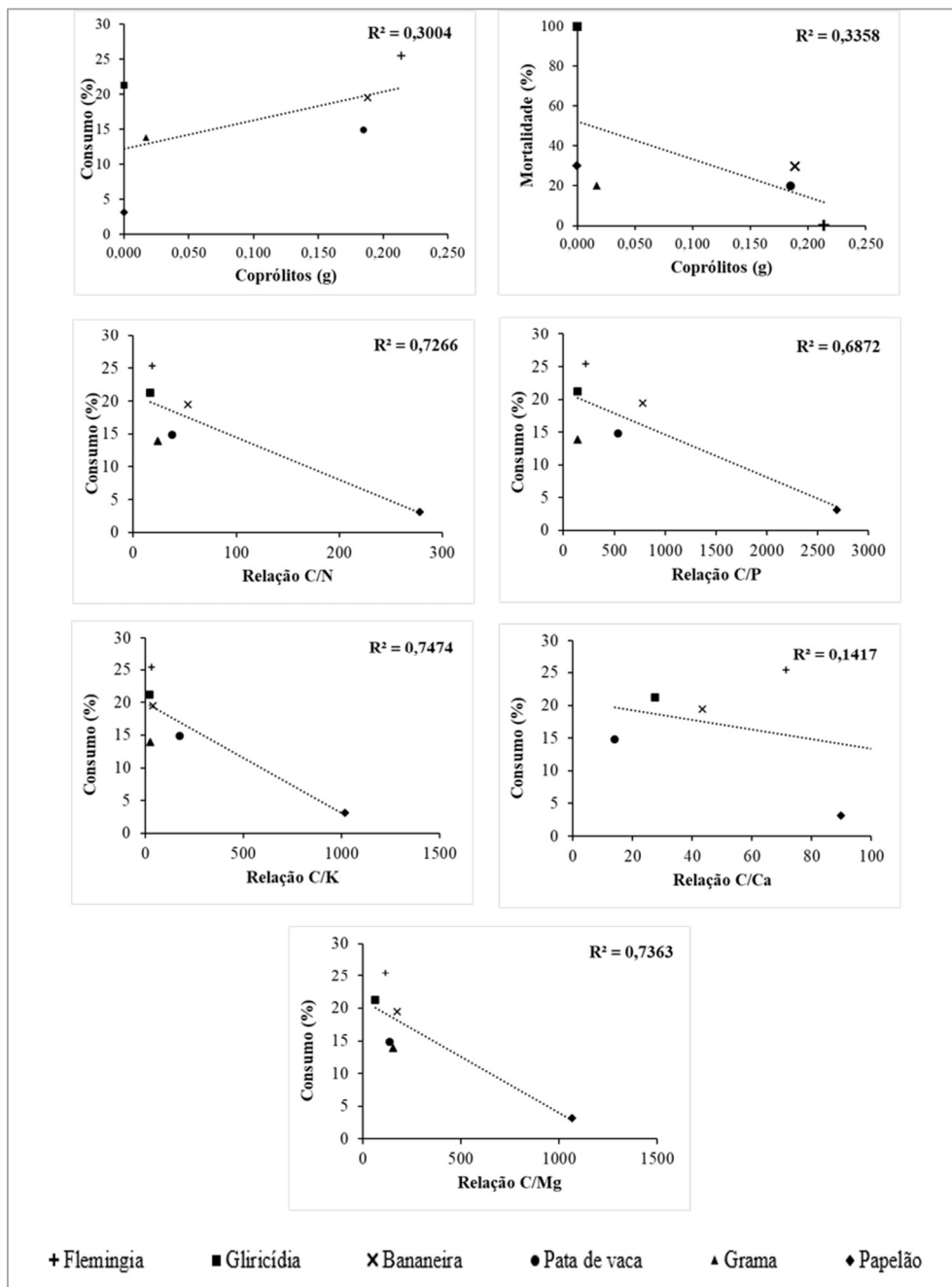


Figura 3. Análises de correlação e coeficientes de determinação para a proporção de materiais consumidos e quantidade de coprólitos gerados; mortalidade e proporção de materiais consumidos e a proporção de materiais consumidos de acordo com os teores de nutrientes presentes nos resíduos analisados.

Figure 3. Correlation analysis and determination coefficients for the proportion of materials consumed and quantity of coprolites generated; mortality and proportion of materials consumed and the proportion of materials consumed according to the nutrient contents present in the analyzed residues.

4. DISCUSSÃO

Experimentos conduzidos em laboratório resultaram em observações semelhantes às encontradas neste trabalho, onde diplópodes exibiram preferência alimentar pela serrapilheira de determinadas espécies de plantas (KHEIRALLAH, 1990). Mesmo com o baixo consumo do papelão, este resultado se reveste de interesse, quando visto como uma alternativa para a destinação de resíduos vegetais urbanos, como matéria-prima na compostagem, principalmente no cenário de agricultura urbana, que vem ganhando cada vez mais espaço e adeptos.

A quantidade de coprólitos produzidos pelo *Trigoniulus corallinus*, embora superior para alguns materiais não pôde ser explicada pela taxa de consumo. A ausência de correlação

significativa (P-valor de 0,26) entre a taxa de consumo dos resíduos e produção de coprólitos deve-se a ausência de coprólitos para alguns materiais, que mesmo quando consumidos, não foram observados presentes para os resíduos de gliricídia e de papelão (Figura 3).

De forma divergente, Kadamannaya; Sridhar (2009), observaram que nos diplópodes das espécies *Arthrosphaera dalyi* e *Arthrosphaera davisoni* a quantidade de peletes fecais, bem como outros atributos estudados (preferência de serrapilheira, taxa de consumo, taxa de crescimento e eficiência de conversão alimentar) foram relacionados com os teores de nutrientes (N, P, Ca e C_{orgânico}) presentes nos resíduos.

Os resultados para o resíduo de folhas de gliricídia mostram-se interessantes, principalmente considerando que a taxa de consumo deste material esteve entre as maiores, o que indica que há alta palatabilidade deste resíduo. Talvez o tempo de secagem das folhas de gliricídia, após sua coleta no campo, tenha que ser superior aos demais resíduos, para que se elimine compostos potencialmente tóxicos aos organismos decompositores. Um dos maiores componentes presentes no extrato de folhas de *Gliricidia sepium* é a coumarina, conhecida como composto químico tóxico à saúde humana (KANIAMPADY et al., 2007). Extratos de coumarina foram avaliados e comprovou-se a eficiência no controle de artrópodes considerados pragas agrícolas, como os ácaros (SIVIRA et al., 2011).

Na literatura, os trabalhos que relacionam a taxa de consumo de materiais pelos diplópodes, encontraram relações diretas com estes nutrientes: N, P, K e Mg (LORANGER-MERCIRIS et al., 2008; KADAMANNAYA; SRIDHAR, 2009). Esta relação direta é esperada, pois a palatabilidade do material para os invertebrados saprófagos é dependente de sua composição química, onde os maiores teores de nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo favorecem seu consumo (WARREN; ZOU, 2002; GERLACH et al., 2012).

Correia; Oliveira (2005) afirmam que tal capacidade de seleção na alimentação está relacionada diretamente à palatabilidade do material e, indiretamente, à sua qualidade nutricional. Estes autores verificaram que a serrapilheira de *Eucalyptus grandis* foi muito menos palatável para duas espécies de diplópodes (*Rhinocricus padbergi* e *Trigoniulus corallinus*) quando comparada a serrapilheira de *Mimosa caesalpiniiifolia*, conhecida vulgarmente como sabiá, uma leguminosa arbórea de elevada qualidade nutricional e de rápida decomposição (CORREIA; ANDRADE, 1999). Em muitos casos, o animal morre de fome, mas não consome materiais que apresentem elevados teores de lignina ou polifenóis.

Como a maior parte do C presente nos resíduos é de material recalcitrante, como lignina, cria-se maior resistência ao consumo (ZAHARAH; BAH, 1999). Com isso, o teor de carbono também é determinante para a taxa de consumo dos diplópodes. A baixa relação C/N e C/P em folhas de *Leucaena* também foi associada a maior palatabilidade e consumo para os diplópodes (WARREN; ZOU, 2002), corroborando com este trabalho, onde as menores relações C/N e C/P foram encontradas para os resíduos de folhas de gliricídia e flemingia (Tabela 2), respectivamente.

Cabe ainda, destacar a importância da atividade dos diplópodes sobre resíduos de elevada relação C/N, pois em processos de compostagem tradicionais recomenda-se relações C/N entre 30 a 40 (INÁCIO; MILLER, 2009). De acordo com Corrêa (2015), resíduos de relação C/N acima de 50 promovem a diminuição na velocidade de decomposição pelos microrganismos por serem pobres em nitrogênio.

Resíduos orgânicos habitualmente disponíveis na região, como folhas de palmeira areca, folhas de cacau, casca de cacau e serrapilheira mista com folhas de areca, acácia, cacau e caju (ASHWINI; SRIDHAR, 2006); bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz e serragem (KARTHIGEYAN; ALAGESAN, 2011); serrapilheira de *Lagerstroemia microcarpa* - árvore de origem indiana, resíduos de papel, papel cartão (material de embalagem) e bainha de folhas de palmeira (SRIDHAR; AMBARISH, 2013); resíduos de cozinha (cascas de legumes, ervas e folhas) e palha de arroz (APURVA et al., 2014); são

alguns exemplos de resíduos com relações C/N acima de 30 – exceto resíduos de cozinha – e que foram alvo de pesquisas realizadas na Índia com a utilização de diplópodes para a potencialização da decomposição e posterior produção de compostos orgânicos.

Os autores supracitados reforçam o papel fundamental que os diplópodes representam no consumo de resíduos orgânicos diversos à agricultura bem como uma abordagem ecológica para a agricultura sustentável. Ademais, também verificaram a diminuição da relação C/N destes materiais ao longo de 90 dias e que é possível produzir compostos orgânicos de qualidade com disponibilidade significativa de nutrientes às plantas.

Neste trabalho, resíduos como o papelão e folhas de bananeira, cuja relação C/N foram de 291,61 e 56,52 (Tabela 2), respectivamente, embora estejam fora da relação C/N ideal para a compostagem tradicional, foram consumidos de forma satisfatória pelos diplópodes e podem ser utilizados em processos de gongocompostagem, corroborando assim com os resultados obtidos na Índia, como mencionado anteriormente e aqui no Brasil por ANTUNES et al. (2016), os quais utilizaram papelão e outros resíduos de elevada relação C/N como sabugo de milho e casca de coco na gongocompostagem, obtendo resíduos orgânicos de qualidade aos 90 dias, os quais foram destinados à produção de mudas de hortaliças.

5. CONCLUSÕES

Os diplópodes *Trigoniulus corallinus* são capazes de ingerir resíduos pobres em nutrientes, exibindo nitidamente as suas preferências alimentares por resíduos que contenham menor relação entre o carbono com os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, que são importantes para sua nutrição, constituição e manutenção metabólica.

Embora a gliricídia tenha sido o segundo resíduo mais consumido pelos diplópodes, provavelmente devido às elevadas concentrações de todos os macronutrientes analisados, este resíduo ocasionou a morte de todos indivíduos, por não serem capazes de identificar o composto tóxico presente nas suas folhas, morrendo após a ingestão.

A produção de compostos orgânicos pelo *Trigoniulus corallinus* é mais eficiente se utilizadas folhas de *Flemingia* (*Flemingia macrophylla*) e bananeira (*Musa sp.*). Adicionalmente a utilização de folhas de Pata de Vaca (*Bauhinia sp.*) mostra-se com grande potencial para este fim.

A partir deste estudo é possível delinear experimentos futuros com outros tipos de resíduos, solteiros ou combinados entre si, para aferir-se as taxas de consumo pelo *Trigoniulus corallinus*, motivado principalmente por sua capacidade de consumir materiais com elevada relação C/N e pobres nutricionalmente, como observado no papelão.

6. REFERÊNCIAS

- ALAGESAN, P.; ASHOK KUMAR, B.; MUTHUKRISHNAN, J.; GUNASEKARAN, P.; Isolation and characterization of gut bacteria of millipede, *Xenobolus carnifex* (Fabricius). **Indian Journal of Microbiology**, New Delhi, v. 43, n. 2, p. 111–113, 2003.
- AMBARISH, C. N.; SRIDHAR, K. R. Production and quality of pill-millipede manure: a microcosmo study. **Agricultural Research**, New Delhi, v. 2, n. 3, p. 258-264, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s40003-013-0075-5>
- ANILKUMAR, C. IPE, C.; BINDU, C.; CHITRA, C. R.; MATHEW, P. J.; KRISHNAN, P. N. Evaluation of

- millicompost versus vermicompost. **Current Science**, Bengaluru, v. 103, n. 2, p. 140-143, 2012.
- ANTUNES, L. F. S.; SCORIZA, F. N.; SILVA, D. G.; FERNANDES, M. E. C. Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 5, p. 815-819, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150714>
- APURVA, P.; THAKUR, P. C.; SINHA, S. K. Characteristics of organic compost originated from *Harpaphe haydeniana* (wood) and *Eisenia foetida*. **International Journal for Exchange of Knowledge**, Bokaro, v. 1 n. 1, p. 8- 11, 2014.
- ASHWINI, K. M.; SRIDHAR, K. R. Breakdown of plantation residues by pill millipedes (*Arthrosphaera magna*) and assessment of compost quality. **Current Science**, Bengaluru, v. 90, n. 7, p. 954-959, 2006.
- ASHWINI, K. M.; SRIDHAR, K. R. Leaf litter preference and conversion by a saprophagous tropical pill millipede, *Arthrosphaera magna* Attems. **Pedobiologia**, Jena, v. 49, n. 4, p. 307-316, 2005. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2005.02.002>
- ASHWINI, K.M.; K.R. SRIDHAR. Towards organic farming with millipede - *Arthrosphaera magna*. **Current Science**, Bengaluru, v. 82, n. 1, p. 20-22, 2002.
- BIANCHI, M. O.; CORREIA, M. E. F. **Mensuração do consumo de material vegetal depositado sobre o solo por diplópodes**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 4 p. (Circular técnica, 20)
- CORRÊA, R. S. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domésticos para produção de adubo orgânico. In: ANJOS, J. L.; AQUINO, A. M.; SCHIEDECK, G. (Ed.). **Minhocultura e vermicompostagem: interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 170-200.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. **Importância da fauna de solo para a ciclagem de nutrientes**. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. cap. 4., p. 77-99.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 197-225.
- DANGERFIELD J. M.; MILNER A. E. Millipede faecal pellet production in selected natural and managed habitats of Southern Africa implications for litter dynamics. **Biotropica**, v. 28, n. 1, p. 113-120, 1996. DOI: <https://dx.doi.org/10.2307/2388776>
- GERLACH, A.; RUSSELL, D. J.; ROMBKE, J.; BRUGGEMANN, W. Consumption of introduced oak litter by native decomposers (Glomeridae, Diplopoda). **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 44, n. 1, p. 26-30, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.09.006>
- GOLDIN, A. Reassessing the use the loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 18, n. 10, p. 1111-1116, 1987. DOI: <https://dx.doi.org/10.1080/00103628709367886>
- HOPKIN S. P., READ H. J. **The biology of millipedes**. Oxford: University Press, Oxford. 1992. 248 p.
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 154 p.
- JIMÉNEZ, E. I.; GARCIA, V. P. Relationships between organic carbon and total organic matter in municipal solid wastes and city refuse composts. **Bioresource Technology**, Essex, v. 41, n. 3, p. 265-272, 1992. DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/0960-8524\(92\)90012-M](https://dx.doi.org/10.1016/0960-8524(92)90012-M)
- KADAMANNAYA B. S., SRIDHAR K. R. Leaf litter ingestion and assimilation by two endemic pill millipedes (*Arthrosphaera*) of the Western Ghats, India. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 45, p. 761-768, 2009. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s00374-009-0391-x>
- KANIAMPADY, M. M.; ARIF, M. M.; JIROVETZ, L.; SHAFI, M. Essential oil composition of *Gliricidia sepium* (Leguminosae) leaves and flowers. **Indian Journal of Chemistry**, New Delhi, v. 46, p. 1359-1360, 2007.
- KARTHIGEYAN, M.; ALAGESAN, P. Millipede Composting: A Novel Method for Organic Waste Recycling. **Recent Research in Science and Technology**, Gaborone, v. 3, n. 9, p. 62-67, 2011.
- KELLEY, J.; PATERSON, R. Crop residues as a resource - the use of fungi to upgrade lignocellulosic wastes. **Biology International**, v. 35, p. 16-20, 1997.
- KHEIRALLAH, A. M. Fragmentation of leaf litter by a natural population of the millipede *Julus scandinavus* (Latzel 1884). **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 10, n. 3, p. 202-206, 1990.
- LORANGER-MERCIRIS, G.; IMBERT D.; BERNHARD-REVERSAT F.; LAVELLE P.; PONGE J-F. Litter N-content influences soil millipede abundance, species richness and feeding preferences in a semievergreen dry forest of Guadeloupe (Lesser Antilles). **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 45, n. 1, p. 93-98, 2008. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s00374-008-0321-3>
- NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição, animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334 p.
- SHELLEY, R. M.; CARMANY, R. M.; BURGESS, J. Introduction of the millipede, *Trigoniulus corallinus* (Gervais, 1847) (Spirobolida: Trigoniulidae), in Florida, U.S.A. **Entomological News**, v. 117, n. 2, p. 239-241, mai. 2006. DOI: [https://dx.doi.org/10.3157/0013872X\(2006\)117\[239:IOTMTC\]2.0.CO;2](https://dx.doi.org/10.3157/0013872X(2006)117[239:IOTMTC]2.0.CO;2).
- SCHNEIDER, V. E.; PERESIN, D.; TRENTIN, A. C.; BORTOLIN, T. A. E SAMBUICHI, R. H. R. **Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindústrias associadas**. Brasília: IPEA. Brasília, 2012. 134 p.
- SIVIRA, A.; SANABRIA, M. E.; VALERA, N.; VÁSQUEZ, C. Toxicity of ethanolic extracts from *Lippia origanoides* and *Gliricidia sepium* to *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 375-379, 2011.
- SOLE-MAURI, F.; ILLA, J.; MAGRY, A.; PRENAFETA-BOLDU, F. X.; FLOTATS, X. An integrated biochemical and physical model for the composting process. **Bioresource Technology**, Essex, v. 98, n. 17, p. 3278-3293, 2007. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.012>
- SRIDHAR, K. R.; AMBARISH, C. N. Pill millipede compost: a viable alternative to utilize urban organic solid waste.

- Current Science**, Bengaluru, v. 104, n. 11, p. 1543-1547, 2013.
- THAKUR, P. C.; SHAIENDRA, P. A.; SINHA, K. Comparative study of characteristics of biocompost produced by millipedes and earthworms. **Pelagia Research Library**, Hyderabad, v. 2, n. 3, p. 94-98, 2011.
- TREMIER, A.; DE GUARDIA, A.; MASSIANI, C.; PAUL, E.; MARTEL, J. L. A respirometric method for characterizing the organic composition and biodegradation kinetics and the temperature influence on the biodegradation kinetics, for a mixture of sludge and bulking agent to be co-composted. **Bioresource Technology**, Essex, v. 96, n. 2, p. 169– 180, 2005. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2004.05.005>
- WARREN, M. W.; ZOU X. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 170, n. 1-3, p. 161-171, 2002. DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00770-8](https://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00770-8)
- ZAHARAH, A. R.; BAH, A. R. Patterns of decomposition and nutrient release by fresh *Gliricidia* (*Gliricidia sepium*) leaves in an ultisol. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 55, n. 3, p. 269-277, 1999. DOI: <https://dx.doi.org/10.1023/A:1009803410654>