

CONSUMO DE FOLHAS DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS PELO DIPLÓPODE *Trigoniulus corallinus*

Nathalia Oliveira Cruz Bugni¹

Luiz Fernando de Sousa Antunes²

José Guilherme Marinho Guerra³

Maria Elizabeth Fernandes Correia⁴

RESUMO: O descarte e a incineração de resíduos vegetais oriundos das podas de espécies arbóreas geram impactos ambientais. Com o intuito de mitigar estes impactos, o presente estudo teve como objetivo avaliar o consumo de diferentes folhas de espécies arbóreas pelo diplópode *Trigoniulus corallinus* (Gervais), a fim de determinar quais espécies vegetais da arborização urbana do município do Rio de Janeiro seriam mais indicadas à gongocompostagem. Foram realizados bioensaios de mensuração do consumo de folhas e produção de coprólitos pelo *T. corallinus* em dois experimentos distintos, sendo o primeiro composto por 17 espécies arbóreas mais representativas no município do Rio de Janeiro e o segundo com duas espécies escolhidas a partir do primeiro experimento, o qual apresentou valores médios superiores em consumo, produção de coprólitos e sobrevivência para a espécie *Delonix regia* (Flamboyant) e os menores valores de produção de coprólitos e sobrevivência para *Enterolobium contortisiliquum* (Orelha-de-negro). O delineamento experimental adotado nos bioensaios foi o inteiramente casualizado. Os indivíduos de *T. corallinus* consumiram as folhas de todas as espécies arbóreas em ambos os bioensaios. Diplópodes da espécie *T. corallinus* são capazes de ingerir e transformar folhas e galhos finos de diferentes espécies arbóreas em coprólitos, porém, o consumo e a mortalidade dos indivíduos estão relacionados às características químicas inerentes a cada espécie arbórea.

PALAVRAS-CHAVE: Gongolos; Produção de coprólitos; Resíduos vegetais.

¹ Mestra em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Seropédica (RJ), Brasil.

² Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia (PPGF) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Seropédica (RJ), Brasil.

³ Doutor em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica (RJ), Brasil.

⁴ Doutora em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Seropédica (RJ), Brasil.

INTAKE OF LEAVES OF DIFFERENT ARBOREAL SPECIES BY THE DIPLOPODA *Trigoniulus corallinus*

ABSTRACT: Discard and burning of vegetal wastes from pruning of arboreal species cause environmental impacts. Current analysis evaluates the consumption of different leaves of arboreal species by the diplopoda *Trigoniulus corallinus* (Gervais) to determine which vegetal species for urban tree planting in the municipality of Rio de Janeiro would be better indicated for millipede compost. Bio-assays were undertaken to measure the intake of leaves and the production of coprolites by *T. corallinus* in two different experiments. The first included 17 of the most representative tree species in Rio de Janeiro and the second was performed with two species chosen from the first assay with higher intake mean rates, production of coprolites and survival for the species *Delonix regia* (Flamboyant) and the lowest production rates of coprolites and survival for *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-negro). Assay design in the two bio-assays was totally randomized. *T. corallinus* specimens consumed leaves from all tree species in both bio-assays. Diplopoda of the species *T. corallinus* ingest and transform leaves and small branches of different tree species into coprolites. However, the intake and mortality of specimens is related to the chemical characteristics inherent of each tree species.

KEY WORDS: Coprolite production; Millipedes; Vegetal wastes.

INTRODUÇÃO

O crescimento da população a nível mundial leva ao aumento da geração de resíduos. No Brasil, a última Pesquisa Nacional de Saneamento mostrou que, no cenário mais otimista, o país destina 80% de seus resíduos sólidos a aterros sanitários e 18% são destinados a lixões. Geralmente, a parte mais representativa dos resíduos sólidos gerados no meio urbano é a matéria orgânica, a qual, se não tratada e destinada de forma correta, pode ser uma fonte de patógenos e insetos transmissores de doenças (ULM *et al.*, 2019).

Uma grande parte dos resíduos urbanos é proveniente das áreas verdes, tais como dos jardins, parques, podas das árvores em vias públicas e dos terrenos baldios, que juntos constituem a maior fonte de resíduos sólidos urbanos (REYES-TORRES *et al.*, 2018). No entanto, como os resíduos verdes urbanos têm baixo volume e

pouco valor econômico, sua destinação à compostagem nem sempre é feita, assim, na maioria das vezes, esse “lixo” acaba quase que inteiramente em aterros sanitários, diminuindo sua vida útil (PEREIRA *et al.*, 2018).

Inserido na classificação de resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2010), estão os materiais residuais provenientes de serviços de poda e varrição, caracterizados por restos de folhas, ramos, galhos, troncos e propágulos. Um assunto pouco abordado no que tange ao tema “resíduos” é o expressivo volume desses materiais e o seu gerenciamento no que tange possibilidade de aproveitamento. Somente na cidade do Rio de Janeiro, segundo a Diretoria Técnica e de Logística da COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana), são gerados aproximadamente 30 t dia⁻¹ de resíduos de poda pela empresa. Já no município de São Paulo, a Prefeitura calcula algo em torno de 124 t dia⁻¹ de resíduos oriundos de poda, o que, anualmente, representa cerca de 50.000 toneladas entre galhos e troncos (ROCHA *et al.*, 2015).

O descarte de galhos e troncos em aterros sanitários ou lixões e a incineração podem acarretar vários transtornos, pois os resíduos de poda podem se misturar aos resíduos de outra natureza, ocasionando reações químicas e biológicas que podem resultar na formação de subprodutos como dióxido de carbono, metano, sulfeto de hidrogênio e ácido sulfídrico.

Uma forma de evitar o descarte e a incineração dos resíduos de podas seria através de seu reaproveitamento pelo processo de gongocompostagem - uma biotecnologia ainda pouco conhecida no Brasil, sendo uma alternativa à compostagem convencional, onde organismos específicos da macrofauna saprófaga - os diplópodes, promovem a fragmentação e decomposição dos resíduos orgânicos por meio de sua atividade alimentar, graças ao seu aparelho bucal do tipo mastigador, capaz de triturar resíduos orgânicos com elevadas relações C/N (ANTUNES *et al.*, 2019).

Existem mais de 80.000 espécies de diplópodes distribuídas pelo mundo (RAMANATHAN; ALAGESAN, 2012). Os diplópodes da espécie *Trigoniulus corallinus* (Gervais) possuem uma coloração castanho-avermelhada característica, pertencem à ordem Spirobolida e família Pachybolidae, nativa do Sudeste asiático (SHELLEY *et al.*, 2006; BIANCHI; CORREIA, 2007). São popularmente chamados de gongolos, piolhos-de-cobra, marias-café ou grangugis, dependendo da região do Brasil.

De acordo com pesquisa desenvolvida por Antunes (2017), os gongolos da espécie *T. corallinus* são capazes de consumir uma grande quantidade de material vegetal senescente e pobre em nutrientes, como folhas secas, galhos de espécies arbóreas e até mesmo papelão. A atividade dos gongolos proporciona significativa redução de massa e de volume destes materiais. A perda de massa, que ocorre principalmente devido à respiração e à consequente emissão de CO₂, proporciona a concentração de substâncias minerais e a obtenção de coprólitos com teores de nutrientes significativamente maiores que os observados nos materiais vegetais.

Tendo em vista o potencial de utilização dos gongolos para otimizar processos de compostagem e aproveitamento dos resíduos urbanos, o presente trabalho objetivou compreender a dinâmica de alimentação e produção de coprólitos pelo diplópode *T. corallinus*, quando submetido a uma dieta com resíduos de podas de diferentes espécies arbóreas e as composições químicas de tais espécies, a fim de determinar quais espécies vegetais da arborização urbana do município do Rio de Janeiro seriam mais indicadas à gongocompostagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os indivíduos de *Trigoniulus corallinus* e as folhas das espécies arbóreas foram coletados na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica, também conhecido como SIPA, criado em 1993, pertencente à Fazendinha Agroecológica Km 47, a qual é gerida por meio de uma articulação interinstitucional entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio de duas de suas Unidades de Pesquisa, Embrapa Agrobiologia e Embrapa Solos, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro/Rio) (NEVES *et al.*, 2005).

O SIPA possui uma área de aproximadamente 80 ha, está localizado no município de Seropédica (RJ), a 33 m de altitude em relação ao nível do mar (DIAS, 2007). O clima é quente e úmido (Aw), segundo a classificação de Köpen, com chuvas concentradas no período de novembro a março e precipitação anual média de 1.213 mm (CRUZ, 2005).

2.1 EXPERIMENTO I - MENSURAÇÃO DO CONSUMO DE FOLHAS DE 17 ESPÉCIES ARBÓREAS PELO DIPLÓPODE *Trigoniulus corallinus*

As folhas das espécies arbóreas utilizadas no experimento foram escolhidas tendo como base o número de árvores listadas em um levantamento realizado pela COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana da Cidade do Rio de Janeiro) e pela Fundação Parques e Jardins, da Prefeitura do Rio de Janeiro, no ano de 2015, das quais foram destacadas as mais representativas: *Terminalia catappa* (Amendoeira), *Licania tomentosa* (Oiti), *Pachira aquatica* (Munguba), *Senna siamea* (Cassia), *Handroanthus heptaphyllus* (Ipê roxo), *Ficus benjamina* (Ficus), *Delonix regia* (Flamboyant), *Caesalpinia peltophoroides* (Sibipiruna), *Clitoria fairchildiana* (Sombreiro), *Albizia lebbbeck* (Albizia), *Schinus terebinthifolius* (Aroeira), *Libidibia ferrea* (Pau-ferro), *Mangifera indica* (Mangueira), *Hibiscus tiliaceus* (Algodoeiro-da-praia), *Artocarpus heterophyllus* (Jaqueira), *Couropita guianensis* (Abriçó-de-macaco) e *Enterolobium contortisiliquum* (Orelha-de-negro) (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2015).

Foram coletadas folhas das espécies, as quais foram submetidas à secagem em ambiente protegido, sob temperatura ambiente por aproximadamente 14 dias. Após a secagem natural, foram coletadas três amostras contendo três gramas de cada material, as quais foram levadas à estufa de ventilação forçada mantida a 65 °C por 72 horas, para determinar o teor de umidade e a massa seca dos resíduos utilizados no experimento, conforme descrito por Antunes *et al.* (2019).

Cerca de 24 horas antes do início do bioensaio, foram selecionados os indivíduos de *T. corallinus* de maior tamanho, apresentando cerca de 5 cm e peso médio de 0,59 g (Figura 1A), os quais foram acondicionados em recipientes sem alimento, de forma a esvaziar seu tubo digestivo. Os indivíduos foram pesados e dispostos individualmente em recipientes plásticos, com 11 cm de altura e 9,5 cm de diâmetro, contendo três gramas do material da respectiva espécie a ser avaliada, de acordo com a metodologia descrita por Antunes *et al.* (2019) (Figura 1B).

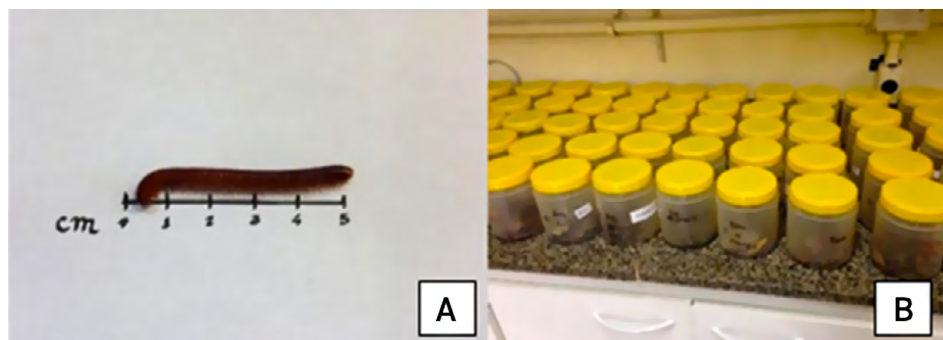


Figura 1. Indivíduo adulto da espécie *Trigoniulus corallinus* (A); recipientes contendo 3 g de material vegetal e um indivíduo de *Trigoniulus corallinus* (B).

Os tratamentos empregados foram formados pelas 17 espécies supracitadas, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com sete repetições para cada tratamento. Diariamente a umidade nos recipientes foi restituída a partir da aspersão de água destilada, de forma a mantê-la entre 50 e 60%. No caso da ocorrência de mortes de indivíduos, foram feitas reposições a partir dos indivíduos presentes no gongolário (Figura 2), identificando a respectiva unidade experimental.



Figura 2. Caixa plástica adaptada para sobrevivência dos diplópodes e indivíduo da espécie *Trigoniulus corallinus*.

2.2 EXPERIMENTO II - MENSURAÇÃO DAS ESPÉCIES COM MAIOR DESTAQUE: FLAMBOYANT E ORELHA-DE-NEGRO

As espécies arbóreas avaliadas no experimento 2 foram escolhidas tendo como base os resultados obtidos no experimento anterior (Experimento I), o qual apresentou valores médios superiores em consumo, produção de coprólitos e sobrevivência para a espécie *Delonix regia* (Flamboyant) e os menores valores de produção de coprólitos e sobrevivência para *Enterolobium contortisiliquum* (Orelha-de-negro). O segundo experimento foi também realizado para comprovar a teoria que os indivíduos menores de *Trigoniulus corallinus* apresentariam uma mortalidade inferior se comparados aos indivíduos maiores que foram escolhidos para compor a primeira mensuração realizada.

A metodologia de montagem do experimento 2 seguiu o mesmo padrão do primeiro experimento. As únicas alterações feitas foram referentes à seleção dos gongolos, onde indivíduos medianos, entre 4 e 4,5 cm e com peso médio de 0,41 g, todos os dias eram separados cerca de 20 gongolos para posterior jejum de 24h, a fim de esvaziar completamente seu tubo digestivo para que, em caso de substituição por ocasião de morte, os coprólitos já existentes no tubo digestivo do indivíduo (oriundos da alimentação realizada no gongolário) não se misturem aos coprólitos de cada material avaliado, evitando assim qualquer tipo de interferência na análise estatística.

Os dois tratamentos empregados foram constituídos pelas duas espécies de destaque (*Delonix regia* e *Enterolobium contortisiliquum*), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições cada.

2.3 AVALIAÇÕES DOS EXPERIMENTOS I E II

Ao final de 10 dias, os parâmetros avaliados foram: a massa seca do resíduo restante nos recipientes após a alimentação dos diplópodes, a massa seca dos coprólitos e a mortalidade dos indivíduos de *T. corallinus*. Os resultados de consumo de cada espécie vegetal foram obtidos pela diferença entre a massa seca inicial amostrada e a massa seca obtida ao final do experimento.

As análises químicas do material foram efetuadas no Laboratório de Ciclagem de Nutrientes, da Embrapa Agrobiologia. Os teores de nitrogênio (N) e de carbono (C) foram determinados por meio do Método Dumas - Analisador Elementar CN Vario macro cube (NELSON; SOMMERS, 1996). O teor de fósforo (P) foi determinado por meio de digestão nitroperclórica em bloco de calor e analisado por espectrofotometria VIS. Os elementos cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) foram determinados por digestão nitroperclórica e analisados por absorção atômica (EMBRAPA, 2005).

Para a análise dos dados foram realizadas avaliações da homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de Bartlett e da normalidade pelo Teste de *Shapiro-Wilk*. Os dados foram submetidos à análise de variância, com a aplicação do teste F e submetidos ao teste de médias de *Scott-Knott* no nível de probabilidade de 5%, com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014). Também foram estimadas as relações entre a proporção de materiais consumidos e os teores de nutrientes, empregando-se o teste de correlação linear de *Pearson*, ao nível de probabilidade de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EXPERIMENTO I - MENSURAÇÃO DO CONSUMO DE FOLHAS DE 17 ESPÉCIES ARBÓREAS PELO DIPLÓPODE *Trigoniulus corallinus*

Dentre os elementos requeridos pelas plantas em maior quantidade, o nitrogênio é um fator limitante de desenvolvimento vegetal. Constitui proteínas, ácidos nucleicos, hormônios vegetais, entre outros constituintes celulares (SOUZA; FERNANDES, 2006). A relação C/N está diretamente ligada aos níveis de consumo de materiais vegetais, uma vez que influenciam na palatabilidade do material, assim como sua velocidade de degradação por meio de ataque microbiológico (DA ROS *et al.*, 2015). As análises do conteúdo de nutrientes e relações C/N e C/P de todas as espécies utilizadas neste experimento seguem apresentadas na Tabela 1.

Por ser um nutriente responsável por fornecer energia à planta, o fósforo está intimamente ligado à sua atividade fisiológica favorecendo o metabolismo vegetal (ARAÚJO; MACHADO, 2006). Os valores mais elevados de teor de fósforo foram observados nas espécies *Hibiscus tiliaceus* (Algodoeiro-da-praia) e *Albizia lebbbeck* (Albízia), enquanto que o menor valor de fósforo esteve em *Licania tomentosa* (Oiti).

Tabela 1. Teores elementares de macronutrientes presentes nas folhas das diferentes famílias botânicas e espécies arbóreas coletadas para a alimentação dos diplópodes

Espécies arbóreas não leguminosas	C	N	P	K	Ca	Mg	C/N	C/P
	----- g kg ⁻¹ -----							
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch. (Chrysobalanaceae)	495	14,8	0,86	8,26	5,31	2,31	33	57
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae)	460	22,6	1,02	10,23	14,44	3,04	20	45
<i>Terminalia catappa</i> L. (Combretaceae)	420	19,61	1,52	14,93	17,59	3,03	21	27
<i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae)	432	14,65	1,15	8,47	17,32	3,14	29	37
<i>Ficus benjamina</i> L. (Moraceae)	468	15,54	1,14	15,2	19,15	3,06	30	41
<i>Pachira aquática</i> Aubl. (Malvaceae)	436	23,17	1,52	11,82	26,03	3,59	18	28
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam. (Moraceae)	412	20,13	1,09	8,91	26,55	3,06	20	37
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (Anacardiaceae)	497	19,36	1,41	12,34	12,62	2,84	25	35
<i>Couropita guianensis</i> Aubl. (Lecythidaceae)	468	29,12	1,5	12,86	10,78	4,73	16	31
<i>Hibiscus tiliaceus</i> L. (Malvaceae)	444	24,01	2,32	23,47	14,64	3,7	18	19
Espécies arbóreas leguminosas (Fabaceae)	C	N	P	K	Ca	Mg	C/N	C/P
	----- g kg ⁻¹ -----							
<i>Senna siamea</i> (Lam.)	453	31,15	2,01	12,87	18,09	1,56	14	22
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex. Tul.)	487	23,49	1,18	10,64	14,83	2,97	20	41
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	500	26,87	1,55	8,43	7,11	2,19	18	32
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard	449	31,50	1,65	8,85	12,11	1,82	14	27
<i>Caesalpinia peltroboroides</i> (Benth.) G. P. Lewis	486	25,08	1,18	7,94	9,07	3,17	19	41
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	483	40,93	1,93	17,26	4,24	9,35	11	25
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	452	39,59	2,12	16,33	14,01	2,9	11	21

O potássio está intimamente ligado a processos energéticos e diversos processos fisiológicos, como, por exemplo, a translocação e armazenamento de assimilados e manutenção de água nos tecidos vegetais (MEURER, 2006). Na espécie *Hibiscus tiliaceus* (Algodoeiro-da-praia) foi observado o maior teor de potássio, assim como na espécie *Caesalpinia peltroboroides* (Sibipiruna), foi observado o menor teor deste macronutriente.

O cálcio está ligado principalmente à composição estrutural de macromoléculas, como paredes e membranas, absorção iônica, entre outras funções (VITTI *et al.*, 2006). Os valores mais elevados de teor de cálcio foram para as espécies *Pachira aquática* (Munguba) e *Artocarpus heterophyllus* (Jaqueira) enquanto que os menores valores de Ca observados foram para *Enterolobium contortisiliquum* (Orelha-de-negro) e *Licania tomentosa* (Oiti). O magnésio apresenta elevada importância para as plantas, dada sua contribuição, principalmente, como constituinte da clorofila e como poderoso ativador enzimático (VITTI *et al.*, 2006). Foram encontrados valores superiores de teor de magnésio na espécie *Enterolobium contortisiliquum* enquanto que os menores valores de Mg observados foram para *Senna siamea* (Cassia) e *Clitoria fairchildiana* (Sombreiro).

Os indivíduos de *T. corallinus* apresentaram diferentes padrões de consumo, sendo mais consumidas pelos diplópodes as folhas de Albízia, seguido de Aroeira, Jaqueira, Flamboyant e Orelha-de-negro. As folhas de Oiti foram as que sofreram menor consumo, o que se refletiu na baixa produção de material fecal pelo *T. corallinus*, quando comparado às outras fontes vegetais.

Como pode ser observado na Tabela 2, a maior produção de coprólitos foi alcançada com a dieta a base de folhas de *Delonix regia* (Flamboyant), que diferiu das demais fontes alimentares. A quantidade de coprólitos detectada a partir das diferentes fontes vegetais, embora elevada para algumas espécies vegetais, não apresentou relação com a taxa de consumo, haja vista que não foi identificada correlação significativa entre estas variáveis.

A mortalidade dos gongolos apresentou diferenças entre as dietas oferecidas a partir de folhas das espécies arbóreas, sendo a menor taxa detectada na presença de folhas de Flamboyant (Tabela 2). Em contrapartida, as maiores taxas foram observadas com as folhas de Orelha-de-negro e Albízia. Possivelmente,

a alta taxa de mortalidade detectada com resíduos foliares destas espécies se deve à alta concentração de taninos condensados presentes em Orelha-de-negro (LIMA *et al.*, 2006) e elevada concentração de alcalóides presentes em Albízia (GARCIA; MEDINA, 2006). Reed (1995), em pesquisa com ruminantes, associou a toxicidade de taninos a sua transformação em substâncias de baixo peso molecular absorvíveis por microrganismos intestinais.

Tabela 2. Consumo vegetal, massa de coprólitos e mortalidade de indivíduos de *Trigoniulus corallinus* submetidos a dietas controladas utilizando-se folhas de diferentes espécies arbóreas

Espécies arbóreas não leguminosas	Consumo (%)	Massa coprólitos (mg recipiente ⁻¹)	Mortalidade (%)
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch. (Chrysobalanaceae)	1,57 d	23,40 c	12,90 c
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae)	4,56 c	9,40 c	14,30 c
<i>Terminalia catappa</i> L. (Combretaceae)	4,76 c	8,10 c	25,70 b
<i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae)	5,46 c	5,00 c	10,0 c
<i>Ficus benjamina</i> L. (Moraceae)	6,01 c	45,10 b	10,0 c
<i>Pachira aquática</i> Aubl. (Malvaceae)	6,93 c	8,80 c	18,6 c
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam. (Moraceae)	13,42 a	45,70 b	11,4 c
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (Anacardiaceae)	13,92 a	10,00 c	22,90 b
<i>Couropita guianensis</i> Aubl. (Lecythidaceae)	9,15 b	10,50 c	12,90 c
<i>Hibiscus tiliaceus</i> L. (Malvaceae)	9,41 b	16,80 c	14,30 c
Espécies arbóreas leguminosas (Fabaceae)	Consumo (%)	Massa coprólitos (mg recipiente ⁻¹)	Mortalidade (%)
<i>Senna siamea</i> (Lam.)	11,00 b	5,40 c	15,70 c
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex. Tul.)	10,86 b	15,20 c	10,00 c
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	12,54 a	20,80 c	38,60 a
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	13,02 a	106,20 a	7,10 c
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard	7,80 c	21,50 c	21,40 b
<i>Caesalpinia peltroboroides</i> (Benth.) G. P. Lewis	9,11 b	40,50 b	10,00 c
<i>Albizia lebeck</i> (L.) Benth.	16,36 a	9,50 c	32,90 a

Letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

A espécie Orelha-de-negro é ainda conhecida pela presença de consideráveis níveis da substância secundária saponina. Alguns estudos realizados com herbívoros que consumiram as saponinas presentes nos frutos de orelha de negro evidenciaram efeitos de intoxicações com reações como alterações do sistema digestivo, fotossensibilização, lesões hepáticas e intestinais e abortos (SOARES *et al.*, 2012). É oportuno mencionar, que em sua composição bioquímica, a orelha-de-negro apresenta a proteína enterolobina (LIMA *et al.*, 2006) e que, durante realização de um bioensaio, Sousa *et al.* (1993) observaram efeitos tóxicos que resultaram uma mortalidade de 100% para larvas de *Callosobruchus maculatus*, a uma concentração de 0,025% desta proteína.

Notou-se que as maiores taxas de mortalidade observadas com o consumo de folhas de Albízia e Orelha-de-negro mostraram-se associadas às elevadas taxas de consumo, bem como aos altos teores de N nas folhas destas espécies arbóreas (Tabelas 1 e 2).

Considerando-se os resultados obtidos a partir das análises de regressão envolvendo os teores de nutrientes e as taxas de consumo dos diplópodes *T. corallinus*, identificaram-se correlações significativas para os nutrientes N e P e as respectivas relações C/N e C/P nas folhas das espécies arbóreas (Figura 3).

Os resultados alcançados neste bioensaio encontram-se em consonância com a afirmação de Gerlach *et al.* (2012), no que concerne à palatabilidade das dietas oferecidas a invertebrados saprófagos, sua composição química favorece o consumo. Em trabalhos anteriores, Loranger-Merciris *et al.* (2008), Kadamannaya e Sridhar (2009) e Antunes *et al.* (2019) observaram a presença de relação direta entre os teores destes elementos e a taxa de consumo de diplópodes.

No transcorrer de 10 dias a partir da instalação do bioensaio, quando se realizou a primeira mensuração de sobrevivência, notou-se durante as substituições realizadas diariamente que os indivíduos de *T. corallinus* de maior tamanho morriam mais rapidamente do que os menores. Aparentemente, isto demonstra que a biomassa corporal dos indivíduos de *T. corallinus* influenciou diretamente a relação entre o consumo e a mortalidade.

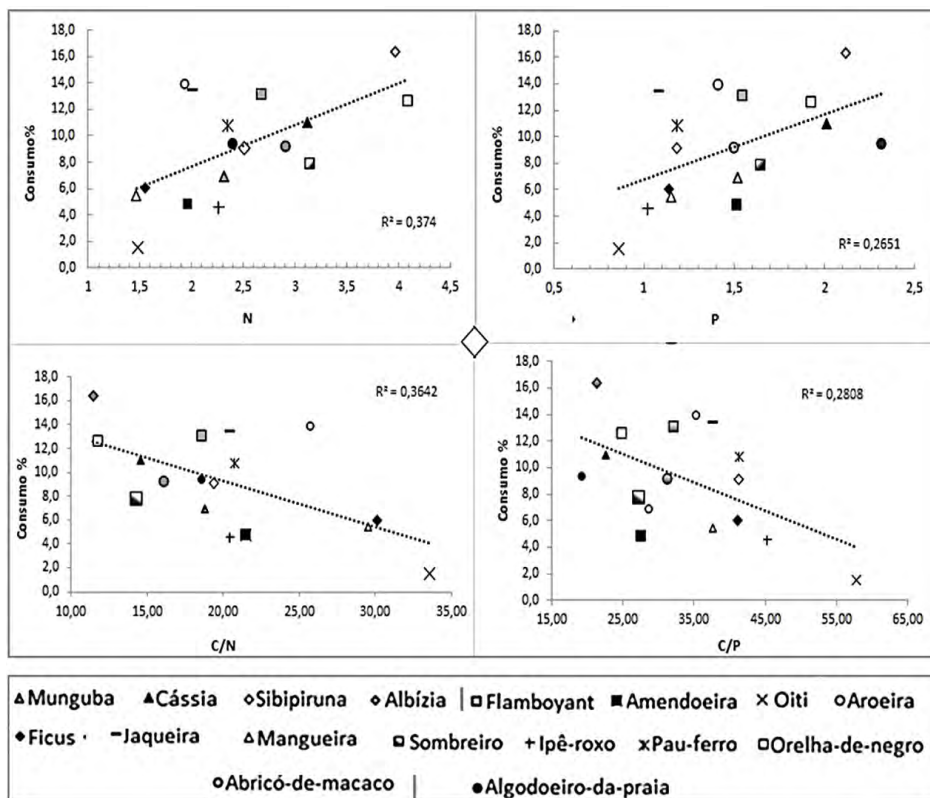


Figura 3. Análises de correlação linear de *Pearson* e coeficiente de determinação entre os teores de N e de P, das relações C/N e C/P das folhas de diferentes espécies arbóreas, e o seu consumo por indivíduos de *Trigoniulus corallinus*.

3.2 EXPERIMENTO II: ENSAIO DE MENSURAÇÃO DO CONSUMO DE FOLHAS DAS DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS DE MAIOR DESTAQUE DO EXPERIMENTO I, PELO *Trigoniulus corallinus*

Nesta etapa experimental as dietas foram restritas às espécies que obtiveram maior destaque no bioensaio anterior (Flamboyant e Orelha-de-negro). Notou-se que os resultados alcançados com o consumo de folhas de Orelha-de-negro foram semelhantes à etapa anterior apenas no que se refere à massa de coprólitos (Tabela 3). A taxa de consumo de folhas de Orelha-de-negro, que no ensaio anterior esteve entre as mais altas, se apresentou baixa nesta segunda mensuração.

Tabela 3. Valores de consumo vegetal, massa de coprólitos e mortalidade dos gongolos para as duas espécies de destaque do Experimento I

Espécie arbórea	Consumo (%)	Massa coprólitos (mg recipiente ⁻¹)	Mortalidade (%)
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf	15,96 a	257 a	0 a
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	1,45 b	23 b	7 b

Letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Neste sentido, hipotetiza-se que, possivelmente devido ao intervalo entre os dois experimentos, algumas características bioquímicas das folhas possam ter sido modificadas, assim como sua palatabilidade e que os indivíduos menores de *T. corallinus* apresentem maior percepção, inclusive de efeitos tóxicos no material fornecido para consumo, ou padrões alimentares diferentes, de forma que ao se depararem com materiais de baixa qualidade nutricional restrinjam sua ingestão.

Os componentes da palatabilidade foram estudados por Sakwa (1974). Tal autor relatou que os açúcares eram atraentes para a alimentação, enquanto os taninos e outros polifenóis, como os encontrados na biomassa de orelha-de-negro, eram evitados. Altas concentrações de taninos inibem o consumo de materiais por parte de animais herbívoros (McDOUGALL *et al.*, 2005). Schaller (2008) afirma que taninos condensados dificultam a digestão de herbívoros, o que compromete seu crescimento, desenvolvimento e sobrevivência. Zaharah e Bah (1999) afirmam que existem casos em que os indivíduos optam por não consumir materiais com altos teores de lignina e polifenóis, mesmo que isso lhes cause severa deficiência alimentar e até mesmo a morte.

Nota-se que a taxa de consumo de folhas e a quantidade gerada de coprólitos na dieta exclusiva com folhas de Flamboyant (Tabela 3) foram maiores do que a partir da dieta com folhas de orelha de negro, indicando que este material vegetal é mais favorável à dieta de gongolos menores desta espécie. Baumeister (2002) ao pesquisar a ecologia nutricional de diplópodes em florestas do Pacífico observou mudanças nos padrões alimentares entre indivíduos jovens e adultos; diplópodes em fase juvenil consumiram mais que aos diplópodes em fase adulta.

A taxa de mortalidade (Tabela 3) em ambas as espécies foi menor do que valores observados no primeiro bioensaio (Tabela 2), o que pode ser entendido a partir do menor consumo. Entretanto, a geração de coprólitos na dieta baseada no fornecimento de folhas de Flamboyant permaneceu baixa, mesmo criando-se gongolos menores. Deve-se destacar que não ocorreu morte na presença de folhas de flamboyant, ainda que o número de recipientes (repetições) no segundo bioensaio tenha sido maior. Isto fortalece a hipótese levantada anteriormente de que os indivíduos menores e com disponibilidade de alimento de boa qualidade encontram-se menos sujeitos à mortalidade devido ao fato de, possivelmente, ainda não terem alcançado a maturidade e o final do ciclo de vida.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diplópodes da espécie *T. corallinus* são capazes de ingerir folhas e galhos finos de diferentes espécies arbóreas, fragmentando-os em partes menores e gerando coprólitos que constituirão a formação do húmus de gongolo (gongocomposto). No entanto, o consumo e a mortalidade dos indivíduos estão relacionados às características químicas inerentes a cada espécie.

As dietas a base de resíduos de *Delonix regia* (Flamboyant) e *Artocarpus heterophyllus* (Jaqueira) foram bem aceitas e resultaram na baixa mortalidade de indivíduos de *T. corallinus*, além de gerarem maior produção de coprólitos em relação às demais espécies arbóreas, sendo recomendadas à gongocompostagem. Adicionalmente, os resíduos de *Schinus terebinthifolius* (Aroeira), *Couropita guianensis* (Abricó-de-macaco), *Hibiscus tiliaceus* (Algodoeiro-da-praia), *Libidibia ferrea* (Pau-ferro) e *Senna siamea* (Cassia) mostram-se com grande potencial para este fim.

Indivíduos de *T. corallinus* de menor tamanho são capazes de consumir folhas e galhos finos de forma mais eficiente e produzir mais coprólitos quando comparados aos indivíduos de maior tamanho.

Cabe ressaltar que resíduos de poda destinados à gongocompostagem devem ser utilizados em diferentes proporções, sempre respeitando sua composição química, a fim de que haja um melhor processamento pelos diplópodes e

posteriormente uma maior geração de coprólitos, resultando maiores quantidades de composto orgânico (gongocomposto).

REFERÊNCIAS

ANTUNES, L. F. de S.; SCORIZA, R. N.; SILVA, D. G.; CORREIA, M. E. F. Consumo de resíduos agrícolas e urbanos pelo diplópode *Trigoniulus corallinus*. *Nativa*, v. 7, n. 2, p. 162, 11 mar. 2019. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/6192>.

ANTUNES, L. F. S. **Produção de gongocompostos e sua utilização como substrato para mudas de alfaca**. 2017. 73 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. **Fósforo: nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 436p.

BAUMEISTER, N. C. **Nutritional ecology of millipedes in Pacific Northwest Conifer Forests**. Oregon State University, 2002. 108p.

BIANCHI, M. O.; CORREIA, M. E. F. Mensuração do consumo de material vegetal depositado sobre o solo por diplópodes. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2007. 4p. (Circular Técnica, 20).

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2010.

CRUZ, F. A. DA. **Instalação e calibração de lisímetro de pesagem e determinação da evapotranspiração de referência para a região de Seropédica-RJ**. 2005. 65 f. (Dissertação, mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

DA ROS, C. O.; REX, F. E.; RIBEIRO, I. R.; KAUFER, P. S.; RODRIGUES, A. C.; SILVA, R. F.; SOMAVILLA, L. Uso de Substrato Compostado na Produção de Mudas de *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 549-558, 2015.

DIAS, J. E. **Monitoramento do uso da terra e dos níveis de nutrientes no solo Sistema Integrado de Produção Agroecológica utilizando geoprocessamento.**

2007. 111 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

EMBRAPA. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição, animal e alimentos.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia** [online]. 2014, v. 38, n. 2, p. 109-112.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

GARCIA, D. E.; MEDINA, Maria G. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. **Zootecnia tropical**, Maracay, v. 24, n. 3, p. 233-250, sept. 2006.

GERLACH, A.; RUSSELL, D. J.; ROMBKE, J.; BRUGGEMANN, W. Consumption of introduced oak litter by native decomposers (Glomeridae, Diplopoda). **Soil Biology & Biochemistry**, v. 44, p. 26-30, 2012.

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**, v. 45, p. 761-768, 2009.

LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; SCHIAVINATO, M. A.; HADDAD, C. R. B. Nitrogenous compounds, phenolic compounds and morphological aspects of leaves: comparison of deciduous and semideciduous arboreal legumes. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 1, p. 40-45, 2006.

LORANGER-MERCIRIS, G.; IMBERT, D.; BERNHARD-REVERSAT, F.; LAVALLE, 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**, v. 45, p. 93-98, 2008.

McDOUGALL, G. J.; GORDON, S.; BRENNAN, R.; STEWART, D. Anthocyanin: Flavanol Condensation Products from Black Currant (*Ribes nigrum* L.), **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 20, 44 p. 7878-7885, 2005.

MEURER, E. J. **Potássio**: nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 436p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n. 25, de 23 de julho de 2009. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília.

NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: SPARKS, D. L. *et al.* (ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: SSSA and ASA. 1996. 983p.

NEVES, M. C. P.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, S. R.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. Sistema Integrado de Produção Agroecológica ou Fazendinha Agroecológica do Km 47. In: AQUINO, A. M. *et al.* **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 149-150.

PEREIRA, R. F.; CARDOSO, E. J. B. N.; OLIVEIRA, F. C.; ESTRADA-BONILLA, G. A.; CERRI, C. E. P. A novel way of assessing C dynamics during urban organic waste composting and greenhouse gas emissions in tropical region. **Bioresource Technology**, 3, 35-42, 2018. DOI: 10.1016/j.biteb.2018.02.002.

POPULATION REFERENCE BUREAU. **World Population Datasheet**. Washington, DC: PRB., 2011.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Plano Diretor de Arborização Urbana da cidade do Rio de Janeiro**, 2015. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5560381/4146113/PDAUtotal5.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2016.

RAMANATHAN, B.; ALAGESAN, P. Evaluation of millicompost versus vermicompost. **Current Science**, v. 103, n. 2, p. 140-143, 2012.

REYES-TORRES, M.; OVIEDO-OCAÑA, E. R.; DOMINGUEZ, I.; KOMILIS, D.; SÁNCHEZ, A. A systematic review on the composting of green waste: Feedstock quality and optimization strategies. **Waste management**, v. 77, p. 486-499, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.037>.

ROCHA, A. J. F.; SOUZA, R. L. P.; REDA, A. L. L.; SILVA, G. T. Sustainable destination for the urban tree pruning waste. **XV Safety, Health and Environment World Congress**, Porto, Portugal, p. 137-138, 2015.

SAKWA, W. N. A consideration of the chemical basis of food preference in millipedes. In: BLOWER, J. G. (ed). **Myriapoda**. 32. London: Academic Press, 1974. p. 329-246.

SCHALLER, A. Induced plant resistance to herbivory. In: BERNARDS, M. A.; BASTRUP-SPOHR, L. **Phenylpropanoid metabolism induced by wounding and insect herbivory**. New York: Springer, 2008. p. 189-208.

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, maio 2006.

SOARES, J. D. R.; DIAS, G. de M. G.; SILVA, R. A. L.; RODRIGUES, F. A.; PASQUAL, M.; CHAGAS, E. A.; CASTRO, E. M.; GUIMARÃES, F. de S. Análise histoquímica em sementes de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FRUTÍFERAS DO NORTE E NORDESTE, 1., 2012. **Anais [...]**. Lavras, 2012.

SOUSA, M. V.; MORHY, L.; RICHARDSON, M.; HILDER, V. A.; GATEHOUSE, A. M. R. Effects of the cytolytic seed protein enterolobin on coleopteran and lepidopteran insect larvae. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 69, p. 231-238, 1993.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. **Nitrogênio: nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 436p.

ULM, F.; AVELAR, D.; HOBSON, P.; PENHA-LOPES, G.; DIAS, T. Sustainable urban agriculture using compost and an open-pollinated maize variety. **Journal of Cleaner Production**, v. 212, p. 622-629, 2019.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre - **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 436p.

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**, v. 55, p. 269-277, 1999.

Recebido em: 20/12/2018

Aceito em: 15/07/2019