



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbcs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Temporim Furtado Fiuza, Denise; Ferreira Kusdra, Jorge; da Silva Fiuza, Sergio
Crescimento do milho em solo sob atividade de Chibui bari (Oligochaeta: Glossoscolecidae)
Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 36, núm. 2, marzo-abril, 2012, pp. 359-366
Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180222641005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

CRESCIMENTO DO MILHO EM SOLO SOB ATIVIDADE DE *Chibui bari* (OLIGOCHAETA: GLOSSOSCOLECIDAE)⁽¹⁾

Denise Temporim Furtado Fiuza⁽²⁾, Jorge Ferreira Kusdra⁽³⁾ & Sergio da Silva Fiuza⁽⁴⁾

RESUMO

Chibui bari (Righi & Guerra, 1985) é um minhocucu geófago, com tamanho até 60 cm, que tem como habitat vários solos no Acre. A atividade dessa espécie resulta na produção de grande quantidade de coprólitos ricos em nutrientes. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o crescimento do milho em solo com presença da minhoca *Chibui bari*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Acre, no município de Rio Branco, Acre, em 2009. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (0, 1, 2, 3, 4 e 5 animais/tubo). O milho da variedade Bandeirante foi semeado em tubos de PVC com capacidade de 15,7 L, contendo solo de textura média. As variáveis avaliadas foram o diâmetro do colmo, as massas da matéria seca da parte aérea, da raiz e total das plantas, o teor de nutrientes no solo e a atividade microbiana. A presença de *C. bari* resultou em maiores diâmetro do colmo (13,29 %) e massas da matéria seca da parte aérea (28,73 %) e total (33 %) do milho. Contudo, não foi verificada mudança significativa na condição química e na atividade microbiana do solo, resultado que pode estar relacionado à maior exportação de nutrientes do solo, exigida pelo aumento do crescimento das plantas nos tratamentos com presença de minhocas.

Termos de indexação: minhoca, minhocucu, macrofauna, *Zea mays*.

⁽¹⁾ Dissertação de Mestrado da primeira autora apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal da Universidade Federal do Acre – UFAC. Bolsista CAPES. Recebido para publicação em 13 de maio de 2011 e aprovado em 30 de novembro de 2011.

⁽²⁾ Engenheira-Agrônoma, Mestre em Agronomia. Pesquisadora independente. Conjunto Mascarenhas de Moraes, quadra 02, casa 70, Bairro Floresta, CEP 69918-018 Rio Branco (Acre). E-mail: denisetemporim@hotmail.com

⁽³⁾ Professor Adjunto do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza da Universidade Federal do Acre – UFAC. CEP 69915-900 Rio Branco (AC). E-mail: kusdra@globo.com

⁽⁴⁾ Mestre em Agronomia, Engenheiro e Pesquisador, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, UFAC. E-mail: sergiofiuza@live.com

SUMMARY: MAIZE GROWTH IN SOIL WITH ACTIVITY OF GIANT EARTHWORMS *Chibui bari* (OLIGOCHAETA: GLOSSOSCOLECIDAE)

The habitat of the geophagous tropical earthworm minhocuçu Chibui bari (Righi; Guerra, 1985), up to 60 cm long, are different soils in the state of Acre. The activity of this species results in the production of large amounts of nutrient-rich casts. The objective of this study was to evaluate maize growth in soil with activity of the earthworm Chibui bari. The experiment was carried out in a greenhouse of the University Federal of Acre, in Rio Branco, Acre, in 2009. The experiment was arranged in a completely randomized design with six treatments (0, 1, 2, 3, 4 and 5 animals/pot). The maize variety Bandeirante was sown in 15.7 L PVC tubes containing medium texture soil. The variables stem diameter, dry matter weight of shoot, root and total plant and the soil nutrient content and microbial activity were analyzed. The presence of C. bari resulted in higher stem diameter (13.29 %) and shoot (28.73 %) and total (33 %) dry matter weight of maize. However, there was no significant change in the soil chemical condition and microbial activity, which can be explained by the higher nutrient export resulting from increased plant growth in the earthworm treatments.

Index terms: Earthworm, Minhocuçu, macrofauna, Zea mays.

INTRODUÇÃO

Os invertebrados são mediadores de diversos processos que resultam em melhor ambiente para o crescimento das plantas (Lavelle et al., 2006). As minhocas (classe Oligochaeta, filo Annelida), junto a formigas e cupins, são reconhecidas como “engenheiras do ecossistema” (Jones et al., 1994; Lavelle et al., 1997), pois suas atividades resultam na criação de estruturas biogênicas (galerias, ninhos, câmaras e coprólitos) que modificam as propriedades físicas do solo onde vivem, bem como exercem influência na disponibilidade de recursos para outros organismos, incluindo microrganismos e plantas.

As minhocas podem representar de 40 a 90 % da macrofauna invertebrada em ecossistemas naturais (Lavelle et al., 1994). Esses animais estão entre os organismos do solo mais diretamente relacionados a nutrição mineral, crescimento e produção das plantas (Lee, 1985).

A classificação baseada nos hábitos alimentares divide as minhocas em dois grupos: detritívoras e geófagas. As primeiras alimentam-se na superfície do solo, ou próximo a esta. As geófagas alimentam-se mais profundamente e têm sua nutrição a partir da matéria orgânica ingerida junto com grande quantidade de solo (Lee, 1985). Diversas subdivisões dentro desses dois grandes grupos têm sido propostas. Atualmente é amplamente adotada a classificação de Bouché (1977), que divide as detritívoras em dois grupos: epigeicas, restritas à superfície, nos horizontes do solo rico em matéria orgânica; e anécicas, que se alimentam preferencialmente da serapilheira na superfície, mas vivem em galerias no interior do solo mineral. No

grupo das geófagas incluem-se as endogeicas, que, com base na quantidade de matéria orgânica (muita, média e pouca) encontrada no trato digestório, são subdivididas em poli-húmicas, meso-húmicas e oligo-húmicas, respectivamente (Lavelle, 1981).

Os efeitos das minhocas no solo que podem favorecer o crescimento de plantas incluem a escavação de galerias; aeração e infiltração de água (Blouin et al., 2006); mistura de partículas minerais e orgânicas (Logsdon & Linden, 1992); deposição de coprólitos na superfície e subsuperfície do solo (Dadalto & Costa, 1990); formação de comunidades microbianas; inibição de patógenos; e transporte e dispersão de microrganismos (Byzov et al., 2007) que habitam e transitam seu corpo (Thorpe et al., 1996; Lavelle et al., 2006). No trato digestório já foram identificadas bactérias dos gêneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Azotobacter*, *Serratia*, *Aeromonas*, *Enterobacter* e *Rhizobium* (Valle-Mollinares et al., 2007), que são promotoras do crescimento de plantas, fixadoras de nitrogênio e solubilizadoras de fosfato (Brito-Veja & Espinosa-Victoria, 2009; Martínez-Romero, 2001).

As minhocas, por sua atividade de fragmentação dos resíduos, funcionam como catalisadoras da atividade dos microrganismos decompositores, influenciando, portanto, nos processos de ciclagem, mineralização e liberação de nutrientes para as plantas. A ativação microbiana é considerada um dos mais importantes efeitos das minhocas no solo (Aquino et al., 2005).

Embora seja amplamente conhecida a importância das minhocas nos processos físicos, químicos e biológicos do solo, a maior quantidade de trabalhos é realizada com espécies pequenas, epigeicas,

detritívoras e de clima temperado. Entre as geófagas, há destaque apenas para *Pontoscolex corethrurus* (Müller, 1857), a espécie mais comum e disseminada no Brasil. A importância das minhocas nativas para o solo e no crescimento vegetal é ainda pouco conhecida (Moreira et al., 2008).

Embora sejam mais comuns relatos de influência positiva (Gilot, 1997; Blouin et al., 2007; Eriksen-Hamel & Whalen, 2007; Laossi et al., 2009), há também trabalhos com ausência de efeito (Baker et al., 1997; Derouard et al., 1997; Doube et al., 1997) e até mesmo efeito negativo (Pashanasi et al., 1992; Kusdra, 1998). Portanto, as minhocas podem não interferir, favorecer ou até mesmo prejudicar o crescimento das plantas. De modo geral, a magnitude desse efeito depende da interação entre o tipo de solo e as espécies de minhoca e de planta.

Chibui bari é uma espécie geófaga, endogeica, oligo-húmica, conhecida como minhocuçu devido às suas grandes dimensões (comprimento de até 60 cm e diâmetro de até 14 mm). Esse animal deposita excrementos na superfície do solo, com formato de torre de até 30 cm de altura, escava galerias de até 150 cm de profundidade e constrói câmara de estivação, onde fica em diapausa durante a estação seca. Em determinados solos do Acre verificam-se densidades de *C. bari* de até 22,6 animais m⁻² (Guerra, 1988; Fiuza, 2009).

A possibilidade de coprólitos de *C. bari* terem efeito químico mais favorável ao crescimento de algumas espécies de plantas (mamoeiro, alface e couve-manteiga) em relação ao solo sem sua presença já foi avaliada em alguns trabalhos (Silva et al., 2007; Kusdra et al., 2008; Souza et al., 2008). A obtenção de resultados positivos pode indicar que os coprólitos são mais férteis e biologicamente mais ativos do que o solo. Contudo, nesses estudos, os possíveis benefícios de *C. bari* ao crescimento de plantas foram avaliados de forma indireta, uma vez que não se utilizaram como referência os animais, e sim seus coprólitos. No caso desta pesquisa, o objetivo foi avaliar o crescimento do milho em solo com presença da minhoca *Chibui bari*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na área de pesquisa do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza da Universidade Federal do Acre - UFAC, em Rio Branco, Estado do Acre, Brasil, no ano de 2009, entre os meses de abril e junho. Foi instalado no delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições.

Os tratamentos foram constituídos de seis níveis de minhocas da espécie *C. bari* por unidade experimental (0 a 5 animais/tubo), equivalentes a 0, 32, 64, 96, 128 e 160 animais m².

Como unidades experimentais, utilizaram-se tubos de PVC de cor branca, com diâmetro de 20 cm, altura de 50 cm e volume de 15,7 dm³, com uma planta de milho da variedade Bandeirante. Utilizou-se como substrato Argissolo de textura média, coletado na profundidade de 0 a 20 cm, retirado de uma área de habitat de *C. Bari*, para assegurar melhor ambientação dos animais.

Antes do enchimento dos tubos, o substrato foi tamizado em peneira de 5 mm para homogeneização e retirada de torrões. Em seguida, efetuou-se a amostragem do solo, para se proceder à sua caracterização textural e química (Quadro 1).

As minhocas foram padronizadas por tamanho e colocadas na superfície do solo dos tubos, de forma que a sua entrada e dispersão ocorressem naturalmente. Os animais que tiveram dificuldade de realizar esse procedimento foram substituídos, visando evitar a possibilidade de morte prematura.

Foi realizada análise química no tecido de *C. bari* (Quadro 2), considerando que sua influência no crescimento das plantas pode estar relacionada aos nutrientes derivados da produção de excrementos ou da mortalidade dos animais.

Os tubos foram mantidos sob irrigação por uma semana antes da realização da semeadura. Esse período foi aguardado para observar a adaptação dos

Quadro 1. Caracterização física e química do solo, coletado na profundidade de 0 a 20 cm, utilizado como substrato em experimento para avaliar o efeito da espécie *Chibui bari* no crescimento de milho variedade Bandeirante

Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	H + Al	Al ³⁺	CTC	pH H ₂ O	m	V	P	COT	Areia	Silte	Argila
cmol _c dm ⁻³								%		g kg ⁻¹					
3,65	0,55	0,09	0,05	4,35	2,15	0,05	6,5	4,9	1	67	6	9,42	487	400	113

COT: carbono orgânico total; SB: soma de bases; P: fósforo disponível; CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7; m: saturação por Al; V: saturação por bases.

Os resultados foram submetidos à verificação da normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro & Wilk (1965) e homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett (1937), sendo posteriormente efetuada a análise de regressão. Para as variáveis que não apresentaram normalidade dos resíduos e, ou, homogeneidade de variâncias, realizou-se a transformação dos dados ($\log x$) para adequação a esses pressupostos da análise de variância. Quando o teste F indicou existir diferença para uma ou mais regressões, definiu-se a equação de maior grau significativo e, no caso de esta ser quadrática ou cúbica, o respectivo ponto de máximo e, ou, mínimo. Efetuou-se ainda o desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos em contrastes ortogonais, comparando o tratamento controle com os demais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de minhocas favoreceu o crescimento do diâmetro do colmo e o aumento da massa seca da parte aérea e total da planta (Quadro 3). O diâmetro máximo (12,87 mm) de colmo foi obtido na presença de 3,5 animais/tubo (equivalente a 112 animais m^{-2}). As maiores massas seca da parte aérea e total das plantas foram obtidas na presença de 5 minhocas/tubo (equivalente a 160 m^{-2}), ou seja, na maior quantidade de animais avaliada. É importante destacar que as equações de regressão obtidas indicam haver possibilidade de aumento das massas seca da parte aérea e total das plantas para até 5,3 e 7,0 animais/tubo, respectivamente, ou seja, 170 e 224 animais m^{-2} (Figura 1).

O efeito positivo de *Chibui bari* no crescimento das plantas resultou em aumentos relativos de 13,29 % para o diâmetro do colmo e de 28,73 e 33,00 % para as massas de matéria seca da parte aérea e total, respectivamente. Entretanto, não verificou-se ($p > 0,05$) interferência das minhocas nas variáveis químicas e tampouco na atividade microbiana do solo.

Os resultados obtidos, relacionados ao crescimento das plantas, estão de acordo com os de outros trabalhos (Gilot, 1997; Blouin et al., 2007; Eriksen-Hamel & Whalen, 2007; Laossi et al., 2009). No entanto, as comparações entre esses trabalhos não são na maioria das vezes pertinentes, pois referem-se a experimentos realizados em condições ambientais distintas, com diferentes tipos de solo e usando-se espécies de planta e de minhocas também diferentes.

Do total de 75 minhocas consideradas nos tratamentos com presença dos animais apenas 10 (13,33 %) foram recuperadas ao final do experimento. A baixa taxa de recuperação de minhocas em experimentos dessa natureza já foi constatada em vários trabalhos (Pashanasi et al., 1992; Derouard et al., 1997; Doube et al., 1997; Simões, 2010), sendo causada pela mortalidade e, ou fuga dos animais..

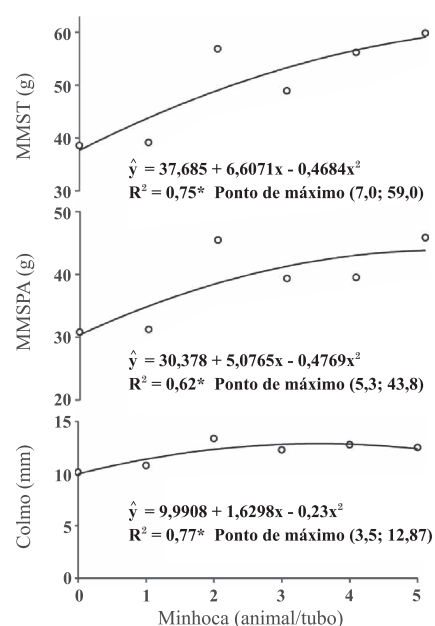


Figura 1. Diâmetro do colmo e massas seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) do milho em resposta a *Chibui bari* adicionadas ao solo.

Quadro 3. Variáveis indicadoras de crescimento das plantas de milho variedade Bandeirante em função de minhocas *Chibui bari* adicionadas ao solo, em experimento conduzido em casa de vegetação

Variáveis indicadoras do crescimento de plantas	Minhocas		CV (%)
	Ausência	Presença	
Massa seca da parte aérea (g)	31,22b	40,19a	23,70
Massa seca da raiz ⁽¹⁾ (g)	7,92a	11,87a	16,76
Massa seca total (g)	39,14b	52,06a	26,20
Diâmetro do colmo (mm)	10,76b	12,19a	16,71

⁽¹⁾ Dados originais transformados em $\log x$ por não apresentarem normalidade dos resíduos. Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5 %.

É importante destacar que a taxa de recuperação observada, embora baixa, reflete uma situação pontual (final dos experimentos) e não a atividade das minhocas durante o tempo de permanência no solo, uma vez que esta se confirmou pela observação de galerias (Figura 2) e de coprólitos nos tratamentos com presença desses animais e por sua interferência significativa ($p < 0,05$) nos resultados das variáveis de crescimento das plantas. Além disso, embora não se conheça o tempo de permanência das minhocas que não foram recuperadas, ele deve ter sido suficiente para que fossem produzidos os efeitos desses animais no solo e nas plantas.

A taxa de recuperação verificada, associada à constatação de minhocas em situação de diapausa, pode ter restringido a possibilidade de efeitos de maior magnitude no solo, como alteração química significativa deste em função de maior produção de coprólitos.

O maior crescimento das plantas verificado neste experimento é, provavelmente, resultado de possíveis aumentos na concentração de nutrientes no solo em consequência da liberação de excrementos enriquecidos com mucoproteínas e urina, além da decomposição de tecidos quando ocorre mortalidade de minhocas. Essa situação é justificável, principalmente pelo fato de *C. bari* ser um minhocuçu (minhoca de grandes dimensões), o qual, além de liberar grande quantidade de excrementos e urina, também incorpora o nitrogênio e outros elementos ao solo por ocasião de sua morte e decomposição, conforme se verifica pela análise de tecido do animal (Quadro 2).

Whalen et al. (2000), em experimento com milho e minhocas *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea tuberculata* e *Lumbricus rubellus*, observaram que esses animais, em função de seus processos de excreção, foram responsáveis por até 22 % do total de nitrogênio requerido pelas plantas. Willems et al. (1996) constataram incrementos na mineralização de N e aumento na disponibilidade de até 90 kg ha⁻¹ ano⁻¹ desse nutriente. É importante destacar que a espécie de minhoca utilizada por esses autores apresenta menor dimensão que a da deste experimento; portanto, a contribuição de *C. bari* em relação ao nitrogênio do solo provavelmente seja maior.

Considerando os efeitos químicos positivos resultantes da atividade de minhocas relatados em outros trabalhos (Willems et al., 1996; Chaoui et al., 2003; Fiuza et al., 2011), acredita-se que a não constatação de diferença entre os tratamentos com e sem minhocas nas variáveis químicas do solo pode ser explicada pelo fato de ter-se verificado maior crescimento das plantas (Quadro 3) na presença dos animais extraíndo estas, portanto, mais nutrientes do solo.

Embora não tenha sido detectada diferença significativa entre os tratamentos considerando as variáveis químicas, Fiuza et al. (2011) relataram que *C. bari* aumentou a disponibilidade de nutrientes em seus excrementos originários de solo de área de pastagem, floresta e seringal de cultivo. Chaoui et al. (2003) também verificaram que coprólitos de minhocas foram eficientes fontes de nutrientes para as plantas, comparados a composto orgânico e fertilizantes químicos. Neste estudo, os autores observaram que coprólitos foram suficientes para o suprimento de N para plantas em níveis equivalentes aos das quantidades de NPK utilizadas.

A possibilidade de alteração na condição nutricional do solo por *C. bari* não é o único fator que pode explicar o aumento no crescimento das plantas. Efeitos físicos e biológicos que ocorrem na região sob influência da atividade das minhocas (driliosfera) estão também envolvidos (Lavelle et al., 2004).

Em relação ao efeito físico, Fiuza (2009) relatou que o grande potencial de escavação de galerias da espécie *C. bari* deve-se a sua biomassa, comprimento, diâmetro e força, que, associados à intensidade da atividade do animal, promovem alterações físicas duradouras no solo. A construção de galerias pelas minhocas pode ter favorecido o crescimento das plantas, promovendo melhoria para a dispersão das raízes e aumentando o volume de exploração de oxigênio, água e nutrientes (Figura 2).

No que se refere ao efeito biológico (Fiuza et al., 2011), Brito-Vega & Espinosa-Victoria (2009)

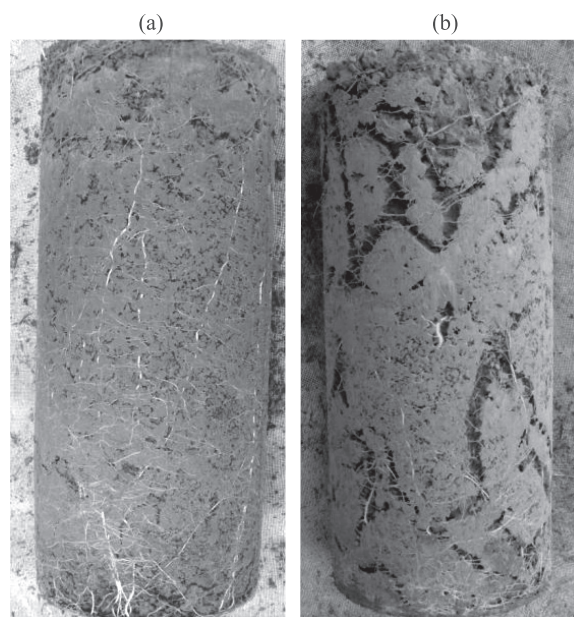


Figura 2. Aspecto do solo utilizado no cultivo do milho observado ao final do experimento, em função da ausência (a) e presença (b) de *Chibui bari*.

já verificaram que a atividade microbiana em coprólitos de *C. bari* é superior à do solo de origem. Segundo esses autores, as minhocas são incubadoras e dispersoras de vários grupos de microrganismos que transitam pelo seu trato digestório e que estão envolvidos em importantes processos no solo, destacando-se fixadores de nitrogênio, produtores de hormônios de crescimento vegetal e solubilizadores de fosfato.

CONCLUSÃO

A presença de *Chibui bari* no solo favorece o crescimento do milho da variedade Bandeirante.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudos, e à Embrapa Acre, pela permissão para uso dos Laboratórios de Químicas do Solo e de Bromatologia.

LITERATURA CITADA

- AQUINO, A.M.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M. & DE-POLLI, H. Biomassa microbiana, colóides orgânicos e nitrogênio inorgânico durante a vermicompostagem de diferentes substratos. *Pesq. Agropec. Bras.*, 40:1087-1093, 2005.
- BAKER, G.H.; WILLIAMS, P.M.L.; CARTER, P.J. & LONG, N.R. Influence of lumbricid earthworms on yield and quality of wheat and clover in glasshouse trials. *Soil Biol. Biochem.*, 29:599-602, 1997.
- BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proc. Royal Soc. London.*, 160:268-282, 1937.
- BLOUIN, M.; BAROT, S. & LAVELLE, P. Earthworms (*Millsonia anomala*, Megascolecidae) do not increase rice growth through enhanced nitrogen mineralization. *Soil Biol. Biochem.*, 38:2063-2068, 2006.
- BLOUIN, M.; FODIL, Y.Z.; PHAM-THI, A.T.; LAFFRAY, D.; REVERSAT, G.; PANDO, A.; TONDOH, J. & LAVELLE, P. Drought stress in rice (*Oriza sativa* L.) is enhanced in the presence of the compacting earthworm *Millsonia anomala*. *Environ. Exper. Bot.*, 60:352-359, 2007.
- BOUCHÉ, M.B. Strategies lombriciennes. *Ecol. Bulletins*, 25:122-132, 1977.
- BRITO-VEGA, H. & ESPINOSA-VICTORIA, D. Bacterial diversity in the digestive tract of earthworms (Oligochaeta). *J. Biol. Sci.*, 9:192-199, 2009.
- BYZOV, B.A.; KHOMEYAKOV, N.V.; KHARIN, S.A. & KURAKOV, A.V. Fate of soil bacteria and fungi in the gut of earthworms. *Eurp. J. Soil Biol.*, 43:146-156, 2007.
- CHAOUI, H.I.; ZIBILSKE, L.M. & OHNO, T. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biol. Biochem.*, 35:295-303, 2003.
- DADALTO, G.G. & COSTA, L.M. Relação entre características químicas de solo e excreções de minhoca (*Glossoscolex* spp.). *R. Ceres*, 37:331-336, 1990.
- DEROUARD, L.; TONDOH, J.; VILCOSQUI, L. & LAVELLE, P. Effects of earthworm introduction on soil processes and plant growth. *Soil Biol. Biochem.*, 29:541-545, 1997.
- DOUBE, B.M.; WILLIAMS, P.M.L. & WILLMOTT, P.J. The influence of two species of earthworm (*Aporrectodea trap-ezoides* and *Aporrectodea rosea*) on the growth of wheat, barley and faba beans in three soil types in the greenhouse. *Soil Biol. Biochem.*, 29:503-509, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.
- ERIKSEN-HAMEL, N.S. & WHALEN, J.K. Impacts of earthworms on soil nutrients and plant growth in soybean and maize agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 120:442-448, 2007.
- FIUZA, S.S. Ecologia de *Chibui bari* (Annelida: Oligochaeta) e atributos físicos, químicos e biológicos de seus coprólitos. Rio Branco, Universidade Federal do Acre, 2009. 113p. (Tese de Mestrado)
- FIUZA, S.S.; KUSDRA, J.F. & FURTADO, D.T. Condição química e atividade microbiana em coprólitos de *Chibui bari* (OLIGOCHAETA) e no solo adjacente. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:723-728, 2011.
- GILOT, C. Effects of a tropical geophagous earthworm, *Millsonia anomala* (Megascolecidae), on soil characteristics and production of a yam crop in Ivory coast. *Soil Biol. Biochem.*, 29:353-359, 1997.
- GUERRA, R.A.T. Ecologia dos oligochaeta da Amazônia: II estudo da estivação e da atividade de *Chibui bari*, através da produção de excrementos. *Acta Amaz.*, 18:27-34, 1988.
- JONES, C.G.; LAWTON, J.H. & SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69:373-386, 1994.
- KUSDRA, J.F. Influência do Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp. e do *Rhizobium tropici* no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1998. 116p. (Tese de Mestrado)
- KUSDRA, J.F.; MOREIRA, D.F.; SILVA, S.S.; ARAÚJO NETO, S.E. & SILVA, R.G. Uso de coprólitos de minhoca na produção de mudas de mamoeiro. *R. Bras. Frutic.*, 30:492-497, 2008.
- LAOSSI, K.R.; NOGUERA, D.C.; BARTOLOMÉ-LASA, A.; MATHIEU, J.; BLOUIN, M. & BAROUT, S. Effects of an endogeic and an anecic earthworm on the competition between four annual plants and their relative fecundity. *Soil Biol. Biochem.*, 41:1668-1673, 2009.
- LAVELLE, P. Stratégies de reproduction chez les vers de terre. *Acta Oecol.*, 2:117-133, 1981.

- LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHEN-BRENNER, V.; LOPEZHERNANDEZ, D.; PASHANASI, B. & BRUSSARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: WOOMER, P.L. & SWIFT, M.J., eds. The biological management of tropical soil fertility. New York, Wiley-Sayce Publication, 1994. p.137-169.
- LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O. W. & DHILLION, S. Soil function in a changing world: The role of invertebrate ecosystem engineers. *Eur. J. Soil Biol.*, 33:159-193, 1997.
- LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P. & ROSSI, J.P. Soil invertebrates and ecosystem services. *Soil Biol.*, 42:3-15, 2006.
- LEE, K.E. Earthworms: Their ecology and relationships with soils and land use. Sydney, Academic Press, 1985. 411p.
- LONGSDON, S.D. & LINDEN, D.R. Interactions of earthworms with soil physical conditions influencing plant growth. *Soil Sci.*, 154:330-337, 1992.
- MARTÍNEZ-ROMERO, E. Poblaciones de *Rhizobia* nativas de México. *Acta Zool. Mexicana*, 1:29-38, 2001.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. & PEREIRA, H.S. Organismos do solo em ecossistemas tropicais: um papel chave para o Brasil na demanda global pela conservação e uso sustentado da biodiversidade. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. & BRUSSAARD, L., eds. Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2008. p.13-42.
- MÜLLER, F. *Lumbricus corethrurus*. *Bürstenschwanz. Arch. Naturgeschichte*, 23:113-116, 1857.
- PASHANASI, B.; MELENDEZ, G.; SZOTT, L. & LAVELLE, P. Effect of inoculation with the endogeic earthworm *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae) on N availability, soil microbial biomass and the growth of three tropical fruit tree seedlings in a pot experiment. *Soil Biol. Biochem.*, 24:1655-1659, 1992.
- RIGHI, G. & GUERRA, R.A.T. Alguns Oligochaeta do norte e noroeste do Brasil. *B. Zool.*, 9:145-157, 1985.
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. & BENSON, G.O. Como uma planta de milho se desenvolve. *Inf. Agron.*, 103:1-20, 2003. (Tradução de Suzana Oellers Ferreira: How a corn plant develops)
- SHAPIRO, S.S. & WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika.*, 52:591-611, 1965.
- SILVA, S.S.; ARAÚJO NETO, S.E.; KUSDRA, J.F. & FERREIRA, R.L.F. Produção orgânica de mudas de couve-manteiga em substratos à base de coprólitos de minhocas. *R. Caatinga*, 20:78-83, 2007.
- SIMÕES, M.A. Crescimento de mudas de açaí e de cupuaçu em resposta à atividade de *Chibui bari* (Annelida: Oligochaeta). Rio Branco, Universidade Federal do Acre, 2010. 80p. (Tese de Mestrado)
- SOUZA, S.R.; FONTINELE, Y.; SALDANHA, C.S.; ARAÚJO NETO, S.E. & KUSDRA, J.F. Produção de mudas de alface com uso de substrato preparado com coprólitos de minhoca. *Ci. Agrotéc.*, 32:115-121, 2008.
- STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A. ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.1551-1572.
- THORPE, I.S.; PROSSER, J.I.; GLOVER, A. & KILLHAN, K. The role of the earthworm *Lumbricus terrestris* in the transport of bacterial inoculation through soil. *Biol. Fert. Soils*, 23:132-139, 1996.
- VALLE-MOLINARES, R.; BORGES, S. & RIOS-VELAZQUEZ, C. Characterization of possible symbionts in *Onychochaeta borincana* (Annelida: Glossoscolecidae). *Eur. J. Soil Biol.*, 43:14-18, 2007.
- WHALEN, J.K.; PARMELEE, R.W. & SUBLER, S. Quantification of nitrogen excretion rates for three lumbricid earthworms using ¹⁵N. *Biol. Fert. Soils*, 32:347-35, 2000.
- WILLEMS, J.J.G.M.; MARINISSEN, J.C.Y & BLAIR, J. Effects of earthworms on nitrogen mineralization. *Biol. Fert. Soils*, 23:57-63, 1996.