


JOCIRENE DOS SANTOS DA SILVA



**CRESCIMENTO DE ALFACE EM SOLOS SOB INFLUÊNCIA DE  
*Chibui bari* (ANNELIDA: OLIGOCHAETA)**

RIO BRANCO - AC

2011

JOCIRENE DOS SANTOS DA SILVA

**CRESCIMENTO DE ALFACE EM SOLOS SOB INFLUÊNCIA DE  
*Chibui bari* (ANNELIDA: OLIGOCHAETA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Ferreira Kusdra

RIO BRANCO - AC

2011


JOCIRENE DOS SANTOS DA SILVA

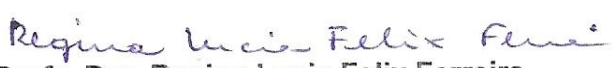
CRESCIMENTO DE ALFACE EM SOLOS SOB INFLUÊNCIA DE  
*Chibui bari* (ANNELIDA: OLIGOCHAETA)


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre em convênio com a Embrapa Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

APROVADA em 25 de agosto de 2011

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Jorge Ferreira Kusdra  
Universidade Federal do Acre  
Orientador

  
Profa. Dra. Regina Lucia Felix Ferreira  
Universidade Federal do Acre  
Membro

  
Dr. Elias Melo de Miranda  
Embrapa Acre  
Membro

RIO BRANCO - ACRE

2011

Ao meu Deus,  
por mais uma vitória e  
aos meus familiares que amo  
muito e que sempre estiveram ao  
meu lado em todos os momentos.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Jorge Ferreira Kusdra, pela orientação, incentivo, apoio, correções, sugestões e conhecimentos compartilhados no decorrer desta pesquisa.

À Marília Temporim Furtado, pela ajuda neste trabalho, pelo carinho, amizade e apoio no dia a dia, principalmente nos momentos de maior dificuldade.

À Priscila Elisa Gadelha de Sousa, pela amizade e carinho.

À Denise Temporim Furtado, Elva Maria Soares de Araújo, Camila Cristina dos Santos, Angélica de Souza Lima, Jociléia Lima da Silva, Francirlei Rocha de França, Sérgio da Silva Fiuza, Kathelen Gabriela da Silva França, Claudia Vieira da Silva, Yldison Felipe Nobre, Toshiro Suzuki Mendonça de Oliveira, Adriana Araújo da Silva e Altenira Maia Galvão que contribuíram com sugestões, auxílio e amizade ao longo das várias etapas deste trabalho.

À Universidade Federal do Acre (UFAC), pela formação acadêmica, uso de biblioteca, laboratórios e demais dependências.

Ao professor Me. Manuel Alves Ribeiro Neto (*in memoriam*) e ao Engenheiro Agrônomo Luís Paiva da Costa pela colaboração dada nas análises físico-químicas realizadas no laboratório de solos da UFAC.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, pela oportunidade de cursar este mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que, por meio da concessão de bolsa de estudos, tornou possível minha dedicação exclusiva ao curso de mestrado.

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Agronomia pelas informações recebidas e conhecimentos adquiridos em suas disciplinas.

Aos funcionários da Universidade Federal do Acre que contribuíram de alguma forma, ao longo dos dois anos para que eu pudesse concluir este trabalho.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que fosse possível a realização desta pesquisa.

“Feliz aquele que transfere o que sabe  
e aprende o que ensina.”

Cora Coralina

## RESUMO

A utilização de recursos do ecossistema pode contribuir para promover o uso racional do solo e representa alternativa ao sistema tradicional de exploração agrícola podendo resultar em aumento do crescimento e produção de plantas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar o crescimento de plantas de alface em solos sob influência de *Chibui bari*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco/AC, no período de 27 de dezembro de 2010 a 16 de fevereiro de 2011. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, sendo ausência (0) e presença (3) de minhocas em dois tipos de solos, com 15 repetições, totalizando 60 unidades experimentais, representadas por tubos de PVC contendo 9,4 L de solo. Como planta teste foi utilizada a alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar Vera. Foram avaliadas variáveis relacionadas à planta (matéria fresca da parte aérea, massa comercial e matéria seca da parte aérea, da raiz e total) e ao solo (pH, Ca, Mg, K, P, Na, Al, H+Al, soma de bases, saturação de bases e de alumínio, capacidade de troca de cátions, carbono orgânico, respiração basal, biomassa microbiana e quociente metabólico). Após a análise estatística dos resultados verificou-se efeitos significativos das minhocas em todas as variáveis relacionadas ao crescimento da alface, exceto matéria seca da raiz, sendo as maiores médias obtidas na presença destes animais. Além disso, a presença das minhocas resultou em aumentos significativos, em ambos os solos, de potássio, fósforo, sódio, capacidade de troca de cátions e acidez potencial. Por outro lado não observaram-se efeitos dos solos e nem tampouco da interação destes com as minhocas nas variáveis relacionadas à planta. Para as variáveis microbiológicas não verificaram-se diferenças significativas das minhocas, dos solos e nem tampouco da interação destes. Os resultados obtidos indicam que o efeito químico de *Chibui bari* no aumento do crescimento e de alface relaciona-se ao incremento da CTC e das concentrações de P e K do solo como, também, ao nitrogênio derivado da decomposição microbiana do animal após sua morte.

Palavras-chave: Minhocas. *Lactuca sativa*. Invertebrados.

## ABSTRACT

The utilization of ecosystem resources can contribute to promote the rational use of soil and represents an alternative to the traditional system of agriculture can result in increased growth and production of plant. In this context, the objective was to check the growth of lettuce plants in soils under the influence of *Chibui bari*. The experiment was conducted in a greenhouse located at the Federal University of Acre in Rio Branco / AC in the period 27 December 2010 to February 16, 2011. The experimental design was a completely randomized in a factorial scheme 2 x 2 being absence (0) and presence (3) of earthworms in two types of soils, with 15 repetitions, totaling 60 experimental units, represented by PVC tubes containing 9.4 L of soils. Was used as test plant the lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivar Vera. We assessed variables related to the plant (fresh mass of the air part, commercial mass and dry matter of air part, root and total) and soil (pH, Ca, Mg, K, P, Na, Al, H Al, sum bases, base saturation and aluminum, cation exchange capacity, organic carbon, basal respiration, microbial biomass and metabolic quotient). After statistical analysis it was found significant effects of earthworms in all variables related to the growth of lettuce, except root dry matter, and the highest averages in the presence of these animals. Moreover, the presence of earthworms resulted in significant increases in both soils, of potassium, phosphorus, sodium, potential acidity and cation exchange capacity. On the other hand there were no effects of soil and neither of their interaction with the earthworms in the variables related to the plant. For microbiological variables found no significant differences of earthworms, soil and neither of these interactions. The results obtained indicate that the chemical effect of *Chibui bari* in increased growth of lettuce relates to the increase in CTC and concentrations of soil P and K as well, of the nitrogen derived from microbial decomposition of the animal after its death.

Keywords: Earthworms. *Lactuca sativa*. Invertebrates.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Unidades experimentais.....	25
Figura 2 - Aparelho datalogger digital.....	26
Figura 3 - Alface aos 45 dias após o transplante.....	27
Figura 4 - Raiz depois de retirada grosseira do solo e acondicionada em álcool a 70% para posterior lavagem.....	27
Figura 5 - Obtenção da massa fresca da parte aérea da alface.....	28
Figura 6 - Permanência de <i>Chibui bari</i> no interior das unidades experimentais..	30
Figura 7 - Casulos de <i>Chibui bari</i> constatados ao final do experimento.....	31
Figura 8 - Efeito físico da atividade de <i>Chibui bari</i> no solo: visão longitudinal (A) e transversal (B) dos tubos.....	33
Figura 9 - Presença de coprólitos no interior (A) e na superfície (B) do solo.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização física dos solos utilizados como substrato para o cultivo de alface na ausência e presença de <i>Chibui bari</i> em experimento na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	24
Tabela 2 - Caracterização química dos solos utilizados como substrato para o cultivo de alface na ausência e presença de <i>Chibui bari</i> em experimento na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	25
Tabela 3 - Efeito de minhocas <i>Chibui bari</i> na alface cultivada em dois solos em experimento desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	32
Tabela 4 - Efeito de minhocas <i>Chibui bari</i> nas características químicas de dois solos em experimento desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	35

## LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A – Análise de variância das variáveis matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) de alface cultivada em dois tipos de solos na presença e ausência de *Chibui bari*..... 49
- Apêndice B – Análise de variância das variáveis massa comercial (MC) e matéria fresca da parte aérea (MFPA) de alface cultivada em dois tipos de solos na presença e ausência de *Chibui bari*..... 49
- Apêndice C – Análise de variância das variáveis Ca, Mg, K, Na e P disponíveis em dois solos cultivados com alface na ausência e presença de *Chibui bari*..... 50
- Apêndice D – Análise de variância das variáveis soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) saturação de bases (V%) em dois solos cultivados com alface na ausência e presença de *Chibui bari* 50
- Apêndice E – Análise de variância das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m%) e pH H<sub>2</sub>O em dois solos cultivados com alface na ausência e presença de *Chibui bari*..... 51
- Apêndice F – Análise de variância das variáveis carbono orgânico (CO), respiração microbiana do solo (RMS), biomassa microbiana do solo (BMS) e quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>) em dois solos cultivados com alface na ausência e presença de *Chibui bari*..... 51

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1 MINHOCAS.....	14
2.1.1 Características gerais.....	14
2.1.2 Efeitos no solo e no crescimento e produção das plantas.....	17
2.1.3 A espécie <i>Chibui bari</i> .....	20
2.2 ALFACE.....	21
2.2.1 Importância sócio-econômica.....	21
2.2.2 Características botânicas.....	22
2.2.3 Sistema de produção.....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	39
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	40
<b>APÊNDICES</b> .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

O entendimento das modificações que as minhocas promovem nos solos em relação às suas características físicas, químicas e biológicas são importantes para a manutenção dos agroecossistemas.

Os efeitos destes animais nas propriedades do solo e no crescimento e produção vegetal variam de acordo com as espécies de minhoca e de planta e com as características edáficas. Portanto, dependendo do tipo de solo e das espécies de minhocas e de plantas estes animais podem não interferir no crescimento e produção vegetal ou seu efeito ser positivo ou até negativo.

Um dos problemas mais críticos enfrentados na agricultura é a degradação dos solos. Partindo deste pressuposto, intensifica-se a necessidade de realização de estudos visando o manejo racional deste importante recurso natural.

A necessidade de uso mais racional dos solos da Amazônia incentiva o estudo de formas alternativas de produção vegetal e de utilização de recursos naturais que minimizem a aplicação e o impacto dos insumos agrícolas. Neste aspecto, o manejo da fauna edáfica, especialmente de invertebrados como as minhocas, pode oferecer contribuição significativa pelo fato do efeito destes animais estar vinculado com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

O manejo adequado de *Chibui bari*, uma espécie de minhoca encontrada em abundância em vários solos do estado do Acre, pode representar alternativa para garantir a manutenção deste animal e possibilitar que suas atividades possam contribuir para o benefício do solo e para o aumento do crescimento e produção vegetal.

Segundo Guerra (1985) e Fiuza (2009), *Chibui bari* é uma espécie de minhoca de grandes dimensões, denominada de minhocuçu, geófaga, endogeica, nativa de solos da Amazônia, que constrói galerias que, dependendo das características do solo, atingem profundidades superiores a 1 m, além de liberar excrementos (coprólitos) em forma de torre com até 50 cm de altura.

A alface é uma olerícola cultivada no estado do Acre principalmente por pequenos produtores em áreas muitas vezes com alta densidade populacional de *Chibui bari* à qual é constatada e confirmada pela presença de grande quantidade de coprólitos na superfície do solo.

O objetivo deste trabalho foi verificar o crescimento de plantas de alface em solos sob influência de *Chibui bari*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Os organismos edáficos que ocorrem na Amazônia são importantes para a organização estrutural e formação de agregados, contribuindo para que ocorram modificações no solo. Dentre as várias espécies de invertebrados existentes destacam-se as minhocas as quais, na maioria das vezes, contribuem para a melhoria da fertilidade dos solos e, conseqüentemente, do crescimento e produção de plantas nele estabelecidas.

As minhocas são consideradas um dos principais grupos de organismos do solo em climas tropicais por alterarem as suas propriedades estruturais, influenciando a matéria orgânica e os microrganismos presentes no solo (VELASQUEZ et al., 2007).

A adoção de técnicas racionais que permitam o aumento de produtividade das culturas, sem degradar o ambiente, depende de alternativas viáveis e de baixo custo ao sistema tradicional de exploração agrícola (MUZILLI, 1991). Nesse contexto as minhocas podem contribuir para o manejo adequado do solo e melhoria de suas características físicas, químicas e biológicas aumentando, desta forma, o crescimento e produção das plantas, inclusive espécies olerícolas como a alface.

### 2.1 MINHOCAS

As minhocas são animais invertebrados que pertencem ao Filo Annelida, Classe Clitellata, Subclasse Oligochaeta e Ordem Opisthopora a qual é formada por várias famílias das quais destacam-se Glossoscolecidae, Lumbricidae e Megascolecidae, com vários gêneros e espécies. No Brasil são conhecidas em torno de 280 espécies e no mundo tem-se aproximadamente 3.500 identificadas (EDWARDS; LOFTY, 1977; JAMES; BROWN, 2008).

#### 2.1.1 Características gerais

O corpo das minhocas é cilíndrico e alongado formado por uma sucessão de segmentos, também denominados metâmeros, essencialmente semelhantes entre si e em forma de anel e seu número oscila entre 7 e 600 (ASSAD, 1997; KÜKENTHAL et al., 1986).

Suas dimensões variam enormemente entre as espécies. Algumas das menores minhocas, pertencentes aos gêneros *Aelosoma* e *Chaetogaster*, medem menos de 1 mm de comprimento porém, as gigantes como *Rhinodrilus fafneri* e *Megascolides australis* ultrapassam 2 metros de comprimento e 2,5 cm de diâmetro. Entretanto, a maioria das minhocas mede apenas alguns centímetros de comprimento (STORER; USINGER, 1974).

Em minhocas adultas, alguns segmentos adjacentes estão espessados e intumescidos por uma zona glandular que recebe em conjunto, o nome de clitelo, cobrindo total ou parcialmente estes segmentos, formando uma espécie de faixa ao redor do corpo é variável mas, geralmente, se localiza na metade anterior do animal e tem apenas alguns segmentos, oscilando seu número considerável entre espécies, porém raramente ultrapassando dez (BARNES, 1984).

O maior constituinte químico do corpo das minhocas é a água que compreende de 70 a 95% de sua massa. A porcentagem restante 5 a 30% são na maior parte proteínas, que dependendo da dieta nutricional destes animais, compõe entre 53 a 70% do total da matéria seca, onde a gordura representa de 1 a 17% e a matéria mineral participa com 9 a 23% (MEINICKE, 1983).

As minhocas são hermafroditas necessitando, porém, de dois indivíduos para que ocorra sua reprodução, que é cruzada. São monóicas, apresentando órgãos sexuais masculinos e femininos no mesmo indivíduo (AQUINO et al., 2005; MARTINEZ, 1998; OLIVEIRA et al., 2010).

Em relação ao hábito alimentar as minhocas dividem-se em detritívoras e geófagas. As primeiras se alimentam em ambientes ricos em matéria orgânica localizados na superfície do solo ou próximo desta. As geófagas se alimentam mais profundamente no solo e tem sua nutrição a partir da matéria orgânica do solo ingerida junto a grandes quantidades de solo (LEE, 1985).

As minhocas se alimentam ao mesmo tempo em que vão se deslocando através das galerias abertas no solo. O material ingerido, tanto a matéria orgânica quanto os elementos minerais, entra em contato com um muco para facilitar o seu deslocamento ao longo do tubo digestivo onde é triturado e sofre ação de várias enzimas digestivas como a protease, a amilase, a lipase, a quitinase e a celulase (BRADY, 1979; MEINICKE, 1983).

As minhocas em condições naturais estão constantemente absorvendo água e excretando-a pelos nefrídios. A água eliminada por dia atinge até 60% da massa de seu corpo, o que representa uma quantidade excepcionalmente elevada (RIGHI, 1966).

Quanto às regiões do solo que vivem e habitam as minhocas classificam-se em três categorias ecológicas: a) epigéicas, que habitam a serapilheira, acima da camada superficial do solo; b) anécicas, que vivem em galerias nas camadas superficiais e intermediárias do solo e, c) endogéicas, que habitam os horizontes minerais do solo onde constroem e vivem em profundidade em galerias permanentes e semi-permanentes (BOUCHÉ, 1977; LEE, 1985).

As espécies endogéicas podem ainda serem divididas em oligohúmicas, mesohúmicas e polihúmicas que dependem, respectivamente, de quantidades pequenas, moderadas e altas de húmus vinculado ao solo mineral (LAVELLE, 1981).

Uma característica peculiar das minhocas é o poder de regenerar partes de seu corpo. Dessa forma se o animal sofre perda da metade final de seu corpo, os segmentos correspondentes a essa região serão restabelecidos. No entanto, se o corpo é cortado na metade anterior as possibilidades de regeneração são reduzidas pois, para que a regeneração ocorra, o sistema nervoso precisa ser preservado e sua maior concentração está localizada na parte anterior do corpo (MEINICKE, 1983).

Como a minhoca não possui órgão responsável pela respiração, que é cutânea, sua epiderme funciona como uma membrana semipermeável através da qual o CO<sub>2</sub> no sangue dos capilares é trocado com o O<sub>2</sub> da atmosfera. Porém, para que as trocas respiratórias ocorram normalmente é preciso que a pele esteja úmida pois, se ressecada, o animal morre por asfixia. Sua pele é mantida úmida pela própria umidade do solo e, em parte, pelo líquido celomático eliminado através dos poros dorsais e pelo muco secretado por células glandulares epiteliais (RIGHI, 1966).

Em cada segmento do corpo das minhocas encontra-se o líquido celomático, com volume constante, que permite ao animal, através do sistema esquelético hidrostático, locomover-se no solo com eficiência. A contração muscular longitudinal é também considerada importante na escavação, na expansão do diâmetro da galeria ou na fixação dos segmentos contra a parede da mesma (OLIVEIRA et al., 2010).

As minhocas deslocam-se para os níveis mais profundos do solo durante os períodos de seca ou de inverno. Existem espécies que são capazes de se encistar, ou seja, libera um forte revestimento mucoso que forma a parede do cisto durante condições ambientais desfavoráveis. Algumas espécies formam cistos de inverno quando a temperatura da água do solo torna-se baixa. Outras formam cistos de verão para proteger-se contra a dessecação (BARNES, 1984).



### 2.1.2 Efeitos no solo e no crescimento e produção das plantas

Em todos os agroecossistemas os organismos do solo são componentes importantes da biodiversidade e desempenham, na maioria das vezes, funções benéficas ao mediar processos como controle natural, reciclagem de nutrientes e decomposição de restos culturais. No que se refere aos invertebrados estes, principalmente as minhocas, assumem papel de destaque na manutenção e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (HENDRIX, 1995).

As minhocas podem não interferir, favorecer ou até mesmo prejudicar o crescimento de plantas. De modo geral a magnitude deste efeito depende da interação entre o tipo de solo e espécies de minhoca e de planta. Embora sejam mais comuns relatos de influência positiva (BLOUIN et al., 2007; ERIKSEN-HAMEL; WHALEN, 2007; GILOT, 1997; 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 (KUSDRA, 1998; PASHANASI et al., 1992).

De acordo com Derouard et al. (1997) em estudo com plantas de amendoim e espécies distintas de minhocas obtiveram resultados contrastantes em relação a raiz que aumentou em média 20% com *Chuniodrilus zillae* e reduziu em 25% com *Hyperiodrilus africanus*.

Segundo Jouquet et al. (2005) as minhocas podem interferir direta ou indiretamente no crescimento das plantas devido a sua influência na liberação de nutrientes na rizosfera e nas propriedades hídricas do solo. Entre os efeitos diretos incluem-se a escavação de galerias (BLOUIN et al. 2006), mistura de partículas minerais e orgânicas (LOGSDON; LINDEN, 1992) e deposição de coprólitos (DADALTO; COSTA, 1990). Entre os indiretos destaca-se a dispersão de microrganismos que habitam e transitam na superfície de seu corpo e no trato digestório (LAVELLE et al., 2006; THORPE et al., 1996).

No trato digestório das minhocas podem ser encontradas diferentes espécies de microrganismos destacando-se fungos micorrízicos e bactérias pertencentes aos gêneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Klebsiela*, *Azobacter*, *Serratia*, *Aeromonas*, *Enterobacter* e *Rhizobium* (BYZOV et al., 2007; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; VALLE-MOLLINARES et al., 2007). Entre estes microrganismos incluem-se promotores do crescimento de plantas, fixadores de nitrogênio e solubilizadores de fosfato, o que evidencia sua contribuição na produção vegetal (BRITO-VEGA;

ESPINOSA-VICTORIA, 2009; FERNÁNDEZ et al., 2005; LORENO-OSTI et al., 2004; MARTÍNEZ-ROMERO, 2001).

Quase sempre há uma relação positiva das minhocas com o crescimento das plantas, em resposta à modificação na porosidade e agregação do solo, que promove melhor ambiente para o desenvolvimento radicular, aumentando a disponibilidade de água e oxigênio (BLOUIN et al., 2006; LOGSDON; LINDEN, 1992).

As minhocas podem atuar positivamente na incorporação da matéria orgânica, na estabilidade dos agregados, na atividade microbiana e na porosidade e infiltração de água sendo que, em muitos casos, o resultado final de sua atividade, nas características físicas e químicas do solo, tem sido evidenciado no aumento da produtividade agrícola (CONROY, 1994).

Segundo Lavelle et al. (2001) as minhocas atuam em vários processos relacionados ao solo influenciando na disponibilidade de nutrientes para as plantas nele cultivadas e na manutenção dos microrganismos existentes.

O condicionamento físico do solo proporcionado pelas minhocas ocorre devido à escavação que resulta em galerias (canais), com efeitos positivos na porosidade do solo, infiltração da água e na aeração (LEE, 1985). Além disso, podem diretamente iniciar a formação da macro e microestrutura de agregados em função da mistura de partículas minerais e orgânicas (PULLEMAM et al., 2004).

A formação de agregados nos horizontes superficiais dos solos é facilitada pela ação das minhocas, pois estas são os principais agentes responsáveis pela porosidade total (RUVIARO et al., 2009). Segundo Longsdon e Linden (1992) estes invertebrados favorecem o crescimento das plantas por meio de várias reações como, por exemplo, disponibilização de nutrientes, melhoria das propriedades físicas do solo e aumento da velocidade de infiltração da água.

De acordo com Lafont (2007) as atividades das minhocas que proporcionam maiores alterações na estrutura física do solo são a abertura de galerias, fazendo ligações do subsolo com a superfície, e a ingestão do solo, com a quebra parcial da estrutura da matéria orgânica promovendo sua agregação com outras partículas e excreção deste material na superfície ou subsuperfície do solo. Neste contexto, possibilita melhor desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, maior crescimento da planta e acréscimo de seu potencial produtivo.

De acordo com Schrader e Zhang (1997) o potencial de estabilização ou desestabilização da estrutura do solo pelas minhocas depende da sensibilidade do mesmo às perturbações físicas.

Segundo Oliveira et al. (2010) solos com presença de minhocas possuem mais nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e cálcio do que os com ausência destes animais. De acordo com Lavelle et al. (2006) substâncias hormonais semelhantes à exsudados de raízes, presentes no muco e saliva de minhocas podem ser promotoras de crescimento de plantas.

A ausência de minhocas em um determinado solo se deve a presença no mesmo de características não favoráveis a sua existência. Portanto a sua introdução nesse solo será inútil enquanto existirem condições locais que dificultem sua sobrevivência. Mesmo em solos que apresentam baixas populações seu aumento pela introdução também não trará efeito significativo. Para que ocorra o aumento natural do número de indivíduos basta modificar os métodos de manejo do solo. Em solos agricultáveis, é possível a manutenção da população a níveis desejáveis, simplesmente pela adoção de práticas de manejo adequadas, dispensando-se sua introdução (PEREIRA, 1988).

Outros efeitos das minhocas no crescimento de plantas podem ser relacionados ao condicionamento das propriedades do solo pela matéria orgânica (LEE, 1985). A dinâmica dos nutrientes devido à fragmentação e catabolismo primário dos resíduos orgânicos pelas minhocas acelera o ritmo de ciclagem, a mineralização e a liberação de nutrientes, além de influenciar a atividade dos microrganismos decompositores (AQUINO et al., 2005).

As minhocas são importantes no transporte e na dispersão de microrganismos no solo. Em estudo com *Lumbricus terrestris* em vasos com 30 cm de profundidade e bactérias marcadas (*Pseudomonas fluorescens*), observou-se que 24 dias após a inoculação, estas foram distribuídas em todo o solo por meio das galerias (THORPE et al., 1996). Locais com alta densidade de minhocas apresentam solo bem estruturado e aerado proporcionando aumento na atividade microbiana edáfica. Porém, há espécies de minhocas que conforme aumenta sua densidade diminui a atividade microbiana (WILLEMS et al., 1996).

*Lumbricus terrestris* transloca material mineral das camadas mais profundas de solo para a superfície, este contém recursos limitados para os microrganismos e, conseqüentemente, reduz sua atividade (EISENHAUER et al., 2007).

Os nutrientes para as plantas, geralmente se encontram mais concentrados nos excrementos da minhoca do que no solo (BUCK et al., 1999).

Os coprólitos liberados podem ser eficientes fontes de nutrientes para as plantas e menos propensos a produzir estresse salino que os fertilizantes sintéticos (CHAOUÏ et al., 2003). As minhocas anécicas e detritívoras ingerem menos solo e produzem menos coprólitos com maior teor de matéria orgânica quando comparadas às minhocas endogeicas e geófagas (BUCK et al., 1999).

Comparando-se os primeiros 5 cm de solo em um plantio de eucalipto com os excrementos das minhocas, os níveis maiores de cálcio, magnésio, fósforo, potássio, matéria orgânica e capacidade de troca de cátions nos excrementos foram maiores que no solo (QUADROS et al., 2002).

A alimentação e digestão dos alimentos (que consiste na mistura de material orgânico e inorgânico), a deposição dos coprólitos e abertura de galerias, são as atividades das minhocas que contribuem para a incorporação de resíduos ao solo, facilitando a decomposição microbiana e, assim, liberando nutrientes na forma assimiláveis para as plantas e mais próximos ao sistema radicular.

### 2.1.3 A espécie *Chibui bari*

*Chibui bari* é uma espécie de minhoca geófaga e endogéica, de grande dimensões (minhocuçu), pertencente à família Glossoscolecidae, endêmica de solos da amazônia, particularmente do Estado do Acre (RIGHI; GUERRA, 1985; SOUZA, 2010).

A reprodução de *Chibui bari* geralmente ocorre no período chuvoso quando há um aumento da umidade do solo. Porém, esta espécie apresenta baixa capacidade reprodutiva pois de seus casulos, que medem aproximadamente 2 cm de diâmetro, eclodem somente dois animais (FIUZA, 2009; GUERRA 1985; 1988a,b). Segundo os mesmos autores, os animais que inicialmente não apresentam pigmentação, quando adultos, possuem cor escura, tamanho entre 30 e 60 cm de comprimento, diâmetro médio de  $8,18 \pm 0,17$  mm e biomassa média de  $9,16 \pm 0,38$  g.

Segundo Fiuza (2009) os excrementos de *Chibui bari*, denominados coprólitos, são depositados no interior das galerias e na saída destas para a superfície do solo, formando montículos, em forma de torre, que podem ultrapassar 30 cm de altura e atingir, em determinadas áreas, massa de até  $141,13 \text{ t ha}^{-1}$ . De acordo com Lavelle

et al. (2006) o acúmulo de coprólitos na superfície do solo, em décadas, pode resultar na formação de um novo horizonte denominado de vermissolo.

Pesquisas desenvolvidas com coprólitos de *Chibui bari* têm focado a influência desta espécie no crescimento de plantas como mamoeiro (KUSDRA et al., 2008), alface (SOUZA et al., 2008) e couve (SILVA et al., 2007). Estes autores usaram diferentes concentrações de coprólitos misturadas a solos distróficos e eutróficos na composição de substratos para a produção de mudas.

Furtado (2010) verificou maiores diâmetro do colmo e massas da matéria seca da parte aérea e total das plantas de milho na presença de minhocas *Chibui bari*. Por outro lado, esse mesmo autor, não verificou efeito desta mesma espécie de minhoca no crescimento de plantas de feijão mesmo utilizando mesmo tipo de solo. Simões (2010) também verificou efeito diferenciado de *Chibui bari* no crescimento de duas espécies de plantas em um mesmo tipo de solo sendo este ausente no cupuaçuzeiro e negativo no açaizeiro. Estas situações evidenciam que o efeito destes animais no crescimento de plantas é dependente do solo e das espécies vegetal e de minhoca envolvidas no sistema.

## 2.2 ALFACE

A alface (*Lactuca sativa* L.) destaca-se entre outras hortaliças folhosas sendo a mais consumida em todo mundo, principalmente na forma de saladas, além de apresentar importância alimentar como fonte de vitaminas, fibras e sais minerais (SANTI et al., 2010).

No estado do Acre seu volume de produção é variável no decorrer do ano devido às condições climáticas adversas da região como, por exemplo, precipitações prolongadas e temperaturas elevadas (SILVA, 2010).

### 2.2.1 Importância sócio-econômica

A alface é a hortaliça folhosa mais cultivada e consumida no Brasil, também, a de maior importância econômica, tanto em volume como valor comercializado, apresentando ótima aceitação pelo consumidor. Sua forma predominante de comercialização e consumo é *in natura* (OKURA; MARIANO; TEIXEIRA, 2006; ROSA; MARTINS; FOLLY, 2005; SILVA et al., 1995).

Segundo Sá e Sousa (1996) a alface constitui-se numa importante fonte de receita para os agricultores familiares, sendo cultivada pela grande maioria dos produtores acreanos de hortaliças. O cultivo geralmente é praticado em hortas domésticas, escolares e comunitárias (OLIVEIRA et al.,2005).

### 2.2.2 Características botânicas

A alface pertence à classe Magnoliopsida, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Cichorioideae, tribo Lactuceae, gênero *Lactuca* e espécie *Lactuca sativa* (FILGUEIRA, 2008). É uma planta anual e de porte herbáceo, caule reduzido e não ramificado, com folhas grandes, lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de cabeça. Sua coloração varia do verde amarelado ao verde escuro, sendo que algumas cultivares apresentam as margens arroxeadas. Possui sistema radicular pivotante com ramificações finas e curtas, podendo atingir até 60 cm de profundidade (CAMARGO, 1984; GOTO, 1998; MAROUELLI et al.,1994).

A alface é uma planta típica de inverno mas que desenvolve-se e produz melhor sob condições de temperaturas amenas. Seu ciclo biológico é anual, encerrando a fase vegetativa quando a planta atinge o maior desenvolvimento das folhas. A fase reprodutiva consiste na emissão do pendão floral, sendo favorecida por épocas de altas temperaturas e dias longos (FILGUEIRA, 2008).

### 2.2.3 Sistema de produção

O cultivo da alface é iniciado geralmente com a semeadura em bandejas de isopor com posterior transplante para o canteiro quando as mudas apresentarem quatro folhas definitivas. Segundo Filgueira (2008), esta é a tecnologia mais usada por olericultores de alto nível, que desenvolvem suas mudas em estufas. As mudas com raízes protegidas por torrão são facilmente transplantadas e o pegamento é rápido. A tradicional sementeira ainda é utilizada, porém, o transplante da raiz nua é desfavorável. A semeadura direta é menos utilizada no Brasil e exige ótimo preparo dos canteiros definitivos, bem como de semeadoras apropriadas. Sob calor e chuva intensa ocorrem falhas na germinação e na emergência.

O espaçamento utilizado depende da cultivar. Quando a arquitetura da planta é mais fechada, pode-se utilizar um espaçamento de 0,25 x 0,25 m, já quando a

arquitetura das folhas é mais aberta, utilizam-se um espaçamento maior, geralmente 0,30 x 0,30 m. Nas cultivares americanas em que as folhas externas são grandes, recomenda-se utilizar espaçamento ainda maior, geralmente 0,35 x 0,35 m (GOTO; TIVELLI, 1998).

O intervalo decorrente do transplântio à colheita da alface varia tanto em função do período do ano quanto ao sistema adotado. Quando cultivadas em estufas e túneis, a colheita é realizada em aproximadamente 30 dias após o transplântio, podendo ser um pouco maior no período de inverno em torno de 50 dias, e mais curto nos meses de temperatura elevada. No sistema a céu aberto, o período de desenvolvimento, dependendo da época do ano, pode ser maior (SGANZERLA, 1997; FILGUEIRA, 2008).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco/AC no período de 27 de dezembro de 2010 a 16 de fevereiro de 2011. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, sendo ausência e presença (3) de minhocas em dois tipos de solos, com 15 repetições, totalizando 60 unidades experimentais, que constituíram-se de tubos de PVC de cor branca, com dimensões de 20 cm de diâmetro e 30 cm de altura, contendo 9,4 L de solo. Como planta teste foi utilizada a alface (*Lactuca sativa* L.) da cultivar Vera adaptada as condições climáticas do estado do Acre.

Os solos utilizados como substrato, classificados como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Plíntico, foram retirados de uma área de habitat da *Chibui bari* visando assegurar melhor adaptação e menor mortalidade dos animais durante o período de realização do experimento, uma vez que estes têm dificuldade de sobreviver em solos onde não estejam naturalmente presentes.

Antes da instalação do experimento o solo foi peneirado (5 mm) para a retirada de materiais grosseiros. Em seguida coletaram-se amostras dos mesmos para procederem as suas caracterizações físicas (Tabela 1) e químicas (Tabela 2).

Tabela 1 - Caracterização física dos solos utilizados como substrato para o cultivo de alface na ausência e presença de *Chibui bari* em experimento na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

	Areia	Silte	Argila
	----- g.kg <sup>-1</sup> -----		
Solo A	40,2	43,6	16,2
Solo B	48,7	40,0	11,3

Para minimizar a possibilidade de fuga de minhocas acrescentou-se na parte superior dos tubos de PVC, sobrepondo-os em 15 cm a altura, uma tela de nylon de cor branca com abertura de malha de 2,0 mm de diâmetro, presa com elástico, fita adesiva e palito de madeira com 20 cm de comprimento. Para reduzir a transferência de calor do ar ao solo, permitir conforto térmico para as minhocas e prolongar sua sobrevivência, cada tubo foi envolto por uma manta térmica com duas faces, uma de alumínio e outra branca, intercaladas com bolhas de ar (Figura 1).



Tabela 2 - Caracterização química dos solos utilizados como substrato para o cultivo de alface na ausência e presença de *Chibui bari* em experimento na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

	pH	Ca	Mg	K	Na	Al	H+Al	SB	CTC	V%	m%	P	CO
	----- mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> -----							---- % ----		mg.kg <sup>-1</sup> g.kg <sup>-1</sup>			
Solo A	4,2	2,0	1,5	0,7	0,2	27,5	52,9	4,4	57,3	7,7	86,0	2,2	4,4
Solo B	5,0	11,0	3,0	0,8	0,4	2,5	24,5	15,2	39,7	38,8	14,1	2,4	6,8



Figura 1 - Unidades experimentais.

As mudas de alface foram produzidas em bandejas de isopor utilizando-se substrato à base de areia, casca de arroz incinerada e composto orgânico (capim braquiaria + esterco bovino) na proporção 1:1:1, adicionou-se 1 kg.m<sup>-3</sup> de carvão vegetal triturado e 1,5 kg.m<sup>-3</sup> de termofosfato. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação durante 30 dias e irrigadas diariamente de forma manual.

As minhocas adultas, em número de três, foram introduzidas na superfície do solo contido no tubo de PVC de forma a permitir sua penetração natural no interior do mesmo. Os animais com dificuldade de realizar este procedimento foram substituídos visando evitar a possibilidade de morte prematura. Após cinco dias da introdução das minhocas nos tubos realizou-se o transplante das mudas para os mesmos. Quando as folhas da alface começaram a tocar na tela de nylon esta foi retirada para possibilitar que as plantas obtivessem crescimento livre de qualquer interferência.

A temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação foram monitoradas mediante a utilização de um aparelho datalogger digital instalado na mesma altura das unidades experimentais (Figura 2).



Figura 2 - Aparelho datalogger digital.

As irrigações foram realizadas regularmente e de forma homogênea, utilizando-se como referência de umidade, 70% da capacidade de campo.

O controle de pragas e plantas espontâneas foi feito manualmente mediante catação de pragas (lagartas) e arranquio de invasoras.

Foram avaliadas variáveis relacionadas à planta (matéria fresca da parte aérea - MFPA, massa comercial - MC e matérias secas da parte aérea - MSPA, da raiz - MSR e total - MST) e ao solo (pH, Ca, Mg, K, P, Na, Al, H+Al, soma de bases - SB, saturação de bases - V% e de alumínio - m%, capacidade de troca de cátions - CTC, carbono orgânico, respiração basal, biomassa microbiana e quociente metabólico). A avaliação do experimento foi realizada aos 45 dias após o transplante das mudas, durante o período de máximo desenvolvimento vegetativo da alface (Figura 3), antes de iniciar a fase de pendoamento. As plantas foram cortadas ao nível do solo, abaixo das folhas basais, com o auxílio de uma tesoura de poda.

As raízes foram separadas do solo manualmente, procedimento este realizado sobre uma tela de nylon de malha 2 mm para evitar a perda de material. Em seguida foram colocadas em potes plásticos, imersas em álcool 70% (Figura 4) para garantir sua conservação até uma segunda lavagem, realizada para limpeza completa destas.



Figura 3 - Alface aos 45 dias após o transplântio.



Figura 4 - Raiz depois de retirada grosseira do solo e acondicionada em álcool a 70% para posterior lavagem.

A determinação da matéria fresca da parte aérea das plantas foi realizada individualmente, utilizando-se uma balança digital 0,01 g de precisão (Figura 5) e para obtenção da massa comercial foram destacadas todas as folhas que se apresentavam senescentes e doentes. Após ser pesada a parte aérea e as raízes completamente livres de solo estas foram acondicionadas individualmente em sacos de papel previamente identificados os quais foram colocados em estufa, à temperatura de 65 °C até a obtenção de massa constante.

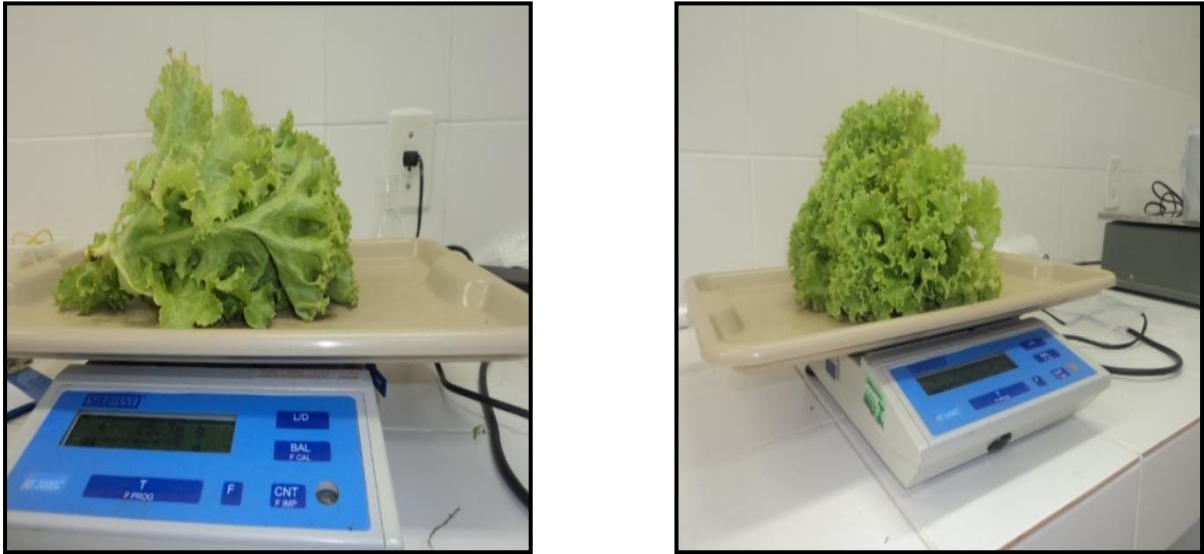


Figura 5 - Obtenção da massa fresca da parte aérea da alface.

A respiração basal foi avaliada mediante quantificação do  $\text{CO}_2$  liberado no processo de respiração microbiana a partir de amostras de 100 g de solo (STOTZKY, 1965). Para a avaliação da biomassa microbiana utilizou-se o método da respiração induzida pelo substrato. O quociente metabólico foi obtido pela relação entre a respiração basal e a biomassa microbiana (ANDERSON; DOMSCH, 1978).

As análises químicas constituíram-se das seguintes determinações: o pH em  $\text{H}_2\text{O}$  na proporção solo: água de 1:2,5; Al, Ca e Mg extraídos com solução de KCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$ , na proporção solo: solução de 1:10; K e P, extraídos com solução de HCl  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ , na proporção solo:solução de 1:10, em que o K foi determinado por fotometria de chama, o P por colorimetria, o carbono orgânico por oxidação da matéria orgânica por dicromato de potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em meio sulfúrico e titulado com sulfato ferroso amoniacal  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  e o H+Al extraído com solução de acetato de cálcio  $1 \text{ mol L}^{-1}$ , ajustada a pH 7,0 na proporção 1:15, segundo metodologia da Embrapa (1997). A partir dos resultados, foram calculadas a soma de bases trocáveis (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a porcentagem de saturação de bases trocáveis (V%) e a saturação de alumínio (m%).

A taxa de recuperação das minhocas ao final do experimento foi avaliada mediante contagem dos animais remanescentes por ocasião da retirada das raízes.

Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância e efetuou-se a comparação das médias dos tratamentos quando o teste F indicou diferença significativa a 5% ( $p < 0,05$ ) ou 1% ( $p < 0,01$ ) de probabilidade. Porém,

antes de efetuar-se a análise de variância, verificou-se a presença de dados discrepantes (outliers) pelo teste de Grubbs (1969) e, também, a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (1937). Quando não verificou-se a normalidade dos resíduos e/ou a homogeneidade das variâncias efetuou-se as transformações dos dados visando atender a estes pressupostos da análise de variância.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 90 minhocas introduzidas no início do experimento 60 foram recuperadas ao seu final. Este número corresponde a uma taxa de recuperação de 66,67%.

O número de minhocas recuperadas na presente pesquisa foi superior à encontrada por Simões (2010) em experimentos em casa de vegetação por um período de 90 dias avaliando o crescimento de mudas de cupuaçu e açaí sob efeito de *Chibui bari*, que apresentaram ao final dos experimentos 24% e 12% das minhocas introduzidas, respectivamente. Furtado (2010) também avaliou o crescimento de plantas na presença de *Chibui bari* obtendo recuperação de 13% para milho após 60 dias e de 11% para feijão ao final de 45 dias.

A alta taxa de recuperação de minhocas no experimento, aliada ao fato de não ter se encontrado nenhuma em estivação demonstram que um número considerável de animais permaneceu em atividade durante o período de realização do experimento e que os solos e as plantas garantiram um ambiente favorável à sobrevivência, atividade e permanência das mesmas nos tubos de PVC (Figura 6).



Figura 6 - Permanência de *Chibui bari* no interior das unidades experimentais.

No presente estudo observou-se a presença de casulos e de animais jovens nos solos empregados no experimento, nos tratamentos com minhocas, aos 45 dias indicando possibilidade de reprodução dessa espécie em cativeiro (Figura 7).

Entretanto, é importante destacar que, como foram utilizados animais adultos é possível que estes já estivessem em fase de reprodução em seus solos de origem ocorrendo, desta forma, apenas a liberação e eclosão de alguns casulos durante o período experimental. Vale destacar que um dos grandes desafios a serem ainda superados é a confirmação de reprodução desta espécie em condição de cativeiro a qual poderia contribuir para minimizar a redução dos estoques populacionais provocada pelo impacto da captura desse animal para utilização como isca de pesca.

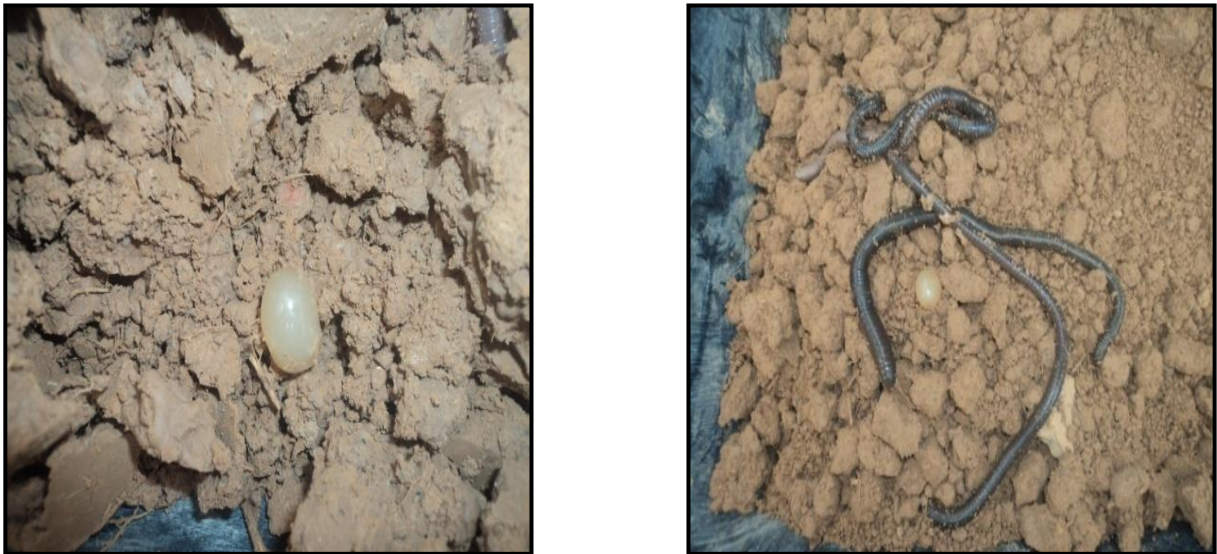


Figura 7 - Casulos de *Chibui bari* constatados ao final do experimento.

Os resultados referentes às condições ambientais verificadas no decorrer do período de realização do experimento no interior da casa de vegetação foram temperatura do ar de  $27,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar de  $79,8\% \pm 0,5\%$ , valores estes apresentados na forma de média  $\pm$  erro padrão da média.

Segundo Sanders (2010) a alface é adaptada a temperaturas amenas, sendo que a ideal para o desenvolvimento está na faixa de  $15,5$  e  $18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , embora tolere temperaturas entre  $26,6$  a  $29,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por alguns dias, desde que as temperaturas noturnas sejam baixas. Portanto a média de temperatura registrada durante a realização do experimento está dentro da faixa tolerável para a cultura.

Nesse trabalho observaram-se efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) das minhocas em todas as variáveis relacionadas ao crescimento da alface, exceto matéria seca da raiz, sendo as maiores médias obtidas na presença destes animais. Por outro lado

não observaram-se efeitos dos solos e nem tampouco da interação destes com as minhocas nas variáveis relacionadas à planta. Portanto, verifica-se que as minhocas interferiram favoravelmente nas variáveis relacionadas à planta em ambos os solos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 - Efeito de minhocas *Chibui bari* na alface cultivada em dois solos em experimento desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011 <sup>(1)(2)</sup>

Solos	Minhocas		Média
	Ausência	Presença	
Matéria Seca da Parte Aérea (g planta <sup>-1</sup> )			
A	3,02	4,02	3,52A
B	3,01	4,35	3,68A
Média	3,01b	4,19a	
Matéria Fresca da Parte Aérea (g planta <sup>-1</sup> )			
A	34,93	51,74	43,34A
B	37,93	59,07	48,50A
Média	36,43b	55,41a	
Massa Comercial (g planta <sup>-1</sup> )			
A	32,76	48,72	40,74A
B	35,36	56,71	46,03A
Média	34,06b	52,71a	
Matéria Seca Total (g planta <sup>-1</sup> )			
A	3,27	3,24	3,78A
B	4,28	4,71	3,98A
Média	3,25b	4,50a	

<sup>(1)</sup> Análise de variância nos Apêndices A e B.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste F ao nível de 5% ou 1% de probabilidade.



Em relação à massa comercial (MC) e massa seca da parte aérea (MSPA) observadas neste experimento, os valores encontrados são estatisticamente inferiores ( $p < 0,05$ ) aos obtidos no trabalho de Cavalcante (2008) que avaliou a produção orgânica de diferentes cultivares de alface encontrando valores de MC e MSPA de 147,2 e 6,0 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

Furtado (2010) observou aumento do crescimento de plantas de milho e feijoeiro em solo com presença de *Chibui bari*. Por outro lado, Simões (2010) não observou efeito desta espécie no crescimento de mudas de cupuaçu e verificou redução do crescimento de mudas de açaí.

A constatação de galerias (Figuras 8A e 8B) e de coprólitos na superfície e no interior do substrato (Figuras 9A e 9B) observada nas unidades experimentais com presença dos animais indica que sua atividade foi expressiva. Esta situação pode, inclusive, ter favorecido o crescimento das plantas.

Provavelmente o maior crescimento da alface obtido na presença de minhocas seja resultado também da mortalidade de animais (menor que 33,33%, considerando eventuais fugas) que ocasionou aumentos na concentração de nitrogênio no solo oriunda da decomposição de tecidos ricos em proteínas. Esta situação baseia-se principalmente pelo fato de *Chibui bari* ser uma minhoca de grandes dimensões podendo atingir quando adulto 50 cm de comprimento, 14 mm de diâmetro e apresentar biomassa média de 9,16 g e que, além de liberar grandes quantidades de excrementos e urina, também incorpora muito nitrogênio ao solo por ocasião de sua morte e decomposição. Segundo Furtado (2010) esta espécie possui 3,68 g de nitrogênio para cada 100 g do animal (base seca).

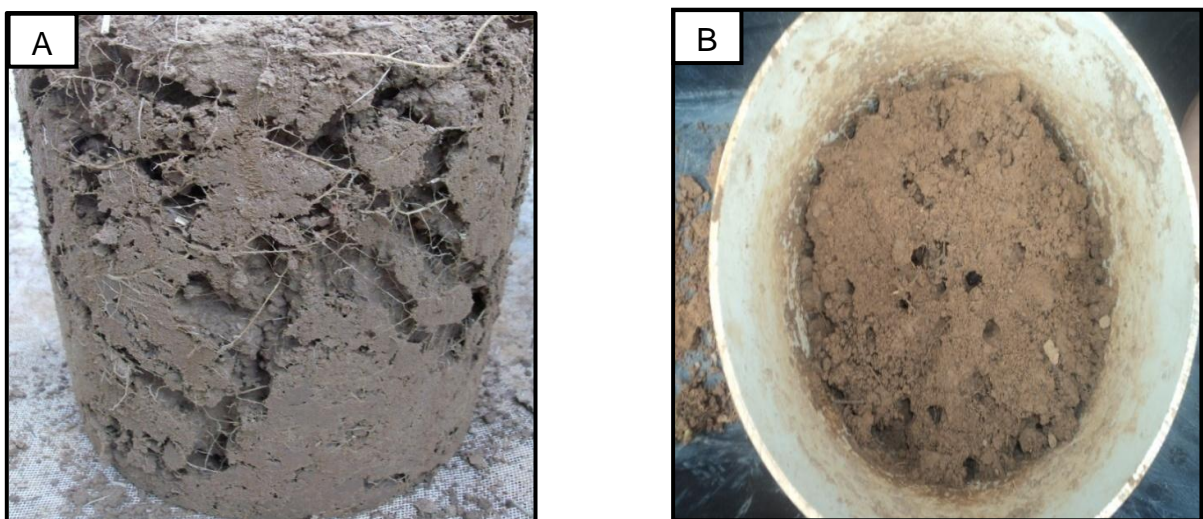


Figura 8 - Efeito físico da atividade de *Chibui bari* no solo: visão longitudinal (A) e transversal (B) dos tubos.

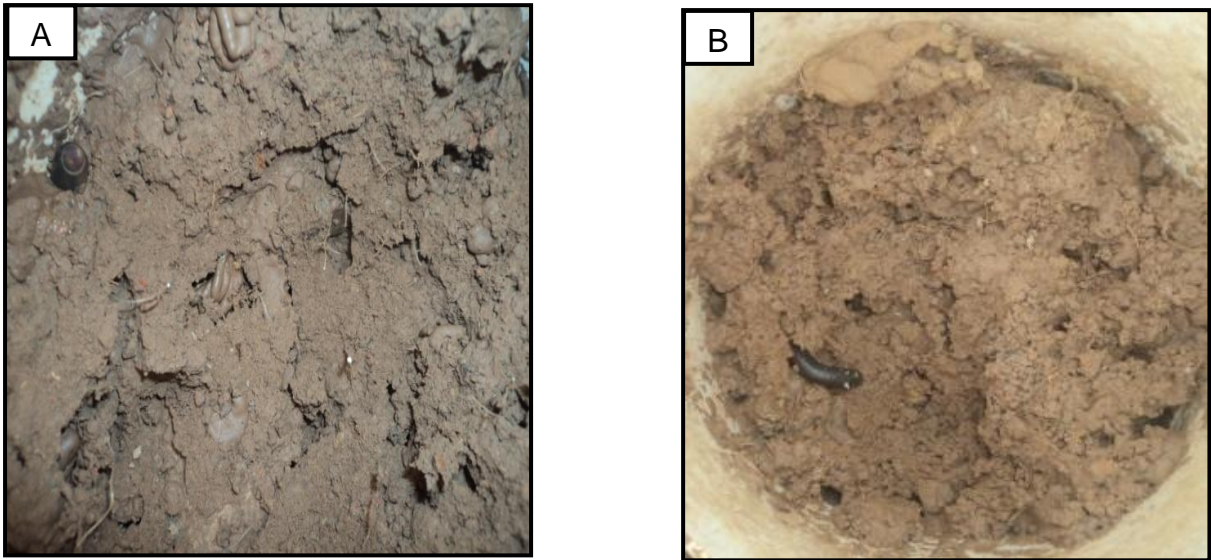


Figura 9 - Presença de coprólitos no interior (A) e na superfície (B) do solo.

De acordo com Satchell (1983) de 60 a 70 kg de  $N \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$  retornam ao solo pela morte de minhocas *Lumbricus terrestris* e de 30 a 40 kg de  $N \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$  são acrescidos ao solo via urina e muco desta mesma espécie. Neste contexto é importante destacar que a adição de nitrogênio ao solo via morte de minhocas *Chibui bari* deve ser muito superior a derivada de *Lumbricus terrestris* por esta última ter dimensões bastante inferiores à *Chibui bari*. Além disso, também é necessário observar que em termos de nitrogênio a contribuição de *Chibui bari* ao solo, em função das grandes dimensões do animal adulto, pode ser muito maior quando proveniente destes mortos do que vivos e em atividade. Segundo Edwards e Bohlen (1996) o nitrogênio proveniente da decomposição de minhocas mortas é rapidamente mineralizado tornando-se assim disponível ao aproveitamento pelas plantas.

Foram verificados efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) das minhocas em ambos os solos para fósforo, sódio, potássio, capacidade de troca de cátions e acidez potencial. Somente para pH verificou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação minhocas x solos sendo este maior no solo B, tanto na presença quanto na ausência de minhocas. Porém, enquanto no solo A as minhocas não interferiram ( $p > 0,05$ ) no seu pH no B, ao contrário, na ausência destes animais verificou-se pH maior do que na presença (Tabela 4).

Tabela 4 - Efeito de minhocas *Chibui bari* nas características químicas de dois solos em experimento desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011 <sup>(1)(2)</sup>

(continua)

Solos	Minhocas		Média
	Ausência	Presença	
Cálcio trocável (mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )			
A	12,97	13,70	13,33B
B	23,93	22,93	23,43A
Média	18,45a	18,32a	
Magnésio trocável (mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )			
A	7,57	8,73	8,15A
B	4,50	5,63	5,07B
Média	6,03a	7,18a	
Potássio trocável (mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )			
A	0,97	1,11	1,04A
B	0,71	0,76	0,74B
Média	0,84b	0,94a	
Fósforo disponível (mg.kg <sup>-1</sup> )			
A	6,15	7,37	6,76A
B	4,65	11,86	8,25A
Média	5,40b	9,62a	
Sódio trocável (mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )			
A	0,22	0,29	0,26A
B	0,24	0,26	0,25A
Média	0,23b	0,28a	
Soma de bases (mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )			
A	21,72	23,83	22,78B
B	29,38	29,59	29,47A
Média	25,55a	26,71a	

Tabela 4 - Efeito de minhocas *Chibui bari* nas características químicas de dois solos em experimento desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011 <sup>(1)(2)</sup>

(continuação)

Solos	Minhocas		Média
	Ausência	Presença	
Capacidade de troca de cátions (mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )			
A	63,75	66,41	65,08A
B	55,11	58,88	56,99B
Média	59,43b	62,64a	
Saturação de bases (%)			
A	34,11	35,54	34,83B
B	53,17	50,25	51,71A
Média	43,64a	42,90a	
Carbono orgânico (g.kg <sup>-1</sup> )			
A	8,00	7,65	7,82A
B	6,87	7,02	6,95B
Média	7,43a	7,34a	
Alumínio trocável (mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )			
A	10,80	11,47	11,13A
B	2,17	3,00	2,58B
Média	6,48a	7,23a	
Acidez potencial (mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )			
A	42,03	42,57	42,30A
B	25,73	29,29	27,51B
Média	33,88b	35,93a	
Saturação de alumínio (%)			
A	32,60	32,74	32,67A
B	6,93	9,10	8,01B
Média	19,76a	20,92a	

Tabela 4 - Efeito de minhocas *Chibui bari* nas características químicas de dois solos em experimento desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011 <sup>(1)(2)</sup>

Solos	Minhocas		Média
	Ausência	Presença	
		pH em água	
A	3,91Ba	3,82Ba	3,86
B	4,41Aa	4,07Ab	4,24
Média	4,16	3,95	

<sup>(1)</sup> Análise de variância nos Apêndice C, D, E e F.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste F ao nível de 5% ou 1% de probabilidade.

Em relação aos solos observaram-se diferenças significativas para magnésio, alumínio, carbono orgânico, saturação de alumínio, capacidade de troca de cátions, cálcio, soma de bases e saturação de bases (Tabela 4). Entretanto, diferenças significativas entre os solos em determinadas características químicas eram esperadas uma vez que tratavam-se de solos distintos e, portanto, naturalmente diferentes.

Resultado similar a este experimento para K foi também obtido por Simões (2010) que, da mesma forma, verificou aumento do teor de K na presença de minhocas *Chibui bari*. Porém, Furtado (2010), avaliando o efeito desta mesma espécie de minhoca no crescimento de plantas de milho e feijão, não verificou efeito desta no teor de K do solo em ambos os experimentos. Em relação ao Na este mesmo autor obteve resultado diferente do observado neste experimento, pois este seu teor foi reduzido no solo na presença de minhocas.

Em relação à capacidade de troca de cátions (CTC) verificou-se resultado semelhante ao obtido por Furtado (2010), estudando o efeito de minhocas *Chibui bari* no crescimento de milho, onde observou aumento da CTC na presença destes animais. Da mesma forma, Simões (2010), em experimento com açaí, observou aumento da CTC do solo na presença desta mesma espécie de minhoca. Este mesmo autor também obteve resultado semelhante para acidez potencial em experimento com cupuaçu sendo, também, similar ao do presente experimento.

Segundo Filgueira (2008) obtém-se maiores respostas em produtividade de alface mediante aplicações de N, P e K. No caso deste experimento o acréscimo de N (derivado principalmente da decomposição e mineralização de minhocas mortas) e

de P e K (derivados da presença de minhocas) no solo pode ter permitido a obtenção de aumento do crescimento de alface.

A alface se adapta melhor em faixa de pH 6,0 a 6,8 (FILGUEIRA, 2008). Entretanto, o pH inicial (Tabela 2) de ambos os solos utilizados no experimento já estavam abaixo do recomendável para cultura e, ao final, constatou-se no solo B acidez do solo mais acentuada na presença de minhocas (Tabela 4). Segundo Eisenhauer et al. (2007) minhocas endogeicas podem reduzir o pH devido ao hábito de, por meio da escavação de galerias, misturar camadas de alto (superficiais) e baixo (profundas) pH. Nesse sentido Simões (2010) constatou que o pH do solo diminuiu conforme aumentou-se a densidade de *Chibui bari*. Entretanto, Furtado (2010), constatou que a presença de *Chibui bari* aumentou o pH de solo cultivado com feijoeiro e não o influenciou em experimentos realizados com plantas de milho.

O fato da presença de minhocas *Chibui bari* ter promovido, em ambos os solos, aumento da CTC e das concentrações de P e K influenciou, certamente, no aumento do crescimento das plantas verificado também em ambos os solos.

Para as variáveis microbiológicas respiração microbiana do solo (RMS), biomassa microbiana do solo (BMS) e quociente metabólico do solo ( $qCO_2$ ) não verificaram-se diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos. Resultados similares para respiração microbiana do solo com esta mesma espécie de minhoca foi observado por Simões (2010) em mudas de cupuaçu e por Furtado (2010) em milho e em feijoeiro. É importante destacar que a expectativa era de que as minhocas influenciassem nestas variáveis microbiológicas devido a forte interação existente entre anelídeos e microrganismos do solo pois muitas espécies microbianas habitam e transitam pelo trato digestório das minhocas podendo estas terem suas populações aumentadas ou reduzidas durante à passagem por seu intestino.

## 5 CONCLUSÕES

O efeito químico de *Chibui bari* no aumento do crescimento de alface relaciona-se ao incremento da CTC e das concentrações de P e K do solo como, também, ao nitrogênio derivado da decomposição microbiana do animal após sua morte.

As minhocas *Chibui bari*, em solos com alta ou baixa saturação de alumínio, aumentam a acidez potencial.

A atividade microbiana do solo não é influenciada por *Chibui bari* quando este é cultivado com alface em condições de casa de vegetação.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Physiological method for quantitative measurement of microbial biomass in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 10, n.1 p. 215-221, 1978.
- ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997.
- AQUINO, A. M. de; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H. Biomassa microbiana, colóides orgânicos e nitrogênio inorgânico durante a vermicompostagem de diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 11, p. 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 Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 3/4, p. 599-602, 1997.
- BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. São Paulo: Roca, 1984.
- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London**. v. 160A, p. 268-282, 1937.
- BLOUIN, M.; BAROT, S.; LAVELLE, P. Earthworms (*Millsonia anomala*, Megascolecidae) do not increase rice growth through enhanced nitrogen mineralization. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, n. 5, p. 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*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, n. 3, p. 352-359, 2007.
- BOUCHÉ, M. B. Strategies lombriciennes. **Ecological Bulletins**, v. 25, p. 122-132, 1977.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979.
- BRITO-VEGA, H.; ESPINOSA-VICTORIA, D. Bacterial diversity in the digestive tract of earthworms (Oligochaeta). **Journal of Biological Sciences**, v. 9, n. 3, p. 192-199, 2009.
- BUCK, C.; LANGMAACK, M.; SCHRADER, S. Nutrient content of earthworm casts influenced by different mulch types. **European Journal of Soil Biology**, v. 35, n. 1, p. 23-30, 1999.
- BYZOV, B. A.; KHOMYAKOV, N. V.; KHARIN, S. A.; KURAKOV, A. V. Fate of soil bacteria and fungi in the gut of earthworms. **European Journal of Soil Biology**, v. 43, p.146-156, 2007.
- CAMARGO, L. de S. **As hortaliças e seu cultivo**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984.



CAVALCANTE, A. S. da S. **Produção orgânica de alface em diferentes épocas de plantio, preparo e cobertura de solo no Estado do Acre**. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2008.

CHAOUI, H.; ZIBILSKÉ, L.; OHNO, T. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, n. 2, p. 295–302, Feb. 2003.

CONROY, F. Unearthing the potential of worms. **Rural Research**, v. 163, p. 19-23, 1994.

DADALTO, G. G.; COSTA, L. M. da. Relação entre características químicas de solo e excreções de minhocaçu (*Glossoscolex* spp.). **Revista Ceres**, v. 37, n. 212, p. 331-336, 1990.

DEROUARD, L.; TONDOH, J.; VILCOSQUI, L.; LAVELLE, P. Effects of earthworm introduction on soil processes and plant growth. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 3/4, p. 541-545, Mar./Apr. 1997.

DOUBE, B. M.; WILLIAMS, P. M. L.; WILLMOTT, P. J. The influence of two species of earthworm (*Aporrectodea trapezoides* and *Aporrectodea rosea*) on the growth of wheat, barley and faba beans in three soil types in the greenhouse. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 3/4, p. 503-509, Mar./Apr. 1997.

EDWARDS, C. A.; LOFTY, J. F. **Biology of earthworms**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1977.

EDWARDS, C. A.; BOHLEN, P. J. **Biology and ecology of earthworms**. 3. ed. London: Chapman & Hall, 1996.

EISENHAUER, N.; PARTSCHA, S.; PARKINSON, D.; SCHEUA, S. Invasion of a deciduous forest by earthworms: Changes in soil chemistry, microflora, microarthropods and vegetation. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 39, n. 5, p. 1099-1110, May 2007.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1997.

ERIKSEN-HAMEL, N. S.; WHALEN, J. K. Impacts of earthworms on soil nutrients and plant growth in soybean and maize agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 120, n. 2/4, p. 442-448, 2007.

FÉRNANDEZ, L. A.; ZALBA, P.; GÓMEZ, M. A.; SAGARDOY, M. A. Bacterias solubilizadoras de fosfato inorgánico aisladas de suelos de la región sojera. **Ciencia Suelo**, v. 23, p. 31-37, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008.

- FIUZA, S. da S. **Ecologia de *Chibui bari* (Annelida: Oligochaeta) e atributos físicos, químicos e biológicos de seus coprólitos**. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2009.
- FURTADO, T. D. **Crescimento do milho e do feijoeiro sob influência de *Chibui bari* (Oligochaeta: Glossoscolecidae)**. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2010.
- GILLOT, C. Effects of a tropical geophageous earthworm, *Millsonia anomala* (Megascolecidae), on soil characteristics and production of a yam crop in ivory coast. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 3/4, p. 353-359, 1997.
- GOTO, R. A cultura de alface. In: **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: editora Unesp, v. 1, p. 137-159, 1998.
- GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Unesp, 1998.
- GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **Technometrics**, v. 11, n. 1, p. 1-21, Feb. 1969.
- GUERRA, R. A. T. Ecologia dos oligochaeta da Amazônia. I. Estudo da migração horizontal e vertical de *Chibui bari* (Glossoscolecidae, Oligochaeta) através de observações de campo. **Acta Amazonica**, v. 15, n. 1/2, p. 141-146, 1985.
- 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 Amazonica**, v. 18, n. 1/2, p. 27-34, 1988a.
- GUERRA, R. A. T. Densidade e biomassa de Oligochaeta em áreas antrópicas da cidade de Rio Branco, Acre. **Cadernos da UFAC**, Série "B" Ciência e Tecnologia, n. 1, p. 7-16, 1988b.
- HENDRIX, P. F. **Earthworms in agroecosystems in North America**. Lewis Publishers, 1995.
- JAMES, S. W.; BROWN, G. G. Ecologia e diversidade de minhocas no Brasil. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras: UFLA, cap. 7, p. 192-276, 2008.
- JOUQUET, P.; DAUBER, J.; LAGERLOF, J.; LAVELLE, P.; LEPAGE, M. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops. **Applied Soil Ecology**, v. 10, n. 2, 2005.
- KÜKENTHAL, W.; MATTHES, E.; RENNER, M. **Guia de trabalhos práticos de zoologia**. 19. ed. Coimbra: Livraria Almedina, 1986.

KUSDRA, J. F. **Influência do Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp. e do *Rhizobium tropici* no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1998. 116 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

KUSDRA, J. F.; MOREIRA, D. F.; SILVA, S. S. da; NETO, S. E. de A.; SILVA, R. G. da. Uso de coprólitos de minhoca na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 492-497. Jun. 2008.

LAFONT, A. Effects of the earthworm *Pontoscolex corethrurus* on banana plants infected or not with the plant-parasitic nematode *Radopholus similis*. **Pedobiologia**, v. 51, n. 15, p. 311-318, May 2007.

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 Biology and Biochemistry**, v. 41, n. 8, p. 1668-1673, 2009.

LAVELLE, P. Stratégies de reproduction chez les vers de terre. **Acta Oecologica**, v. 2, p. 117-133, 1981.

LAVELLE, P.; BARROS, E.; BLANCHART, E.; BROWN, G.; DESJARDINS, T.; MARIANI, L.; ROSSI, J. Soil organic matter management in the tropics: why feeding the soil macrofauna. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 61, p. 53-61, 2001.

LAVELLE, P.; DECAENS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P.; ROSSI, J. P. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. 3-15. 2006.

LEE, K. E. **Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use**. Sydney: Academic Press, 1985.

LONGSDON, S. D.; LINDEN, D. R. Interactions of earthworms with soil physical conditions influencing plant growth. **Soil Science**, v. 154, n. 4, p. 330-337, 1992.

LORENO-OSTI, C.; LÓPEZ-REYES, L.; ESPINOSA-VICTORIA, D. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: una revisión. **Terra Latinoamericana**, v. 22, p. 225-239, 2004.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. S.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-SPI / EMBRAPA-CNPQ, 1994.

MARTINEZ, A. **A grande e poderosa minhoca**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 1998.

MARTÍNEZ-ROMERO, E. Poblaciones de Rhizobia nativas de México. **Acta Zoologica Mexicana**, v. 1, número especial, p. 29-38, 2001.

MEINICKE, A. C. **As minhocas**. Ponta Grossa: Coopercsul, 1983.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006.

MUZILLI, O. O milho na rotação de culturas. In: CARVALHO, S. M. de. (Coord.). **A cultura do milho**. Londrina: IAPAR, 1991. cap. 2, p. 26-48.

OKURA, M. H.; MARIANO, A. M. S. E.; TEIXEIRA, A. N. S. Eficiência de sanitizantes no tratamento minimamente processado de alface cultivada em meio hidropônico. **Revista Higiene Alimentar**, v. 20, n. 142, p. 105-113, jul. 2006.

OLIVEIRA, E. Q.; BEZERRA NETO, F. B.; NEGREIROS, M. Z.; BARROS JÚNIOR, A. P.; FREITAS, K. K. C.; SILVEIRA, L. M.; LIMA, J. S. S. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.285-289, abr-jun 2005.

OLIVEIRA, A. R. de; OLIVEIRA, K. da S. G. de; MACHADO, G. de B.; RANGEL, M. da S.; SILVA, R. V. da; CUEBA, T. B.; VELHO, N. de C. **Avaliação da reprodução e da sobrevivência de oligochaeta em diferentes substratos**. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., 2004, São Paulo, **Anais...** São Paulo: Universidade do Vale do Paraíba. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2004/trabalhos/inic/pdf/IC2-14R.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC2-14R.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2010.

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 Biology and Biochemistry**, v. 24, n. 12, p. 1655-1659, 1992.

PEREIRA, D. **Ação das minhocas no solo**. São Paulo: Nobel, 1988.

PULLEMAN, M. M.; SIX, J.; UYL, A.; MARINISSEN, J. C. Y.; JONGMANS, A. G. Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. **Applied Soil Ecology**, v. 29, n. 7, p. 1-15, 2004.

QUADROS, R. M. B. de; BELLOTE, A. F. J.; DIONÍSIO, J. A. Observações sobre as propriedades químicas do solo e de excrementos de minhocas em plantios de *Eucalyptus grandis*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 45, n. 2, p. 29-39, 2002.

RIGHI, G. **Invertebrados: a minhoca**. São Paulo: EDATR, 1966.

RIGHI, G.; GUERRA, A. T. Alguns oligochaeta do norte e noroeste do Brasil. **Boletim de Zoologia**, v. 9, p. 145-157, 1985.

ROSA, C. C. B.; MARTINS, M. L. L.; FOLLY, M. M. Avaliação microbiológica de hortaliças provenientes de hortas comunitárias de Campos dos Goytacases, RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v. 19, n. 134, p. 75-80, ago. 2005.

RUVIARO, C.; GENRO JÚNIOR, S.; BÖCK, V. D. **Macroporos: efeito de fauna, planta ou implemento?** Disponível em: <[http://www.w3.ufsm.br/fisica\\_e/macroporos\\_fauna\\_planta\\_implemento.doc](http://www.w3.ufsm.br/fisica_e/macroporos_fauna_planta_implemento.doc)>. Acesso em: 30 jun. 2009.

SÁ, C. P.; SOUSA, J. A. **Diagnóstico da olericultura no município de Rio Branco, Acre**. Rio Branco, AC EMBRAPA/CPAF-AC, 1996. (Documentos, 16).

SANDERS, D. C. **Lettuce production**: Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-11.html>>. Acesso em: 22 fev. 2010.

SANTI, A.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; SILVA, A. F. da; ALMEIDA, J. L. de; MONTEIRO, S. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, jan./mar. 2010.

SATCHELL, J. E. Earthworm microbiology. In: SATCHELL, J. E. (Ed.). **Earthworm microbiology**: from Darwin to vermiculture. London: Chapman & Hall, 1983.

SCHRADER, S.; ZHANG, H. Earthworm casting: stabilization or destabilization of soil structure. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 3/4, p. 469-475, 1997.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura**: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. 2. ed. Porto Alegre: Petroquímico Triunfo, 1997.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SIMÕES, M. A. **Crescimento de mudas de açaí e de cupuaçu em resposta à atividade de *Chibui bari* (Annelida: Oligochaeta)**. 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2010.

SILVA, S. S. da; NETO, S. E. de A.; KUSDRA, J. F. FERREIRA, R. L. F. Produção orgânica de mudas de couve-manteiga em substratos à base de coprólitos de minhocas. **Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 78-83, 2007.

SILVA, E. M. N. C. de P. da. **Produção e qualidade de alface orgânica cultivada com diferentes preparos do solo e sombreado com latada de maracujá, plástico e tela, em Rio Branco-Acre**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2010.

SILVA, A. C. F.; REBELO, J. A.; MÜLLER, J. J. V. Produção de sementes de alface em pequena escala. **Agropecuária Catarinense**, v. 8, n. 1, p. 41-44, mar. 1995.

SOUZA, S. R.; FONTINELE, Y. da; SALDANHA, C. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; KUSDRA, J. F. Produção de mudas de alface com uso de substrato preparado com coprólitos de minhoca. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 1, p. 115-121, 2008.

SOUZA, L. J. B. de. **Minhoca *Chibui bari***. Disponível em: <<http://www.minhobox.com.br/materia-jm44.htm>>. Acesso em: 24 jun. 2010.

STORER, T. I. USINGER, R. L.; **Zoologia geral**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965.

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. **Biology and Fertility of Soils**, v. 23, n. 2, p. 132-139, 1996.

VALLE-MOLINARES, R.; BORGES, S.; RIOS-VELAZQUEZ, C. Characterization of possible symbionts in *Onychochaeta borincana* (Annelida: Glossoscolecidae). **European Journal of Soil Biology**, v. 43, n. 1, p. 14-18, 2007.

VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P.; ANDRADE, M. A multifunctional indicator of soil quality. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 39, n. 4, p. 3066-3080, 2007.

WILLEMS, J. J. G. M.; MARINISSEN, J. C. Y.; BLAIR, J. E. Effects of earthworms on nitrogen mineralization. **Biology and Fertility of Soils**, v. 23, n.1, p. 57-63, 1996.

## APÊNDICES

Apêndice A – Análise de variância das variáveis matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) de alface cultivada em dois tipos de solos na presença e ausência de *Chibui bari*

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios		
		MMSPA <sup>(1)</sup>	MMSR <sup>(1)</sup>	MMST <sup>(1)</sup>
Solo (S)	1	0,13 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	1	1,52*	0,019 <sup>ns</sup>	1,45*
S x M	1	0,06 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
Resíduo	56	0,20	0,014	0,22
Total	59	-	-	-
CV(%)	-	24,72	23,63	24,70

<sup>(1)</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x}$  para atenderem a normalidade dos resíduos e/ou a homogeneidade das variâncias.

Apêndice B – Análise de variância das variáveis massa comercial (MC) e matéria fresca da parte aérea (MFPA) de alface cultivada em dois tipos de solos na presença e ausência de *Chibui bari*

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios	
		MC <sup>(1)</sup>	MMFPA <sup>(1)</sup>
Solo (S)	1	7,57 <sup>ns</sup>	5,70 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	1	26,16**	28,61**
S x M	1	0,74 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>
Resíduo	56	3,54	3,27
Total	59	-	-
CV(%)	-	29,94	27,95

<sup>(1)</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x}$  para atenderem a normalidade dos resíduos e/ou a homogeneidade das variâncias.



Apêndice C – Análise de variância das variáveis Ca, Mg, K, Na e P disponíveis em dois solos cultivados com alface na ausência e presença de *Chibui bari*

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		Ca <sup>(1)</sup>	Mg	K	Na <sup>(2)</sup>	P <sup>(3)</sup>
Solo (S)	1	21,326**	84,97**	1,096**	0,001 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	1	0,006 <sup>ns</sup>	2,99 <sup>ns</sup>	0,068**	0,551**	1,40*
S x M	1	0,181 <sup>ns</sup>	7,07 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,116 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>
Resíduo	56	0,153	3,96	0,008	0,055	0,29
Total	59	-	-	-	-	-
CV(%)	-	9,25	31,81	9,38	2,70	22,06

<sup>(1)</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x}$  para atenderem a normalidade dos resíduos e/ou a homogeneidade das variâncias.

<sup>(2)</sup> Dados transformados em  $\log x / \sqrt{x} + 10$  para atenderem a normalidade dos resíduos e/ou a homogeneidade das variâncias.

<sup>(3)</sup> Dados transformados em  $\log x / \sqrt{x}$  para atenderem a normalidade dos resíduos e/ou a homogeneidade das variâncias.

Apêndice D – Análise de variância das variáveis soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) saturação de bases (V%) em dois solos cultivados com alface na ausência e presença de *Chibui bari*

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios		
		SB	CTC	V% <sup>(1)</sup>
Solo (S)	1	781,04**	814,79**	2,10**
Minhoca (M)	1	6,38 <sup>ns</sup>	93,62**	0,01 <sup>ns</sup>
S x M	1	2,99 <sup>ns</sup>	24,10 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
Resíduo	56	762,02	9,83	0,02
Total	59	-	-	-
CV(%)	-	14,25	5,17	3,20

<sup>(1)</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x} / \log x$  para atenderem a normalidade dos resíduos e/ou a homogeneidade das variâncias.

Apêndice E – Análise de variância das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m%) e pH H<sub>2</sub>O em dois solos cultivados com alface na ausência e presença de *Chibui bari*

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		Al <sup>(1)</sup>	H+Al <sup>(1)</sup>	m% <sup>(2)</sup>	pH
Solo (S)	1	6,29**	23,65**	5,85**	2,15**
Minhoca (M)	1	0,17 <sup>ns</sup>	0,53*	0,11 <sup>ns</sup>	0,69**
S x M	1	0,60 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,25*
Resíduo	56	0,06	0,08	0,06	0,05
Total	59	-	-	-	-
CV(%)	-	38,61	5,05	21,61	5,65

<sup>(1)</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x}$  para atenderem a normalidade dos resíduos e/ou a homogeneidade das variâncias.

<sup>(2)</sup> Dados transformados em  $\log x$  para atenderem a normalidade dos resíduos e/ou a homogeneidade das variâncias.

Apêndice F – Análise de variância das variáveis carbono orgânico (CO), respiração microbiana do solo (RMS), biomassa microbiana do solo (BMS) e quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>) em dois solos cultivados com alface na ausência e presença de *Chibui bari*

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		CO	RMS	BMS	qCO <sub>2</sub>
Solo (A)	1	10,69**	0,38 <sup>ns</sup>	609,97 <sup>ns</sup>	>0,001 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	1	0,25 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	2492,29 <sup>ns</sup>	>0,001 <sup>ns</sup>
S x M	1	0,69 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	58,99 <sup>ns</sup>	>0,001 <sup>ns</sup>
Resíduo	56	0,32	0,42	667,04	>0,001
Total	59	-	-	-	-
CV(%)	-	7,64	58,47	56,61	2,89