


ELVA MARIA SOARES DE ARAUJO



**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE AMENDOIM COM APLICAÇÃO  
DE INOCULANTE RIZOBIANO EM SOLO SOB INFLUÊNCIA DE  
*Chibui bari* (ANNELIDA:OLIGOCHAETA)**

RIO BRANCO - AC

2012

ELVA MARIA SOARES DE ARAUJO

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE AMENDOIM COM APLICAÇÃO  
DE INOCULANTE RIZOBIANO EM SOLO 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 obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Ferreira Kusdra

RIO BRANCO - AC

2012

© ARAUJO, E. M. S. DE, 2012.

ARAUJO, Elva Maria Soares de. **Crescimento e produção de amendoim com aplicação de inoculante rizobiano em solo sob influência de *Chibui bari* (Annelida: Oligochaeta).** Rio Branco: UFAC, 2012. 96f.

**Ficha catalogafica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC.**

A994v

Araujo, Elva Maria Soares de, 1976 -

Crescimento e produção de amendoim com aplicação de inoculante rizobiano em solo sob a influencia de *Chibui bari* (Annelida: Oligochaeta) / Elva Maria Soares de Araujo --- Rio Branco : UFAC, 2012.

96f : il. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Ferreira Kusdra.

Inclui bibliografia

1. Minhoca. 2. Amendoim - Produção. 3. *Arachis hypogaea*. 4. *Bradyrhizobium*. I. Título.

CDD: 639.7546

CDU: 636.99

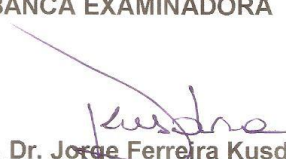
**ELVA MARIA SOARES DE ARAUJO**


**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE AMENDOIM COM APLICAÇÃO  
DE INOCULANTE RIZOBIANO EM SOLO 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 31 de agosto de 2012.

**BANCA EXAMINADORA**

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

  
**Dra. Sandra Tereza Teixeira**  
Cooperativa Incubadora de Gestão Avançada  
Membro

  
**Dr. Elias Melo de Miranda**  
Embrapa Acre  
Membro

RIO BRANCO - AC

2012

Ao mestre Manoel Alves Ribeiro Neto, *in memoriam*.

Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus fonte de amor, sabedoria e luz que ilumina os caminhos de minha existência. Ao professor Dr. Jorge Ferreira Kusdra pela orientação, apoio, correções e amizade. À mestre Sandra Albuquerque Lima Ribeiro pela amizade, incentivo e excelente atendimento sempre que necessitei de seus préstimos.

À Jocirene dos Santos da Silva, Marília Temporim Furtado, Denise Temporim Furtado, Sergio da Silva Fiuza, Marcelo Filismino de Azevedo, Francirgley Rocha de França, Faelen Tais Kolln, Deborah Verçoza da Silva, Priscila Sousa, Palmira Antônia Cruz Alves de Oliveira, Yldison Felipe Nobre, Camila Cristina dos Santos, Jociléia Lima da Silva, Angélica de Sousa Lima, Angélica Maciel dos Santos de Andrade, Jaqueline Barbosa do Nascimento, pela amizade e contribuições nas distintas etapas deste trabalho.

Aos acadêmicos da disciplina Fertilidade do Solo oferecida no primeiro semestre de 2011 pelo auxílio na instalação dos experimentos.

A Toshiro Suzuki Mendonça de Oliveira, vida, pela complacência, companheirismo e inspiração sempre presentes nos momentos desta caminhada.

Aos meus pais Vital Elviro de Araújo e Severina Soares de Araújo pelo amor incondicional ao longo de minha existência.

À Edna Soares de Araújo, Edvânia Maria Soares de Araújo, Elson Soares de Araújo e em especial a Edson Soares de Araújo, pelo apoio irrestrito durante toda a vida.

À professora Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira pelo incentivo, amizade e contribuição no decurso desta pesquisa.

À Universidade Federal do Acre, UFAC e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal pela formação acadêmica nos níveis de graduação em Engenharia Agrônômica e mestrado.

Aos colegas do mestrado, em especial a David Aquino da Costa, Fabiana Cruz Costa, Joyce de Queiroz Barbosa, Simone Alencar Maciel, Irene Ferro da Silva e Alisson Nunes da Silva, que contribuíram com amizade e sugestões nas diversas etapas deste trabalho.

A Juarez Bezerra de Menezes e Jose da Cruz, pelas contribuições neste trabalho.

A professora Dra. Maria Luzenira de Souza e aos laboratoristas da Unidade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Acre na realização de análises de tecido vegetal.

Ao Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre – Embrapa Acre pelo apoio de pesquisadores e laboratoristas na realização das análises de solo.

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 Mestrado em Agronomia pelas informações recebidas em suas disciplinas.

Ao Prof. Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto, Coordenador do Curso de Mestrado em Agronomia, pela amizade e prontidão no atendimento de eventuais necessidades surgidas no decorrer da pesquisa.

Enfim, a todos que, mesmo não citados, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do trabalho experimental e conclusão desta pesquisa.

*Seus erros produzirão crescimento e seus desafios, oportunidades.*

*Diêgo Lima.*



## RESUMO

O amendoineiro é uma fabácea com capacidade de beneficiar-se do nitrogênio proveniente da fixação biológica deste elemento e, quando cultivado em solos com presença de *Chibui bari*, pode ser favorecido por possível melhoria da condição edáfica proporcionada por estes animais. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de minhocas *Chibui bari* e bactérias *Bradyrhizobium* sp. no crescimento e produção do amendoineiro. Foram realizados três experimentos, dois em campo (1 e 2) no delineamento de blocos casualizados e um (3) inteiramente casualizado em casa de vegetação, todos estes utilizando como planta teste o amendoim cultivar cavalo. Nos primeiros adotou-se o esquema fatorial 2 x 4, com 4 blocos, sendo ausência e presença de inoculante rizobiano (*Bradyrhizobium* sp SEMIA 6144) aplicado nas sementes e 0, 3, 6 e 9 minhocas *Chibui bari* por parcela de 0,144 m<sup>3</sup>. No último utilizou-se o esquema fatorial 2 x 2, com 5 repetições, sendo com e sem calagem e ausência e presença de inoculante rizobiano. Nos experimentos 1 e 3 foram avaliadas aos 62 (1) e 90 dias (3) variáveis relacionadas à planta (massas secas da parte aérea, da raiz, dos nódulos e total) e ao solo (Ca, Mg, K, Na, Al, Al + H, capacidade de troca de cátions, soma de bases, saturação por bases e por alumínio, pH, P, carbono e matéria orgânica, respiração edáfica e basal, biomassa microbiana e quocientes metabólico e microbiano). No experimento 2 foram avaliados aos 188 dias variáveis relacionadas a produtividade que incluíram número de vagens total por planta, vagens comercial, grãos e médio de grãos por vagem comercial, massa de grãos secos das vagens comerciais, massa de 100 grãos e produtividade estimada. Nos experimentos 1 e 2 foram avaliadas as densidades e biomassas de minhocas recuperadas ao final destes. As minhocas não interferiram no crescimento das plantas, porém reduziram a sua produção. A correção da acidez do solo por meio da calagem melhorou o desempenho simbiótico do rizóbio nativo e do introduzido pela inoculação de sementes. A aplicação de inoculante nas sementes aumentou o crescimento das plantas e a produção da cultura.

Palavras-chave: Minhoca. *Arachis hypogaea*. *Bradyrhizobium* sp.

## ABSTRACT

The peanut is a fabacea with ability to benefit from the nitrogen from biological fixation of this element and, when grown in soils with presence of *Chibui bari*, may be favored by edaphic condition possible improvement provided by these animals. The objective of this research was to evaluate the effect of *Chibui bari* earthworm and *Bradyrhizobium* sp. bacteria on growth and yield of peanut. Three experiments were carried, two in field (1 and 2) in a randomized block design and (3) randomized entirely in the greenhouse, using all these as test plant the peanut cultivar 'cavalo'. In the first adopted the 2 x 4 factorial arrangement with 4 blocks, absence and presence of rhizobial inoculant (*Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144) applied to seeds and 0, 3, 6 and 9 earthworms *Chibui bari* per plot of 0.144 m<sup>3</sup>. At last, we used the 2 x 2 factorial design with 5 replications, with and without liming, absence and presence of rhizobial inoculant. In experiments 1 and 3 were evaluated at 62 (1) and 90 days (3) variables related to plant (dry masses of shoots, root, nodule and total) and soil (Ca, Mg, K, Na, Al, H + Al, cation exchange capacity, sum of bases, base saturation and aluminum, pH, P, carbon and organic matter, edaphic and basal respiration, microbial biomass and microbial and metabolic quotients). In experiment 2 were evaluated at 188 days productivity related variables that included number of pods per plant, pods commercial grain and medium grain per pod commercial grain mass of dry commercial pods, weight of 100 grains and yield estimated. In experiments 1 and 2 were evaluated densities and biomass of earthworms recovered at the end of these. Earthworms did not interfere in the growth of plants, but reduced their production. The correction of soil acidity by liming improved the rhizobial symbiotic performance of native and introduced by seed inoculation. The application in the seed inoculant increased plant growth and crop production.

Keywords: Earthworm. *Arachis hypogaea*. *Bradyrhizobium* sp.

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Temperatura e precipitação verificadas no decorrer do período de 62 dias correspondente a realização do experimento com amendoim cavalo na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011 48
- Gráfico 2 - Magnésio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância no APÊNDICE K)..... 51
- Gráfico 3 - Saturação por bases em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância no APÊNDICE M)..... 51
- Gráfico 4 - Saturação por alumínio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância no APÊNDICE O)..... 52
- Gráfico 5 - Temperatura e precipitação verificadas no decorrer do período de 188 dias correspondente a realização do experimento com amendoim cavalo, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011 54
- Gráfico 6 - Produtividade de amendoim cavalo, estimada em função da massa de grãos secos das vagens comerciais, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância no APÊNDICE AD)..... 55
- Gráfico 7 - Influência de *Chibui bari* na produtividade de amendoim cavalo, estimada em função da massa de grãos secos das vagens comerciais, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância por contrastes ortogonais no APÊNDICE AE)..... 55
- Gráfico 8 - Influência do inoculante rizobiano (*Bradyrhizobium* sp SEMIA 6144) na produtividade de amendoim cavalo, estimada em função da massa de grãos secos das vagens comerciais, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância no APÊNDICE AD) ..... 56

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática dos experimentos 1 e 2 .....	33
Figura 2 - Detalhe da parcela aberta (A) e revestida com tela (B).....	35
Figura 3 - Detalhe da câmara estática para captura de C-CO <sub>2</sub> .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos físicos (granulometria) do solo utilizado para o cultivo de amendoim cavalo, em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	35
Tabela 2 - Atributos químicos do solo utilizado para o cultivo de amendoim cavalo, em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	36
Tabela 3 - Caracterização química inicial do solo utilizado para o cultivo de amendoim cavalo, em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	43
Tabela 4 - Avaliações quantitativas das densidades e biomassas de minhocas <i>Chibui bari</i> adicionadas e recuperadas, no experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, utilizando parcelas de 0,144 m <sup>3</sup> como unidades experimentais na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011. Totais por tratamento com quatro repetições	46
Tabela 5 - Avaliações quantitativas das densidades e biomassas de minhocas <i>Chibui bari</i> adicionadas e recuperadas, no experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, utilizando parcelas de 0,144 m <sup>3</sup> como unidades experimentais na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011. Totais por tratamento com quatro repetições	47
Tabela 6 - Análise não paramétrica de sódio (em mmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> ) sob influência de <i>Chibui bari</i> em solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	50
Tabela 7 - pH em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	58
Tabela 8 - Magnésio em solo cultivado com amendoim Cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	58
Tabela 9 - Cálcio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	58

Tabela 10 -Capacidade de troca catiônica em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	59
Tabela 11 -Soma de bases em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	59
Tabela 12 -Alumínio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	59
Tabela 13 -Acidez potencial em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	60
Tabela 14 -Saturação por bases em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	60
Tabela 15 -Saturação por alumínio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	60
Tabela 16 -Massa da parte aérea seca de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	61
Tabela 17 -Massa da raiz seca de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	61
Tabela 18 -Massa de nódulos secos de amendoim cavalo obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	61
Tabela 19 -Massa total seca de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	62

Tabela 20 -Número de nódulos de amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	63
Tabela 21 -Nitrogênio total da parte aérea de amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	63

## LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE A – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS), massa de nódulos seca (MNS), massa total seca (MTS), número de nódulos (NN) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA), avaliadas no experimento 1..... 75
- APÊNDICE B – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis respiração do solo (RS), biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB) e quocientes metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $qmic$ ), avaliadas no Experimento 1..... 76
- APÊNDICE C – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis pH, fósforo disponível (P), carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de base (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e por alumínio (m), avaliadas na profundidade de 0 a 20 cm do Experimento 1..... 77
- APÊNDICE D – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis pH, fósforo disponível (P), carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de base (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e por alumínio (m), avaliadas na profundidade de 20 a 40 cm do Experimento 1..... 78
- APÊNDICE E – Análise de variância das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB), quocientes metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $qmic$ ) avaliadas na profundidade de 0 a 20 cm em solo cultivado com amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011..... 79



APÊNDICE F –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB) e quocientes metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $qmic$ ), avaliadas na profundidade de 0 a 20 cm em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	79
APÊNDICE G –	Análise de variância das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB) e quocientes metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $qmic$ ) avaliadas na profundidade de 20 a 40 cm em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	80
APÊNDICE H –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB) e quocientes metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $qmic$ ) na profundidade de 20 a 40 cm em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	80
APÊNDICE I –	Análise de variância da variável respiração edáfica em solo cultivado com amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	81
APÊNDICE J –	Análise por contrastes ortogonais da variável respiração edáfica em solo cultivado com amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	81
APÊNDICE K –	Análise de variância das variáveis Ca, Mg e P de solo na profundidade de 0 a 20 cm cultivado com amendoim cavalo, em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	81
APÊNDICE L –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis Ca, Mg e P de solo na profundidade de 0 a 20 cm, cultivado com amendoim cavalo, em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	82

APÊNDICE M –	Análise de variância das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) de solo na profundidade de 0 a 20 cm, cultivado com amendoim cavalo, em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	82
APÊNDICE N –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 0 a 20 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	83
APÊNDICE O –	Análise de variância das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m) e pH em H <sub>2</sub> O, do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 0 a 20 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	83
APÊNDICE P –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m) e pH em H <sub>2</sub> O, do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 0 a 20 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	84
APÊNDICE Q –	Análise de variância das variáveis Ca, Mg, K e P disponíveis do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	84
APÊNDICE R –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis Ca, Mg, K e P disponíveis do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	85

APÊNDICE S –	Análise de variância das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	85
APÊNDICE T –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	86
APÊNDICE U –	Análise de variância das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m) e pH em H <sub>2</sub> O, do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	86
APÊNDICE V –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m) e pH em H <sub>2</sub> O, do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	87
APÊNDICE W –	Análise de variância das variáveis massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS), massa de nódulos seca (MNS) e massa total seca total (MTS) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	87
APÊNDICE X –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS), massa de nódulos secos (MNS) e massa total seca (MTS) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	88

APÊNDICE Y –	Análise de variância do número de nódulos (NN) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA) de plantas de amendoim cavalo, obtidas em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	88
APÊNDICE Z –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis número de nódulos (NN) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA) de plantas de amendoim cavalo, obtidas em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011...	89
APÊNDICE AA –	Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis número de vagens total (NVT), número de vagens comerciais (NVC), número de grãos por vagem comercial (NGVC), número médio de grãos por vagem comercial (NMGVC), massa de grãos secos das vagens comerciais (MGVC), massa de 100 grãos a 13% de umidade (M100G) e produtividade estimada (PE) de amendoim cavalo, avaliadas no Experimento 2.....	89
APÊNDICE AB –	Análise de variância das variáveis número de vagens total (NVT) e número de vagens comercial (NVC), número de grãos por vagem comercial (NGVC) e número médio de grãos por vagem (NMGVC) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	90
APÊNDICE AC –	Análise por contrastes ortogonais das variáveis número de vagens total (NVT) e número de vagens comercial (NVC), número de grãos comercial (NGC) e número médio de grãos por vagem (NMGVC) amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	90
APÊNDICE AD –	Análise de variância das variáveis massa de grãos secos das vagens comerciais (MGVC), massa de 100 grãos corrigidos a 13% de umidade (M100G) e produtividade estimada (PE) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	91

APÊNDICE AE – Análise por contrastes ortogonais das variáveis massa de grãos secos das vagens comerciais (MGVC), massa de 100 grãos corrigidos a 13% de umidade (M100G) e produtividade estimada (PE) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	91
APÊNDICE AF – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS), massa de nódulos secos (MNS), massa total seca (MTS), número de nódulos (NN) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA) de plantas de amendoim cavalo, avaliadas no Experimento 3....	92
APÊNDICE AG – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB), quocientes metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $qmic$ ) e as químicas do solo, pH, fósforo disponível (P), carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de base (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por base (V) e por alumínio (m), na profundidade de 0 a 50 cm, avaliadas no Experimento 3.....	93
APÊNDICE AH – Análise de variância da variável massa da raiz seca (MRS) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	94
APÊNDICE AI – Análise de variância da massa de nódulos seca (MNS) e número de nódulos (NN) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	94
APÊNDICE AJ – Análise de variância das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), biomassa microbiana (BM), soma de bases (SB) e quociente microbiano ( $qmic$ ) do solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	95

APÊNDICE AK – Análise de variância das variáveis P, pH, Mg e Al do solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	95
APÊNDICE AL – Análise de variância das variáveis saturação por bases (V), acidez potencial (H+Al) e saturação por alumínio (m) de solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	96
APÊNDICE AM – Análise de variância das variáveis quociente metabólico (qCO <sub>2</sub> ), capacidade de troca de cátions (CTC) e cálcio (Ca) de solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.....	96

## LISTA DE SIGLAS

BM - Biomassa microbiana do solo  
CV - Coeficiente de variação  
CTC - Capacidade de troca catiônica  
FBN - Fixação biológica de nitrogênio  
MGVC - Massa de grãos secos das vagens comerciais  
MPAS - Massa da parte aérea seca  
MRS - Massa da raiz seca  
MNS - Massa de nódulos secos  
MTS - Massa total seca  
M100G - Massa de 100 grãos  
NGC - Número de grãos comercial  
NMGVC - Número médio de grãos por vagem comercial  
NN - Número de nódulos  
NTPA - Nitrogênio total da parte aérea  
NVC - Número de vagens comercial  
NVT - Número de vagens total  
PE - Produtividade estimada  
qCO<sub>2</sub> - Quociente metabólico do solo  
qmic - Quociente microbiano do solo  
RB - Respiração basal do solo  
RIS - Respiração induzida pelo substrato  
UFC - Unidades formadoras de colônias

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	23
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	25
2.1 AMENDOINZEIRO.....	25
2.1.1 Grupos botânicos .....	26
2.1.2 Estádios fenológicos .....	26
2.1.3 Exigências edafoclimáticas .....	27
2.1.4 Demanda nutricional .....	27
2.2 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN) .....	28
2.2.1 Bactérias diazotróficas .....	28
2.2.2 Simbiose rizóbio-amendoinzeiro .....	28
2.2.3 Inoculação de sementes .....	29
2.3 OLIGOCHAETAS EDÁFICOS .....	30
2.3.1 Influência nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo .....	31
2.3.2 Influência no crescimento e produção de plantas .....	31
2.3.3 Ecologia e potencial agrônômico de <i>Chibui bari</i> .....	32
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	33
3.1 EXPERIMENTO 1 .....	34
3.2 EXPERIMENTO 2 .....	41
3.3 EXPERIMENTO 3 .....	42
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	46
4.1 EXPERIMENTO 1 .....	48
4.2 EXPERIMENTO 2 .....	53
4.3 EXPERIMENTO 3 .....	57
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	64
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	65
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	66
<b>APÊNDICES</b> .....	74



## 1 INTRODUÇÃO

O amendoineiro (*Arachis hypogaea* L.) é uma planta originária da América do Sul e uma das principais oleaginosas do mundo. Segundo a FAO (2012) a China é o maior produtor mundial com 15.709.036 t.ano<sup>-1</sup> e o Brasil ocupa a 20ª posição com 230.449 t.ano<sup>-1</sup>. De acordo com dados do IBGE (2012), o Estado de São Paulo, com 211.322 t.ano<sup>-1</sup> na safra 2011, é o principal produtor brasileiro.

No Acre a produção do amendoim é praticada por pequenos produtores rurais beneficiários de programas de reforma agrária no município de Senador Guiomard e em áreas adjacentes. O cultivo é realizado com utilização de mão-de-obra familiar, baixo emprego de tecnologias, colheita manual e beneficiamento artesanal. Dentre os acessos cultivados no Estado, destaca-se a cultivar Cavalo, tipo Virgínia que apresenta ciclo longo, de aproximadamente 200 dias, da sementeira a colheita dos grãos (CHAVES et al., 1997; FERNANDES, 2011).

O principal produto econômico do amendoineiro é o grão, rico em lipídios, proteína, vitamina E e vitaminas do complexo B, que apresenta sabor agradável tornando-o produto destinado principalmente ao consumo “*in natura*” sendo, também industrializado para obtenção de óleo. É também utilizado como aperitivo salgado, torrado e no preparo de diversas receitas da culinária e na indústria de doces, como grãos inteiros com diversas coberturas ou grãos moídos na forma de paçocas ou no acompanhamento de cobertura de sorvetes, bolos e confeitaria. Além disso, seus subprodutos como os farelos e torta podem ser fornecidos a alimentação animal (SILVA, 2007).

Sua adaptabilidade a diferentes condições de solo e clima contribui para que seu cultivo possa ser realizado em diferentes regiões do Brasil, tanto isoladamente quanto em consórcio ou em sistemas de rotação de cultura. Além disso, pode ainda ser utilizado como cobertura de solo e como planta forrageira (ARAUJO et al., 2008).

Sendo uma fabácea nodulífera o amendoineiro pode, além do nitrogênio proveniente da mineralização da matéria orgânica, beneficiar-se deste elemento mediante sua fixação biológica pela simbiose estabelecida pelas plantas com rizóbios naturalmente presentes no solo e/ou introduzidos via inoculante rizobiano.

As minhocas interferem nas características físicas, químicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, influenciam no crescimento e produção das plantas.

Estudos realizados com *Chibui bari* no solo (FIUZA et al., 2011) e no crescimento de milho (FIUZA et al., 2012), feijão (FURTADO, 2010), mudas de cupuaçu e açaí (SIMÕES, 2010) e alface (SILVA, 2011) evidenciam esta afirmação. Nestas plantas o interesse agrônomo e comercial está mais vinculado à suas partes aéreas, característica esta distinta do amendoineiro, que produz suas vagens no interior do solo, em contato mais direto com estes invertebrados.

A interação entre minhocas *Chibui bari*, presentes em grande parte dos solos da Amazônia, particularmente do Acre, o amendoineiro, cultivado em algumas áreas do Estado, especialmente no Município de Senador Guiomard, e bactérias da família Rhizobiaceae, como *Bradyrhizobium* sp, nativas do solo ou constituintes do inoculante rizobiano desta cultura, pode ser uma estratégia de baixo custo capaz de resultar em benefícios na nutrição, crescimento e produção da planta, e, conseqüentemente, na melhoria da condição sócio-econômica das famílias que trabalham com esta cultura.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de minhocas *Chibui bari* e bactérias *Bradyrhizobium* sp. no crescimento e produção do amendoineiro.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O amendoineiro é uma fabácea com capacidade de beneficiar-se nutricionalmente do nitrogênio fixado pela simbiose estabelecida com rizóbios naturalmente presentes no solo e/ou introduzidos por meio de inoculantes rizobianos (NOGUEIRA; TÁVORA, 2005; SANTOS, 2001; SILVA, 2007). Além disso, pode ser favorecido em seu crescimento e/ou produção em consequência da atividade de minhocas como *Chibui bari*, por exemplo, cuja interferência positiva no solo e/ou nas plantas já foi verificada em outros trabalhos (FIUZA, 2009; FIUZA et al., 2011; FIUZA et al., 2012; FURTADO, 2010; SILVA, 2011; SIMÕES, 2010).

### 2.1 AMENDOINZEIRO

O amendoineiro pertence a divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae, sub-família Faboideae, gênero *Arachis* e espécie *Arachis hypogaea* (CRONQUIST, 1981).

É uma planta anual, dicotiledônea, autógama, herbácea, com caule ereto central, ramificações que podem variar de prostradas a eretas e altura de 15 a 50 cm, dependendo do hábito de crescimento (VIEIRA et al., 2001).

A planta de amendoim apresenta período da floração bastante dilatado ocorrendo o aparecimento das primeiras flores a partir dos 20 e 35 dias após a semeadura e continuando até a maturidade fisiológica da planta. Normalmente realiza autopolinização ocorrendo, porém, cruzamentos naturais em baixa porcentagem (NOGUEIRA; TÁVORA, 2005; VIEIRA et al., 2001).

De acordo com Bolonhezi et al. (2007) o amendoineiro possui peculiaridades morfofisiológicas em relação às estruturas reprodutivas, apresentando natureza hipógea com desenvolvimento na subsuperfície do solo. Após a fecundação de suas flores ocorre a formação da estrutura denominada ginóforo ou esporão como é conhecida pelos agricultores, com geotropismo positivo, em que se desenvolve a vagem ao aprofundar-se no solo (CONAGIN, 1955). Outro aspecto é que a planta pode apresentar vagens desenvolvidas, porém com ausência de grãos.

As vagens possuem de um a três grãos envoltos por película de coloração rosada, medem de 3 a 3,5 cm com casca bastante reticulada. O crescimento dos frutos é variável conforme a cultivar e as condições ambientais (NOGUEIRA; TÁVORA, 2005).

A eficiência reprodutiva do amendoim varia de acordo com o tipo botânico, a habilidade do ginóforo para desenvolver uma vagem viável é baixa, devido a partição da energia metabólica na fase reprodutiva da planta, a qual não é totalmente direcionada para a produção de frutos uma vez que a planta continua crescendo e aumentando sua massa foliar (SANTOS et al., 2005).

### 2.1.1 Grupos botânicos

A espécie apresenta três grupos botânicos (Valência, Virgínia e Spanish), com destaque no Brasil para os grupos Valência e Virgínia por serem os de maior interesse comercial (SILVEIRA, 2010). Segundo Conagin (1955) os grupos Valência e Spanish se assemelham vegetativamente havendo, porém, diferença nas características do fruto sendo menor (1 a 3 cm) e com duas sementes no Spanish e maior (1 a 6 cm) e com três a quatro sementes no Valência.

O grupo Virgínia apresenta ramificação alternada, sem inflorescência no ramo principal, hábito de crescimento prostrado ou ramador, uma ou duas sementes por vagem e ciclo vegetativo entre 120 a 160 dias. As variedades deste grupo subdividem-se em rasteiras (runners) e arbustivas (bunch) sendo a estrutura vegetativa das primeiras (rasteiras) mais eficiente na produção de vagens em função do maior contato dos ginóforos com o solo (FERNANDES, 2011; NOGUEIRA; TÁVORA, 2005; SANTOS et al., 2005).

### 2.1.2 Estádios fenológicos

O amendoineiro apresenta estádios fenológicos divididos em duas fases distintas: vegetativa e reprodutiva. A fase vegetativa compreende as seguintes etapas: emergência (VE), cotilédones abertos na ou sob a superfície do solo (V0) e 1 (V1) a n (Vn) folhas tetrafolioladas. A fase reprodutiva compreende as seguintes etapas: início do florescimento (R1), formação dos ginóforos ou pegs (R2), formação de vagens (R3), vagens cheias (R4), formação das sementes (R5), sementes cheias (R6), início da maturação (R7), maturação para colheita (R8) e vagem acima do ponto de maturação (R9) (BOOTE, 1982).

### 2.1.3 Exigências edafoclimáticas

O amendoineiro é cultivado nas regiões tropicais e temperadas quentes de todo o mundo. Apesar da ampla adaptabilidade da espécie *Arachis hypogaea* L. a produtividade é fortemente influenciada por fatores ambientais, especialmente temperatura, disponibilidade de água e radiação. Normalmente chuvas moderadas e bem distribuídas, luz e temperaturas relativamente altas são condições climáticas favoráveis ao amendoineiro (SILVEIRA, 2010; VIEIRA et al., 2001). Segundo Stalker (1997) a planta é tolerante a seca sendo a umidade do solo um dos fatores abióticos limitantes ao rendimento da cultura. Esta característica é favorecida pelo crescimento de seu sistema radicular a grandes profundidades permitindo melhor exploração da umidade do solo (SILVEIRA, 2010).

O amendoineiro se adapta a solos de textura arenosa ou franco-arenosa, bem drenados e de fertilidade média com pH entre 5,3 a 6,6, preparados e corrigidos se for o caso, via calagem e fertilizantes (GONDIM, 2012; HOFFMAN et al., 2007; VIEIRA et al., 2001). Segundo Nogueira e Távora (2005) a planta absorve os nutrientes pelas raízes, ginóforos e frutos em desenvolvimento, sendo fundamental para a cultura a aeração e a drenagem do solo.

### 2.1.4 Demanda nutricional

Comparada a outras culturas a do amendoim é considerada pouco exigente em nutrientes e adubação. No entanto sua nutrição adequada favorece a obtenção de altas produções e boa qualidade dos frutos (BOLONHEZI et al., 2005).

Dentre todos os nutrientes exigidos pelo amendoineiro o nitrogênio é provavelmente o mais envolvido no metabolismo da planta estando presente nos aminoácidos formadores de proteínas (estruturais e funcionais) além de fazer parte da clorofila (GONDIM, 2012; NOGUEIRA; TAVORA, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2006).

Segundo Feitosa et al. (1993) nos frutos de amendoim há maior concentração de nitrogênio e fósforo e na parte aérea de cálcio e magnésio. Embora todos os nutrientes sejam igualmente importantes sua absorção ocorre em diferentes proporções mantendo-se a quantidade acumulada entre os genótipos de acordo com a seguinte ordem decrescente: nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre.

## 2.2 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

A disponibilização do nitrogênio exigido pelas plantas provém da decomposição da matéria orgânica, dos fertilizantes químicos, de descargas elétricas e da fixação biológica deste elemento do ar atmosférico. Porém a maior capacidade de beneficiar-se do nitrogênio do ar atmosférico é restrita a leguminosas (fabáceas) nodulíferas como soja, feijão e amendoim mediante simbiose mutualista destas plantas com bactérias da família Rhizobiaceae (HUNGRIA et al., 2001).

### 2.2.1 Bactérias diazotróficas

As bactérias conhecidas como diazotróficas são as que possuem a enzima nitrogenase que lhes permite ter a capacidade de fixar o N do ar atmosférico de forma livre no solo (assimbiótica) ou associada (simbiótica) a determinadas espécies vegetais nas quais incluem-se, principalmente, leguminosas (fabáceas) nodulíferas como o amendoimzeiro. Entre estas bactérias destacam-se os rizóbios (denominação genérica) da família Rhizobiaceae como sendo mais os mais diretamente envolvidos no processo de fixação simbiótica do N (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A fixação biológica de nitrogênio por associações simbióticas mutualistas compreende uma sucessão de etapas que se iniciam com a adaptação da bactéria à planta, continuam com a formação de nódulos radiculares (nodulação) e culminam na absorção e aproveitamento do nitrogênio fixado. Entretanto, há várias espécies de bactérias diazotróficas pertencentes, por exemplo, aos gêneros *Azospirillum*, *Herbaspirillum* e *Azotobacter* que fixam o N de forma livre no solo ou em associação com plantas, porém sem a formação de nódulos ou estruturas especiais em suas raízes (FAGAN et al., 2007).

### 2.2.2 Simbiose rizóbio-amendoimzeiro

As pesquisas com leguminosas demonstram a eficiência da fixação biológica para fornecimento de nitrogênio, especialmente na cultura da soja (SILVA et al., 2011). No caso do feijoeiro o seu potencial de fixação está limitado a fatores como a promiscuidade nodular, condições ambientais e cultivares (GONÇALVES et al., 2012). No amendoimzeiro, a fixação simbiótica do N, da mesma forma que no feijoeiro,

é também limitada por problemas de promiscuidade nodular pelo fato da planta poder ter formação de nódulos radiculares devidos a várias espécies de rizóbios, muitas destas ineficientes na fixação deste elemento (BORGES, 2006).

Uma característica diferencial do processo de nodulação do amendoizeiro em relação a outras espécies de leguminosas é o fato de que neste os rizóbios penetram nas axilas das raízes laterais da planta e nas células corticais por espaços intercelulares, sem formação de cordão de infecção. Outra particularidade sua é a ocorrência de aumento de massa nodular no período da maturação das vagens em relação ao período da floração (SILVA, 2007; WONG et al., 1988).

### 2.2.3 Inoculação de sementes

Embora a nodulação e a consequente fixação do N em leguminosas possa ocorrer devido aos rizóbios naturalmente presentes no solo (nativos) destacam-se neste processo os rizóbios disponíveis nos inoculantes rizobianos pois nestes produtos biológicos as bactérias presentes são selecionadas por sua eficiência fixadora e podem ser introduzidas diretamente nas sementes. As bactérias do gênero *Bradyrhizobium* são amplamente empregadas na inoculação de sementes de soja devido aos resultados altamente satisfatórios que se alcança com esta prática pois os rizóbios introduzidos são capazes de substituir com eficiência a adubação nitrogenada nesta cultura tornando as plantas autossuficientes em relação a este nutriente (HUNGRIA et al., 2001; SILVA et al., 2011).

O sucesso da prática de inoculação das sementes com as estirpes de rizóbios selecionadas presentes nos inoculantes rizobianos dependerá do potencial destas em se estabelecer no solo e competir com populações de rizóbios nativos (BORGES et al., 2007). Neste aspecto em alguns trabalhos com amendoim (CASTRO et al., 1999; GIARDINI et al., 1985) observou-se ausência de resposta da inoculação de sementes em decorrência da nodulação natural. Embora os rizóbios nativos já estejam normalmente adaptados ao solo estes são geralmente caracterizados pela baixa eficiência fixadora além de, por sua alta competitividade nodular, representarem dificuldade ao estabelecimento dos rizóbios introduzidos (FERNANDES JUNIOR; REIS, 2008).

A inoculação do amendoim não é comum devido à descrença na capacidade da cultura em se beneficiar desta prática uma vez que as raízes das plantas já são

naturalmente colonizadas por várias espécies de rizóbios (BORGES et al., 2007; CASTRO et al., 1999; SANTOS, 2001; SHARMA et al., 2011). Porém, a ineficiência em fixar o N da simbiose das plantas com os rizóbios naturalmente presentes no solo é um fator determinante quanto à necessidade de se introduzir rizóbios mais eficientes neste processo mediante uso do inoculante rizobiano (MARTINS et al., 1997; THIES et al., 1991).

### 2.3 OLIGOCHAETAS EDÁFICOS

As minhocas apresentam corpo cilíndrico e alongado constituído de segmentos ou anéis, pertencendo ao Filo Annelida, Classe Clitellata, Subclasse Oligochaeta e Ordem Opisthopora formada por várias famílias das quais se destacam Glossoscolecidae, Lumbricidae e Megascolecidae (EDWARDS; LOFTY, 1977; JAMES; BROWN, 2008; RUPPERT et al., 2005).

Em função dos hábitos alimentares os oligochaetas edáficos classificam-se como detritívoros e geófagos. Os detritívoros alimentam-se principalmente da matéria orgânica disponível na superfície do solo ou próximo desta enquanto que os geófagos deslocam-se a maiores profundidades onde ingerem grandes quantidades de solo. Porém, tanto espécies consideradas detritívoras quanto geófagas ingerem material orgânico e mineral variando apenas as proporções dos mesmos. Enquanto nas primeiras (detritívoras) predomina a ingestão de matéria orgânica nas outras (geófagas) sobressai-se a de material mineral (BOHLEN, 2006; LEE, 1985).

Estes invertebrados são também classificados em três categorias ecológicas relativas à sua distribuição vertical nas camadas e horizontes do solo: a) epigéicas que habitam a serrapilheira acima da camada superficial; b) anécicas que vivem em galerias intermediárias e, c) endogéicas que habitam os horizontes minerais onde constroem galerias permanentes e semi-permanentes (BOUCHÉ, 1977).

Combinando-se ambas as classificações (hábito alimentar e categoria ecológica) verifica-se que detritívoras podem ser epigeicas ou anécicas enquanto que as geófagas são endogeicas que se alimentam de maior (polihúmicas), moderada (mesohúmicas) e menor (oligohúmicas) quantidade de matéria orgânica. Portanto as minhocas mais dependentes de matéria orgânica para sua sobrevivência são as detritívoras e as menos são as endogéicas oligohúmicas (AQUINO et al., 2005; LAVELLE, 1983).



### 2.3.1 Influência nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo

Os oligochaetas edáficos por meio da abertura de galerias, deposição de excrementos e interferência nas populações microbianas ocasionam importantes impactos nas condições físicas, químicas e biológicas do solo (BOHLEN, 2006).

As minhocas, ao mesmo tempo em que se alimentam, vão se deslocando no solo, liberando excrementos, exsudados e microrganismos que habitam e transitam seu sistema digestório. Desta forma estes animais influenciam direta ou indiretamente na estrutura, aeração, porosidade, infiltração e agregação do solo, na estabilização da matéria orgânica e na disponibilidade de nutrientes para as plantas (AQUINO et al., 2005; DOUBE et al., 1994; PEDERSEN; HENDRIKSEN, 1993; RUPPERT et al., 2005).

Estes invertebrados são também importantes na ciclagem de nutrientes pois contribuem de forma significativa na fragmentação de resíduos orgânicos e estimulam a atividade dos microrganismos responsáveis pela decomposição e mineralização da matéria orgânica (LEE, 1985).

### 2.3.2 Influência no crescimento e produção de plantas

As minhocas interferem no crescimento e produção das plantas mediante efeitos diretos ou indiretos. Os efeitos diretos são relacionados à influência destes animais nas plantas independente de suas alterações provocadas no solo. Os efeitos indiretos são em consequência das modificações edáficas promovidas por estes animais (BROWN et al., 2004).

Embora estes invertebrados estejam normalmente relacionados a benefícios ao solo e para as plantas (BROWN et al., 1999; DOUBE et al., 1997; PASHANASI et al., 1992) podem, também, não interferir (BAKER et al., 1997; DEROUARD et al., 1997; DOUBE et al., 1997) ou até mesmo resultar em efeitos negativos (BARROS et al., 2004; CHAUVEL et al., 1999; DOUBE et al., 1997; KUSDRA, 1998; PASHANASI et al., 1992). Portanto, embora predomine a influência benéfica destes animais no solo e nas plantas seus efeitos podem ser inclusive prejudiciais dependendo das características do solo (físicas, químicas e biológicas) e das espécies envolvidas no processo (minhoca, planta e microrganismos).

### 2.3.3 Ecologia e potencial agrônômico de *Chibui bari*

*Chibui bari* é uma espécie de minhoca de grandes dimensões (minhocuçu) pertencente a família Glossoscolecidae e nativa da região Amazônica. Quanto a sua categoria ecológica e hábito alimentar é endogeica, geófaga e oligohúmica. Sua atividade na área de ocorrência é constatada pela deposição de excrementos, denominados coprólitos, em forma de torre (montículos) na superfície do solo que, inclusive, denunciam a presença do animal facilitando sua captura e posterior comercialização como isca para pescaria (FIUZA, 2009; GUERRA, 1985; GUERRA, 1988; GUERRA, 1994, GUIMARÃES, 2011).

Fiuzza et al. (2011) verificaram que coprólitos de *Chibui bari*, quando comparados ao solo adjacente (0-10 cm e 10-20 cm de profundidade), apresentaram maior teor de matéria orgânica e nutrientes disponíveis e redução dos níveis de alumínio.

Devido a suas características este animal pode ser capaz de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo e de aumentar o crescimento e produção das plantas. Entretanto, o efeito positivo de seus coprólitos no crescimento de algumas espécies vegetais (alface, couve, mamoeiro) foi constatado apenas quando a condição química dos excrementos foi melhor que a do solo em atender as necessidades nutricionais das plantas (KUSDRA et al., 2008; SILVA et al., 2007a; SOUZA et al., 2008). No que se refere à influência direta do animal nas plantas sua presença no solo pode favorecer o crescimento de algumas espécies como feijoeiro (FURTADO, 2010), milho (FIUZA et al., 2012) e alface (SILVA, 2011) e não interferir (cupuaçu) ou até prejudicar (açazeiro) o de outras (SIMÕES, 2010).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos, dois em condições de campo e um em casa de vegetação, na área de pesquisa do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza da Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Estado do Acre, localizada a 9°57'35,2"S de latitude e 67°52'11,1"W de longitude, a uma altitude de 150 m.

O clima dominante na região é quente e úmido, do tipo Am segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias anuais em torno de 24,5 °C, umidade relativa do ar de 84% e a precipitação anual variando de 1.700 a 2.400 mm (ACRE, 2010).

A planta teste utilizada nos experimentos foi o amendoineiro (*Arachis hypogaea*), cultivar cavalo, com ciclo médio de 180 dias da semeadura a colheita, cujas sementes foram provenientes de Senador Guimard, município do Acre onde é normalmente cultivado. Segundo Chaves et al. (1997) e Fernandes (2011) esta cultivar, pertencente ao grupo Virgínia, subgrupo "runner", apresenta porte rasteiro, sete a oito ramos secundários, flores predominantemente amarelas, grãos de coloração creme, tegumento rosa e vagens amarelas com uma a três sementes.

Os experimentos em campo, denominados 1 e 2, foram instalados na mesma época (agosto/2011), ambos utilizando o delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 4, com quatro blocos (Figura 1), sendo um dos fatores representado pelo inoculante rizobiano (ausência e presença) e o outro por níveis de minhocas *Chibui bari* (0, 3, 6 e 9 animais.parcela<sup>-1</sup>).

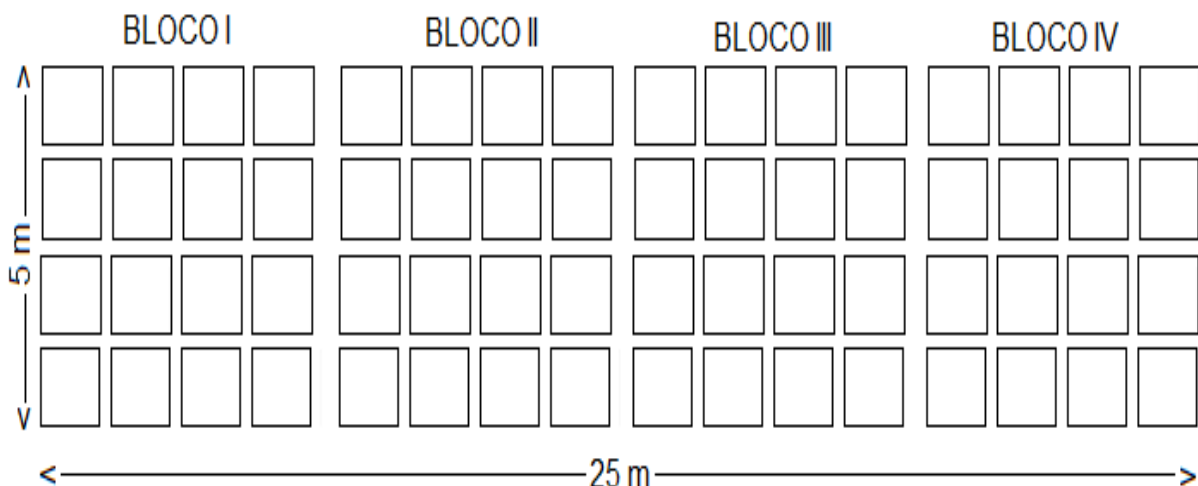


Figura 1 - Representação esquemática dos experimentos 1 e 2.

O experimento em casa de vegetação foi instalado em outubro de 2011, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, com 5 repetições, sendo com e sem calagem e ausência e presença de inoculante rizobiano nas sementes de amendoim.

O inoculante rizobiano utilizado em todos os experimentos foi um produto comercial recomendado para amendoim, constituído por *Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144 (BR 1405 = USDA 3187), veiculado em turfa esterilizada. Quando de sua utilização nos experimentos estimou-se o número de células viáveis por unidade de produto. A estimativa foi determinada através do método de diluição seriada e contagem de colônias (UFC) em placas com meio extrato de levedura manitol Agar. Os resultados das contagens revelaram que o produto possuía, como provável concentração bacteriana, cerca de  $3,4 \times 10^6$  UFC.g<sup>-1</sup> de inoculante turfoso para os experimentos 1 e 2 e, para o experimento 3, cerca de  $1,0 \times 10^6$  UFC.g<sup>-1</sup>.

### 3.1 EXPERIMENTO 1

Foi instalado em área que apresenta solo de textura argilosa, classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) como Argissolo Vermelho-Amarelo alítico plíntico. Na área há cobertura vegetal rasteira, com predominância de braquiária e puerária. Além disso, esta representa habitat de *Chibui bari*, com presença, segundo Fiuza (2009), de 18,44 animais.m<sup>-2</sup>.

No presente estudo foram utilizados 144 animais jovens de *Chibui bari*, caracterizados por clítelos pouco desenvolvidos, que apresentaram biomassa média unitária de 3,13 g.

Foram avaliadas variáveis relacionadas à planta (massas da parte aérea, da raiz, dos nódulos e total secos e nitrogênio total da parte aérea) e ao solo (químicas: pH, P, K, Ca, Mg, Na, Al, H + Al, carbono, matéria orgânica, soma de bases, CTC, saturação por bases e por alumínio; biológicas: respiração edáfica e basal, biomassa microbiana e quocientes metabólico e microbiano). Em relação à *Chibui bari* verificou-se o número e a biomassa dos animais recuperados ao final do experimento.

A caracterização física do solo da área em estudo foi realizada nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos físicos (granulometria) do solo utilizado para o cultivo de amendoim cavalo, em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Profundidade	Areia	Silte	Argila
	----- g.kg <sup>-1</sup> -----		
0 – 20 cm	407	439	154
20 – 40 cm	365	123	212

Para a instalação do experimento, a área foi limpa com auxílio de roçadeira para facilitar a abertura de parcelas com dimensões de 60 cm de comprimento, 60 cm de largura e 40 cm de profundidade (área de 0,36 m<sup>2</sup> e volume de 0,144 m<sup>3</sup>).

Considerando a análise química do solo (Tabela 2) procedeu-se a aplicação de calcário, pelo método da saturação por base adaptado de Lopes et al. (1991), sendo determinado 2,67 t.ha<sup>-1</sup> (120 g) e 3,56 t.ha<sup>-1</sup> (160 g), para cada parcela de 0,36 m<sup>2</sup>, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, respectivamente. A calagem foi efetuada mantendo-se a estratificação nas profundidades trabalhadas e com devida antecedência ao plantio para permitir a reação do calcário com o solo.

As parcelas foram revestidas internamente (paredes e fundo) com tela em nylon (malha de 2 mm), com a finalidade de manter os níveis de animais pré-definidos, evitar sua fuga e impedir a entrada de outras minhocas que comprometessem as densidades estabelecidas (Figura 2).

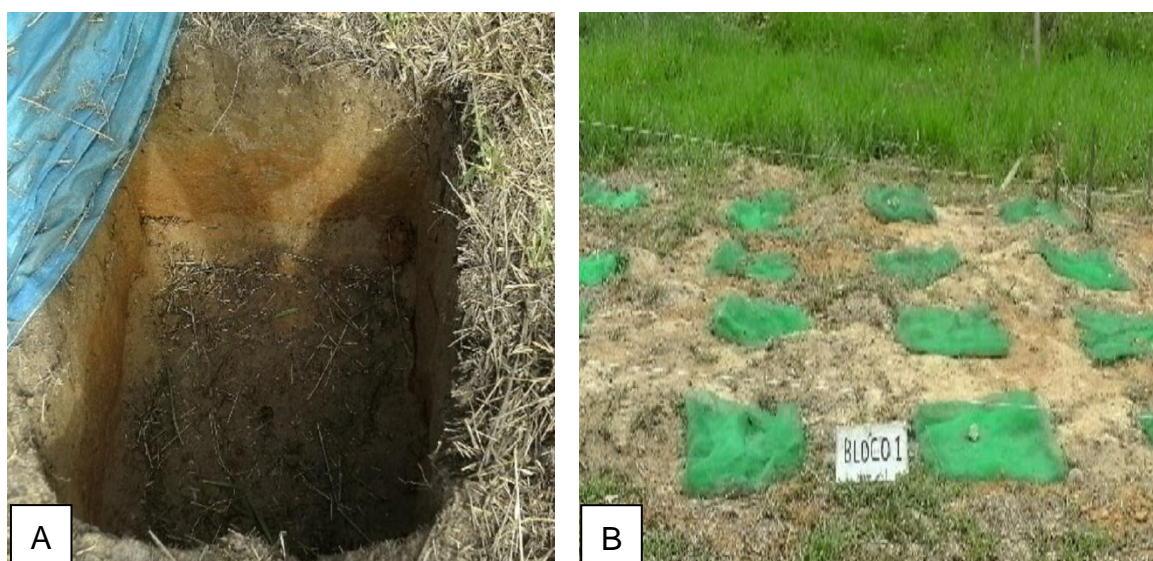


Figura 2 - Detalhe da parcela aberta (A) e revestida com tela (B).

Tabela 2 - Atributos químicos do solo utilizado para o cultivo de amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Elementos e relações	Profundidade (cm)	
	0 - 20	20 - 40
Ca (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,35	0,15
Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,20	0,15
Ca + Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,55	0,30
K (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,09	0,04
Na (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,03	0,02
Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,00	3,60
H + Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	4,90	6,17
Soma de bases (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,67	0,35
CTC (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	5,57	6,52
Saturação por bases (%)	12,00	5,00
Saturação por alumínio (%)	75,00	91,00
pH (H <sub>2</sub> O) 1:2,5	3,70	3,50
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	3,00	0,60
Carbono orgânico (g.kg <sup>-1</sup> )	7,20	3,70
Matéria orgânica (g.kg <sup>-1</sup> )	12,38	6,36

Antes da introdução dos animais nas parcelas experimentais estes foram contados, de acordo com as densidades definidas nos tratamentos, e pesados para a obtenção da biomassa introduzida.

Após a introdução dos invertebrados a irrigação foi realizada regularmente visando manter condição de umidade adequada e uniforme nas parcelas experimentais.

Na inoculação das sementes utilizou-se 1,25 g de inoculante para 500 g de sementes de amendoim e 1,9 mL de solução açucarada a 10% como substância adesiva, quantidades estas equivalentes a 100 g de inoculante para 40 kg de sementes em 150 mL de solução açucarada, recomendadas pelo fabricante. Após a mistura do produto nas sementes estas foram secas naturalmente à sombra. Posteriormente foi realizada a semeadura mediante distribuição manual e de forma equidistante de 3 sementes por cova, na profundidade de aproximadamente 5 cm.

Esses procedimentos foram realizados na mesma data (2 de agosto de 2011). Aos 9 dias da semeadura efetuou-se o desbaste mantendo-se 5 plantas por parcela.

O controle de plantas espontâneas foi feito manualmente mediante arranquio de invasoras. A limpeza da área do bloco foi realizada com a frequência quinzenal até a fase da avaliação. Os dados de temperatura do ar e de precipitação no decorrer do experimento foram obtidos na estação meteorológica da Universidade Federal do Acre.

A avaliação do experimento foi realizada aos 62 dias após a semeadura do amendoim (estádio R2) quando todas as plantas apresentavam flores.

Inicialmente foram efetuadas as avaliações biológicas de respiração edáfica e basal do solo, a biomassa microbiana, os quocientes metabólico e microbiano. Para avaliação da respiração basal e da biomassa microbiana o solo foi estratificado em duas profundidades de coleta, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, sendo as amostras avaliadas isoladamente.

A respiração edáfica foi determinada mediante uso de câmaras estáticas, constituídas de tubos de cloreto de polivinil rígido (PVC) de 50 cm de altura e 200 mm de diâmetro (área de 0,0314 m<sup>2</sup>) inseridas em cada parcela a aproximadamente 5 cm de profundidade (Figura 3).



Figura 3 - Detalhe da câmara estática para captura de C-CO<sub>2</sub>

Em cada câmara foi acondicionado um recipiente plástico contendo 30 mL de solução de NaOH 0,5 N para captura do CO<sub>2</sub> e, em cinco destas, consideradas como controle (branco), efetuou-se a vedação de seus fundos com plástico para evitar que nas mesmas houvesse a captura do CO<sub>2</sub> do solo pela solução de NaOH em seu interior. Após incubação por 48 horas efetuou-se a titulação do NaOH, recolhido dos recipientes do interior dos tubos, com HCl 0,5 N acrescido de 2 mL de BaCl<sub>2</sub> 10% (m/v) para precipitação do carbonato e 2 gotas de fenolftaleína 1% (m/v) como indicador (CAMPOS, 2006; OLIVEROS, 2008).

A quantidade de C-CO<sub>2</sub> emitido por unidade de superfície foi calculada de acordo com a fórmula  $RE = ((B - V).N.E)/(A.T)$ , proposta por Anderson (1982). Em que: RE = respiração edáfica expressa em mg C-CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>; B = volume em mL de HCl gasto na prova em branco (controle); V = volume em mL de HCl gasto na amostra exposta ao solo; N = normalidade do HCl; E = equivalente-grama do carbono; A = área em m<sup>2</sup> da superfície do solo amostrada; T = tempo de incubação em horas.

A biomassa microbiana foi obtida pelo método da respiração induzida Anderson e Domsch (1978) utilizando-se como substrato 0,4 g de açúcar refinado misturado a 100 g de solo peneirado e incubado em frascos de vidro hermeticamente fechados contendo 20 mL de NaOH 0,5 N para a captura do CO<sub>2</sub> liberado pela amostra. Após incubação por 4 horas efetuou-se a titulação do NaOH, recolhido dos recipientes do interior dos frascos, com HCl 0,5 N acrescido de 2 mL de BaCl<sub>2</sub> 10% (m/v) para precipitação do carbonato e 2 gotas de fenolftaleína 1% (m/v) como indicador. O C-CO<sub>2</sub> liberado pelas amostras de solo pelo método da respiração induzida pelo substrato foi quantificado da mesma forma que para respiração basal e a biomassa microbiana calculada pela expressão:  $y = 40,04x + 0,37$ , onde y = biomassa microbiana em mg C-mic.kg<sup>-1</sup> solo e x = mg de C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup> liberado na respiração induzida pela adição da glicose.

A determinação da respiração basal do solo foi efetuada a partir de 100 g de solo peneirado e incubado em frascos de vidro hermeticamente fechados contendo 20 mL de NaOH 0,5 N para a captura do CO<sub>2</sub> liberado pela amostra. Após incubação por 7 dias efetuou-se a titulação do NaOH, recolhido dos recipientes do interior dos frascos, com HCl 0,5 N acrescido de 2 mL de BaCl<sub>2</sub> 10% (m/v) para precipitação do carbonato e 2 gotas de fenolftaleína 1% (m/v) como indicador (SILVA et al., 2007b).



A quantidade de C-CO<sub>2</sub> liberado pelas amostras foi calculada de acordo com Stotzky (1965) mediante aplicação da seguinte fórmula:

$$RB = ((B - V) \cdot N \cdot E \cdot FU \cdot FD \cdot 10) / T$$

onde: RB = respiração basal expressa em mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>; B = volume em mL de HCl gasto na prova em branco (controle); V = volume em mL de HCl gasto na amostra exposta ao solo; N = normalidade do HCl; E = equivalente-grama do carbono; FU = fator umidade obtido pelo quociente entre as massas de solo úmida e seca; FD = fator diluição obtido pelo quociente entre os volumes de NaOH usados na incubação e na titulação; 10 = fator de correção de g para kg; T = tempo de incubação em horas.

O quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) foi obtido pela razão entre os resultados da respiração basal (RB) e os da biomassa microbiana (BM) da mesma amostra, ou seja qCO<sub>2</sub> = RB/BM (ANDERSON; DOMSCH, 1990).

O quociente microbiano (qmic) foi obtido pela razão entre os resultados do carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico do solo da mesma amostra, ou seja qmic = BM/COS (ANDERSON; DOMSCH, 1989).

As plantas de amendoim foram retiradas das parcelas de forma a evitar perdas nos nódulos das raízes. Posteriormente, foram separadas a parte aérea e as raízes, mediante o corte abaixo das folhas basais (colo da planta), com o auxílio de uma tesoura de poda. A parte aérea foi acondicionada em sacos de papel e colocada em estufa, à temperatura de 65 °C até a obtenção de massa constante. As raízes foram acondicionadas em bandejas de polietileno para pré-lavagem e retirada dos resíduos de solo, sendo, posteriormente, depositadas em potes de polipropileno, hermeticamente fechado, imersas em álcool 70% para garantir sua conservação até uma segunda lavagem, realizada para limpeza completa destas e retirada e contagem dos nódulos.

Após a lavagem final as raízes foram colocadas individualmente em sacos de papel e os nódulos, após sua contagem, foram acondicionados em recipientes de vidro cujas massas foram determinadas anteriormente e levados a estufa, à temperatura de 65 °C até a obtenção de massa constante.

As análises químicas constituíram-se das seguintes determinações: pH em H<sub>2</sub>O na proporção solo: água de 1:2,5; Al, Ca e Mg extraídos com solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, na proporção solo: solução de 1:10; P, K e Na, extraídos com solução de

HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>, na proporção solo: solução de 1:10, em que P foi determinado em espectrofotômetro e emissão de K e Na por fotometria de chama, o carbono orgânico por oxidação da matéria orgânica por dicromato de potássio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 0,2 mol L<sup>-1</sup> em meio sulfúrico e titulado com sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L<sup>-1</sup> e o H+Al extraído com solução de acetato de cálcio 1 mol L<sup>-1</sup>, 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%). Estas avaliações foram efetuadas em duas profundidades, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm.

O número e biomassa de minhocas recuperadas foram avaliados mediante contagem e pesagem dos animais remanescentes por ocasião da retirada das raízes.

O nitrogênio total da parte aérea foi determinado pelo método de Kjeldahl, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

Os resultados das variáveis foram submetidos à verificação da presença de dados discrepantes (outliers) pelo teste de Grubbs (1969), a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (1937). Quando não atendeu-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 (APÊNDICES A, B, C e D). Posteriormente os dados originais e/ou transformados com distribuição normal e variâncias homogêneas foram submetidos à análise de variância pelo teste F de Snedecor e Cochran (1948).

Quando verificou-se interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os fatores efetuou-se o desdobramento de seus graus de liberdade avaliando-se assim o efeito de um fator dentro dos níveis do outro. Na análise de regressão dos níveis de minhoca (tratamentos quantitativos) foi considerada a equação de maior grau significativo até o segundo grau. Para as variáveis que não obteve-se transformação de dados capaz de normalizar os resíduos e/ou homogeneizar as variâncias aplicou-se o teste não paramétrico de Friedman (1937). Também efetuou-se a análise das variáveis por contrastes ortogonais, considerando a ausência e presença de *Chibui bari*. Além disso, as médias das variáveis avaliadas no experimento foram comparadas com as obtidas em outros trabalhos pelo teste t (STUDENT, 1908).

### 3.2 EXPERIMENTO 2

Este experimento foi similar ao 1, diferindo deste apenas em relação a época de avaliação, às variáveis avaliadas e densidade dos animais por parcela.

No início foram adicionados 144 animais jovens de *Chibui bari*, caracterizados por clitelo pouco desenvolvido, que apresentaram biomassa média unitária de 3,06 g.

Aos 62 dias (estádio R2) foi realizada nova introdução de animais nas mesmas quantidades iniciais (3, 6 e 9 animais.parcela<sup>-1</sup>) que apresentaram biomassa média unitária de 9,63 g totalizando, portanto, 6, 12 e 18 animais por parcela até a avaliação final ocorrida aos 188 dias da semeadura. Este procedimento foi realizado para compensar eventuais perdas de animais por morte natural ou devida a inimigos naturais (formiga). Como número médio de animais durante todo o tempo experimental considerou-se 5, 10 e 15 indivíduos por parcela, correspondendo este a média ponderada do número de minhocas em função de dois períodos, sendo o primeiro de 62 dias, correspondente a 1/3 do tempo total, com 3, 6 e 9 animais.parcela<sup>-1</sup> e o segundo de 126 dias, correspondente a 2/3 do tempo total, com 6, 12 e 18 animais.parcela<sup>-1</sup>.

A avaliação desse experimento foi efetuada aos 188 dias da semeadura, na fase da maturidade fisiológica (estádio R8) das plantas. Avaliaram-se variáveis relacionadas à produção: número de vagens por planta (total e comercial) e de grãos (total e por vagem comercial) e massa de grãos (total e de 100 unidades). Além disso, estimou-se a produtividade em função da massa de grãos secos das vagens comerciais. Em relação à *Chibui bari* verificou-se o número e a biomassa dos animais recuperados ao final do experimento.

A operação de colheita foi realizada mediante o arranquio das plantas de cada parcela, sendo estas, em seguida, acondicionadas em bandejas de polipropileno para a realização de lavagem das raízes e retirada de resíduos sólidos. As vagens retiradas foram acondicionadas em sacos plásticos para posterior contagem de grãos e determinação de sua massa seca.

Para avaliação da massa de grãos secos das vagens comerciais estes foram acondicionados em sacos de papel e submetidos a secagem pelo método padrão de estufa (105 °C por 24 horas), para em seguida, realizar as determinações de massa (BRASIL, 2012). Para a massa de 100 grãos com 13% de umidade foi utilizada

a expressão  $Mc = Mo [1 - (Un\%/100)] [1 - (Uc\%/100)]$ , para a correção da umidade para 13%, onde: Mc = massa corrigida; Mo = massa obtida; Un = umidade natural e Uc = 13% (umidade de correção) (SILVEIRA, 2010).

Os resultados das variáveis foram submetidos à verificação da presença de dados discrepantes (outliers) pelo teste de Grubbs (1969), a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (1937). Quando não atendeu-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 (APÊNDICE AA). Posteriormente os dados originais e/ou transformados com distribuição normal e variâncias homogêneas foram submetidos à análise de variância pelo teste F de Snedecor e Cochran (1948).

Quando verificou-se interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os fatores efetuou-se o desdobramento de seus graus de liberdade avaliando-se assim o efeito de um fator dentro dos níveis do outro. Na análise de regressão dos níveis de minhoca (tratamento quantitativo) foi considerada a equação de maior grau significativo até o segundo grau. Para as variáveis que não obteve-se transformação de dados capaz de normalizar os resíduos e/ou homogeneizar as variâncias aplicou-se o teste não paramétrico de Friedman (1937). Também efetuou-se a análise das variáveis por contrastes ortogonais, considerando a ausência e presença de *Chibui bari*. As médias das variáveis avaliadas no experimento também foram comparadas com as obtidas em outros trabalhos pelo teste t (STUDENT, 1908).

### 3.3 EXPERIMENTO 3

As unidades experimentais foram constituídas de tubos de PVC de cor branca com 20 cm de diâmetro e 50 cm de altura, contendo 15,7 L de solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo alítico plíntico (EMBRAPA, 2006), no qual foram semeadas três sementes de amendoim cultivar cavalo.

Nas unidades experimentais foi adicionado solo proveniente de uma área de habitat de *Chibui bari* localizada no campus da UFAC, cuja caracterização química foi realizada nas profundidades de 0 a 25 cm e 25 a 50 cm (Tabela 3).

Tabela 3 - Caracterização química inicial do solo utilizado para o cultivo do amendoim cavalo em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Elementos e relações	Profundidade (cm)	
	0 - 25	25 - 50
Ca (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,30	0,30
Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,20	0,10
Ca + Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,50	0,40
K (mg.dm <sup>-3</sup> )	23,00	20,00
Na (mg.dm <sup>-3</sup> )	3,00	5,00
Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,60	4,10
Al + H (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	5,88	6,37
Soma de bases (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,57	0,47
CTC (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	6,45	6,84
Saturação por bases (%)	9,00	7,00
Saturação por alumínio (%)	82,00	90,00
pH (H <sub>2</sub> O) 1:2,5	3,20	3,10
P disponível (mg.dm <sup>-3</sup> )	1,50	0,50
Carbono orgânico (g.kg <sup>-1</sup> )	7,59	3,50
Matéria orgânica (g.kg <sup>-1</sup> )	13,05	6,02

Considerando a baixa saturação de bases do solo (Tabela 3), foi realizada a aplicação de calcário em doses equivalentes a 3,30 t.ha<sup>-1</sup> (16 g por tubo) para 0 a 25 cm e 3,63 t.ha<sup>-1</sup> (18 g por tubo) para 25 a 50 cm, quantidades estas dimensionadas para elevar V a 60% e, assim, permitir condição de crescimento das plantas mais adequada neste solo.

Após decorridos 90 dias da calagem foi realizada a semeadura do amendoim cavalo (4 de novembro de 2011), utilizando-se 3 sementes na profundidade em torno de 3 cm. O procedimento de aplicação do inoculante rizobiano nos tratamentos com sua presença foi efetuado de forma similar a descrita no experimento 1.

Na condução do experimento efetuou-se o desbaste, irrigações e o controle de pragas e de plantas espontâneas. O desbaste foi realizado nove dias após a semeadura, mantendo-se apenas uma planta por tubo, a mais vigorosa.

As irrigações foram realizadas regularmente e de forma homogênea, utilizando-se como referência de umidade, 80% da capacidade de campo. O controle de pragas e plantas espontâneas foi feito manualmente mediante catação de lagartas e arranquio de invasoras.

Foram avaliadas variáveis relacionadas à planta (massas secas da parte aérea, da raiz, dos nódulos e total e nitrogênio total da parte aérea) e ao solo (químicas: pH, P, K, Ca, Mg, Na, Al, H + Al, carbono, matéria orgânica, soma de bases, CTC, saturação por bases e por alumínio; biológicas: respiração basal, biomassa microbiana e quocientes metabólico e microbiano).

A avaliação do experimento foi realizada aos 90 dias após a semeadura, quando 100% das plantas apresentavam flores (estádio R2).

Os blocos de solo em formato cilíndrico provenientes dos tubos de PVC foram colocados em bandejas de polipropileno e, após a retirada da planta, foram revolvidos para a retirada de amostras homogêneas para se efetuar suas análises biológicas e químicas. As avaliações biológicas constituíram-se de respiração basal, biomassa microbiana e os quocientes metabólico e microbiano. Os procedimentos para avaliação da respiração basal e biomassa microbiana do solo, e para determinação dos quocientes metabólico e microbiano foram os mesmos descritos no experimento 1.

As plantas foram cortadas ao nível do solo, abaixo das folhas basais, na região do colo. Em seguida a parte aérea foi acondicionada individualmente em sacos de papel e colocada em estufa, à temperatura de 65 °C para secagem até a obtenção de massa constante.

As raízes foram separadas do solo manualmente e colocadas sobre uma bandeja de polipropileno para evitar a perda de material. Em seguida, estas foram acondicionadas em potes de polipropileno, imersas em álcool 70% para garantir sua conservação até uma segunda lavagem, realizada para sua limpeza completa e retirada dos nódulos. Posteriormente foram depositadas em sacos de papel e encaminhadas a estufa, para secagem até obtenção de massa constante. Após a contagem dos nódulos, estes foram colocados em pequenos frascos e levados também à estufa, para obtenção de sua massa seca.

Os procedimentos para a análise química do solo e determinação do nitrogênio total da parte aérea foram similares ao descrito no experimento 1.

Os resultados das variáveis foram submetidos à verificação da presença de dados discrepantes (outliers) pelo teste de Grubbs (1969), a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (1937). Quando não atendeu-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 (APÊNDICES AF e AG). Posteriormente os dados originais e/ou transformados com distribuição normal e variâncias homogêneas foram submetidos à análise de variância pelo teste F de Snedecor e Cochran (1948).

Quando verificou-se interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os fatores efetuou-se o desdobramento de seus graus de liberdade avaliando-se assim o efeito de um fator dentro dos níveis do outro. Para as variáveis que não se obteve transformação de dados capaz de normalizar os resíduos e/ou homogeneizar as variâncias aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (1952). As médias das variáveis avaliadas no experimento também foram comparadas com as obtidas em outros trabalhos pelo teste t (STUDENT, 1908).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número e biomassa de minhocas recuperadas nos experimentos 1 e 2 estão apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

No experimento 1, do total de 144 animais adicionados, com biomassa média unitária de 3,13 g, foram recuperados 17 animais, com biomassa média de 11,46 g valores estes correspondentes à recuperação de 11,81% dos indivíduos introduzidos com acréscimo de 266,13 % na biomassa média unitária (Tabela 4).

Tabela 4 - Avaliações quantitativas das densidades e biomassas de minhocas *Chibui bari* adicionadas e recuperadas, no experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, utilizando parcelas de 0,144 m<sup>3</sup> como unidades experimentais na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011. Totais por tratamento com quatro repetições

Tratamentos	Densidade		Biomassa (g)		BMUA <sup>2</sup>	BMUR <sup>3</sup>	Variação (%)
	Inicial	Final	Inicial	Final	A	B	A→B
<b>3 animais</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>92,17</b>	<b>82,10</b>	<b>3,84</b>	<b>13,68</b>	<b>256,25 (+)</b>
Ausência de IR <sup>1</sup>	12	6	40,46	60,26	3,37	10,04	197,92 (+)
Presença de IR	12	2	51,71	21,84	4,31	10,92	153,36 (+)
<b>6 animais</b>	<b>48</b>	<b>5</b>	<b>138,51</b>	<b>67,06</b>	<b>2,89</b>	<b>13,42</b>	<b>364,36 (+)</b>
Ausência de IR	24	1	64,08	14,37	2,67	14,37	438,20 (+)
Presença de IR	24	4	74,43	52,69	3,10	13,17	324,84 (+)
<b>9 animais</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>219,78</b>	<b>45,60</b>	<b>3,05</b>	<b>11,40</b>	<b>273,77 (+)</b>
Ausência de IR	36	1	110,78	8,15	3,07	8,15	165,47 (+)
Presença de IR	36	3	109,00	37,45	3,03	12,48	311,88 (+)
<b>Total</b>	<b>144</b>	<b>17</b>	<b>50,46</b>	<b>194,76</b>	<b>3,13</b>	<b>11,46</b>	<b>266,13 (+)</b>

<sup>1</sup>Inoculante rizobiano (*Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144)

<sup>2</sup>Biomassa média unitária adicionada (g)

<sup>3</sup>Biomassa média unitária recuperada (g)

Comparando-se pelo teste t as biomassas médias unitárias totais de minhocas adicionadas e recuperadas, verificou-se aumento significativo ( $p < 0,05$ ) entre o início e o final do experimento (Tabela 4).

No experimento 2, do total de 144 animais adicionados no início e 144 aos 62 dias da semeadura do amendoim, com biomassa média unitária de 3,06 g e 9,63 g,



respectivamente, foram recuperados 25 animais, com biomassa média de 8,90 g valores estes correspondentes à recuperação de 8,68% dos indivíduos introduzidos com acréscimo de 40,38 % na biomassa média unitária (Tabela 5).

Comparando-se pelo teste t as biomassas médias unitárias totais de minhocas adicionadas e recuperadas, verificou-se aumento significativo ( $p < 0,05$ ) entre o início e o final do experimento (Tabela 5).

Tabela 5 - Avaliações quantitativas das densidades e biomassas de minhocas *Chibui bari* adicionadas e recuperadas, no experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, utilizando parcelas de 0,144 m<sup>3</sup> como unidades experimentais na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011. Totais por tratamento com quatro repetições

Tratamentos	Densidade		Biomassa (g)		BMUA <sup>3</sup>	BMUR <sup>4</sup>	Variação (%)
	Inicial <sup>2</sup>	Final	Inicial <sup>2</sup>	Final	A	B	A→B
<b>3 + 3 animais</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>349,32</b>	<b>55,75</b>	<b>7,28</b>	<b>9,29</b>	<b>27,60 (+)</b>
Ausência de IR <sup>1</sup>	24	2	201,08	26,90	8,38	13,45	60,50 (+)
Presença de IR	24	4	148,24	28,85	6,18	7,21	16,67 (+)
<b>6 + 6 animais</b>	<b>96</b>	<b>8</b>	<b>615,51</b>	<b>69,75</b>	<b>6,41</b>	<b>8,72</b>	<b>36,03 (+)</b>
Ausência de IR	48	1	302,37	3,75	6,29	3,75	40,38 (-)
Presença de IR	48	7	313,14	66,00	6,52	9,43	44,63(+)
<b>9 + 9 animais</b>	<b>144</b>	<b>11</b>	<b>861,12</b>	<b>97,05</b>	<b>5,98</b>	<b>8,82</b>	<b>47,49 (+)</b>
Ausência de IR	72	4	415,71	42,80	5,77	10,70	85,44 (+)
Presença de IR	72	7	445,41	54,25	6,19	7,75	25,20 (+)
<b>Total</b>	<b>288</b>	<b>25</b>	<b>1825,95</b>	<b>222,55</b>	<b>6,34</b>	<b>8,90</b>	<b>40,38 (+)</b>

<sup>1</sup>Inoculante rizobiano (*Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144)

<sup>2</sup>Valores correspondentes a adição de animais em duas épocas, sendo no início e aos 62 dias.

<sup>3</sup>Biomassa média unitária adicionada (g)

<sup>4</sup>Biomassa média unitária recuperada (g)

Os resultados de taxa de recuperação de *Chibui bari*, mesmo considerados relativamente baixos, refletem apenas uma situação pontual ocorrida ao final do experimento e não sua atividade no decorrer do mesmo, confirmada por seu efeito em muitas variáveis relacionadas ao solo e às plantas nos experimentos 1 e 2.

Os resultados apresentados nas tabelas 4 e 5 indicam que as condições experimentais foram favoráveis ao acréscimo de biomassa das minhocas em ambos os experimentos.

Simões (2010), avaliando o crescimento de mudas de cupuaçu e açaí sob influência de *Chibui bari* em experimento em casa de vegetação por período de 90 dias, obteve taxa de recuperação de 24% e 12%, respectivamente.

Furtado (2010) avaliou o crescimento de plantas em casa de vegetação na presença de *Chibui bari* obtendo taxa de recuperação de 13% para milho aos 60 dias após a semeadura e de 11% para feijão ao final de 45 dias.

Silva (2011) avaliou o crescimento de alface em casa de vegetação sob influência de *Chibui bari* e obteve taxa de recuperação de 66,67% ao final de 45 dias.

O solo utilizado em todos os experimentos (1, 2 e 3) não apresentava histórico de cultivo com a cultura do amendoim, mas constatou-se nodulação em todas as plantas indicando haver neste solo populações de rizóbios nativos capazes de promover nodulação nas raízes.

#### 4.1 EXPERIMENTO 1

No decorrer do experimento foram verificadas temperaturas variando de 15,2 °C a 28,0 °C com média de 25,0 °C e precipitações variando de 0 a 47,2 mm com média de 2,2 mm (Gráfico 1).

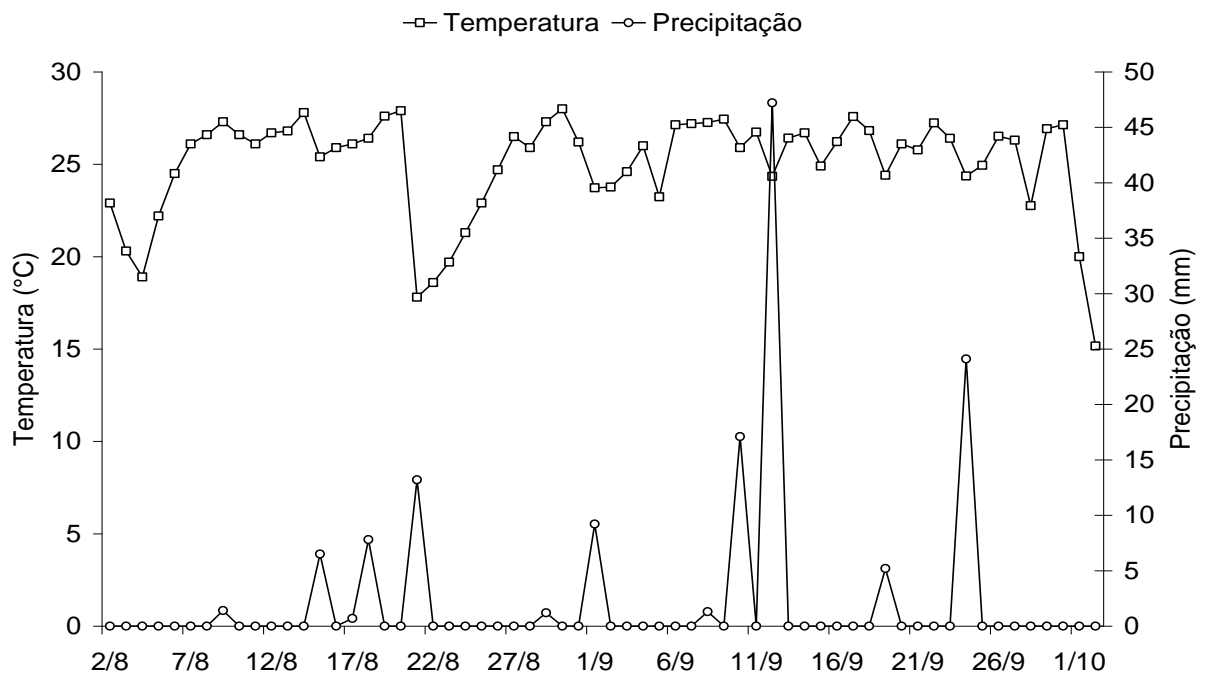


Gráfico 1 - Temperatura e precipitação verificadas no decorrer do período de 62 dias correspondente a realização do experimento com amendoim cavalo na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.

Embora as precipitações tenham sido relativamente baixas durante o período experimental, acréscimo suplementar de água foi efetuado mediante irrigações periódicas de forma que a condição de umidade do solo fosse mantida adequada a não comprometer a sobrevivência dos animais e das plantas.

Nas condições experimentais não se verificou ( $p > 0,05$ ) efeito de minhocas e inoculante rizobiano, isolado ou combinado, para as variáveis biomassa microbiana, respiração basal e quocientes metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $q_{mic}$ ) do solo nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm (APÊNDICES E e G).

Na análise por contrastes ortogonais também não foram identificadas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre a ausência (0) e a presença (3, 6, 9) de minhocas nas variáveis biológicas do solo em ambas as profundidades (0-20 cm e 20-40 cm) (APÊNDICES F e H).

Em relação à respiração do solo também não se constatou influência das minhocas e/ou do inoculante rizobiano nesta variável (APÊNDICE I) nem tampouco na comparação por contrastes ortogonais do efeito entre a ausência (0) e a presença (3, 6, 9) das minhocas (APÊNDICE J).

Não verificou-se ( $p > 0,05$ ) influência das minhocas, do inoculante e nem tampouco da interação entre os mesmos para todas as variáveis químicas do solo exceto para sódio na profundidade de 20 a 40 cm (Tabela 6) e magnésio (Gráfico 2), saturação por bases (Gráfico 3) e por alumínio (Gráfico 4) na profundidade de 0 a 20 cm.

A não influência do inoculante rizobiano nas variáveis químicas do solo era, a princípio, esperada uma vez que este tem maior potencial de interferência em variáveis relacionadas ao nitrogênio na planta. Porém, no caso de *Chibui bari* esperava-se que estas interferissem em algumas variáveis químicas do solo uma vez que esta situação já foi verificada por Simões (2010), Furtado (2010), Silva (2011) e Fiuza et al. (2012) para a mesma espécie de minhoca e solo proveniente da mesma área diferenciando-se, porém, no ambiente de realização, na condição química inicial do solo e nas plantas teste, diferenças estas suficientes para a obtenção de resultados distintos. Além disso, como a área onde foi instalado o experimento já servia como habitat de *Chibui bari*, as possíveis interferências do animal restringiam-se, portanto, ao período experimental de 62 dias e, assim, mesmo os tratamentos com sua ausência eram, de certa forma, influenciados por sua presença anterior. É importante destacar que o experimento foi instalado em

área de habitat do animal em função do interesse e necessidade de não prejudicar sua sobrevivência pois esta espécie apresenta dificuldade de se estabelecer em áreas diferentes daquelas onde ocorre naturalmente.

Tabela 6 - Análise não paramétrica de sódio (em  $\text{mmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ) sob influência de *Chibui bari* em solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Minhocas <i>Chibui bari</i>	Inoculante rizobiano	Soma de ranks	Média
0	Ausência <sup>1</sup>	15	0,0025bc
	Presença <sup>2</sup>	11	0,0000c
3	Ausência	19	0,0050b
	Presença	15	0,0025bc
6	Ausência	19	0,0050b
	Presença	19	0,0050b
9	Ausência	27	0,0100a
	Presença	19	0,0050b

<sup>1</sup>Ausência: Apenas rizóbios nativos

<sup>2</sup>Presença: Rizóbios nativos mais *Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Friedman ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando a disponibilidade de nutrientes do solo, observa-se que os valores obtidos para saturação por bases (Gráfico 3) e por alumínio (Gráfico 4) foram influenciados de forma distinta em função do efeito combinado de minhocas e inoculante apenas para 9 animais por parcela, equivalente a 25 indivíduos.m<sup>-2</sup>, quando verificou-se melhor condição destas variáveis para as plantas nos tratamentos não inoculados, ou seja, com presença apenas de rizóbios nativos.

Em relação a magnésio, quando efetua-se a inoculação com rizóbio, verifica-se efeito quadrático com tendência de acréscimo deste na presença de 4,15 minhocas. parcela<sup>-1</sup> (cerca de 12 animais.m<sup>-2</sup>). Na ausência de inoculação não há regressão até 2º grau que explique o comportamento desta variável (Gráfico 2). Para as variáveis saturação por bases (Gráfico 3) e por alumínio (Gráfico 4) também não se verificou tendência linear ou quadrática.

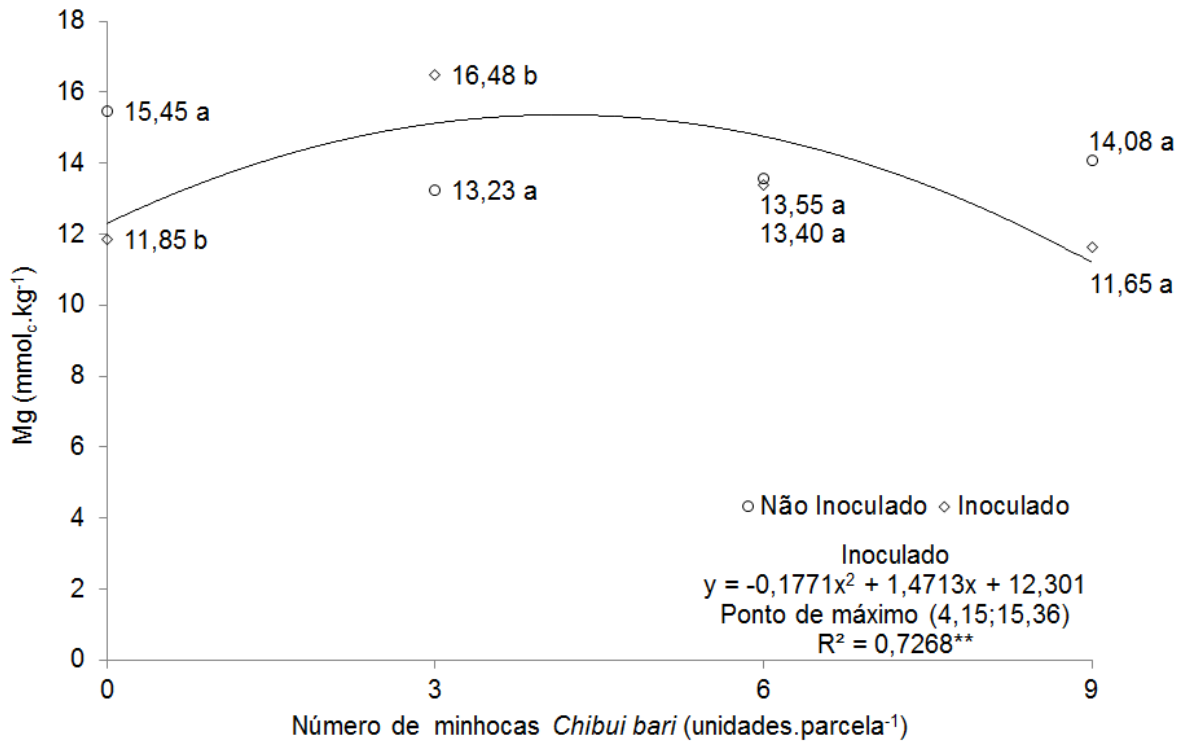


Gráfico 2 - Magnésio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância no APÊNDICE K).

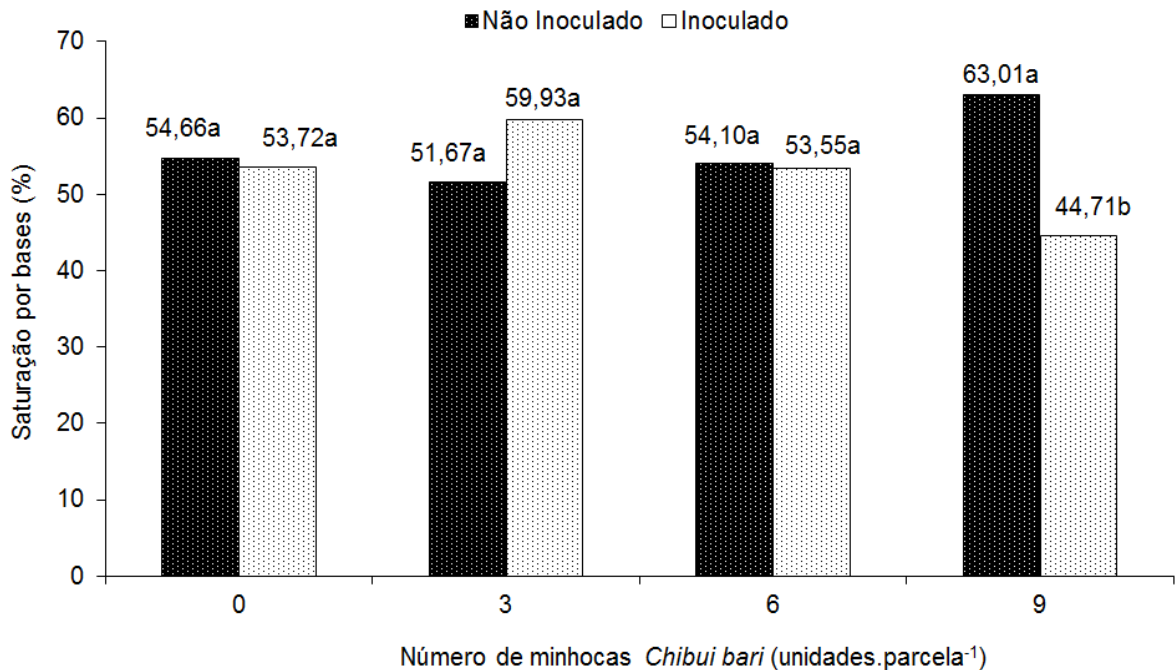


Gráfico 3 - Saturação por bases em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011 (análise de variância no APÊNDICE M).

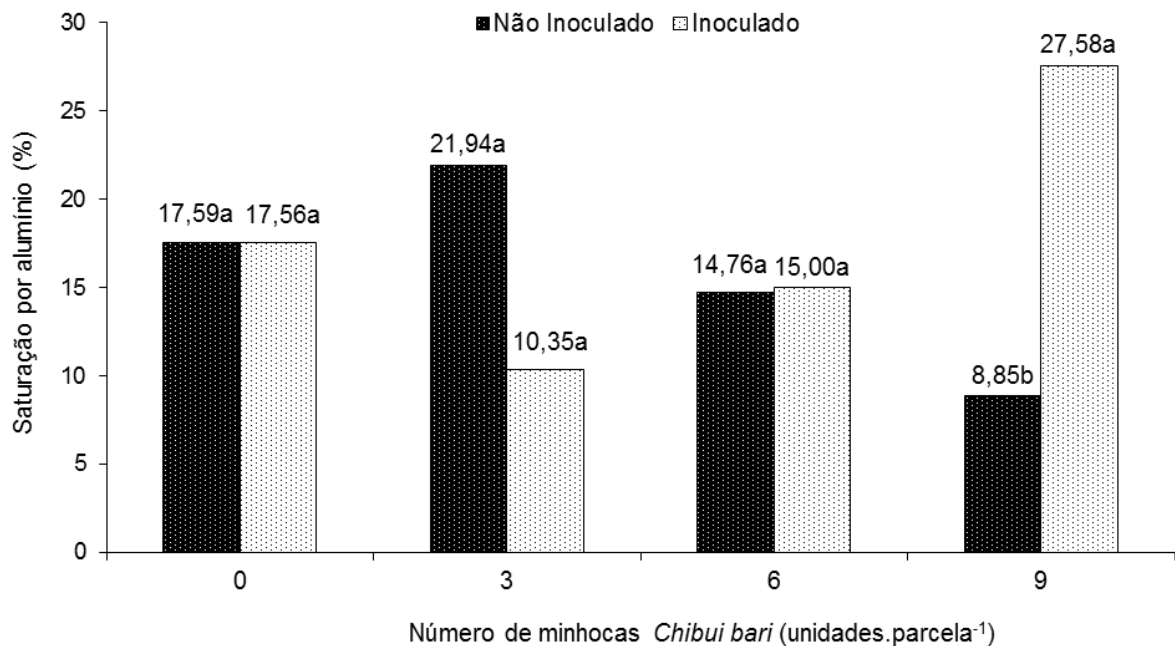


Gráfico 4 - Saturação por alumínio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância no APÊNDICE O).

Em relação às variáveis relacionadas à planta (massas de parte aérea, raiz e total secas) não se verificou efeito ( $p > 0,05$ ) em quaisquer destas devidos a *Chibui bari*, ao inoculante rizobiano ou à combinação de ambos, mesmo na comparação por contrastes ortogonais da ausência e presença das minhocas (APÊNDICES W e X).

Derouard et al. (1997), estudando a influência de três espécies de minhocas endogeicas (*Millsonia anomala*, *Chuniodrilus zielae* e *Hyperiodrilus africanus*) na cultura do amendoim, constataram a ausência de efeito destas na massa da parte aérea das plantas atribuída, segundo os mesmos, à possível independência da planta em relação ao nitrogênio. Porém, como este elemento não é o único capaz de interferir favoravelmente no crescimento da planta, a possível melhoria da condição química do solo em outros elementos como P e K, por exemplo, em função das minhocas, poderia ser responsável por acréscimo de fitomassa.

Da mesma forma que nas plantas, também não se verificou efeito ( $p > 0,05$ ) dos fatores, isolados ou combinados, nas variáveis relacionadas à nodulação e fixação biológica do nitrogênio (número de nódulos, massas total e nitrogênio total da parte aérea) (APÊNDICES X e Y). Porém, neste caso esperava-se interferência

nestas variáveis derivadas ao menos dos rizóbios introduzidos pelo inoculante, uma vez que sua aplicação nas sementes tem como objetivo melhorar o desempenho da simbiose das plantas com os mesmos e, conseqüentemente, aumentar a eficiência da fixação biológica do nitrogênio. Por outro lado a competitividade com os rizóbios nativos pode ter sido responsável pela não obtenção dos resultados esperados.

Como houve formação de nódulos nas raízes de todas as plantas, independente de suas sementes terem sido inoculadas ou não, os rizóbios presentes no solo também foram responsáveis por esta nodulação. Em diversos trabalhos (BORGES et al., 2007; CASTRO et al., 1999; SANTOS, 2001; SHARMA et al., 2011) há relatos de presença abundante de estirpes de rizóbio nativas nodulando o amendoimzeiro. Segundo Fernandes Junior e Reis (2008) a presença no solo de estirpes nativas de rizóbio, competitivas e de baixa eficiência nodular, constitui-se em limitação ao estabelecimento e a eficiência das introduzidas pela inoculação das sementes.

## 4.2 EXPERIMENTO 2

No decorrer do experimento foram verificadas temperaturas variando de 12,1 °C a 30,2 °C com média de 24,9 °C e precipitações variando de 0 a 93,4 mm com média de 6,7 mm (Gráfico 5). Embora as precipitações tenham sido relativamente baixas até aproximadamente 1/3 do período experimental, acréscimo suplementar de água foi efetuado no decorrer deste mediante irrigações periódicas de forma que a condição de umidade do solo fosse mantida adequada a não comprometer a sobrevivência dos animais e das plantas.

As variáveis avaliadas na maturidade fisiológica do amendoimzeiro não foram influenciadas ( $p > 0,05$ ) pelas minhocas, pelo inoculante e/ou pela combinação destes (APÊNDICES AB e AD) exceto a produtividade estimada pela massa de grãos das vagens comerciais (APÊNDICE AD) que sofreu interferência ( $p < 0,05$ ) tanto das minhocas (Gráfico 6) quanto do inoculante (Gráfico 8), porém ambos de forma independente (sem interação).

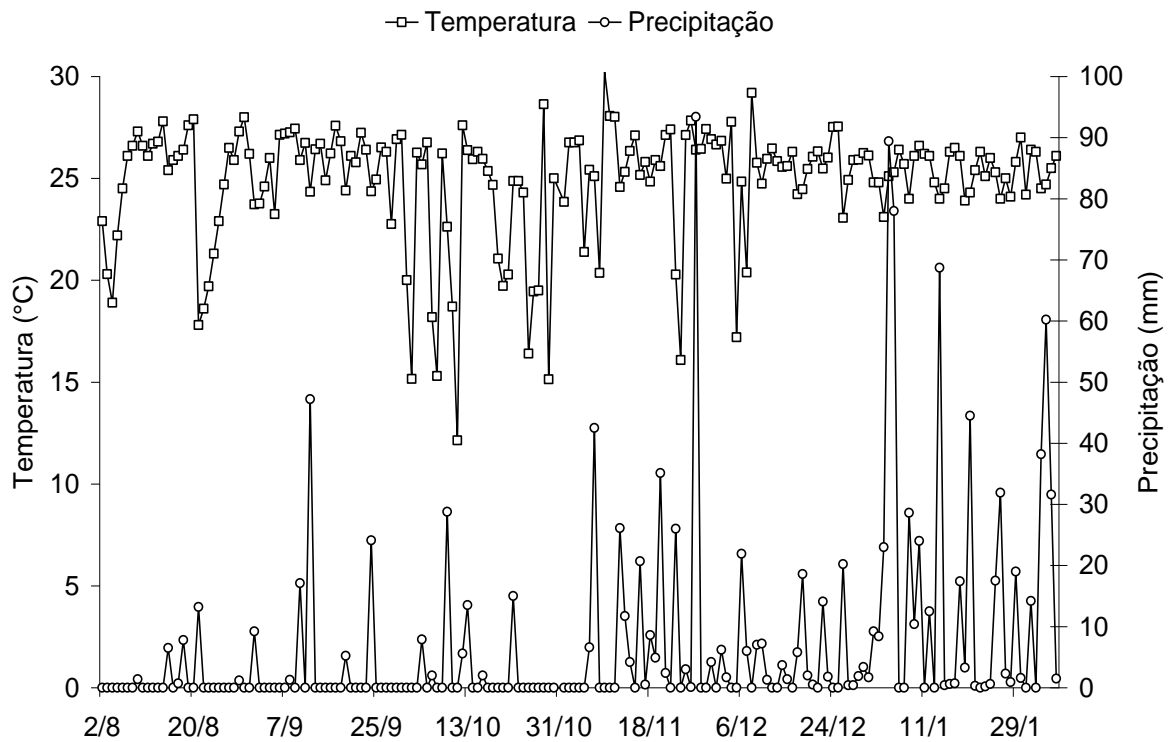


Gráfico 5 - Temperatura e precipitação verificadas no decorrer do período de 188 dias correspondente a realização do experimento com amendoim cavalo na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011.

No gráfico 6 observa-se redução da produtividade estimada em tendência linear, conforme aumentam as densidades de *Chibui bari*. Portanto, as minhocas interferiram negativamente nesta variável situação esta que, provavelmente, pode ter ocorrido em função da competição por determinados nutrientes entre estes animais e as plantas. A análise por contrastes ortogonais (Gráfico 7) confirma o efeito negativo das minhocas na produtividade estimada, considerando que houve redução de 33,12% (de 65,85 g para 44,04 g) na massa de grãos das vagens comerciais (APÊNDICE AE).

A natureza hipógea do amendoim reflete uma situação em que há contato direto das minhocas com as vagens da planta estabelecendo-se assim interação mais estreita e, conseqüentemente, com maior possibilidade de efeitos mútuos e, inclusive, de eventual competição por determinados recursos necessários a ambos como, por exemplo, nutrientes disponíveis no solo.



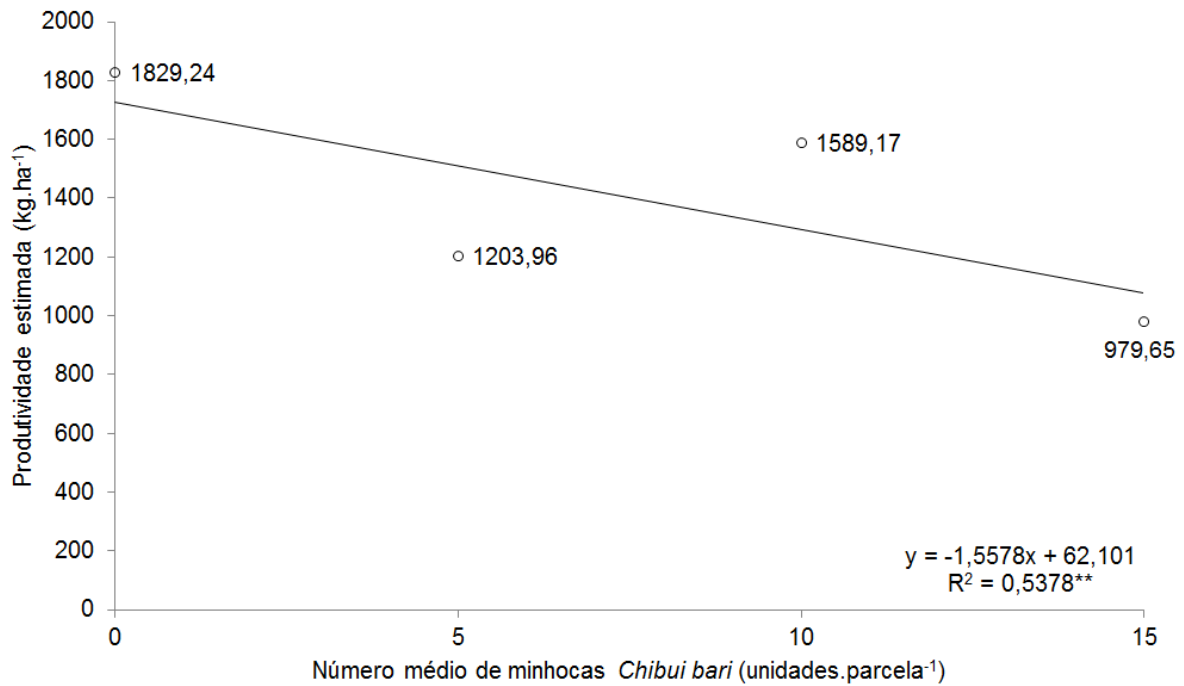


Gráfico 6 - Produtividade de amendoim cavalo, estimada em função da massa de grãos secos das vagens comerciais, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância no APÊNDICE AD).

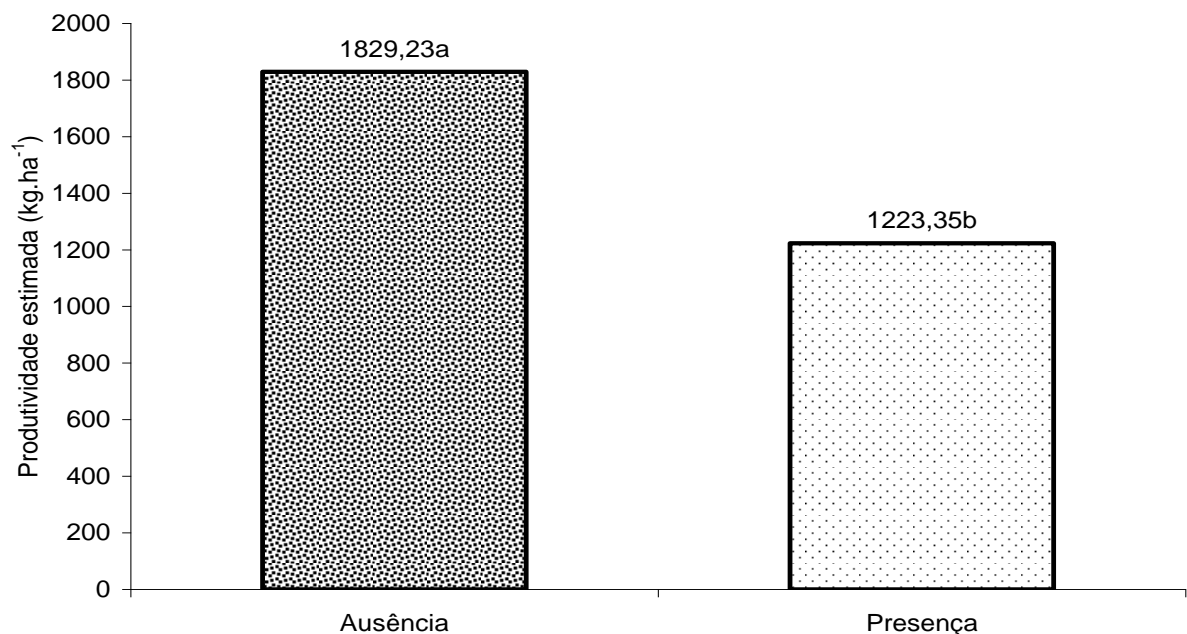


Gráfico 7 - Influência da minhoca *Chibui bari* na produtividade de amendoim cavalo, estimada em função da massa de grãos secos das vagens comerciais, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância por contrastes ortogonais no APÊNDICE AE).

O fato do inoculante rizobiano ter sido responsável pelo aumento de 42,44% (de 40,83 g para 58,16 g) na massa de grãos das vagens comerciais (APÊNDICE AD) e, conseqüentemente, da produtividade estimada (Gráfico 8) indica que os rizóbios introduzidos (*Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144) foram eficientes neste aspecto. Os aumentos verificados nestas variáveis devem, provavelmente, ser em consequência do desempenho simbiótico dos rizóbios do inoculante ser favorável ao aumento da massa nodular das plantas e a melhoria do processo de fixação biológica do nitrogênio. No entanto, estes mesmos rizóbios não foram capazes de melhorar os indicadores de nodulação e fixação de nitrogênio avaliados em parcelas adjacentes aos 62 dias da semeadura, conforme relatado no Experimento 1. Desta forma o provável benefício do inoculante rizobiano deve ter se manifestado de forma mais tardia, ou seja, após os primeiros 62 dias razão pela qual na época de avaliação deste experimento (maturação fisiológica das plantas) ainda havia presença de nódulos nas raízes. Neste aspecto é importante destacar que no amendoimzeiro, ao contrário da maioria das outras fabáceas nodulíferas, não há senescência dos nódulos após a floração mantendo-se estes ativos e em funcionamento até praticamente o final do ciclo da cultura quando, inclusive, muitas plantas ainda apresentam flores conforme observado aos 188 dias para a cultivar cavalo utilizada no presente experimento.

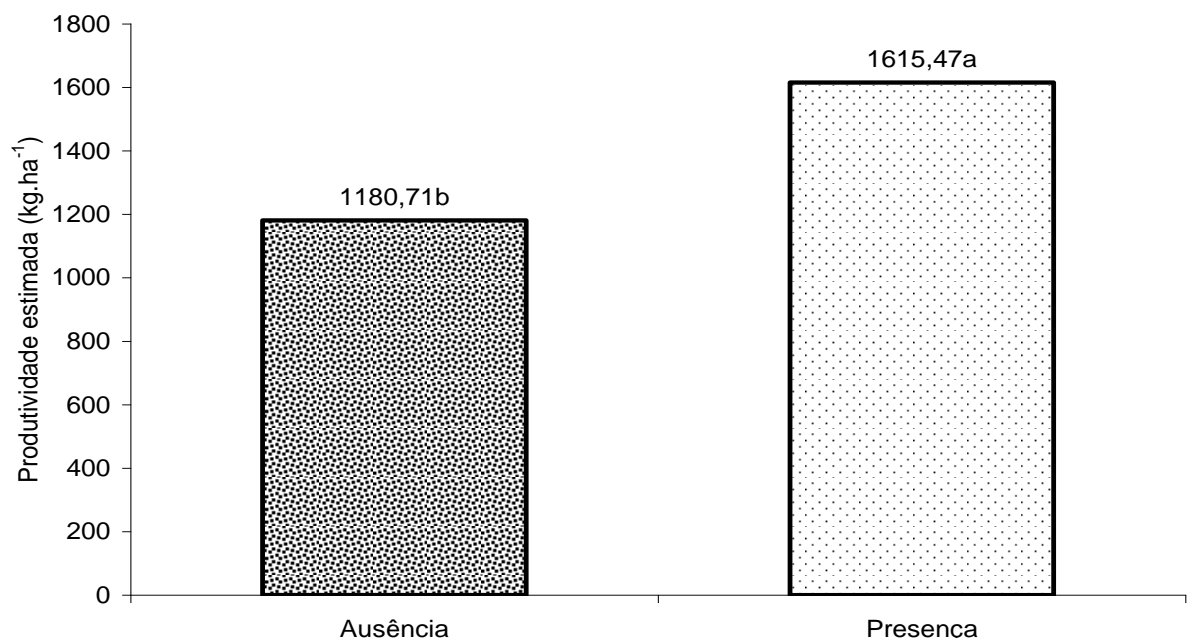


Gráfico 8 - Influência do inoculante rizobiano (*Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144) na produtividade de amendoim cavalo, estimada em função da massa de grãos secos das vagens comerciais, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 4 no delineamento em blocos casualizados, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011(análise de variância no APÊNDICE AD).

Os benefícios à nutrição nitrogenada do amendoineiro e, conseqüentemente, ao crescimento e produção das plantas, derivados do uso inoculante rizobiano podem a princípio ocorrer desde os primeiros florescimentos até a maturidade fisiológica podendo, inclusive, serem de maior magnitude no final do ciclo da cultura. Esta situação foi verificada e confirmada por Silva (2007) que em cultivares de ciclo médio de 90 dias observou maior massa nodular nas raízes do amendoineiro na maturação das vagens aos 86 dias da semeadura do que na floração aos 36 dias. Portanto, o inoculante rizobiano, embora possa não ter seu efeito na nodulação e fixação do nitrogênio detectado em avaliações realizadas a até 50% do ciclo da cultura pode, no entanto, ter confirmado sua eficiência próximo à maturidade fisiológica das plantas.

Com o uso de inoculante verificou-se incremento de produtividade estimado em 434,76 kg.ha<sup>-1</sup> (Gráfico 8) que, considerando o preço médio de R\$ 2,50 pelo kg de amendoim com casca, corresponde a ganho de R\$ 1086,90.ha<sup>-1</sup> em relação ao que se teria sem o uso deste produto biológico. É importante destacar que este resultado econômico é decorrente do uso de uma tecnologia de baixo custo que é o inoculante comercial cujo pacote é vendido ao preço médio de R\$ 10,00, tendo este quantidade (300 g) suficiente de material para tratar as sementes (em torno de 120 kg) necessárias à semeadura de três hectares de amendoim. Portanto, os resultados satisfatórios obtidos com o uso do inoculante rizobiano evidenciam a importância da prática de inoculação de sementes no cultivo do amendoim da cultivar Cavallo.

### 4.3 EXPERIMENTO 3

As variáveis biológicas do solo (respiração basal, biomassa microbiana e quocientes metabólico e microbiano) não foram influenciadas ( $p > 0,05$ ) pela calagem, inoculante ou combinação destes (APÊNDICES AF e AG). Porém, as relacionadas à química e fertilidade do solo não sofreram interferência (carbono e matéria orgânica) ou foram influenciadas apenas pela calagem [Mg (Tabela 8), Ca (Tabela 9), capacidade de troca catiônica (Tabela 10), soma de bases (Tabela 11), alumínio (Tabela 12), acidez potencial (Tabela 13), saturação por bases (Tabela 14) e por alumínio (Tabela 15)] ou pela interação desta com o inoculante [pH (Tabela 7)].

Como esperado a calagem aumentou ( $p < 0,05$ ) o pH (Tabela 7), os teores de cálcio (Tabela 9) e magnésio (Tabela 8) e a soma (Tabela 11) e saturação de bases (Tabela 14) e diminuiu ( $p < 0,05$ ) o alumínio (Tabela 12), a acidez potencial (Tabela 13)

e a saturação por alumínio (Tabela 15). No caso do pH o efeito da calagem não foi isolado (independente) e sim combinado (interação) com o inoculante observando-se, porém, aumento deste tanto na ausência quanto na presença do produto biológico.

Tabela 7 - pH em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	4,51Ab	4,47Ab	4,49
Com	5,59Ba	5,98Aa	5,77 <sup>1</sup>
Média	5,06	5,14 <sup>1</sup>	5,09 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AK)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante rizobiano.

Tabela 8 - Magnésio em solo cultivado com amendoim Cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	0,96	0,98	0,97b
Com	12,72	12,27	12,52a <sup>1</sup>
Média	6,84A	6,00A <sup>1</sup>	6,44 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AK)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante rizobiano.

Tabela 9 - Cálcio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	4,94	5,52	5,23b
Com	19,50	24,32	21,91a <sup>1:2</sup>
Média	11,41A <sup>2</sup>	13,87A <sup>1</sup>	12,64 <sup>1:2</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AM )

Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante<sup>1</sup> e exclusão de um outlier identificado pelo teste de Grubbs no tratamento com calagem e ausência de inoculante rizobiano<sup>2</sup>.

Tabela 10 - Capacidade de troca catiônica em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	45,70	46,72	46,21b
Com	49,80	52,12	50,96a <sup>1</sup>
Média	47,52A	49,12A <sup>1</sup>	48,32 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AM)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante rizobiano.

Tabela 11 - Soma de bases em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	6,40	6,96	6,68b
Com	30,06	37,20	33,23a <sup>1</sup>
Média	18,23A	20,40A <sup>1</sup>	19,25 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AJ)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante rizobiano.

Tabela 12 - Alumínio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	21,46	21,34	21,40b
Com	0,94	0,65	0,81a <sup>1</sup>
Média	11,20B	12,14A <sup>1</sup>	11,64 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AK)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante rizobiano.

Tabela 13 - Acidez potencial em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	39,30	39,76	39,53b
Com	17,28	14,92	16,23a <sup>1</sup>
Média	28,29A	28,72A <sup>1</sup>	28,49 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AL)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante.

Tabela 14 - Saturação por bases em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	13,75	14,57	14,16b
Com	62,93	71,02	66,52a <sup>1</sup>
Média	38,43A	39,66A <sup>1</sup>	38,96 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AL)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante.

Tabela 15 - Saturação por alumínio em solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	77,70	76,21	76,95b
Com	3,23	1,80	2,60a <sup>1</sup>
Média	40,46A	43,14A <sup>1</sup>	41,73 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AL)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante.

Todas as variáveis relacionadas à planta, nodulação e fixação biológica do nitrogênio foram influenciadas ( $p < 0,05$ ) pela calagem [MRS (Tabela 17) e NN

(Tabela 20)] ou pela combinação desta com o inoculante rizobiano [MPAS (Tabela 16), MNS (Tabela 18), MTS (Tabela 19) e NTPA (Tabela 21)].

Tabela 16 - Massa da parte aérea seca de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Inoculante rizobiano	Calagem	Soma de ranks	Média
Ausência <sup>1</sup>	Sem	44,00	10,03c
	Com	55,00	12,11b
Presença <sup>2</sup>	Sem	21,00	7,91d
	Com	70,00	20,05a

<sup>1</sup>Ausência: Apenas rizóbios nativos

<sup>2</sup>Presença: *Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144 mais rizóbios nativos

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 17 - Massa da raiz seca de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	0,67	0,50	0,59b
Com	0,83	0,97	0,89a <sup>1</sup>
Média	0,75A	0,71A <sup>1</sup>	0,73 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AH)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante rizobiano.

Tabela 18 - Massa de nódulos secos de amendoim cavalo obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	46,20Ab	16,85Ba	33,15
Com	89,86Aa	88,27Ab	89,15 <sup>1</sup>
Média	68,03	52,56 <sup>1</sup>	61,15 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AI)

<sup>1</sup>Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante rizobiano.

A aplicação de inoculante nas sementes e cultivo do amendoim no solo com calagem aumentou ( $p < 0,05$ ) o acúmulo de N na parte aérea das plantas (Tabela 21) e, também, o crescimento do amendoinzeiro, avaliado em termos de acréscimo das massas de parte aérea e total secas (Tabelas 16 e 19). Caires e Rosolem (2000) também observaram aumento da massa seca da parte aérea de plantas de amendoim função da calagem do solo, porém, sem uso de inoculante rizobiano.

No caso do efeito da calagem no aumento do crescimento do amendoinzeiro este deve-se, provavelmente, à melhoria da condição química do solo possibilitada por este procedimento conforme se observa nas Tabelas de 8 a 15. Esta situação deve ter ocorrido também para a massa de raízes que foi, da mesma forma, aumentada ( $p < 0,05$ ) em função da calagem do solo (Tabela 17).

Tabela 19 - Massa total seca de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Inoculante	Calagem	Soma de ranks	Média
Ausência	Sem	44,00	10,75220c
	Com	55,00	13,02986b
Presença	Sem	21,00	8,44168d
	Com	70,00	21,10828a

<sup>1</sup>Ausência: Apenas rizóbios nativos

<sup>2</sup>Presença: *Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144 mais rizóbios nativos

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

A calagem em efeito isolado (independente) aumentou ( $p < 0,05$ ) a quantidade de nódulos (Tabela 20). Entretanto, o aumento nesta variável não necessariamente é benéfico para as plantas, exceto se for acompanhado de acréscimo de massa nodular e de acúmulo de nitrogênio da parte aérea. Porém verificou-se aumento da massa nodular devido à calagem tanto na ausência quanto na presença do inoculante rizobiano e, também, devido ao inoculante rizobiano sendo deste apenas onde não foi efetuada a calagem (Tabela 18). Além disso, o nitrogênio total da parte aérea também foi aumentado em função da calagem combinada ao inoculante rizobiano (Tabela 21). Fernandes e Rosolem (1999) e



Caires e Rosolem (2000) também observaram aumento do número e da massa de nódulos nas raízes do amendoineiro em função da correção da acidez do solo pela calagem. Neste aspecto é importante destacar que no presente trabalho foi utilizada dose média de calcário equivalente a 3,45 t.ha<sup>-1</sup> sendo esta igual a que proporcionou os maiores resultados obtidos por Caires e Rosolem (2000).

Tabela 20 - Número de nódulos de amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Calagem	Inoculante rizobiano ( <i>Bradyrhizobium</i> sp. SEMIA 6144)		Média
	Ausência	Presença	
Sem	34,50	29,60	31,77b <sup>2</sup>
Com	121,00	130,25	125,11a <sup>1</sup>
Média	82,55A <sup>2</sup>	74,33A <sup>1</sup>	78,44 <sup>1</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (Análise de variância no APÊNDICE AI)

Médias aritméticas ponderadas em função do experimento ser desbalanceado com perda de uma repetição do tratamento com calagem e presença de inoculante rizobiano<sup>1</sup> e exclusão de um outlier identificado pelo teste de Grubbs no tratamento sem calagem e ausência de inoculante rizobiano<sup>2</sup>.

Tabela 21 - Nitrogênio total da parte aérea de amendoim cavalo, obtido em experimento realizado em esquema fatorial 2 x 2, no delineamento inteiramente casualizado, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Inoculante rizobiano	Calagem	Soma de ranks	Média
Ausência <sup>1</sup>	Sem	33,00	155,65c
	Com	62,00	247,04b
Presença <sup>2</sup>	Sem	25,00	125,81d
	Com	70,00	359,92a

<sup>1</sup>Ausência: Apenas rizóbios nativos

<sup>2</sup>Presença: *Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144 mais rizóbios nativos

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

## 5 CONCLUSÕES

- As minhocas *Chibui bari* não interferem no crescimento de plantas de amendoim cultivar cavalo, porém reduzem a sua produção em solo quando altera-se sua condição natural mediante correção de sua acidez pela calagem;
- A correção da acidez do solo pela calagem melhora o desempenho simbiótico do rizóbio nativo e do introduzido pela inoculação de sementes.
- A aplicação de inoculante nas sementes e o cultivo do amendoim cavalo em solo onde é realizada a correção da acidez pela calagem aumenta o crescimento das plantas e a produção da cultura.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a realidade do local dos experimentos, no caso o Estado do Acre, observa-se que neste a calagem do solo, adubação nitrogenada e, principalmente, a inoculação das sementes com rizóbios não são práticas normalmente efetuadas no cultivo do amendoizeiro. Desta forma, o uso de tecnologias de baixo custo econômico e operacional e, além disso, ecologicamente corretas como o inoculante rizobiano tem alto potencial para evitar ou reduzir os gastos com adubação nitrogenada, obter melhor desempenho produtivo da cultura e melhorar a renda das famílias que atuam nesta atividade.

Para se ter melhor desempenho simbiótico do rizóbio nativo ou introduzido pela inoculação das sementes e efeito positivo destes no aumento do crescimento e produção do amendoim é necessário corrigir a acidez do solo pela calagem quando este apresentar saturação por base inferior a 60%.

No Acre a pesquisa com amendoim é praticamente restrita à espécie forrageira (*Arachis pintoï*) tornando-se, desta forma, necessário a realização de outros trabalhos que como este possam permitir que se tenha maior conhecimento sobre a cultura no Estado, principalmente sobre seu sistema de cultivo, desempenho produtivo de cultivares e uso de tecnologias de baixo custo, como o inoculante que possam contribuir para a melhoria da relação custo-benefício da cultura.

Em relação às minhocas *Chibui bari* recomenda-se intensificar a pesquisa sobre esta espécie de minhoca principalmente no que se refere a sua biologia, ecologia e potencial agrônômico. Embora no experimento tenha sido observado efeito prejudicial de minhocas na produção de amendoim, esta situação pode ser uma exceção, pois esta mesma espécie tem sido normalmente associada à melhoria da condição química do solo e aumento do crescimento de plantas. Provavelmente, o efeito negativo desta espécie na massa de grãos e produtividade estimada pode ser devido a característica hipógea que permite o contato mais direto com as vagens, que constitui na parte da planta de interesse comercial. Além disso, a modificação das características químicas do solo pela calagem, embora tenha favorecido o desempenho simbiótico dos rizóbios, por outro lado, alterou o ambiente edáfico de habitat do animal, naturalmente adaptado a condição de acidez do solo, gerando assim, uma situação de desequilíbrio no local de sua ocorrência que pode ter sido responsável pelo efeito negativo observado.

## REFERÊNCIAS

- ACRE, Governo do Estado do Acre. **Zoneamento ecológico econômico do Acre. Fase II** (Escala 1: 250.000). 2 ed. Rio Branco, AC: SEMA, 2010. 356 p.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.10, p. 215-221, 1978.
- ANDERSON, J. P. E. Soil respiration. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (Ed.). **Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties**. 2 ed. v. 2. Madison: American Society of Agronomy, p. 831-871, 1982.
- ANDERSON, T. H., DOMSCH, K. H. Ratio of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 21, n. 4, p. 471-479, 1989.
- ANDERSON, T. H., DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotients (qCO<sub>2</sub> and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 22, n. 2, p. 251-255, 1990.
- AQUINO, A. M. de; DIONISIO, J. A.; RESSETTI, R. R.; CORREIA, M. E. F.; NUNES, D. H.; PASINI, A. **Minhocas: aspectos gerais e ecológicos em sistemas agrícolas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 42 p. (Documentos, 207).
- ARAUJO, A. C. de; BELTRÃO, N. E. de M.; MORAIS, M. dos S.; ARAUJO, J. de L. O.; CUNHA, J. L. X. L.; PAIXÃO, S. L. Indicadores agroecômicos na avaliação do consórcio algodão herbáceo + amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1467-1472, Set./Out., 2008.
- 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**, Oxford, v. 29, n. 3/4, p. 599-602, 1997.
- BARROS, E.; GRIMALDI, M.; SARRAZIN, M.; CHAUVEL, A.; MITJA, D.; DESJARDINS, T.; LAVELLE, P. Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazonia. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 26, n. 2, p. 157-168, 2004.
- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London**. London, v. 160A, p. 268-282, 1937.
- BOHLEN, P. J. Earthworms. In: LAL, R. **Encyclopedia of soil science**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2006. p. 497-501.
- BOLONHEZI, D.; GODOY, I. J. de; SANTOS, R. C. dos. Manejo cultural do amendoim. In: SANTOS, R. C. dos (Ed.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 451 p.

BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A.; MARTINS, A. L. M. Sistemas conservacionistas de manejo de solo para amendoim cultivado em sucessão à cana crua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 7, p. 939-947, jul. 2007

BOOTE, K. J. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Peanut Science**, Yoakum, v. 9, n. 1, p. 35-40, Jan., 1982.

BORGES, W. L. **Análise da variabilidade genética e avaliação da fixação biológica de nitrogênio entre acessos de amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

BORGES, W. L.; SILVA, C. E. de R.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. Nodulação e fixação biológica de nitrogênio de acessos de amendoim com estirpes nativas de rizóbios. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 32-37, 2007.

BOUCHÉ, M. B. Strategies lombriciennes. **Ecological Bulletins**, Stockholm, v. 25, n. 1, p. 122-132, 1977.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: <<http://www.bs.cca.ufsc.br/publicações/regrasanalisesementes.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2012.

BROWN, G. G.; EDWARDS, C. A.; BRUSSAARD, L. How earthworms affect plant growth: burrowing into the mechanisms. In: EDWARDS, C. A. (Ed.). **Earthworm ecology**. Boca Raton: CRC Press, 2004. p. 13-49.

BROWN, G. G.; PASHANASI, B.; VILLENAVE, C.; PATRÓN, J. C.; SENAPATI, B. K.; GIRI, S.; BAROIS, I.; LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; BLAKEMORE, R. J.; SPAIN, A. V.; BOYER, J. Effects of earthworms on plant production in the tropics. In: LAVELLE, P.; BRUSSAARD, L.; HENDRIX, P. F. (Ed.). **Earthworm management in tropical agroecosystems**. Wallingford: CAB International, 1999. p. 87-147.

CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. A. Nodulação e absorção de nitrogênio pelo amendoim em resposta à calagem, cobalto e molibdênio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 337-341, abr./jun., 2000.

CAMPOS, B. C. **Dinâmica do carbono em Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo do solo e de culturas**. 2006. 188 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de pós-graduação em Ciência do Solo, Santa Maria, RS, 2006.

CASTRO, S.; PERMIGIANI, M.; VINO CUR, M.; FABRA, A. Nodulation in peanut (*Arachis hypogaea* L.) roots in the presence of native and inoculated rhizobia strains. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 13, p. 39-44, 1999.

CHAUVEL, A.; GRIMALDI, M.; BARROS, E.; BLANCHART, E.; DESJARDIN, T.; SARRAZIN, M.; LAVELLE, P. Pasture damage by an Amazonian earthworm. **Nature**, New York, v. 398, n. 6722, p. 32-33, 1999.

CHAVES, J. C. D.; GORRETA, R. H.; DEMONER, C. A.; CASANOVA JUNIOR, G.; FANTIN, D. **O amendoim cavalo (*Arachis hypogaea*) como alternativa para cultivo intercalar em lavoura cafeeira**. Londrina: IAPAR, ago. 1997. 20 p. (Boletim técnico, 55).

CONAGIN, C. H. T. M. Morfologia da flor e formação do fruto no amendoim cultivado (*Arachis hypogaea* L.). **Bragantia**, Campinas, v. 14, n. 24, p. 259-266, nov. 1955.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University, 1981.

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

DOUBE, B. M.; STEPHENS, P. M.; DAVOREN, C. W.; RYDER, M. H. Interactions between earthworms, beneficial soil microorganisms and root pathogens. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 1, p. 3-10, 1994.

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**, Oxford, v. 29, n. 3/4, p. 503-509, 1997.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: 2006. 306 p.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASAROLI, D.; SIMON, J.; DOURADO NETO, D.; LIER, Q. de J. V.; SANTOS, O. S.; MULLER, L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja: revisão. **Revista FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 89-106, 2007.

FAO. Food and agricultural commodities production. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 16 agosto 2012.

FEITOSA, C. T.; NOGUEIRA, S. S. S.; GELIN, M. A. N.; RODRIGUES FILHO, M. A. N. Avaliação do crescimento e da utilização de nutrientes pelo amendoim. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 427-437, 1993.

FERNANDES, E. T. M. B. Cultura do amendoim. In: ARAUJO, E. A.; OLIVEIRA, T. K.; ROSÁRIO, A. A. S. e; OLIVEIRA FILHO, J. P. de (Org.) **Alternativas de utilização de áreas alteradas no Estado do Acre**. Rio Branco, AC: SEMA, 2011. 123 p.

FERNANDES JUNIOR P. I.; REIS, V. M. **Algumas limitações à fixação biológica de nitrogênio em leguminosas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 33 p. (Documentos, 252).

FERNANDES, E. M; ROSOLEM, C. A. Produtividade de amendoim em função da calagem e do método de secagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p.11-20, 1999.

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.

FIUZA, S. da S.; KUSDRA, J. F.; FURTADO, D. T. Caracterização química e atividade microbiana de coprólitos de *Chibui bari* (Oligochaeta) e do solo adjacente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, p. 723-728, 2011.

FIUZA, D. T. F.; KUSDRA, J. F.; FIUZA, S da S. Crescimento do milho em solo sob atividade de *Chibui bari* (Oligochaeta: Glossoscolecidae). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 36, p. 359-366, 2012.

FRIEDMAN, M. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 32, n. 200, p. 675-701, Dec. 1937.

FURTADO, D. T. **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.

GIARDINI, A. R.; LOPES, E. S.; SAVY FILHO, A.; NEPTUNE, A. M. L. Inoculação com *Rhizobium* e aplicação de nitrogênio em amendoim. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, p. 27-39, 1985.

GONDIM, T. M. de S. Cultivo do amendoim. Dez. 2006 (Sistemas de produção, 7). Disponível em: <<http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/CultivodoAmendoim/adubacao.html>> Acesso em: 22 maio 2012.

GONÇALVES, L. B.; MANDUCA, M. A.; MERCANTE, F. M. Seleção preliminar de estirpes de rizóbios para inoculação em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v. 3, p. 179-182, 2008. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/article/viewFile/7638/5505>> Acesso em: 21 maio 2012.

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **Technometrics**, Princeton, 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**, Manaus, 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**, Manaus, v. 18, n. 1/2, p. 27-34, 1988.

GUERRA, R. A. T. Sobre a comunidade de minhocas (Annelida, Oligochaeta) do campus da Universidade Federal do Acre, Rio Branco (AC), Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 4, p. 593-601, 1994.

GUIMARÃES, A. A. **Minhoca *Chibui bari***. 2005. Disponível em: <<http://www.zoonews.com.br/noticiax.php?idnoticia=64699&a=view>>. Acesso em: 18 dez. 2011.

HOFFMAN, L. V.; SOUSA, J. M. de; JACOME, R. G.; SUASSUNA, T. de M. F. Seleção de isolados de rizóbio para nodulação de amendoim. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 107-111. Maio/Ago. 2007.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Circular técnica, 35).

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. v. 25, n. 6. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 88 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ed. digital. 2005. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com\\_remository&Itemid=0&func=select&orderby=1](http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=select&orderby=1)>. Acesso em: 19 dez. 2011.

JAMES, S. W.; BROWN, G. G. Ecologia e diversidade de minhocas no Brasil. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras: Ed. da UFLA, 2008. p.193-276.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 47, n. 260, p. 583-621, Dec. 1952.

KUSDRA, J. F. **Influencia do oligochaeta edáfico *Aminthas* spp. e do *Rhizobium tropici* no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1998. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – 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**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 492-497. Jun., 2008.

LAVELLE, P. The structure of earthworm communities. In: SATCHELL, J. E. (Ed.). **Earthworm ecology**. London: Chapman & Hall, 1983. p. 449-466.

LAVELLE, P.; DECAËNS, 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**, Amsterdam, v. 42, n. 1, p. 3-15, 2006.



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

MARTINS, L. M. U.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G. Growth characteristics and symbiotic efficiency of rhizobia isolated from cowpea nodules of the northeast of Brazil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, p. 1005-1010, 1997.

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

NOGUEIRA, R. J. M. C.; TÁVORA, F. J. A. F. Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: SANTOS, R. C. dos (Ed.) **O agronegócio do amendoim no Brasil.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 451 p.

OLIVEROS, L. F. C. **Emissões de CO<sub>2</sub> do solo sob preparo convencional e plantio direto em latossolo vermelho do Rio Grande do Sul.** 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

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**, Oxford, v. 24, n. 12, p. 1655-1659, 1992.

PEDERSEN, J. C.; HENDRIKSEN, N. B. Effect of passage through the intestinal tract of detritivore earthworms (*Lumbricus* spp.) on the number of selected Gram-negative and total bacteria. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.16, p. 227-232, 1993.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva.** 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

SANTOS, C. E. R. S. **Diversidade de rizóbio nativo da região Nordeste do Brasil capaz de nodular amendoim (*Arachis hypogaea*), *Stylosanthes* e *Aeschynomene*.** 2001. 178 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.

SANTOS, R. C. dos; GODOY, J. I. de; FAVERO, A. P. Melhoramento do amendoim. In: SANTOS, R. C. dos (Ed.) **O agronegócio do amendoim no Brasil.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 451 p.

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

SHARMA, P.; SARDANA, V.; KANDOLA, S. S. Response of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to Rhizobium inoculation. **Libyan Agriculture Research Center Journal Internation**, Libya, v. 2, n. 3, p. 101-104, 2011.

SILVA, M. F. **Efetividade da inoculação com *Bradyrhizobium* spp. em amendoim cultivado em solo da zona da mata de Pernambuco.** 2007. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2007.

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

SILVA, E. E. da; AZEVEDO, P. H. S. de; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>).** Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Ago. 2007b. 4 p.(Comunicado técnico, 99)

SILVA, J. dos S. da. **Crescimento de alface sob influência de *Chibui bari* (Annelida: Oligochaeta) em dois solos.** 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2011.

SILVA, A. F. da; CARVALHO, M. A. C. de; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P. A. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 404-412, maio/jun. 2011

SILVEIRA, P. S. da **Época de semeadura e densidade de plantas em cultivares de amendoim no Recôncavo Sul Baiano.** 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2010.

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.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods.** Ames: Iowa State University Press. 1948. 503 p.

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

STALKER, H. T. Peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 53, p. 205-217, 1997.

STEPHENS, P. M.; DAVOREN, C. W.; DOUBE, B. M.; RYDER, M. H. Ability of the earthworms *Aporrectodea rosea* and *Aporrectodea trapezoides* to increase plant growth and the foliar concentration of elements in wheat (*Triticum aestivum* cv. Spear) in a sandy loam soil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 18, p. 150-154, Jun. 1994.

STINNER, B. R.; MCCARTNEY, D. A.; BLAIR, J. M.; PARMELEE, R. W.; ALLEN, M. F. Earthworm effects on crop and weed biomass, and N content in organic and inorganic fertilized agroecosystems. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, n. 3-4, p. 423-426. 1997.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; ENSNUNGER, L. E.; VAUTE, J. L.; CLARK, F. E. (Eds.). **Methods of soil analysis**. chemical and microbiological properties. v. 2. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 1550-1572.

STUDENT, The probable error of mean. **Biometrika**, Oxford, v. 6, n.1, p. 1-25, Mar. 1908.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Tradução Eliane Romanato Santarém. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722 p. Tradução de: Plant physiology.

THIES, J. E.; BOHLOOL, B. B.; SINGLETON, P. W. Subgroups of cowpea miscellany: symbiotic specificity within *Bradyrhizobium* spp. for *Vigna unguiculata*, *Phaseolus lunatus*, *Arachis hypogaea*, and *Macroptilium atropurpureum*. **Applied and Environmental Microbiology**, Bethesda, v. 57, n. 5, p.1540-1545, 1991.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa, MG: UFV, 2001, 206 p.

WONG, C. H.; PATCHAMUTHU, R.; MEYER, H.; PANKHURST, C. E.; BROUGHTON, W. J. Rhizobia in tropical legumes: ineffective nodulation of *Arachis hypogaea* L. by fast-growing strains. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 667-681, 1988.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS), massa de nódulos secos (MNS), massa total seca (MTS), número de nódulos (NN) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA), avaliadas no Experimento 1

Variáveis	Teste de Bartlett		Teste de Shapiro-Wilk	
	$\chi^2$	Hipótese	W	Hipótese
MPAS	1,18	NR	0,926	R
MPAS transformado	2,61	NR	0,951	NR
MRS	2,02	NR	0,976	NR
MNS	1,44	NR	0,941	NR
MTS	1,01	NR	0,925	R
MTS transformado	2,23	NR	0,948	NR
NN	0,51	NR	0,921	R
NN transformado	0,23	NR	0,937	NR
NTPA	0,75	NR	0,933	NR

NR: não rejeita-se; R: rejeita-se.

APÊNDICE B – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis respiração do solo (RS), biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB) e quocientes metabólico (qCO<sub>2</sub>) e microbiano (qmic), avaliadas no Experimento 1

Variáveis	Teste de Bartlett		Teste de Shapiro-Wilk	
	$\chi^2$	Hipótese	W	Hipótese
BM 0-20 cm	7,35	NR	0,869	R
BM 0-20 cm transformado	6,58	NR	0,934	NR
BM 20-40 cm	8,38	R	0,912	R
BM 20-40cm transformado	5,23	NR	0,938	NR
RB 0-20 cm	8,42	NR	0,954	NR
RB 20-40 cm	0,95	NR	0,983	NR
qCO <sub>2</sub> 0-20 cm	0,95	NR	0,978	NR
qCO <sub>2</sub> 0-20 cm	2,53	NR	0,979	NR
qmic 0-20 cm	6,42	NR	0,926	R
qmic 0-20 cm transformado	4,87	NR	0,940	NR
qmic 20-40 cm	4,85	NR	0,973	NR
RS	0,46	NR	0,939	NR

NR: não rejeita-se; R: rejeita-se.

APÊNDICE C – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis pH, fósforo disponível (P), carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de base (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e por alumínio (m), avaliadas na profundidade de 0 a 20 cm do Experimento 1

Variáveis	Teste de Bartlett		Teste de Shapiro-Wilk	
	$\chi^2$	Hipótese	W	Hipótese
pH	1,48	NR	0,965	NR
P	8,03	R	0,978	NR
P transformado	4,38	NR	0,972	NR
CO	0,36	NR	0,978	NR
MO	0,36	NR	0,978	NR
K <sup>(1)</sup>	21,50	R	0,940	NR
Ca	5,20	NR	0,988	NR
Na <sup>(1)</sup>	217,84	R	0,947	NR
Mg	4,72	NR	0,978	NR
Al	4,35	NR	0,987	NR
H+Al	0,80	NR	0,968	NR
SB	8,20	R	0,975	NR
SB transformado	7,67	NR	0,968	NR
CTC	2,86	NR	0,980	NR
V	3,00	NR	0,974	NR
m	7,08	NR	0,990	NR

NR: não rejeita-se; R: rejeita-se.

<sup>1</sup> Não se verificou qualquer transformação de dados capaz de promover a homogeneização das variâncias sendo efetuada análise não paramétrica (teste de Friedman).

APÊNDICE D – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis pH, fósforo disponível (P), carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de base (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e por alumínio (m), avaliadas na profundidade de 20 a 40 cm do Experimento 1

Variáveis	Teste de Bartlett		Teste de Shapiro-Wilk	
	$\chi^2$	Hipótese	W	Hipótese
pH	1,85	NR	0,954	NR
P	5,58	NR	0,973	NR
CO	1,88	NR	0,964	NR
MO	1,89	NR	0,964	NR
K	4,66	NR	0,983	NR
Ca	7,36	NR	0,989	NR
Na <sup>(1)</sup>	-	-	-	-
Mg	9,26	R	0,966	NR
Mg transformado	8,86	NR	0,965	NR
Al	16,13	R	0,963	NR
Al transformado	5,92	NR	0,981	NR
H+Al	7,24	NR	0,969	NR
SB	6,68	NR	0,977	NR
CTC	7,32	NR	0,978	NR
V <sup>(1)</sup>	15,87	R	0,911	R
m	13,38	R	0,933	NR
m transformado	5,51	NR	0,953	NR

NR: não rejeita-se; R: rejeita-se.

<sup>(1)</sup> Análise não paramétrica (teste de Friedman).



APÊNDICE E – Análise de variância das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB), quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) e microbiano (qmic) avaliadas na profundidade de 0 a 20 cm de solo cultivado com amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		BM <sup>(1)</sup>	RB	qCO <sub>2</sub>	qmic <sup>(1)</sup>
Inoculante (I)	1	0,03 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	2,10 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
I x M	3	6,80*	0,08 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,10 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	2,90	0,06	0,65	0,06
Total	31	-	-	-	-
CV(%)	-	9,76	32,55	31,07	13,54

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

APÊNDICE F – Análise por contrastes ortogonais das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB), quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) e microbiano (qmic), avaliadas na profundidade de 0 a 20 cm de solo cultivado com amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		BM <sup>(1)</sup>	RB	qCO <sub>2</sub>	qmic <sup>(1)</sup>
Contraste	1	3,01 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	2,90	0,06	0,65	0,06

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

APÊNDICE G – Análise de variância das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB), quocientes metabólico (qCO<sub>2</sub>) e microbiano (qmic) avaliadas na profundidade de 20 a 40 cm de solo cultivado com amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		BM <sup>(1)</sup>	RB	qCO <sub>2</sub>	qmic
Inoculante (I)	1	0,0003 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	0,0014 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>
I x M	3	0,0041 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,0011 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	0,0030	0,04	0,68	1,05
Total	31	-	-	-	-
CV(%)	-	2,29	41,19	41,47	20,32

<sup>1</sup>Dados originais transformados em log x para atenderem a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias.

APÊNDICE H – Análise por contrastes ortogonais das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB), quocientes metabólico (qCO<sub>2</sub>) e microbiano (qmic) na profundidade de 20 a 40 cm em solo cultivado com amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		BM <sup>(1)</sup>	RB	qCO <sub>2</sub>	qmic
Contraste	1	0,0008 <sup>ns</sup>	0,036 <sup>ns</sup>	0,418 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	0,0030	0,043	0,684	1,057

<sup>1</sup>Dados originais transformados em log x para atenderem a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias.

APÊNDICE I – Análise de variância da variável respiração edáfica em solo cultivado com amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Inoculante (I)	1	39,02 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	40,15 <sup>ns</sup>
I x M	3	6,97 <sup>ns</sup>
Bloco	3	101,74 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	65,26
Total	31	-
CV(%)	-	15,90

APÊNDICE J – Análise por contrastes ortogonais da variável respiração edáfica em solo cultivado com amendoim cavalo em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Contraste	1	18,79 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	65,26

APÊNDICE K – Análise de variância das variáveis Ca, Mg e P de solo na profundidade de 0 a 20 cm cultivado com amendoim cavalo, em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Ca	Mg	P <sup>(1)</sup>
Inoculante (I)	1	34,86 <sup>ns</sup>	4,27 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	15,30 <sup>ns</sup>	5,53 <sup>ns</sup>	0,0298 <sup>ns</sup>
I x M	3	63,26 <sup>ns</sup>	18,19*	0,0405 <sup>ns</sup>
Bloco	3	159,18 <sup>ns</sup>	8,97 <sup>ns</sup>	0,5485**
Resíduo	21	43,01	4,60	0,0217
Total	31	-	-	-
CV(%)	-	40,93	15,65	9,10

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

APÊNDICE L – Análise por contrastes ortogonais das variáveis Ca, Mg e P de solo na profundidade de 0 a 20 cm, cultivado com amendoim cavalo, em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Ca	Mg	P <sup>(1)</sup>
Contraste	1	41,61 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,069 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	43,01	4,60	0,021

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

APÊNDICE M – Análise de variância das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) de solo na profundidade de 0 a 20 cm, cultivado com amendoim cavalo, em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		CO	MO	SB	CTC	V
Inoculante (I)	1	0,033 <sup>ns</sup>	0,105 <sup>ns</sup>	0,022 <sup>ns</sup>	45,38 <sup>ns</sup>	66,64 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	1,625 <sup>ns</sup>	4,809 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	79,35 <sup>ns</sup>	6,98 <sup>ns</sup>
I x M	3	0,516 <sup>ns</sup>	1,537 <sup>ns</sup>	0,031 <sup>ns</sup>	21,99 <sup>ns</sup>	247,42*
Bloco	3	6,322*	18,692*	0,054 <sup>ns</sup>	125,51 <sup>ns</sup>	260,19*
Resíduo	21	0,927	2,747	0,017	56,26	71,78
Total	31	-	-	-	-	-
CV(%)	-	11,41	11,42	3,44	13,55	15,57

APÊNDICE N – Análise por contrastes ortogonais das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V) do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 0 a 20 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		CO	MO	SB	CTC	V
Contraste	1	1,728 <sup>ns</sup>	5,078 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	196,85 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	0,927	2,747	0,017	56,26	71,78

APÊNDICE O – Análise de variância das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m) e pH em H<sub>2</sub>O, do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 0 a 20 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Al	H+Al	m	pH
Inoculante (I)	1	2,587 <sup>ns</sup>	1,665 <sup>ns</sup>	27,048 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	3,461 <sup>ns</sup>	19,868 <sup>ns</sup>	17,819 <sup>ns</sup>	0,1257 <sup>ns</sup>
I x M	3	19,088 <sup>ns</sup>	32,730 <sup>ns</sup>	314,573*	0,1327 <sup>ns</sup>
Bloco	3	43,743*	49,268 <sup>ns</sup>	390,835*	0,1716 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	12,752	20,806	102,724	0,0616
Total	31	-	-	-	-
CV(%)	-	61,01	18,33	60,68	4,84

APÊNDICE P – Análise por contrastes ortogonais das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m) e pH em H<sub>2</sub>O, do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 0 a 20 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Al	H+Al	m	pH
Contraste	1	7,877 <sup>ns</sup>	58,125 <sup>ns</sup>	8,085 <sup>ns</sup>	0,325*
Resíduo	21	12,752	20,806	102,724	0,061

APÊNDICE Q – Análise de variância das variáveis Ca, Mg, K e P disponíveis do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Ca	Mg <sup>(1)</sup>	K	P
Inoculante (I)	1	64,695 <sup>ns</sup>	0,103 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,091 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	32,432 <sup>ns</sup>	0,213 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,051 <sup>ns</sup>
I x M	3	26,995 <sup>ns</sup>	0,228 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>
Bloco	3	4,843 <sup>ns</sup>	0,529 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	0,068**
Resíduo	21	79,526	0,236	0,013	0,068
Total	31	-	-	-	-
CV(%)	-	45,13	9,59	32,23	16,20

<sup>1</sup>Dados transformados em  $\sqrt{\frac{x}{10}}$  para atenderem a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias.

APÊNDICE R – Análise por contrastes ortogonais das variáveis Ca, Mg, K e P disponíveis do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Ca	Mg <sup>(1)</sup>	K	P
Contraste	1	16,088 <sup>ns</sup>	0,041 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,060 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	79,526	0,236	0,0138	0,068

<sup>1</sup>Dados transformados em  $\sqrt{\frac{x}{10}}$  para atenderem a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias.

APÊNDICE S – Análise de variância das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		CO	MO	SB	CTC
Inoculante (I)	1	0,275 <sup>ns</sup>	0,819 <sup>ns</sup>	135,96 <sup>ns</sup>	132,112 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	0,724 <sup>ns</sup>	2,143 <sup>ns</sup>	101,95 <sup>ns</sup>	95,504 <sup>ns</sup>
I x M	3	0,227 <sup>ns</sup>	0,667 <sup>ns</sup>	66,56 <sup>ns</sup>	62,473 <sup>ns</sup>
Bloco	3	1,206*	3,570*	64,60 <sup>ns</sup>	44,430 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	0,326	0,962	155,38	142,029
Total	31	-	-	-	-
CV(%)	-	11,21	11,20	34,48	31,22

APÊNDICE T – Análise por contrastes ortogonais das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		CO	MO	SB	CTC
Contraste	1	0,148 <sup>ns</sup>	0,437 <sup>ns</sup>	2,071 <sup>ns</sup>	0,777 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	0,326	0,962	155,385	142,029

APÊNDICE U – Análise de variância das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m) e pH em H<sub>2</sub>O, do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Al <sup>(1)</sup>	H+Al	m <sup>(1)</sup>	pH
Inoculante (I)	1	0,3486 <sup>ns</sup>	0,0276 <sup>ns</sup>	1,6607 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	0,4152 <sup>ns</sup>	0,4730 <sup>ns</sup>	1,7357 <sup>ns</sup>	0,4214 <sup>ns</sup>
I x M	3	0,8844 <sup>ns</sup>	0,2623 <sup>ns</sup>	2,2474 <sup>ns</sup>	0,0499 <sup>ns</sup>
Bloco	3	4,4136*	2,0152 <sup>ns</sup>	8,9094 <sup>ns</sup>	0,5010 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	1,3901	0,7334	3,9661	0,2527
Total	31	-	-	-	-
CV(%)	-	52,00	42,38	56,24	8,82

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



APÊNDICE V – Análise por contrastes ortogonais das variáveis Al, acidez potencial (H+Al), saturação de alumínio (m) e pH em H<sub>2</sub>O, do solo cultivado com amendoim cavalo, na profundidade de 20 a 40 cm, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Al <sup>(1)</sup>	H+Al	m <sup>(1)</sup>	pH
Contraste	1	0,117 <sup>ns</sup>	0,311 <sup>ns</sup>	0,668 <sup>ns</sup>	0,406 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	1,390	0,733	3,966	0,252

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

APÊNDICE W – Análise de variância das variáveis massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS), massa de nódulos secos (MNS) e total (MTS) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		MPAS <sup>(1)</sup>	MRS	MNS	MTS <sup>(1)</sup>
Inoculante (I)	1	0,0078 <sup>ns</sup>	0,0050 <sup>ns</sup>	0,0128 <sup>ns</sup>	0,0063 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	0,0146 <sup>ns</sup>	0,2564 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	0,0111 <sup>ns</sup>
I x M	3	0,0465 <sup>ns</sup>	0,5877 <sup>ns</sup>	0,0124 <sup>ns</sup>	0,0346 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,0101 <sup>ns</sup>	0,5722 <sup>ns</sup>	0,0707*	0,0081 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	0,0747	0,6226	0,0119	0,0609
Total	31	-	-	-	-
CV(%)	-	16,48	19,60	34,34	14,44

<sup>1</sup>Dados originais transformados em log (x-40) para atenderem a normalidade dos resíduos e a homogeneidade da variância.

APÊNDICE X – Análise por contrastes ortogonais das variáveis massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS), massa de nódulos secos (MNS) e total (MTS) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		MPAS <sup>(1)</sup>	MRS	MNS	MTS <sup>(2)</sup>
Contraste	1	0,0006 <sup>ns</sup>	0,0816 <sup>ns</sup>	0,0011 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	0,0747	0,6226	0,0119	0,0609

<sup>1</sup>Dados originais transformados em log (x-40) para atenderem a normalidade dos resíduos e a homogeneidade da variância.

APÊNDICE Y – Análise de variância das variáveis número de nódulos (NN) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA) de plantas de amendoim cavalo, obtidas em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		NN <sup>(1)</sup>	NTPA
Inoculante (I)	1	26,281 <sup>ns</sup>	441,42 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	6,364 <sup>ns</sup>	26102,97 <sup>ns</sup>
I x M	3	14,531 <sup>ns</sup>	339841,67 <sup>ns</sup>
Bloco	3	20,531 <sup>ns</sup>	67840,05 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	14,007	531818,11
Total	31	-	-
CV(%)	-	17,08	33,71

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

APÊNDICE Z – Análise por contrastes ortogonais das variáveis número de nódulos (NN) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA) de plantas de amendoim cavalo, obtidas em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		NN <sup>(1)</sup>	NTPA
Contraste	1	0,0104 <sup>ns</sup>	2727,79 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	14,0074	531818,11

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

APÊNDICE AA – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis número de vagens total (NVT), número de vagens comerciais (NVC), número de grãos por vagem comercial (NGVC), número médio de grãos por vagem comercial (NMGVC), massa de grãos secos das vagens comerciais (MGVC), massa de 100 grãos a 13% de umidade (M100G) e produtividade estimada (PE) de amendoim cavalo, avaliadas no Experimento 2

Variáveis	Teste de Bartlett		Teste de Shapiro-Wilk	
	$\chi^2$	Hipótese	W	Hipótese
NVT	0,615	NR	0,986	NR
NVC	4,217	NR	0,967	NR
NGVC	0,623	NR	0,952	NR
NMGVC <sup>1</sup>	8,125	R	0,976	NR
MGVC	1,014	NR	0,966	NR
M100G	13,082	NR	0,976	NR
PE	1,014	NR	0,966	NR

NR: não rejeita-se; R: rejeita-se.

<sup>1</sup> Não se verificou qualquer transformação de dados que promovesse a homogeneização das variâncias, sendo efetuada análise não paramétrica (teste de Friedman).

APÊNDICE AB – Análise de variância das variáveis número de vagens total (NVT), número de vagens comerciais (NVC), número de grãos por vagem comercial (NGVC) e número médio de grãos por vagem comercial (NMGVC) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		NVT	NVC	NGVC	NMGVC
Inoculante (I)	1	1830,125 <sup>ns</sup>	144,500 <sup>ns</sup>	750,781 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Minhoca (M)	3	897,083 <sup>ns</sup>	349,458*	1004,947 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>
I x M	3	521,875 <sup>ns</sup>	101,833 <sup>ns</sup>	248,781 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>
Bloco	3	1459,250 <sup>ns</sup>	115,041 <sup>ns</sup>	439,197 <sup>ns</sup>	0,058*
Resíduo	21	1116,035	130,779	474,983	0,024
Total	31	-	-	-	-
CV(%)	-	32,95	23,37	29,51	5,79

APÊNDICE AC – Análise por contrastes ortogonais das variáveis número de vagens total (NVT), número de vagens comercial (NVC), número de grãos por vagem comercial (NGVC) e número médio de grãos por vagem (NMGVC) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		NVT	NVC	NGVC	NMGVC
Contraste	1	121,500 <sup>ns</sup>	459,375*	1020,510 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	1116,035	130,779	474,983	0,024

APÊNDICE AD – Análise de variância das variáveis massa de grãos secos das vagens comerciais (MGVC), massa de 100 grãos corrigidos a 13% de umidade (M100G) e produtividade estimada (PE) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		MGVC	M100G	PE
Inoculante (I)	1	2401,591 <sup>**</sup>	8696,826 <sup>ns</sup>	1512090,932 <sup>**</sup>
Minhoca (M)	3	1670,755 <sup>**</sup>	1683,816 <sup>ns</sup>	1170695,516 <sup>**</sup>
I x M	3	123,688 <sup>ns</sup>	408,186 <sup>ns</sup>	124315,104 <sup>ns</sup>
Bloco	3	171,293 <sup>ns</sup>	785,416 <sup>ns</sup>	122960,052 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	278,243	3731,659	237023,073
Total	31	-	-	-
CV(%)	-	33,70	33,31	34,82

APÊNDICE AE – Análise por contrastes ortogonais das variáveis massa de grãos secos das vagens comerciais (MGVC), massa de 100 grãos corrigidos a 13% de umidade (M100G) e produtividade estimada (PE) de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		MGVC	M100G	PE
Contraste	1	2854,492 <sup>**</sup>	3790,358 <sup>ns</sup>	1982769,746 <sup>*</sup>
Resíduo	21	278,243	3731,659	237023,073

APÊNDICE AF – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis massa da parte aérea seca (MPAS), massa da raiz seca (MRS), massa de nódulos secos (MNS), massa total seca (MTS), número de nódulos (NN) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA) de plantas de amendoim cavalo, avaliadas no Experimento 3

Variáveis	Teste de Bartlett		Teste de Shapiro-Wilk	
	$\chi^2$	Hipótese	W	Hipótese
MPAS <sup>1</sup>	14,31	R	0,915	NR
MRS	9,30	R	0,932	NR
MRS transformado	7,77	NR	0,956	NR
MNS	9,75	R	0,981	NR
MNS transformado	5,50	NR	0,964	NR
MTS <sup>1</sup>	14,54	R	0,908	NR
NN	9,75	R	0,953	NR
NN transformado	4,09	NR	0,972	NR
NTPA <sup>1</sup>	9,57	R	0,951	NR

NR: não rejeita-se; R: rejeita-se.

<sup>1</sup>Não se verificou qualquer transformação de dados que promovesse a homogeneização das variâncias, sendo efetuada análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis).

APÊNDICE AG – Verificação dos pressupostos da análise de variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) das variáveis biomassa microbiana (BM), respiração basal (RB), quocientes metabólico (qCO<sub>2</sub>) e microbiano (qmic) e as químicas do solo, pH, fósforo disponível (P), carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de base (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por base (V) e por alumínio (m), na profundidade de 0 a 50 cm, avaliadas no Experimento 3

Variáveis	Teste de Bartlett		Teste de Shapiro-Wilk	
	$\chi^2$	Hipótese	W	Hipótese
BM	1,61	NR	0,972	NR
RB <sup>(1)</sup>	11,01	R	0,961	NR
qCO <sub>2</sub>	5,09	NR	0,955	NR
qmic	0,75	NR	0,971	NR
pH	0,02	NR	0,928	NR
P	1,11	NR	0,963	NR
C. O.	1,64	NR	0,968	NR
M. O.	1,64	NR	0,969	NR
K <sup>(1)</sup>	_( <sup>2</sup> )	-	0,978	NR
Ca	3,93	NR	0,967	NR
Na <sup>(1)</sup>	_( <sup>2</sup> )	-	0,963	NR
Mg	33,11	R	0,917	NR
Mg transformado	7,23	NR	0,982	NR
Al	11,74	R	0,952	NR
Al transformado	3,06	NR	0,915	NR
H+Al	0,52	NR	0,949	NR
SB	3,66	NR	0,989	NR
CTC	1,84	NR	0,930	NR
V	0,38	NR	0,969	NR
m	15,29	R	0,955	NR
m transformado	0,43	NR	0,952	NR

NR: não rejeita-se; R: rejeita-se.

<sup>1</sup>Análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis).

<sup>2</sup>Um ou mais tratamentos com variabilidade zero.

APÊNDICE AH – Análise de variância da variável massa da raiz seca (MRS) de plantas de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		MRS <sup>(1)</sup>	
Inoculante (I)	1	0,001 <sup>ns</sup>	
Calagem (C)	1	0,156**	
I x C	1	0,033 <sup>ns</sup>	
Resíduo	15	0,009	
Total	18	-	
CV(%)	-	11,45	

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

APÊNDICE AI – Análise de variância da variável massa de nódulos seca (MNS) e número de nódulos (NN) de plantas de amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		MNS <sup>(1)</sup>	NN <sup>(1)</sup>
Inoculante (I)	1	8,138**	0,007 <sup>ns</sup>
Calagem (C)	1	70,255**	136,142**
I x C	1	7,245*	0,923 <sup>ns</sup>
Resíduo	14	0,899	1,065
Total	17	-	-
CV(%)	-	12,67	12,35

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



APÊNDICE AJ – Análise de variância das variáveis carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), biomassa microbiana (BM), soma de bases (SB) e quociente microbiano (qmic) de solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		CO	MO	BM	SB	qmic
Inoculante (I)	1	0,12 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	694,66 <sup>ns</sup>	69,75 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>
Calagem (C)	1	1,51 <sup>ns</sup>	4,49 <sup>ns</sup>	29083,36 <sup>ns</sup>	3417,89**	2,013 <sup>ns</sup>
I x C	1	2,93 <sup>ns</sup>	8,70 <sup>ns</sup>	2275,08 <sup>ns</sup>	50,93 <sup>ns</sup>	8,078 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	1,77	3,48	76366,14	23,01	11,280
Total	18	-	-	-	-	-
CV(%)	-	15,19	15,20	46,90	24,91	41,19

APÊNDICE AK – Análise de variância das variáveis P, pH, Mg e Al de solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		P	pH	Mg <sup>(2)</sup>	Al <sup>(3)</sup>
Inoculante (I)	1	0,0241 <sup>ns</sup>	0,1352 <sup>ns</sup>	8,6294 <sup>ns</sup>	0,0158 <sup>ns</sup>
Calagem (C)	1	0,4306 <sup>ns</sup>	7,9223**	3,2420**	54,3040**
I x C	1	0,0000 <sup>(1)</sup>	0,2226*	0,0003 <sup>ns</sup>	0,0105 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	0,3179	0,0339	0,0039	0,0153
Total	18	-	-	-	-
CV(%)	-	26,51	3,62	9,05	3,99

<sup>1</sup>Valor menor que 0,0001.

<sup>2</sup>Dados transformados em  $\log(x + 1)$  para atenderem a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias.

<sup>3</sup>Dados transformados em  $\sqrt{x + 1}$  para atenderem a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias.

APÊNDICE AL – Análise de variância das variáveis saturação por bases (V), acidez potencial (H+Al) e saturação por alumínio (m) de solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		V	H+Al	m <sup>(1)</sup>
Inoculante (I)	1	93,41 <sup>ns</sup>	4,22 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
Calagem (C)	1	13213,93 <sup>**</sup>	2582,81 <sup>**</sup>	246,31 <sup>**</sup>
I x C	1	62,17 <sup>ns</sup>	9,32 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	36,59	3,75	0,19
Total	18	-	-	-
CV(%)	-	15,52	6,80	8,18

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

APÊNDICE AM – Análise de variância das variáveis quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>), capacidade de troca de cátions (CTC) e cálcio (Ca) de solo cultivado com amendoim cavalo, obtida em experimento realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, na Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre, 2011

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		qCO <sub>2</sub>	CTC	Ca
Inoculante (I)	1	0,07 <sup>ns</sup>	12,43 <sup>ns</sup>	32,46 <sup>ns</sup>
Calagem (C)	1	0,29 <sup>ns</sup>	100,38 <sup>ns</sup>	1236,91 <sup>**</sup>
I x C	1	0,01 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	20,02 <sup>ns</sup>
Resíduo	14	0,14	12,21	8,00
Total	17	-	-	-
CV(%)	-	41,39	7,23	22,38