


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL**

The seal of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central figure of a bird, possibly a toucan, with its wings spread. The bird is surrounded by a laurel wreath. Above the bird are three stars, and below it is a single star. The text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" is written in a circle around the top, and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" is written around the bottom. The seal is rendered in a light gray color.

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA AÉREA, TEOR E RENDIMENTO
DE EXTRATO DAS FOLHAS DE CRAJIRU [*Arrabidaea chica*
(Bonpl.) B. Verl.] EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA
EM MANAUS, AM**

ADRIANA UCHÔA BRITO

MANAUS

2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL**

ADRIANA UCHÔA BRITO

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA AÉREA, TEOR E RENDIMENTO
DE EXTRATO DAS FOLHAS DE CRAJIRU [*Arrabidaea chica*
(Bonpl.) B. Verl.] EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA
EM MANAUS, AM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Célio Maia Chaves

MANAUS

2012

Brito, Adriana Uchôa

B862p Produção de biomassa aérea, teor e rendimento de extrato das folhas de cajuru [*Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl.] em função de adubação orgânica em Manaus, AM/ Adriana Uchôa Brito. - Manaus: UFAM, 2012.

68 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) — Universidade Federal do Amazonas, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Célio Maia Chaves

1. Plantas medicinais 2. Adubos orgânicos 3. Biomassa 4. Produção vegetal I. Chaves, Francisco Célio Maia (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 620.952(811.3)(043.3)

ADRIANA UCHÔA BRITO

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA AÉREA, TEOR E RENDIMENTO
DE EXTRATO DAS FOLHAS DE CRAJIRU [*Arrabidaea chica*
(Bonpl.) B. Verl.] EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA
EM MANAUS, AM**

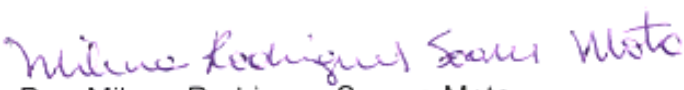
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovado em 11 de maio de 2012

BANCA EXAMINADORA


Dr. Francisco Célio Maia Chaves
EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL


Dra. Cristiani Kano
EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL


Dra. Milena Rodrigues Soares Mota
FACULDADE LITERATUS (UNICEL)

A Ademar Brito e Lidoina Brito, meus pais

À Andresa Uchôa, minha irmã

A Gustavo Brito, meu sobrinho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de luz e confiança em minha caminhada.

Aos meus pais, Ademar e Lidoina, pelo especial apoio e compreensão nos momentos de ausência, além de representarem minha fonte de segurança e amor;

À minha irmã, Andresa pelo carinho e apoio; e ao meu sobrinho Gustavo por enriquecer minha vida de alegria e momentos tão sublimes;

Às minhas famílias de Alto Parnaíba (MA) e Manaus (AM), pelo amor e por sempre acreditarem no meu sucesso profissional;

À Universidade Federal do Amazonas e Faculdade de Ciências Agrárias pela minha formação e oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Agronomia Tropical;

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos durante o curso;

À Embrapa Amazônia Ocidental pelo apoio logístico e financeiro necessários para a conclusão deste trabalho;

Ao Dr Francisco Célio Maia Chaves pela orientação, aprendizado e oportunidade de conviver com um exemplo de profissional dedicado, um amigo compreensivo, e um grande detentor de conhecimentos na área de plantas medicinais. Ao senhor, meus sinceros agradecimentos e profunda admiração;

Ao professor Ari de Freitas Hidalgo pela convivência durante os dois anos de PET Agronomia e por ser o responsável pela minha escolha nessa linha de pesquisa tão importante para o desenvolvimento da ciência;

À Dra Milena Rodrigues pelas valiosas sugestões para o aperfeiçoamento do trabalho;

À MSc Mariana Barros e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) pela grande contribuição nas análises fitoquímicas;

À Dra Cristiaini Kano, pelas sugestões e palavras de conforto em momentos de dúvidas;

Aos trabalhadores de campo em especial ao Senhor César, Antônio, Raimundo, Carlos e a todos que participaram da instalação e avaliação do experimento, pela ajuda e pelos momentos de descontração;

Ao querido Jaisson Miyosi pelo grande apoio e esclarecimento de dúvidas nas análises estatísticas, pelo companheirismo, amizade, compreensão e pelas palavras de otimismo nos momentos de dificuldade, meus sinceros agradecimentos;

Aos amigos Atman, Josias, Janaína, Karol, Suelen, Dionei, Fran, Luana, Hebe, Tati, Marcelo Róseo, Senhor Neca, Francilene, Dorian, Larissa, Cláudia e Marcelo Raizer pela amizade, momentos de descontração e apoio na avaliação do experimento;

Às minhas queridas Raianny e Liliane, minhas “amigas-irmãs” que tanto admiro pelo caráter e por estarem presentes nos momentos mais difíceis, com palavras de conforto e amizade verdadeira;

Ao inesquecível grupo de estudos de graduação Rafaely e Wanderléia, pela amizade e companheirismo durante toda a graduação e mestrado;

Aos amigos do PET Agronomia Rodolfo, Genícia, Suellen e Igor pelos momentos de superação que ajudaram muito no meu crescimento acadêmico e profissional;

Aos amigos Deiziane, Marcileide, Jully Anne, Jolemia, Tainah, Dri Gil, Daiana, Catiele, Lucifrancy, Silfran, Januário, Vinícius, e à turma de 2010 pelos momentos de alegria que ajudaram muito a reduzir a tensão frequente em um curso de Pós-Graduação;

Às queridas Rafaella, Geiza, Priscila, Paloma, Raquel e a toda a Turma B de eletrônica dos anos de 2002 a 2004 da Fundação Nokia de Ensino, amigos que sempre guardarei comigo e que apesar da distância sempre procuram manter-se por perto;

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e para que eu pudesse dar mais esse passo em busca do meu objetivo profissional.

RESUMO

A espécie *Arrabidaea chica*, também conhecida como crajiru, pariri, chica, cipó-cruz, dentre outros nomes, pertence à família Bignoniaceae. Popularmente é usada para o tratamento de feridas, impigem, enfermidades da pele de diferentes origens, inflamações uterinas e ovarianas, conjuntivite, cólicas intestinais, dentre outros. Este trabalho teve o objetivo de avaliar a produção de biomassa aérea, teor e rendimento de extrato de crajiru em função de diferentes fontes de adubo orgânico em Manaus, AM. As mudas foram obtidas por estaquia e plantadas em bandejas de poliestireno expandido (72 células) contendo substrato comercial, as quais permaneceram em viveiro durante 60 dias até serem plantadas em campo, no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 5x3 com delineamento em blocos casualizados onde os níveis dos fatores foram as diferentes fontes de adubo orgânico: composto – 5,0 kg/m², esterco de aves – 3,0 kg/m², casca de guaraná – 4,0 kg/m², esterco de gado – 4,0 kg/m² e controle (ausência), e os três morfotipos de crajiru. Após 240 dias foram avaliadas a produção de folhas e caules, relação folha/caule, análise nutricional de folhas, teor e rendimento de extratos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias ao Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Observou-se que as fontes de adubo orgânico promoveram melhor desenvolvimento para as plantas de *A. chica*, exceto para o morfotipo 1 que não apresentou diferenças significativas em relação às fontes utilizadas, sendo que o esterco de aves foi o adubo que proporcionou maiores concentrações de nutrientes, produção de biomassa, teor e rendimento de extratos.

Palavras-chave: Bignoniaceae, adubos orgânicos, plantas medicinais, produção vegetal

ABSTRACT

Aerial biomass production, content and yield of cajiru [*Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl.] extract as a function of organic manure in Manaus, AM.

The *Arrabidaea chica* specie, also known as cajiru, pariri, chica, cross-vine, among other names, belongs to the Bignoniaceae family. It is commonly used to treat wounds, impigem, skin diseases of different origins, and ovarian inflammations, conjunctivitis, intestinal cramps, etc. This work aimed to evaluate the production of biomass, content and yield of cajiru extract for different sources of organic fertilizer in Manaus, AM. The seedlings were obtained from cuttings and planted in polystyrene trays (72 cells) with a commercial substrate, which remained in nursery for 60 days before being planted in field, with spacing of 1.0 m x 1.0 m. The experiment was conducted in a factorial arrangement 5x3 with a randomized block design where levels of factors were different sources of organic fertilizer: compost – 5.0 kg/m², chicken manure – 3.0 kg/m², guarana bark – 4.0 kg/m², cattle manure - 4.0 kg/m² and control (absence), and the three cajiru morphotypes. After 240 days the production of leaves and stems, leaf / stem relation, nutritional analysis of leaves, content and yield of extracts were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and averages the Tukey Test at 5% probability. It was observed that the sources of organic fertilizer promoted better development for the plants of *A. chica*, except for morphotype 1 which showed no significant differences in relation to the sources used, and the chicken manure was the fertilizer provided higher nutrient concentrations, biomass production, content and yield of extracts.

Key words: Bignoniaceae, organic fertilizers, medicinal plants, crop production

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - (a) Morfotipo 1 de *A. chica* cultivado na área experimental da Embrapa Amazônia Ocidental; (b) exsicata do morfotipo 1 de *A. chica*. 10
- Figura 2** - (a) Morfotipo 2 de *A. chica* cultivado na área experimental da Embrapa Amazônia Ocidental; (b) exsicata do morfotipo 2 de *A. chica*. 11
- Figura 3** - (a) Morfotipo 3 de *A. chica* cultivado na área experimental da Embrapa Amazônia Ocidental; (b) exsicata do morfotipo 3 de *A. chica*. 11
- Figura 4** - Sede da Embrapa Amazônia Ocidental no município de Manaus-AM.29
- Figura 5** - Dados de temperatura, precipitação e insolação médias mensais durante a condução de plantas de *A. chica* para a produção de biomassa aérea, teor e rendimento de extratos em função da adubação orgânica. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, 2010-2011.36
- Figura 6** - Massa seca de folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). 39
- Figura 7** - Massa seca de caules de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). 41
- Figura 8** - Plantas dos morfotipos 1 (a); 2 (b); e 3 (c) de *A. chica* cultivados com diferentes fontes de adubo orgânico, após o corte. Manaus, AM – 2011.41
- Figura 9** - Relação folha/caule de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). 42
- Figura 10** - Teor de extrato (%) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo,

em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).44

Figura 11 - Rendimento de extrato (g/planta) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).45

Figura 12 - Teores médios de nitrogênio em folhas de três morfotipos de *A. chica* (a): morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico (b): controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).48

Figura 13 - Teores médios de fósforo (a), potássio (b) e magnésio (c) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).51

Figura 14 - Teores médios de cálcio (a), enxofre (b e c) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).53

Figura 15 - Teor médio de boro (B) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).55

Figura 16 - Teores médios de cobre (Cu) (a) e manganês (Mn) (b) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na

linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).56

Figura 17 - Teores médios de ferro (Fe) (a) e Zinco (Zn) (b) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas do solo onde foi realizado o experimento de *Arrabidaea chica*. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus – AM, 2010.30

Tabela 2 - Características químicas das fontes orgânicas utilizadas no experimento: composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG). Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus – AM, 2010.37

Tabela 3 - Quadrados médios das variáveis: peso seco de folhas (PSF) e caules (PSC), relação folha caule (RF/C), teor (TE) e rendimento de extratos (RE) de folhas de três morfotipos de cajuru em função da adubação orgânica. Manaus – AM. 2010-1138

Tabela 4 - Quadrados médios dos teores de macronutrientes em folhas de três morfotipos de cajuru em função da adubação orgânica. Manaus – AM. 2010-11.....47

Tabela 5 - Quadrados médios dos teores de micronutrientes em folhas de três morfotipos de cajuru em função da adubação orgânica. Manaus – AM. 2010-11.....54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo geral	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Importância das plantas medicinais	4
3.2. Extratos vegetais.....	5
3.3. <i>Arrabidaea chica</i> (Bonpl.) B. Verl.	8
3.4. Fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento das culturas.....	14
3.4.1. Fator planta	14
3.4.2. Fator clima.....	15
3.4.3. Fator solo.....	19
3.5. Adubação orgânica	21
3.5.1. A matéria orgânica no solo	21
3.5.2. Adubos orgânicos	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1. Local do experimento.....	29
4.2. Análise química do solo	30
4.3. Instalação do experimento	30
4.4. Delineamento experimental.....	31
4.5. Condução do experimento	32
4.5.1. Material botânico	32
4.5.2. Plantio.....	32
4.5.3. Tratos culturais	32
4.6. Variáveis avaliadas	33
4.6.1. Biomassa aérea (folhas e caules).....	33
4.6.3. Relação folha/caule	34
4.6.4. Teor de extrato	34
4.7. Análise estatística	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36

5.1.	Dados climáticos observados durante a condução do experimento	36
5.2.	Características químicas das fontes de adubo orgânico	36
5.3.	Biomassa vegetal	38
5.4.	Teor e rendimento de extratos	43
5.5.	Teores de macronutrientes	46
5.5.1.	Nitrogênio	47
5.5.2.	Fósforo, potássio e magnésio	49
5.5.3.	Cálcio e enxofre	52
5.6.	Teores de Micronutrientes	54
5.6.1.	Boro, cobre e manganês	54
5.6.2.	Ferro e zinco	56
6.	CONCLUSÕES	58
7.	REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

A natureza proporciona ao homem uma infinidade de plantas com valores medicinais e a flora brasileira é uma rica fonte de espécies que podem auxiliar no tratamento e prevenção de vários males.

A família Bignoniaceae compreende 120 gêneros de ampla distribuição nas regiões tropicais de todo o mundo, especialmente frequentes nos trópicos americanos. São plantas lenhosas, arbustivas ou arbóreas e também trepadeiras (JOLY, 1993). No Brasil, plantas dessa família não possuem habitat único, podendo ser encontradas desde a Região Amazônica até o Rio Grande do Sul (LORENZI e MATOS, 2002).

A coleção de plantas medicinais, aromáticas e condimentares da Embrapa Amazônia Ocidental possui dentre várias espécies o crajiru [*Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl.], também conhecida como crajiru, carajuru, pariri, cipó cruz, coá-pyranga, guajuru, guajuru-piranga, oajuru, ou pyranga (BORRÁS, 2003), pertencente à família Bignoniaceae. *A. chica* é uma espécie que cresce nas matas tropicais, podendo alcançar comprimentos superiores a 10 m.

Popularmente, as folhas são usadas para o tratamento de feridas, impigem, enfermidades da pele de diferentes origens, inflamações uterinas e ovarianas, conjuntivite, cólicas intestinais, diarreias sanguinolentas e entero-colites. Também é utilizada como adstringente, antileucêmica, antianêmica, antiinflamatória, anti-disentérica, emoliente, antidiabética, cicatrizante e desinfetante. Quimicamente já foram identificadas as seguintes substâncias: ácido anísico, carajurina, ferro assimilável e cianocobalamina, quinonas, flavonoides, triterpenos, cumarinas, taninos, saponinas, carajurina, 3-deoxiantocianidina, bixina e genipina (ESTEVEZ,

1976; GOTTLIEB, 1981; ALBUQUERQUE, 1989; BERNAL e CORREA, 1989; SCHULTES e RAFFAUF, 1990; MICHALAK, 1997).

O desenvolvimento vegetal e, em especial, a produção de metabólitos secundários em plantas medicinais é influenciado por vários fatores ambientais, incluindo condições de solo. Nesse sentido, sabe-se que os solos da Amazônia, apresentam, em sua maioria, características de solos ácidos e de baixa fertilidade, sendo necessário o uso de alternativas para contornar esse problema, visando uma produção adequada de plantas medicinais. Desta forma, a adubação orgânica deve ser investigada tendo em vista a possibilidade de acréscimo na produção de biomassa e de compostos orgânicos, além da reciclagem desses resíduos nas propriedades rurais e da recuperação das características físicas, químicas e biológicas do solo.

As respostas das plantas medicinais à adubação orgânica e teores de princípios ativos são variáveis e, até o momento, não existe recomendação de fontes e nem de doses de adubos para o cultivo de *A. chica*. Portanto, há a necessidade de pesquisas científicas para definir índices técnicos para esta espécie e, assim, consolidá-los em um sistema de produção.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a produção de biomassa aérea, teor e rendimento de extratos e teores foliares de nutrientes em crajiru (*Arrabidaea chica*) em função de adubação orgânica em Manaus, AM.

2.2. Objetivos específicos

- Verificar a influência de fontes de matéria orgânica na produção de biomassa aérea, teor e rendimento de extratos em três morfotipos de crajiru;
- Analisar a influência de fontes de matéria orgânica nos teores de nutrientes nas folhas de três morfotipos de crajiru;
- Identificar fontes de matéria orgânica para o cultivo de crajiru.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Importância das plantas medicinais

Uma planta medicinal pode ser definida como qualquer vegetal que produza, em quantidade considerável, substâncias biologicamente ativas utilizadas direta ou indiretamente como medicamento. Os princípios biologicamente ativos das drogas procedem do metabolismo das plantas, constituindo-se em muitos casos em respostas dos mecanismos de interação da planta com o ambiente. Dessa forma, a qualidade das plantas medicinais está relacionada ao seu teor de princípio ativo e, portanto, à sua eficácia terapêutica. Assim, o conhecimento dos fatores que influenciam a variação dos compostos químicos nas plantas medicinais permite obter uma matéria-prima de melhor qualidade (CASTRO e FERREIRA, 2000).

As plantas medicinais podem ser classificadas de acordo com sua ordem de importância, iniciando-se pelas plantas empregadas diretamente na terapêutica, seguidas daquelas que constituem matéria-prima para manipulação e, por último, as empregadas na indústria para obtenção de princípios ativos ou como precursores em semi-síntese. As plantas medicinais têm sido utilizadas tradicionalmente para o tratamento de várias enfermidades. Sua aplicação é vasta e abrange desde o combate a microrganismos patogênicos até o combate ao câncer (CALIXTO, 2000; SILVA e CARVALHO, 2004).

O uso de plantas medicinais pela população mundial tem sido muito significativo nos últimos tempos. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) mostram que cerca de 80% da população mundial fez uso de algum tipo de planta na busca de alívio de alguma sintomatologia dolorosa ou desagradável. Desse total,

pelo menos 30% deu-se por indicação médica. A utilização de plantas medicinais, prática tradicional ainda existente entre os povos de todo o mundo, tem inclusive recebido incentivos da própria OMS. São muitos os fatores que vêm colaborando no desenvolvimento de práticas de saúde que incluam plantas medicinais, principalmente econômicos e comerciais (MARTINS et al., 2000).

O aproveitamento adequado dos princípios ativos de uma planta exige o preparo correto, ou seja, para cada parte a ser usada, grupo de princípio ativo a ser extraído ou doença a ser tratada, existe a forma de preparo e uso mais apropriados (ARNOUS et al., 2005).

No Brasil, embora haja normas que garantam a qualidade dos fitoterápicos, estas nem sempre são cumpridas. Este fato justifica a necessidade de estudos que caracterizem as drogas vegetais para obtenção da qualidade adequada. O problema da qualidade do fitoterápico tem início na identificação correta da espécie e, posteriormente, no plantio, na colheita, no beneficiamento e no preparo dos medicamentos (CASTRO e FERREIRA, 2000).

No entanto, durante muitos anos a pesquisa com plantas medicinais foi subestimada no meio científico, só tomando impulso recente e gradualmente, à medida que os poucos estudos foram se tornando promissores, ressaltando-se que o número de espécies estudadas no Brasil, ao longo de mais de 40 anos de pesquisas com plantas medicinais, ainda é reduzido (PAVAN-FRUEHAUF, 2000).

3.2. Extratos vegetais

Devido à crescente demanda do uso de ingredientes naturais, os extratos estão cada vez mais em foco. Estes, por sua vez, podem ser definidos como

preparações concentradas, de diversas consistências possíveis, obtidas a partir de matérias-primas vegetais secas, que passaram ou não por tratamento prévio (inativação enzimática, moagem, etc.) e preparadas por processos envolvendo solvente. Isso implica basicamente em duas etapas no processo de fabricação: a separação dos compostos específicos de um meio complexo (o composto químico, ou parte da planta utilizada: raiz, caule, folha, dentre outros) com a utilização de um solvente; e a concentração, por eliminação mais ou menos completa dos solventes (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

A utilização de extratos vegetais e plantas medicinais para humanos data de milhares de anos, sendo muito difundido no Egito antigo, China, Índia e Grécia (MARTINS, et al., 2000). Os extratos vegetais têm fornecido base para modernos medicamentos, como por exemplo, a digoxina, proveniente da espécie *Digitalis purpurea* que vem sendo utilizada há mais de 200 anos no tratamento da insuficiência cardíaca (IC) (FIGUEIREDO e MACHADO, 2010).

Segundo Koehn e Carter (2005), cerca de 30% dos medicamentos prescritos no mundo são obtidos direta ou indiretamente de plantas, sendo que aproximadamente 49% das drogas desenvolvidas entre 1981 a 2002 foram obtidas a partir de produtos naturais, ou análogos semissintéticos ou ainda compostos sintéticos baseados em produtos naturais.

Recentemente, espécies como *Piper aduncum*, *Piper hispidum*, *Derris amazônica*, *Azadirachta indica*, *Senna alata*, dentre outras, despertaram interesse de pesquisadores da área agronômica, por possuírem princípios ativos que podem atuar no controle biológico de uma série de pragas e doenças encontradas em culturas de interesse econômico (SILVA et al., 2007; VIANA et al., 2008; ALECIO et al., 2010; SANTOS et al., 2010; MELO et al., 2011).

Os princípios ativos dos vegetais são moléculas de baixo peso molecular oriundas do metabolismo secundário dos vegetais. São glicosídeos, alcaloides (alcoóis, aldeídos, cetonas, éters, ésteres, lactonas), compostos fenólicos e polifenólicos (flavonas, tanino e cumarinas), terpenoides (mono e sesquiterpenos e esteroides), saponinas, mucilagens, flavonoides, dentre outros (HUYGHEBAERT, 2003), os quais estão presentes em todas as partes ou em partes específicas das plantas (MARTINS et al., 2000).

Um mesmo princípio ativo pode ser encontrado em diversas plantas e em diferentes concentrações. Determinadas espécies de plantas apresentam princípio ativo em elevadas concentrações. São exemplos: eugenol (80 a 90%) em *Syzygium aromaticum* (PEREIRA et al., 2008); dilapiol (30 a 90%) em *Piper aduncum* (MAIA et al., 1998); linalol (aproximadamente 30%) em *Croton cajucara* (CHAVES et al., 2006).

Muito embora já tenham sido demonstrados alguns efeitos referentes aos modos de ação dos extratos vegetais, ainda são necessárias pesquisas científicas que associem os princípios ativos aos seus efeitos. A atividade antimicrobiana é uma das mais evidentes nos extratos vegetais, tendo diversos trabalhos na literatura comprovado tal atividade (SILVA et al., 2008; ALVES et al., 2009; FIGUEIREDO et al., 2009; FERREIRA et al., 2010; REGASINI et al., 2010; SILVA et al., 2010; SILVA et al., 2011). Porém, cada espécie de planta apresenta um potencial diferenciado de atividade antimicrobiana, em que de acordo com Huyghebaert (2003) é fraca para o gengibre e pimenta, média para orégano, alecrim, tomilho, cominho, coentro e sálvia, e forte para cravo, mostarda, canela e alho.

Além da atividade antimicrobiana, alguns estudos estão sendo realizados para investigar as atividades antioxidantes e antiinflamatórias. Pereira e Maia (2007)

e Santos et al. (2010), por exemplo, confirmaram o efeito antioxidante do extrato de *Jacaranda puberula* (Bignoniaceae) sobre o conceito de depuração de sangue e usando extrato e óleo essencial de *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae), sobre a capacidade de retardar a oxidação do ácido linoleico, pela presença de uma elevada concentração de compostos fenólicos. Já Silva et al. (2008) e Pupo et al. (2008), verificaram atividade antiinflamatória em *Conocliniopsis prasiifolia* (Asteraceae) e *Bauclea fluminensis* (Verbenaceae), provavelmente devido a presença de compostos flavonoídicos.

Desta maneira, pode-se supor que o uso de extratos vegetais pode representar uma alternativa para a elaboração de novos produtos, uma vez que diversos princípios ativos vêm sendo identificados a partir de matéria-prima vegetal, os quais possuem mecanismos de ação envolvidos seja no controle fitossanitário ou até mesmo na medicina terapêutica.

3.3. *Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl.

A planta caracteriza-se por ser uma trepadeira de ramos cilíndricos e globosos enquanto jovens, depois tetrágonos, lenticelado-verrucosos e estriados. Suas folhas são pecioladas, compostas de dois ou três folíolos com um cirro intermédio simples terminal. Os folíolos são oblongos, oblongo-lanceolados ou oval-lanceolados, raramente ovalados e quase sempre curto-agudo-acuminados, obtusos na base, glabros nas duas páginas, coriáceos, discolores ou concolores. O cálice é densamente pulverulento. As flores, campanulado infundibiliformes, róseas ou violáceas ou purpúreo brancacentas com face branca, aveludadas, dispostas em panícula terminal piramidal, frouxa, com até 22 cm de comprimento. O fruto é

capsular linear, alongado, agudo dos dois lados e com uma nervura média saliente nas valvas, de cor castanho-ferrugíneo e com sementes ovoides (COSTA et al., 2001).

De acordo com Tropicos (2012) a planta em estudo tem a seguinte classificação botânica:

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Equisetopsida C. Agardh

Subclasse: Magnoliidae Novák ex Takht.

Superordem: Asteranae Takht.

Ordem: Lamiales Bromhead

Família: Bignoniaceae Juss.

Gênero: *Arrabidaea* DC.

Espécie: *Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl.

Foi proposta por Behrens (2002) a classificação para os morfotipos cultivados na Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, conforme critérios morfológicos, macro e microscópicos.

Macroscopicamente, os morfotipos apresentam os seguintes aspectos morfológicos:

- *Arrabidaea chica* (Morfotipo 1) - de folhas compostas, pecioladas (4-6 cm), opostas, com dois a três folíolos peciolulados, de limbo lanceolado ou oval-lanceolado, de 2 cm de largura e 8-9 cm de comprimento. Foram também observados folíolos menores com 1 cm de largura e menos de 5 cm de comprimento. A base é arredondada e simétrica, o ápice acuminado e a margem inteira. Tem enervação penado-reticulada pouco aparente, com uma nervura

principal mediana da qual partem as secundárias em ângulo agudo, que próximo às margens unem-se umas às outras.

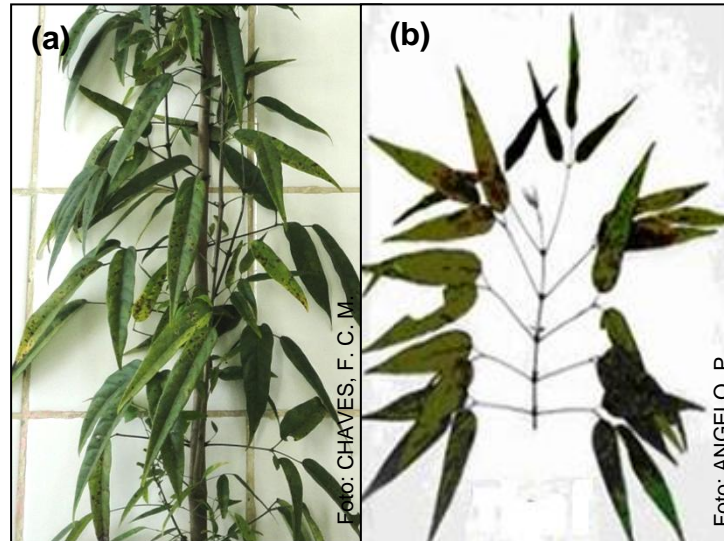


Figura 2: (a) Morfotipo 1 de *A. chica* cultivado na área experimental da Embrapa Amazônia Ocidental; (b) exsicata do morfotipo 1 de *A. chica*.

- *Arrabidaea chica* (Morfotipo 2) - de folhas compostas, às vezes longamente pecioladas (4-9 cm), opostas, com dois a três folíolos peciolulados, de limbo oval-oblongo, de 3-5 cm de largura e 9-15 cm de comprimento, base é arredondada, simétrica ou não, ápice acuminado e margem inteira com enervação semelhante à anterior.

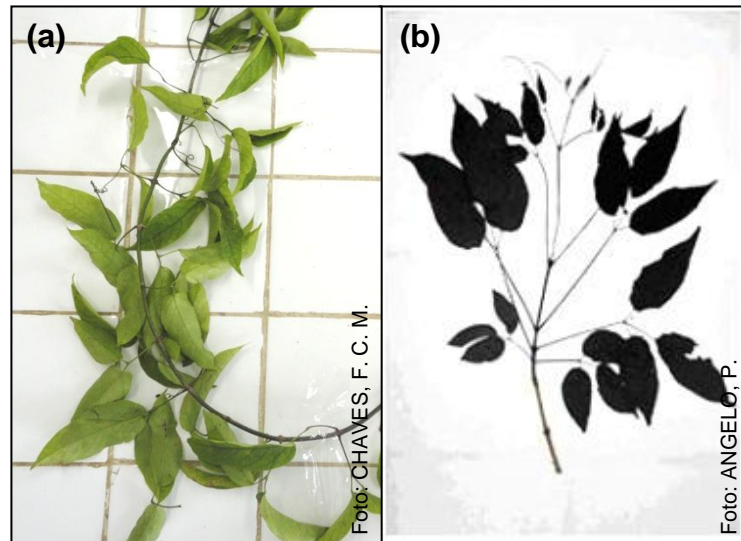


Figura 3: (a) Morfotipo 2 de *A. chica* cultivado na área experimental da Embrapa Amazônia Ocidental; (b) exsicata do morfotipo 2 de *A. chica*.

- *Arrabidaea chica* (Morfotipo 3) - de folhas compostas, às vezes longamente pecioladas (4-11 cm), opostas, com dois a três folíolos peciolulados, de limbo oval-acuminado, de 4-6 cm de largura e 10-14 cm de comprimento, base obtusa e simétrica, ápice acuminado e margem inteira com enervação semelhante às demais.

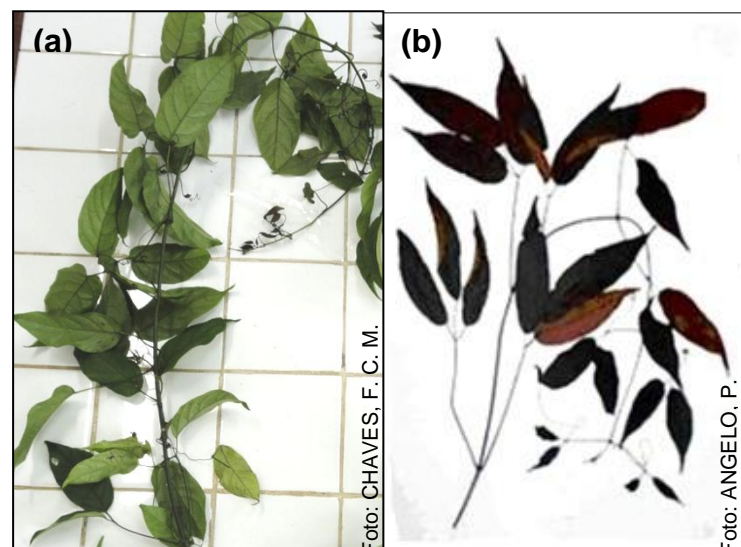


Figura 4: (a) Morfotipo 3 de *A. chica* cultivado na área experimental da Embrapa Amazônia Ocidental; (b) exsicata do morfotipo 3 de *A. chica*.

O estudo da propagação de espécies de interesse econômico é uma das primeiras etapas no desenvolvimento de tecnologia agrícola de novas culturas, pois este exige a determinação do método de propagação que produzirá maior eficiência econômica na condução do plantio (SCHEFFER, 1992). Dessa forma, Ferreira e Gonçalves (2007) estudando o efeito de tipos de estacas e número de brotações sobre o crescimento e produção de folhas de cajuru verificaram que sua propagação é feita através de estacas com um menor número de nós e a melhor época para a coleta é feita aos três meses após o plantio.

O primeiro estudo fitoquímico das folhas de *A. chica* (CHAPMAN et al., 1927) relata o isolamento de 3-desoxiantocianidina (carajurina). Posteriormente, Scogin (1980) e Harborne e Willians (1998) propuseram que a ocorrência deste raro pigmento em Bignoniaceae era provavelmente restrita à *A. chica*. Estudos posteriores revelaram a presença de compostos flavonoídicos, taninos e saponinas, sendo os testes negativos para antraquinonas e alcaloides (COSTA et al., 1990; OLIVEIRA et al., 1996).

No entanto, a abordagem fitoquímica realizada por Alves et al. (2010) indicou a presença de classes químicas tais como: açúcar redutor, alcaloides, antocianidinas, antocianinas, antraquinonas, esteroides, triterpenoides, fenois, flavanois, flavanonas, saponinas e taninos catéquicos.

A medicina tradicional atribui à espécie um amplo espectro de propriedades, como anti-inflamatórias, adstringentes e terapêuticas, além de seu emprego no tratamento de enfermidades da pele, cólicas intestinais, diarreia sanguinolenta, corrimento vaginal, sífilis, conjuntivite, anemia, câncer de boca e de útero, sendo também utilizados para a prevenção de cáries e como cosméticos (GENTRY, 1992; KALLIL FILHO, 2000).

Oliveira e colaboradores (2009) estudando o efeito do extrato aquoso de *A. chica* sobre a atividade inflamatória induzida pelas toxinas dos venenos de serpentes de espécies amazônicas, indicaram que o crajiru apresenta substâncias químicas com atividade inibitória do processo inflamatório induzido pelos venenos de *Bothrops atrox* ou *Crotalus durissus ruruima* quando administrados pelas vias subcutâneas (10,6 g/kg) e via intraperitoneal (2,5 g/kg), não apresentando efeito por via oral.

A ação cicatrizante da loção de *A. chica* (2% e 5%) foi comprovada em estudo experimental controlado em que houve diminuição significativa do tempo de cicatrização das feridas abertas, suturadas e não suturadas, e da queimadura cutânea (OLIVEIRA et al., 1998). Em pacientes com queimadura cutânea de primeiro e segundo grau, observou-se acentuada atividade antiinflamatória e cicatrizante do creme de *A. chica* a 2% em comparação com o grupo controle (MENDES et al., 2002).

Barbosa et al. (2008), encontraram resultados que permitem sugerir que quinonas, detectadas na abordagem fitoquímica de *A. chica*, também poderiam estar envolvidas na atividade antifúngica. Além disso, outros compostos, como flavonoides, encontrados em plantas como *Psoralea corylifolia* e detectados em extrato etanólico, foram descritos como tendo atividade antifúngica (PRASAD et al., 2004).

Atividade antimicrobiana também foi encontrada por Höfling et al. (2010), onde os resultados apresentados neste trabalho indicaram que o extrato de *A. chica* exerceu forte atividade antifúngica podendo ser uma fonte para o desenvolvimento de novos agentes terapêuticos, uma vez que inibiu o crescimento de *Candida*, microrganismos encontrados na cavidade oral e digestiva, bem como folhetos

vaginal, que aderem à superfície dos tecidos e podem causar inflamações (ELLEPOLA e SAMARANAYAKE, 2001).

O controle de qualidade e a padronização de fitoterápicos envolvem várias etapas, entretanto, a fonte e a qualidade das matérias-primas têm um papel central na obtenção de produtos com constância de composição e propriedades terapêuticas reprodutíveis. Dessa forma, o aprimoramento e o investimento em estudos de domesticação, produção biotecnológica e melhoramentos genéticos de plantas medicinais, ao invés do uso de plantas selvagens coletadas diretamente no campo, deve levar à obtenção de matérias-primas uniformes e de alta qualidade.

3.4. Fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento das culturas

Os vários fatores que afetam a produtividade das culturas também afetam a eficiência nutricional. Estes fatores são ligados às condições ambientais como clima, solo e planta.

Os fatores abióticos que influenciam o crescimento e desenvolvimento das culturas podem ser classificados, quanto à sua natureza, em químicos (concentração de elementos tóxicos), físicos e físico-hídricos (oxigenação, temperatura, umidade, textura, densidade/porosidade), sendo que, quase todos esses fatores são interdependentes (ZONTA et al., 2006).

3.4.1. Fator planta

Os padrões de crescimento de diferentes espécies vegetais ou cultivares, bem como as influências dos fatores internos e externos, são controlados

geneticamente. Do ponto de vista econômico, é muito importante conhecer os potenciais de rendimento das cultivares, a sua adaptabilidade e estabilidade em diferentes ambientes, a tolerância a estresses bióticos e abióticos, dentre outros (FLOSS, 2008).

Existem diferenças quanto à absorção e eficiência de utilização de nutrientes entre espécies ou cultivares, em razão da variabilidade genética. Assim, há espécies mais adaptadas às condições de acidez do solo, por exemplo, mais tolerantes a elementos fitotóxicos como o alumínio (Al). Da mesma forma, existem espécies mais adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo (MEURER, 2007).

Devido à exigência nutricional ser variável entre espécies e variedades da mesma espécie, é comum observarem produtividades diferentes sob as mesmas condições de fertilidade do solo, isso se deve a maior ou menor capacidade de aproveitamento dos nutrientes (FAGERIA, 1998; LOPES e GUILHERME, 2000).

O trabalho conduzido por Amaral et al. (2011) avaliando quatro cultivares de *Coffea arabica* L. em três níveis de adubação (baixa, normal e alta) observaram diferença quanto à eficiência de uso dos nutrientes, onde em ambiente sob restrição nutricional uma cultivar mostrou-se mais eficiente quando comparada às demais. Abichequer et al. (2003) também verificaram diferença na absorção, translocação e utilização de fósforo absorvido em duas cultivares de *Triticum vulgare*, confirmando, desta forma, esta afirmativa.

3.4.2. Fator clima

As condições ambientais interferem, decisivamente, no desenvolvimento das plantas e na produção das culturas (FILGUEIRA, 2007). Para isso, o ambiente

precisa fornecer suprimento adequado de luz, temperatura, umidade e nutrientes (FLOSS, 2008).

3.4.2.1. Radiação solar (luz)

O Sol pode ser considerado a única fonte de energia responsável pelos processos físicos, químicos e biológicos que se desenvolvem na atmosfera (REICHARDT e TIM, 2004). O processo de fotossíntese depende da radiação solar, a qual, por sua vez, oferece energia para conversão de CO₂ e H₂O em composto orgânico. A taxa fotossintética varia de acordo com a intensidade luminosa até certo ponto e, depois, o processo torna-se independente desta (FAGERIA, 1998).

Para maximizar a aquisição de luz e evitar condições ambientais desfavoráveis, as plantas desenvolveram mecanismos que extraem informações do ambiente luminoso em adição à captura de energia para fotossíntese. Essas informações são usadas para coordenar mudanças no crescimento e desenvolvimento vegetal ou como um sinal que leva à expressão da plasticidade fenotípica, presente em todas as plantas, para otimizar a aquisição de recursos ou evitar/tolerar condições menos favoráveis (REID et al., 1991).

O aumento na intensidade de luz proporciona aumentos na espessura da folha, na massa foliar específica, no desenvolvimento da epiderme e do parênquima, bem como no número total de células das folhas (DICKISON, 2000), porém pode promover diminuição dos fotoassimilados dirigidos aos órgãos de reserva por aumentar seu direcionamento para as regiões meristemáticas (CRAKER et al., 1983)

3.4.2.2. Temperatura

A temperatura influencia todos os processos vegetais em algum grau. Temperaturas ótimas para plantas superiores normalmente estão na faixa de 15°C a 35°C. Quando a temperatura cai 10°C abaixo do ótimo, os processos bioquímicos continuam, com metade a um terço de seu padrão máximo (isto é, Q_{10} está entre 2 e 3), enquanto os processos físicos continuam, com cerca de dois terços de seu padrão máximo (isto é, $Q_{10} \approx 1,5$) (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

O aumento da temperatura acelera a atividade respiratória da planta, incrementa o metabolismo nas raízes e a produção de ATP, liberando energia que é utilizada de diversos modos na absorção de íons (MARENCO e LOPES, 2009), podendo, também, influir na composição da atmosfera do solo, que é resultado do aumento ou diminuição da atividade microbiana e respiração radicular, assim, quando a atividade microbiana é alta, ela aumenta a pressão parcial do CO_2 na atmosfera do solo, enquanto o teor de O_2 decresce (MEURER, 2007). Desta forma, a variação da temperatura do solo pode influir na taxa de liberação de nutrientes da matéria orgânica, na absorção pelas raízes e na subsequente translocação e utilização nas diferentes partes da planta (FAGERIA, 1998; MEURER, 2007).

A elevação da temperatura aumenta a velocidade de difusão e do fluxo de massa de íons para raízes, a penetração de íons no espaço livre aparente via apoplasto e estimula a absorção e o acúmulo de íons nas células das raízes favorece o transporte nos condutos do xilema (MARENCO e LOPES, 2009).

3.4.2.3. Umidade

A água é um fator fundamental na produção vegetal. Sua falta ou excesso afetam de maneira decisiva o desenvolvimento das plantas e, por isso, seu manejo racional é imperativo na maximização da produção agrícola (REICHARDT e TIMM, 2004).

A importância da água no organismo vegetal está relacionada, entre outros fatores, à fotossíntese a qual requer que as plantas extraiam dióxido de carbono da atmosfera, mas quando o fazem, ficam expostas à perda de água e à ameaça de desidratação. Para cada grama de material vegetal produzido, cerca de 500 g de água são absorvidos pelas raízes, transportados através do corpo da planta e perdidos para a atmosfera. Assim, pequenos desequilíbrios nesse fluxo de água podem causar déficits hídricos e mau funcionamento de inúmeros processos celulares (TAIZ e ZEIGER, 2009).

No processo de absorção de nutrientes por meio de difusão e fluxo de massa, a água é, provavelmente, o fator com maior influência, ocorrendo a partir de seu contato com as raízes e estando diretamente relacionado com a sua concentração na solução do solo (MEURER, 2007). Além disso, mudanças no conteúdo de água do solo e no seu estado de energia, afetam muito as suas propriedades mecânicas, incluindo resistência, compactabilidade e penetrabilidade, podendo causar mudanças na densidade de solos expansivos (OR e WRAITH, 2000).

3.4.3. Fator solo

O solo é o substrato natural da produção agrícola, servindo como meio para o desenvolvimento das raízes (FILGUEIRA, 2007). Porém, segundo Malavolta et al. (2002), o solo não é apenas depósitos de substâncias alimentícias e indispensável ponto de fixação para a maior parte das plantas, e sim, funciona quase como um organismo vivo.

Objetivamente, pode-se considerar que os dois fatores de natureza física (estrutura e textura) podem influir acentuadamente no crescimento das plantas. Propriedades ou características do solo, tais como: densidade, espaço poroso, umidade, taxa de infiltração de água, erodibilidade, por exemplo, estão intimamente associadas à estrutura e à textura do solo e podem tanto estimular quanto inibir o crescimento das plantas (MEURER, 2007).

A textura exerce influência direta sobre o crescimento das raízes, reduzindo a sua extensão em função de alterações significativas provocadas pelo estresse mecânico no alongamento das diferentes espécies cultivadas. Já a estrutura controla os espaços vazios e, conseqüentemente a quantidade de água e O₂ que pode ser armazenada no solo, bem como a velocidade com que são liberados para as raízes das plantas (ZONTA et al., 2006).

A densidade está intimamente relacionada com a estrutura e com a textura, e as alterações na densidade afetam acentuadamente a estruturação do solo, com as implicações dela decorrentes. Em geral, quanto maior a densidade, para solos com texturas semelhantes, mais compacto é o solo, menos definida é a sua estrutura e muito menor é o volume do espaço poroso. Dessa forma, o aumento da densidade

do solo reduz a taxa de difusão do O_2 nos poros do solo e, conseqüentemente a respiração das raízes (MEURER, 2007).

A infiltração e a capacidade de armazenamento de água também estão intimamente relacionadas com a porosidade do solo e as raízes das plantas. De acordo com Meurer (2007), no processo de absorção de nutrientes, a água é o fator com maior influência. A planta, ao iniciar o processo de absorção de água e de nutrientes, altera o equilíbrio do sistema, estabelecendo diferenças de potencial de água e de concentração de nutrientes na superfície da raiz em relação ao resto do solo.

Além dos aspectos físicos, características químicas do solo também podem influenciar o desenvolvimento das culturas. O pH, por exemplo, é uma propriedade importante, pois afeta crescimento das raízes e os microrganismos. De acordo com Taiz e Zeiger (2009) o crescimento radicular é normalmente favorecido em solos levemente ácidos, assim como os fungos, já as bactérias tornam-se mais abundantes em solos alcalinos; o pH também determina a disponibilidade de nutrientes no solo de modo que, sua redução ocorre com decomposição da matéria orgânica e a quantidade de chuva.

Outro fator a ser abordado na dinâmica de crescimento e desenvolvimento das plantas é a disponibilidade de nutrientes. Dezesete elementos são considerados essenciais ao crescimento das plantas: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), molibdênio (Mo) e níquel (Ni). O processo fotossintético nas plantas converte o C atmosférico e a H_2O em carboidratos simples a partir dos quais aminoácidos, açúcares, proteínas, ácidos nucleicos e outros compostos orgânicos são

sintetizados. Os demais 14 elementos essenciais são classificados em macro e micronutrientes e esta classificação é baseada na sua abundância relativa nas plantas. Quatro elementos adicionais sódio (Na), cobalto (Co), vanádio (V) e silício (Si) foram reconhecidos como necessários ou benéficos para algumas plantas (MEURER, 2007).

Assim, em se tratando do suprimento de nutrientes, os solos podem apresentar baixa ou alta fertilidade, onde solos com alta fertilidade podem ser empobrecidos devido à exploração agrícola. No entanto, os adubos são utilizados com o objetivo de aportar nutrientes aos solos para suprir as necessidades das plantas.

3.5. Adubação orgânica

3.5.1. A matéria orgânica no solo

O solo é um compartimento terrestre que apresenta grande dinamismo em seus constituintes e está intimamente ligado às características e aos processos que ocorrem na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. A fase sólida é constituída da fração mineral e orgânica, sendo a fração orgânica correspondente à matéria orgânica do solo (MOS) (SILVA e MENDONÇA, 2007). Assim, Mendonça e Matos (2005) definem matéria orgânica como uma mistura complexa de materiais vegetais e animais em diferentes estágios de decomposição, microrganismos do solo e substâncias produzidas por estes.

As substâncias húmicas são o principal componente da matéria orgânica, as quais além de influenciar as propriedades químicas, físicas e biológicas,

determinando a produção biológica dos ecossistemas, exercem efeito direto sobre o crescimento e metabolismo das plantas, especialmente sobre o desenvolvimento radicular (NARDI, et al., 2002).

Segundo Troeh e Thompson (2007), existe grande variabilidade em termos de natureza do material orgânico aderido ao solo, característica análoga ao que acontece com o húmus dos diferentes tipos de solo. Para qualquer morfotipo de solo, o húmus é uma complexa mistura de componentes orgânicos que não são facilmente detectados, mesmo em análises químicas detalhadas; embora possa ser caracterizado, em linhas gerais, devido a correntes avanços em estudos envolvendo a matéria orgânica do solo.

Os materiais orgânicos são constituídos principalmente por C, H, O, N e por quantidades normalmente pequenas de vários outros elementos minerais. Na fração húmica, a concentração de carbono varia de 40 a 50%, enquanto que a de N é de aproximadamente 5% da massa seca total. A composição química da fração orgânica em fases iniciais de decomposição é muito variável e depende da origem do material e do estágio de decomposição. A relação C/N é importante sob o ponto de vista de nutrição vegetal e de poluição ambiental, pois determina o destino imediato do N contido nos resíduos e de parte do N mineral existente no solo (ERNANI, 2008).

O nível de matéria orgânica de solo virgem é determinado por uma situação de equilíbrio na qual a perda, sobretudo como CO₂, é equilibrada pelo ganho de carbono proveniente de resíduos orgânicos. As atividades agrícolas mudam imediatamente este equilíbrio e o nível de matéria orgânica pode ser alterado drasticamente (geralmente diminuído) pelo cultivo e práticas culturais. Uma perda grande de matéria orgânica do solo, por cultivos e práticas culturais intensivas, leva

geralmente a uma deterioração concomitante nas propriedades físicas do solo, decréscimo da produtividade e aceleração da erosão (CORREIA, 1984).

O condicionamento das propriedades do solo pela matéria orgânica, via de regra, proporciona melhores condições de cultivo. Essa influência global das substâncias húmicas sobre a macro e microestrutura dos solos, a qual proporciona benefícios para a atividade biológica, é conhecida como o efeito indireto da matéria orgânica humificada sobre o crescimento vegetal (CANELLAS et al., 1999). Seu efeito direto está relacionado com a presença de todos os elementos essenciais em quantidades pequenas, mas significativas em vista de grandes doses que são usadas (MALAVOLTA, 1981).

Com acúmulo de matéria orgânica ocorre a ativação de diversos processos no solo, como por exemplo, maior resistência à erosão, maior taxa de infiltração e retenção de água no solo, aumento na capacidade de retenção de cátions, no estoque de nutrientes, na adsorção e complexação de compostos, na ciclagem de elementos químicos, no sequestro de carbono atmosférico, na atividade e diversidade biológica, dentre outros (VEZZANI, 2001; MIELNICZUK et al., 2003).

Existe uma série muito grande de evidências experimentais que asseguram que as substâncias húmicas (SHs) participam das reações importantes que ocorrem na interface solução-parte sólidas do solo, influenciando a fertilidade por meio da liberação de nutrientes, da detoxicação de elementos químicos, da formação de estrutura, ou seja, da melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (CANELLAS et al., 1999). Dentre elas, a matéria orgânica afeta positivamente a atividade microbiana, a capacidade de retenção de água, a estrutura do solo, a capacidade de troca de cátions, e a adsorção específica de cátions e de vários metais poluentes (ERNANI, 2008).

3.5.2. Adubos orgânicos

A adubação orgânica é a base da produtividade dos solos, tão grandes e tão variadas são as suas finalidades. A matéria orgânica decompõe-se nos solos tropicais ou subtropicais úmidos com grande rapidez – um a dois quilos, aproximadamente, por ano e por metro quadrado (GOMES, 1984). Dessa forma, Ribeiro et al. (1999) definem a adubação orgânica como o uso de resíduos orgânicos com a finalidade de aumentar a produtividade das culturas.

Nos solos agrícolas, a matéria orgânica pode e deve ser conservada, em parte mediante o uso de esterco de animais, compostos, adubos verdes ou tortas, e no geral fazendo-se uma agricultura racional com boas adubações e perfeito combate à erosão. Os adubos ajudam a manter ou a aumentar o conteúdo de matéria orgânica do solo, pois garantem a produção de maiores colheitas do que resultam mais restos para incorporar ao solo; ajudam a alimentar os organismos do solo o que implica na conversão mais rápida dos restos de cultura em húmus; oferece um sistema radicular mais desenvolvido, distribuindo a matéria orgânica mais profundamente no solo (MALAVOLTA, 1989).

Os adubos orgânicos, entretanto, não valem apenas pelos nutrientes que contêm, mas também por seus efeitos benéficos nos solos. A matéria orgânica funciona como fonte de energia para microrganismos úteis, melhora a estrutura e o arejamento, capacidade de armazenar umidade, tem efeito regulador na temperatura do solo, retarda a fixação do fósforo e, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC), ajuda a manter o potássio, cálcio, magnésio e outros nutrientes em formas disponíveis para as raízes, protegendo-os de lixiviação pela água das chuvas ou de irrigação (MALAVOLTA et al., 2002).

Em se tratando de adubos oriundos de fontes externas à propriedade ou de sistemas convencionais de criação (no caso dos esterco de origem animal), a atenção deve ser redobrada, pois muitos deles podem apresentar contaminação por resíduos químicos, antibióticos e outras substâncias de uso proibido pelas normas técnicas de produção. Por esse motivo, atualmente recomenda-se empregar sistemas de compostagem no processo produtivo, que além de promover a “higienização” da matéria orgânica, permite obter um produto parcialmente mineralizado, de maior eficácia na nutrição das plantas provenientes de sistemas de produção orgânica (SOUZA e RESENDE, 2006).

3.5.2.1. Esterco de curral

O esterco de curral é a mistura das fezes e da urina do gado com a cama. A mistura é fermentada nas esterqueiras. A finalidade da fermentação é produzir um material humificado semelhante à matéria orgânica natural do solo. Portanto, não é a mesma coisa incorporar esterco fresco de animais; daí a importância da fermentação (MALAVOLTA, 1989).

O esterco de curral é bastante usado como adubo orgânico, sendo que a composição desse esterco varia de acordo com a alimentação do animal. Exclusivamente a pasto, o conteúdo de nitrogênio desses esterco é menor do que com suplementação com concentrados. Como referência média, pode-se considerar que, do total ingerido, cerca de 70% é excretado pela urina e 10 a 15% pelas fezes (SOUZA e RESENDE, 2006).

A composição do estrume varia, também, com a composição das camas. As camas absorvem as urinas, misturam-se com as fezes e são levadas às estrumeiras,

onde se decompõem, contribuindo para a formação do estrume de curral. Na prática, calcula-se para estrumes bem curtidos, 0,5% de nitrogênio, 0,2% de ácido fosfórico e 0,5% de potássio (GOMES, 1984).

Segundo Gomes (1984), a maior vantagem do estrume de curral é que ele aumenta a quantidade de húmus do solo. Calcula-se que 30 mil quilos de estrume de curral se transformam em 8 mil quilos de húmus. O húmus é capaz de absorver água na proporção de 16 vezes o seu próprio peso; melhora as condições físicas do solo, tornando os solos argilosos mais permeáveis; enriquece o solo de elementos fertilizantes, desenvolve a vida microbiana e facilita a solução dos elementos fertilizantes que se encontram em estado insolúvel, portanto, inúteis às plantas. Além disso, de acordo com Correia (1984), há evidências de que o esterco de curral pode dar maiores rendimentos a longo prazo, do que os obtidos apenas com fertilizantes químicos.

3.5.2.2. Estercos de aves

O esterco de ave poedeira criada em sistema de confinamento tem sido aplicado em solos agrícolas, pois é considerada fonte importante de nutrientes vegetais, devido à alimentação dessas aves se constituírem de rações com alto teor de proteína (KIEHL, 2002). Conforme o autor, a baixa relação C:N deste esterco favorece a disponibilidade da maior parte dos nutrientes às culturas agrícolas, em especial do nitrogênio.

Os estercos de galinha, somando-se os teores de nitrogênio, fósforo e potássio, são mais concentrados em nutrientes do que os de outros animais domésticos, pois são mais secos, contendo de 5 a 15% de água contra 65 a 85%

nos demais e contêm as dejeções sólidas e líquidas misturadas (TEDESCO et al., 2008). No entanto, é pobre em lignina e celulose, o que explica sua rápida decomposição e liberação em pouco tempo da maior parte dos nutrientes (RESENDE e SOUZA, 2006).

3.5.2.3. Compostagem orgânica

O composto orgânico é um processo de biodecomposição da matéria orgânica dependente de oxigênio e com geração de calor, levando a temperaturas de 50°C a 65°C, e picos que podem chegar a mais de 70°C. Diferentes métodos de compostagem buscam promover e controlar este processo biológico intenso que se reflete na temperatura. O mais comum deles é a montagem de leiras em camadas dos diferentes materiais orgânicos – resíduos vegetais, esterco, resíduos orgânicos industriais, serragens, etc – com revolvimentos ou aeração passiva ou forçada, e existem também tecnologias baseadas em reatores fechados e automatizados (INÁCIO e MILLER, 2009).

A qualidade do composto orgânico é incontestável, sendo comprovado em diversos trabalhos que mostram que a utilização desse composto nas adubações produz múltiplos efeitos sobre o solo e as plantas cultivadas, através do aumento da permeabilidade do solo, agregação das partículas minerais, fornecimento de macro e micronutrientes, correção da acidez, incremento na população de microrganismos e elevação da eficiência na absorção de nutrientes. Dependendo das condições locais, podem-se obter melhores desempenhos com o uso do composto, em relação a outras formas de adubação orgânica (SOUZA e RESENDE, 2006).

3.5.2.4. Outras fontes

Diversos materiais estão disponíveis no mercado na forma de substratos. Materiais como casca de guaraná e casca de cupuaçu fermentada, têm demonstrado grande potencial no suprimento das necessidades iniciais das plântulas, inclusive, o desenvolvimento de algumas espécies de hortaliças tradicionais e medicinais (QUEIROZ e CHAVES, 2006).

Chaves et al. (2004), estudando a produção de mudas de bertalha (*Basella rubra*) em diferentes substratos, observaram que na avaliação do número de folhas, o substrato no qual utilizou-se casca de guaraná apresentou melhores resultados, uma vez que o número de folhas é considerado um indicativo de bom desempenho dos substratos para o desenvolvimento das mudas, pois quanto maior número de folhas maior área fotossintética.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido no Setor de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Ocidental (Figura 4), localizado no Km 29 da AM-010 (Manaus-Itacoatiara) no período de dezembro de 2010 a agosto de 2011. As coordenadas geográficas são 2°53'30" de latitude Sul e 59°59'45" de longitude Oeste, com altitude média de 95 metros (SOUZA et al., 2003).

O solo da área experimental foi caracterizado, como Latossolo amarelo distrófico, textura muito argilosa de acordo com Embrapa (1999), declividade de aproximadamente 2%, com índice pluviométrico médio anual de 2.500 mm.



Figura 5: Sede da Embrapa Amazônia Ocidental no município de Manaus-AM.

4.2. Análise química do solo

Foram coletadas 10 amostras simples de solo na profundidade de 0 a 20 cm formando uma amostra composta onde foram retirados 300 g e enviados para o Laboratório de Análises de Solos e Plantas, da Embrapa Amazônia Ocidental, para análises químicas, seguindo metodologia descrita por EMBRAPA (1999).

Foram analisados o pH em água, o fósforo (P) disponível, potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) trocáveis, a acidez potencial (H + Al). Também foi realizada a estimativa da quantidade de matéria orgânica (MO) baseado no teor de carbono orgânico (C). Com base nestes resultados, estimou-se a soma de bases (SB), a CTC efetiva (t), a CTC potencial (T), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%). Além disso, também foram analisados os teores dos micronutrientes ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu), estes resultados estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo onde foi realizado o experimento de *Arrabidaea chica*. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus – AM, 2010.

	pH	C	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al
Prof	H ₂ O	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³		
0-20	4,9	18,31	41	3,0	28	2,0	1,35	1,11	0,3

H+Al	SB	T	T	V	M	Fe	Zn	Mn	Cu
cmol _c dm ⁻³				%		mg dm ⁻³			
4,79	2,55	2,85	7,34	34	10,52	202	1,59	4,10	0,70

4.3. Instalação do experimento

Iniciou-se o preparo da área com a limpeza, sendo realizada uma aração e, em seguida, feita a distribuição da quantidade de 2 ton/ha de calcário dolomítico

com PRNT de 95% com a finalidade de aumentar a saturação de bases para 60%, seguida de duas gradagens para a incorporação do corretivo, cerca de 90 dias antes do plantio.

4.4. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 5 x 3, onde foram utilizadas cinco fontes de adubo orgânico e três morfotipos de cajuru, empregando-se o delineamento em blocos casualizados, com três blocos. Os níveis de fatores foram: Controle - ausência; Composto orgânico ($5,0 \text{ kg m}^{-2}$); Esterco de aves ($3,0 \text{ kg m}^{-2}$); Casca de guaraná ($4,0 \text{ kg m}^{-2}$) e Esterco de gado ($4,0 \text{ kg m}^{-2}$) e, os três morfotipos de cajuru sendo estes Morfotipo 1, Morfotipo 2 e Morfotipo 3, onde cada parcela apresentou 16 plantas com quatro na área útil.

Foram utilizadas fontes curtidas de CO, EA, CG e EG, sendo retiradas amostras de 500 g de cada fonte e enviadas para o Laboratório de Análises de Solos e Plantas para determinação dos teores de nutrientes. Essas fontes foram incorporadas ao solo 30 dias antes do plantio.

Nos próximos parágrafos serão usadas as seguintes denominações: CL, CO, EA, CG e EG para Controle – Ausência, Composto Orgânico, Esterco de Aves, Casca de Guaraná e Esterco de Gado, e MT1, MT2 e MT3, para os morfotipos 1, 2 e 3, respectivamente, demonstrando, dessa forma, melhor compreensão do texto.

4.5. Condução do experimento

4.5.1. *Material botânico*

As mudas de cajuru foram obtidas por estaquia de 10 matrizes cultivadas no Setor de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Ocidental, no dia 20 de outubro de 2010, sendo coletadas estacas dos três morfotipos da espécie na porção mediana do ramo, possuindo, em média, 20 cm de comprimento e 1,0 cm de diâmetro com cerca de quatro gemas, sendo plantadas em bandejas de poliestireno expandido (72 células), utilizando-se o substrato comercial Bioplant®, as quais permaneceram em condição de viveiro recebendo irrigação diariamente durante 60 dias.

4.5.2. *Plantio*

No dia 20 de dezembro de 2010, as mudas foram levadas ao campo, apresentando aproximadamente 40 cm de altura. Estas foram plantadas em covas de 15 cm de profundidade, no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m e 2,0 m entre os blocos.

4.5.3. *Tratos culturais*

Os tratos culturais como o controle de plantas competidoras com capina manual e irrigação foram realizados de acordo com a necessidade.

4.6. Variáveis avaliadas

4.6.1. Biomassa aérea (folhas e caules)

Em 20 de agosto de 2011, aos 240 dias após o plantio no campo, foi feito o corte das plantas da área útil de cada parcela. O corte foi feito a uma altura de 30 cm em relação à superfície do solo. Após o corte, foi feita a separação das folhas e caules. Posteriormente, foi feita a determinação de massa dessas estruturas em balança analítica.

4.6.2. Teor de umidade (%) das folhas e caules

Para determinação da umidade de folhas e caules, foram utilizadas amostras de aproximadamente 20 g, retiradas de cada parcela, sendo, em seguida, levadas à estufa com ventilação forçada, com temperatura de 65 °C até atingirem massa constante (± 04 dias). Decorrido esse tempo, calculou-se esta variável através da seguinte fórmula:

$$\%U = \frac{(MF - MS)}{MF} \times 100; \text{ em que:}$$

MF

MF- massa do material fresco;

MS- massa do material seco

4.6.3. Relação folha/caule

Determinou-se também a relação da produção de folhas sobre a produção de caules (RF/C).

4.6.3.1. Teor de nutrientes

Para determinação de teor de nutrientes foram utilizadas amostras de 10 g das plantas coletadas na área útil, as quais foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental, onde foram determinados os teores dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), também os micronutrientes boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

A digestão sulfúrica e a digestão por via seca foram utilizadas para a obtenção do extrato visando à determinação de N e B, respectivamente. A digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais nutrientes (P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn), conforme metodologias apresentadas por Embrapa (1999), para cada amostra correspondente às plantas de cada parcela.

4.6.4. Teor de extrato

O resto das folhas de *A. chica* foi posto para secar à temperatura ambiente, à sombra em galpão coberto, onde depois de cinco dias as amostras de cada parcela

foram acondicionadas em sacos de papel, etiquetadas, para posterior determinação do teor de extratos.

As folhas secas foram moídas em moinho industrial e armazenadas em sacos de polietileno isentos de luz e ar. O pó das folhas de *A. chica* foi encaminhado ao Laboratório de Estruturas de Superfície de Microrganismos do Instituto de Microbiologia Paulo de Góes da Universidade do Rio de Janeiro para análises fitoquímicas. Os 10 g das folhas secas e moídas (massa total das amostras de cada parcela) foram extraídas exaustivamente por maceração sob agitação manual em hexano (100 mL), à temperatura ambiente, na ausência de luminosidade, e, após uma semana, o extrato foi filtrado em papel de filtro.

Os extratos foram concentrados em um evaporador rotativo da marca BUCHI sob pressão reduzida à temperatura de 30°C, eliminando todo o hexano, sendo o resíduo do extrato hexânico designado EHAc, obtendo-se assim o teor de extrato para cada amostra.

O rendimento de extrato foi calculado pela fórmula:

$$\text{Teor de extrato} = (\text{Massa do extrato}/\text{Massa da amostra total}) \times 100$$

$$\text{Rendimento de extrato} = (\% \text{ extrato} \times \text{massa seca total das folhas})/100$$

4.7. Análise estatística

As médias foram submetidas à Análise de Variância pelo Teste F e, em caso de efeito significativo para tratamentos, realizou-se o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias. As análises foram feitas com auxílio do programa estatístico SAEG 9.1.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Dados climáticos observados durante a condução do experimento

Os dados climáticos observados durante o período de condução do experimento em campo encontram-se na Figura 5. Pode-se notar que a temperatura média mensal nesse período esteve próxima de 26° C com precipitação média de aproximadamente 252 mm e insolação de 124 horas.

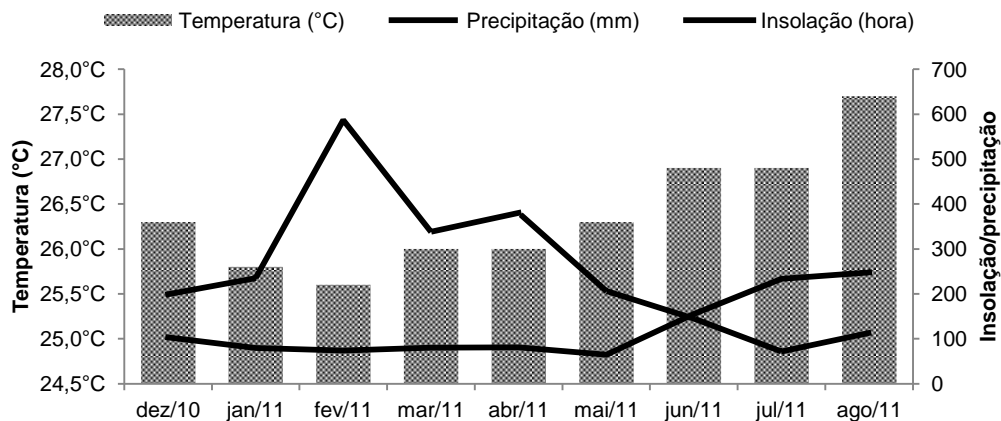


Figura 5: Dados de temperatura, precipitação e insolação médias mensais durante a condução de plantas de *A. chica* para a produção de biomassa aérea, teor e rendimento de extratos em função da adubação orgânica. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, 2010-2011.

5.2. Características químicas das fontes de adubo orgânico

Os resultados das análises dos materiais orgânicos (Tabela 2) mostraram que o esterco de aves (EA) foi o adubo com maiores concentrações de nutrientes, em relação às outras fontes, com exceção para nitrogênio (N) e ferro (Fe), que foram maiores no composto orgânico (CO) e cobre (Cu) e enxofre (S), que foram maiores no esterco de gado (EG).

O elemento N foi o que apresentou menor variação entre os adubos, com o CO contendo maior valor (31,75 g kg⁻¹), enquanto o EG teve o menor valor (26,05 g kg⁻¹). Os demais elementos constituintes dos adubos apresentaram grande variação em função da fonte de adubo. O teor de fósforo (P) presente no EA foi 19,10 g kg⁻¹, sendo encontrado em menor teor na CG (1,14 g kg⁻¹). Para o potássio (K) as concentrações variaram de 25,00 g kg⁻¹ no EA a 4,62 g kg⁻¹ na CG. O teor de cálcio (Ca) variou de 26,70 g kg⁻¹ no EA a 6,02 g kg⁻¹ na CG; o teor de magnésio variou de 6,24 g kg⁻¹ no EA a 1,65 g kg⁻¹ na CG e o enxofre de 6,59 g kg⁻¹ no EG a 2,28 g kg⁻¹ na CG.

Os teores de micronutrientes também apresentaram grande variação entre os adubos. O boro (B) variou de 44,20 mg kg⁻¹ no EA a 17,40 mg kg⁻¹ no EG. O cobre (Cu) obteve concentrações de 98,35 mg kg⁻¹ no EG a 24,27 mg kg⁻¹ na CG. O ferro (Fe) variou de 3944,76 mg kg⁻¹ no CO a 1024,54 mg kg⁻¹ no EA; o manganês (Mn) de 332,57 mg kg⁻¹ no EA a 63,22 mg kg⁻¹ na CG e o Zinco (Zn) de 532,87 mg kg⁻¹ no EA a 154,23 mg kg⁻¹ no CO.

Tabela 2. Características químicas das fontes orgânicas utilizadas no experimento: composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG). Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus – AM, 2010.

FONTES ORGÂNICAS	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
CO	31,75	4,91	7,06	13,80	3,24	2,53	18,92	37,43	3944,76	167,80	154,23
EA	30,91	19,10	25,00	26,70	6,24	5,94	44,20	67,26	1024,54	332,57	532,87
CG	27,49	1,14	4,62	6,02	1,65	2,28	22,03	24,27	3060,23	63,22	165,36
EG	26,05	6,57	6,71	8,63	5,04	6,59	17,40	98,35	3874,63	203,75	245,13

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da análise de variância dos componentes de produção de *A. chica*, provenientes da aplicação de diferentes

fontes orgânicas. Tanto o fator morfotipos de crajiru como o fator fontes de adubação orgânica foram significativos pelo Teste F para todas as variáveis de produção: massa seca de folhas, massa seca de caules, relação folha/caule, teor e rendimento de extratos, assim como a interação entre eles.

Tabela 3. Quadrados médios das variáveis: massa seca de folhas (MSF) e caules (MSC), relação folha caule (RF/C), teor (TE) e rendimento de extratos (RE) de folhas de três morfotipos de crajiru em função da adubação orgânica. Manaus - AM. 2010-11.

F. V	GL	MSF	MSC	RF/C	TE	RE
Adub.	4	1470,11**	4825,13**	0,09**	6,81**	23,78**
Morf.	2	70725,22**	152539,37**	0,61**	15,60**	175,95**
Adub. X Morf.	8	621,99**	4109,22**	0,06**	3,18**	11,84**
Tratamentos	14	10879,06**	25518,07**	0,15**	5,99**	38,71**
Blocos	2	550,48*	42,39 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,83 ^{ns}
Resíduo	28	147,04	160,33	0,01	0,35	1,35
CV (%)		11,56	9,73	8,54	12,46	23,27

** - significativo à nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) pelo Teste F.

* - significativo à nível de 5% de probabilidade ($0,01 < p < 0,05$) pelo Teste F.

ns – não significativo

5.3. Biomassa vegetal

As plantas cultivadas com EA e EG apresentaram maiores médias para a variável massa seca de folhas com diferenças significativas entre os demais tratamentos utilizados (Figura 5). Ainda para MSF, ao comparar-se a produção de folhas entre os morfotipos de crajiru, verificou-se maior quantidade de matéria seca nos morfotipos 2 e 3, não havendo diferença significativa entre os dois, embora as médias do MT3 tenham apresentado valores superiores.

Já em relação às fontes utilizadas constatou-se que para o MT1 as médias não diferiram significativamente entre si, embora o EA tenha apresentado maior

Esse fator pode ser explicado pela arquitetura diferenciada entre os referidos morfotipos, onde os MT2 e MT3 apresentam quantidades consideráveis de ramificações, enquanto o MT1 exibe características de uma planta com porte mais ereto e com um menor número de ramos, enquanto o porte dos outros dois é mais escandente, tendendo a uma forma semelhante a uma touceira, também contribuindo para isso o tamanho das folhas que no MT1 são mais finas e menores (Figura 1).

Contudo, ainda para a variável massa seca de caules, averiguou-se que não houve diferença significativa entre os adubos utilizados para o MT1, todavia, tanto para o MT2 como para o MT3 houve diferenças estatísticas em relação às fontes orgânicas, sendo a fonte CG para o MT2 superior em média às demais fontes orgânicas, com 174,91 g/planta, no entanto, não diferindo estatisticamente do EA (149,59 g/planta), EG (137,82 g/planta) e do CO (122,07 g/planta). Em relação ao MT3, o EA foi o que alcançou melhor resultado (309,76 g/planta), apresentando este, média mais elevada que todas as demais interações.

Entre os morfotipos estudados, o 1 e 2 não apresentaram diferenças estatísticas exceto para o adubo orgânico CG, onde estes diferenciaram-se ao do MT3, demonstrando a diferença nas respostas aos tipos de adubos orgânicos entre os morfotipos.

De acordo com o resultado da interação entre as fontes de adubação orgânica e os morfotipos de *A. chica* (Figura 8), a fonte que mais se adequou ao MT1 foi EG (1,19), no entanto, sem diferir estatisticamente das demais fontes. Já para o MT2 o tratamento CL mostrou uma média maior (1,22) que as das outras fontes de adubação orgânica, contudo, não houve diferença estatística entre as fontes exceto para a CG. Para o MT3 as fontes CG (0,92) e EG (0,90) não diferiram entre si pelo teste de Tukey e apresentaram médias superiores às demais.

Estes resultados demonstram que mesmo dentro da espécie, existe uma resposta diferencial quanto ao aproveitamento dos nutrientes fornecidos pelas diversas fontes orgânicas, o que possivelmente envolve parâmetros genéticos de absorção e utilização dos mesmos, para cada morfotipo.

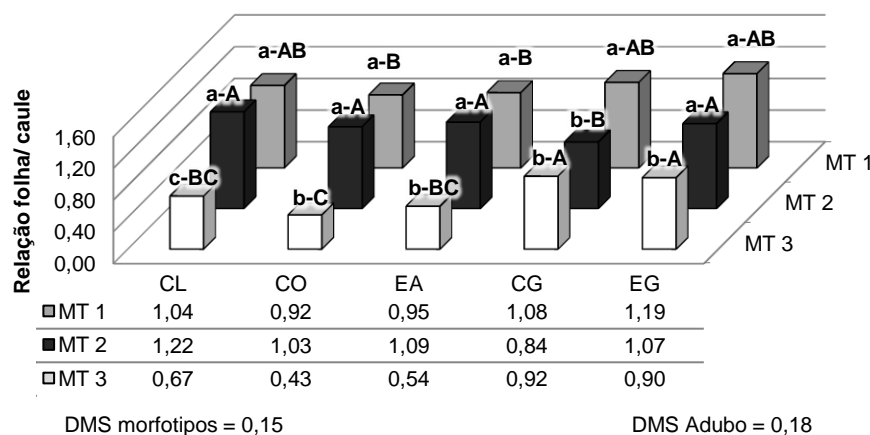


Figura 9: Relação folha/caule de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Muitos trabalhos têm mostrado a importância da composição química dos solos no desenvolvimento de plantas medicinais, testando diferentes tipos e níveis de adubação (MING, 1998; FERREIRA, 2004; MONTANARI et al., 2004; PEREIRA

et al., 2006; ROSAL et al., 2009). Rosal et al. (2011), por exemplo, estudando o efeito de diferentes fontes de adubos orgânicos na produção de biomassa de boldo pequeno (*Plectranthus neochilus*), observaram que as plantas adubadas com esterco avícola promoveram maior produção de biomassa e rendimento de óleo essencial.

Ainda com a finalidade de verificar a influência de fontes de adubo orgânico sobre o desenvolvimento de plantas medicinais Costa et al. (2008 a), constataram que para capim-limão (*Cymbopogon citratus*), o esterco avícola também proporcionou melhores resultados de produção de biomassa seca total. Melhor desenvolvimento de plantas adubadas com esterco avícola também foram encontrados por Costa et al. (2008 b), Maia et al. (2008), Corrêa et al. (2010).

Portanto, maiores resultados de biomassa podem ser explicados possivelmente pela maior disponibilidade de nutrientes presentes em cada fonte de adubo orgânico.

5.4. Teor e rendimento de extratos

Na figura 9, observa-se que na CG e no EG não houve diferença entre os morfotipos avaliados quanto ao teor de extrato. Mas no CO e CL o MT1 e MT2 não diferiram entre si e proporcionaram uma maior porcentagem de extrato. No EA o MT2 foi o morfotipo que ocasionou maior teor de extrato.

Estes resultados mostram que há certa diferença fisiológica entre os morfotipos no que se refere à formação de compostos extraídos por hexano, ou seja, possivelmente uma genética diferenciada entre os morfotipos de *A. chica* tenha contribuído para as diferenças observadas.

No entanto, este aspecto genético pode ser dependente da qualidade nutricional, uma vez que ao se utilizar fontes com menor concentração de nutrientes houve uma queda considerável no teor de extrato (Figura 9).

O EA assim como para grande parte das variáveis analisadas anteriormente, foi o que proporcionou maior teor de extrato. Este resultado pode estar relacionado ao fato da produção de compostos extraídos pelo hexano, serem possivelmente dependentes da qualidade nutricional da planta, uma vez que maiores concentrações de nutrientes foram encontrados no EA, o que proporcionaria maior disponibilidade de nutrientes à cultura, que aliado a um possível fator genético de absorção e aproveitamento dos nutrientes tenha promovido estes resultados.

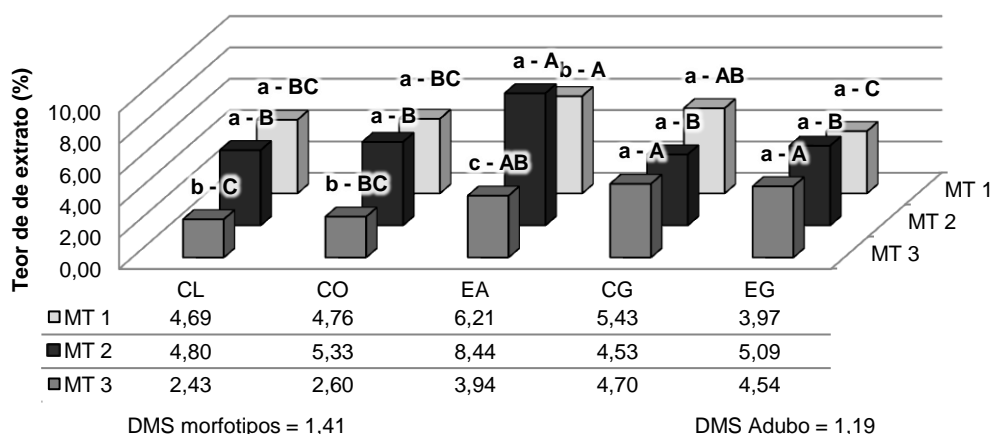


Figura 10: Teor de extrato (%) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Portanto, os resultados da interação entre fontes de adubação orgânica e morfotipos no rendimento de extratos de *A. chica* expostos na Figura 10 revelaram que para o MT1 não houve diferença significativa entre os adubos utilizados.

Já para o MT2, o EA foi o adubo que obteve médias estatísticas superiores aos demais (13,86 g/planta). Para o MT3 os adubos EA, CG e EG não diferiram estatisticamente entre si e proporcionaram maior rendimento de extrato.

Entre os morfotipos estudados, foi possível verificar que o MT2, atingiu melhores médias em relação aos morfotipos 1 e 3, principalmente quando este foi conduzido sob o tratamento EA, o qual se revelou como a melhor fonte de adubação orgânica para a obtenção de extratos de cajuru.

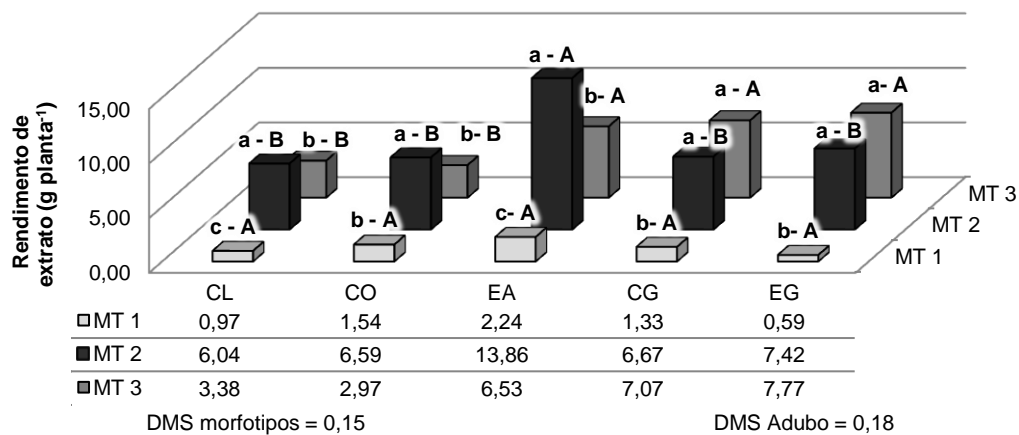


Figura 11: Rendimento de extrato (g/planta) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Até o momento, não consta na literatura trabalhos referentes à influência da adubação no teor e rendimento de extratos. No entanto, considerando que a nutrição é um dos fatores que pode interferir na composição química e na quantidade de princípios ativos das plantas, é possível encontrar diversos estudos que relacionam o rendimento de óleo essencial à adubação.

Maiores teores de óleo essencial foram encontrados em arnica (*Lychnophora pinaster*) submetida à adubação orgânica com e sem calagem e à adubação mista sem calagem, em relação à adubação mineral (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2005).

Costa et al. (2008) estudando o efeito da adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em elixir paregórico (*Ocimum selloi*) verificaram que houve influência positiva do esterco avícola no acúmulo de massa seca, rendimento e composição química de óleo essencial.

Os fatores que afetaram a produção de biomassa seca da parte aérea, afetaram também o teor e rendimento de extrato de *A. chica*, como observado por diversos autores que encontraram maiores rendimentos de óleos essenciais com o aumento dos níveis de nutrientes proporcionados pela adubação orgânica (CHAGAS et al., 2011; SALES et al., 2009; SOUZA et al., 2007; FERREIRA et al., 2004).

5.5. Teores de macronutrientes

Na Tabela 4, estão apresentados os resultados da análise de variância dos teores de macronutrientes presentes nas folhas de *A. chica*, provenientes da aplicação de diferentes fontes orgânicas.

Houve interação significativa entre o fator morfotipos de crajiru e fontes de adubação orgânica verificado pelo Teste F, para os teores foliares de P, K e Mg. No entanto, para N e S, houve significância para os fatores morfotipos e adubos, porém, a interação não foi significativa. Já para Ca só houve significância para o fator morfotipos.

Tabela 4. Quadrados médios dos teores de macronutrientes em folhas de três morfotipos de crajiru em função da adubação orgânica. Manaus – AM. 2010-11.

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Adub.	4	9,11*	0,98**	30,30**	7,96 ^{ns}	1,41**	0,07**
Morf.	2	54,75**	0,72**	28,07**	273,33**	13,62**	0,10**
Adub. X Morf.	8	6,64 ^{ns}	0,21**	10,75**	10,06 ^{ns}	1,11**	0,01 ^{ns}
Tratamentos	14	14,22**	0,50**	18,81**	47,07**	2,97**	0,04**
Blocos	2	10,09 ^{ns}	0,03 ^{ns}	3,79 ^{ns}	12,48 ^{ns}	1,03*	0,03*
Resíduo	28	3,05	0,03	2,23	4,41	0,21	0,01
CV (%)		5,41	7,53	11,87	14,54	8,15	7,15

** - significativo à nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) pelo Teste F.

* - significativo à nível de 5% de probabilidade ($0,01 < p < 0,05$) pelo Teste F.

ns – não significativo

5.5.1. Nitrogênio

De acordo com a análise de variância (Tabela 4) o teor de nitrogênio apresentou-se significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, para as variáveis adubos e morfotipos, respectivamente, porém, para o teste de Tukey, os resultados não apresentaram significância.

No entanto, é possível observar um aumento no teor de nitrogênio quando utilizadas as fontes de adubo orgânico (Figura 11, a e b), em comparação com o tratamento CL, sendo que os teores mais elevados de nitrogênio na folha foram encontrados nos tratamentos com CO ($33,16 \text{ g kg}^{-1}$) e EA ($33,10 \text{ g kg}^{-1}$), isso provavelmente deve-se a maior concentração deste nutriente nestas fontes, conforme análise dos adubos utilizados (Tabela 2).

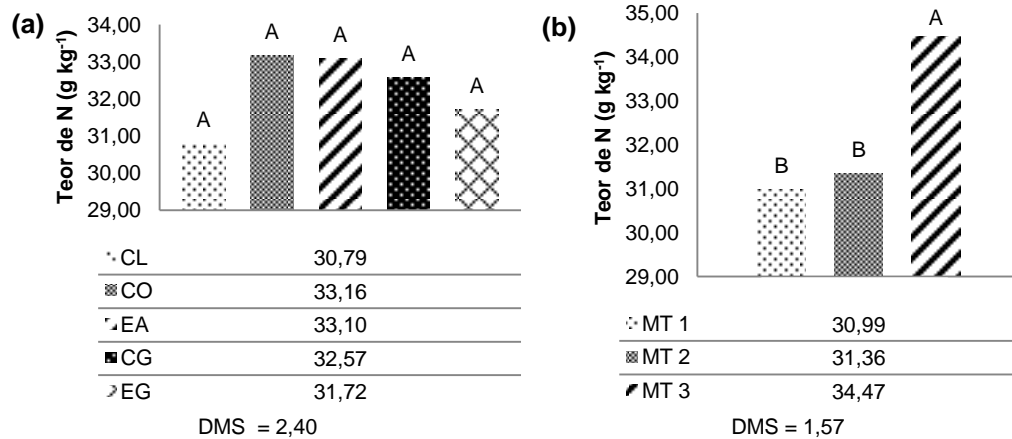


Figura 12: Teores médios de nitrogênio em folhas de três morfotipos de *A. chica* (a): morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico (b): controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Dentre as plantas avaliadas, o MT3 foi o que apresentou teores mais elevados de nitrogênio foliar ($34,47 \text{ g kg}^{-1}$), isto pode estar relacionado com a sua coloração mais escura que os outros morfotipos, já que é um constituinte fundamental da molécula de clorofila (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Pesquisas relacionadas ao fornecimento de nitrogênio com lodo de esgoto em grama esmeralda (*Zoizia japonica*), desenvolvido por Backes et al. (2010), mostraram que à medida que se aumenta a concentração de N fornecida pela fonte orgânica, há um maior índice da coloração verde escura na folha.

De acordo com Fageria (1998), a eficiência nutricional depende de vários fatores, tais como os climáticos, os edáficos, aqueles intrínsecos às espécies e suas interações com o ambiente, aqueles relacionados com a matéria orgânica do solo e, ou, com a composição química do adubo utilizado, dentre outros que afetam a absorção e utilização de nutrientes pelas plantas.

Portanto, as características genéticas do MT3 de *A. chica*, pode ser o fator que influenciou nos resultados obtidos, uma vez que não houve variações

expressivas climatológicas, edáficas e ambientais, pois todas as plantas desenvolveram-se sob mesmas condições ambientais.

Estudos realizados por Sales et al. (2009) e Pandolfo et al. (2003) no intuito de verificar o teor foliar de nutrientes em hortelã-do-campo (*Hyptis marruboides*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em resposta à adubação orgânica revelaram que à medida que aumentou a concentração de nitrogênio na fonte de adubo orgânico, observou-se um maior teor deste nutriente nas folhas.

5.5.2. Fósforo, potássio e magnésio

Os resultados para teores de P, K e Mg foram significativos pelo Teste F ao nível de 1% de probabilidade para fontes de adubação orgânica, morfotipos de *A. chica*, assim como a interação entre os fatores.

Destaca-se que na comparação entre as fontes de adubação orgânica, o EA proporcionou às plantas maiores teores para P e K. Em se tratando dos morfotipos de *A. chica*, o MT3 foi o que apresentou maior média, com $3,53 \text{ g kg}^{-1}$, de forma a se sobressair dos demais.

Os valores médios da interação apontam o EA como o adubo com maior ou entre os maiores teores de P e K (Figura 12 a e 12 b), o que pode estar relacionado à concentração elevada destes nutrientes na fonte citada, em relação aos outros adubos orgânicos, também ao fato das partículas deste adubo serem relativamente pequenas e sujeitas à degradação pelos microrganismos mais rápida em comparação com as outras fontes.

Além disso, o fósforo é um componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas, ligados ao seu crescimento, assim como o

potássio, que desempenha um importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais, além de ativar muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2009)

Em relação ao Mg, em média, um maior teor foi encontrado no tratamento CL, seguido pela fonte CG e pelo EA (Figura 12 c). Estes resultados podem estar relacionados ao efeito de diluição exposto por Epstein e Bloom (2006), de modo que quando há o fornecimento de todos os nutrientes em quantidades adequadas ocorre um maior desenvolvimento vegetal, causando assim, diminuição da concentração; se outro elemento qualquer limitar o crescimento, então ocorrerá o inverso, ou seja, o aumento na concentração dos demais e conseqüentemente maior teor.

Isto justificaria os resultados obtidos, uma vez que a quantidade de Mg fornecido pelo solo é único para todas as plantas, e que este nutriente na matéria orgânica dos quatro adubos estão em níveis próximos, além de sua liberação ser gradual, ou seja, dependente da mineralização da matéria orgânica. Desta forma, os níveis de Mg para todos os tratamentos são os mesmos ou em diferenças insignificantes.

Em se tratando dos morfotipos, o teor de Mg foi mais elevado no MT1 seguido pelo MT2 e MT3. Com base nesses resultados, pode-se supor que de acordo com o aumento da massa vegetal há uma diluição do Mg na planta, e seus teores foliares tendem a ser menores.

Esta diferença pode estar ocorrendo devido à fenologia e genética nos morfotipos, já que o MT1 possui menos ramificações, folhas pequenas e limbo pouco espesso, e o MT3 maiores folhas e ramos, com limbo foliar mais espesso, e o MT2 encontra-se em meio termo entre os dois morfotipos citados.

O resultado da interação entre fontes de adubação orgânica e morfotipos de *A. chica* mostrou que um maior teor de Mg foi apresentado pelo CL, para o MT1, porém não houve diferença estatística dos tratamentos CG e EA.

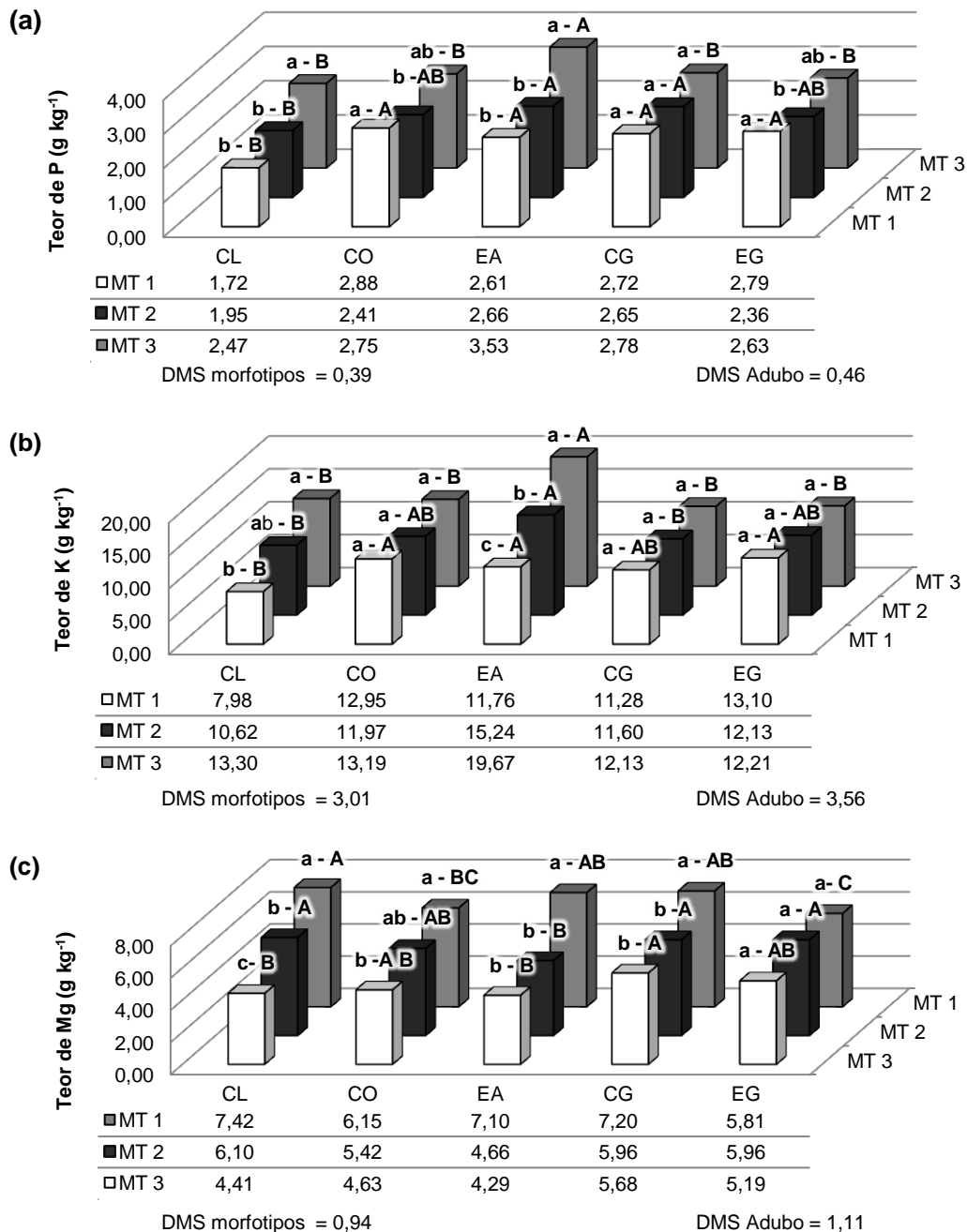


Figura 13: Teores médios de fósforo (a), potássio (b) e magnésio (c) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

5.5.3. Cálcio e enxofre

A análise de variância para o Ca mostrou significância somente para os morfotipos de *A. chica*, onde o MT1 foi o que obteve maior média (18,30 g kg⁻¹) e o MT3 a menor (9,86 g kg⁻¹) pelo teste de Tukey (Figura 13 a). As médias encontradas de Ca para os adubos foram de 19,25 g kg⁻¹ (CL), 17,18 g kg⁻¹ (CO), 19,05g kg⁻¹ (EA), 18,61 g kg⁻¹ (CG) e 17,39 g kg⁻¹ (EG), embora não tenham sido significativas. Este resultado entra em conformidade com o encontrado para o Mg, deste modo, pode estar sofrendo a mesma influência descrita para este nutriente.

Outro processo que pode estar ocorrendo é a inibição competitiva pelo mesmo sitio de absorção entre o Ca, Mg e K, na membrana celular, já que o MT1 alcançou maiores valores nos teores de Ca e Mg e o MT3 maior concentração foliar de K. De acordo com Rosolem (2005), o potássio é um forte competidor com os outros cátions por causa da sua eficiência de absorção. Na ausência do íon K⁺ na solução, a absorção dos outros cátions é aumentada, uma vez que ocorre a diminuição da competição pela falta do potássio.

Para os teores foliares de S (Figura 13 b), houve significância para os fatores adubos e morfotipos, porém não foram significativos para a interação. O MT3 foi o que alcançou maior média (1,43 g kg⁻¹) diferindo estatisticamente dos outros morfotipos. Também para as fontes de adubação orgânica, onde o EA (Figura 13 c) promoveu um maior teor de S (1,44 g kg⁻¹), seguido pelo CO (1,40 g kg⁻¹) e pela CG (1,37 g kg⁻¹), no entanto não diferiram entre si pelo teste de Tukey. Estes resultados encontram relação estreita com o obtido pelo nitrogênio, uma vez que o S passa pelos dois principais tipos de transformações que o N, a mineralização e a imobilização (MALAVOLTA, 2006), também encontra relação no metabolismo

vegetal, já que participa de processos relacionados à fotossíntese e à respiração, no transporte de elétrons por meio dos grupamentos ferro-enxofre, composição de várias enzimas e coenzimas como urease e coenzima A, entre outros (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Em caso de deficiência de S e N, a produção de metabólitos secundários contendo estes nutrientes é inibida (GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

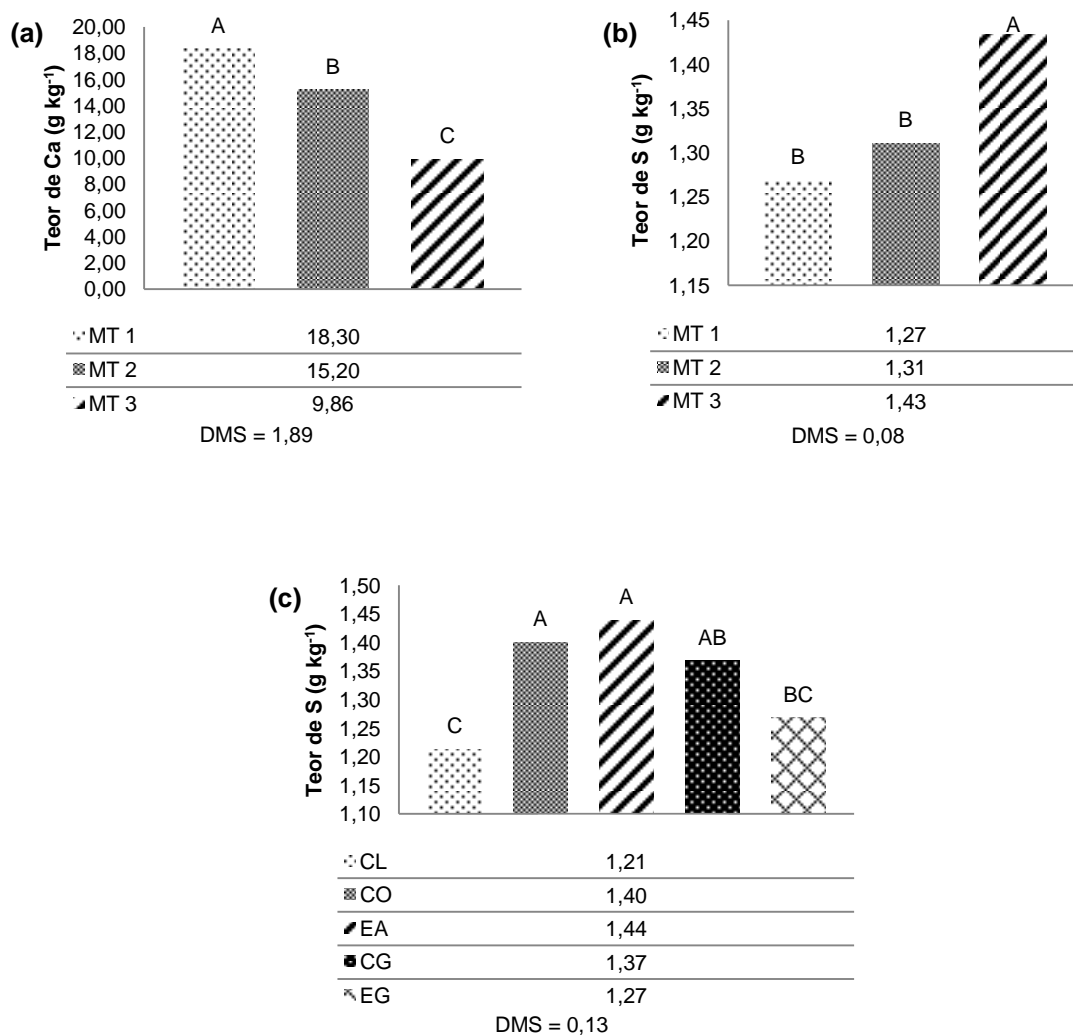


Figura 14: Teores médios de cálcio (a), enxofre (b e c) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

5.6. Teores de micronutrientes

Os dados expostos na Tabela 5 mostram os resultados da análise de variância dos teores de micronutrientes presentes nas folhas de *A. chica*, provenientes da aplicação de diferentes fontes orgânicas. Os fatores morfotipos de cajuru e fontes de adubação orgânica, assim como a interação foram significativos pelo Teste F para os micronutrientes Cu e Mn. No entanto, para Fe e Zn, houve significância apenas para o fator morfotipos e para o B somente para o fator fonte de adubação orgânica.

Tabela 5. Quadrados médios dos teores de micronutrientes em folhas de três morfotipos de cajuru em função da adubação orgânica. Manaus – AM. 2010-11.

FV	GL	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Adub.	4	66,19**	16,84**	5702,67 ^{ns}	353,98**	8,91 ^{ns}
Morf.	2	12,52 ^{ns}	146,31**	44895,51**	552,81**	29,62**
Adub. X Morf.	8	21,55 ^{ns}	11,49**	3813,90 ^{ns}	100,25**	6,99 ^{ns}
Tratamentos	14	33,02*	32,28*	10222,35**	237,41**	10,77*
Blocos	2	10,08 ^{ns}	6,81 ^{ns}	2158,63 ^{ns}	22,68 ^{ns}	1,16 ^{ns}
Resíduo	28	13,83	2,48	2152,37	17,53	5,22
CV (%)		14,77	14,28	25,59	36,89	10,72

** - significativo à nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) pelo Teste F.

* - significativo à nível de 5% de probabilidade ($0,01 < p < 0,05$) pelo Teste F.

ns – não significativo

5.6.1. Boro, cobre e manganês

O B apresentou diferença significativa somente para as fontes de adubação orgânica, onde o tratamento CL (Figura 14) foi quem apresentou maior média (27,65 g kg⁻¹), contudo não apresentou diferença estatística do EA (27,21 g kg⁻¹) e da CG (26,60 g kg⁻¹).

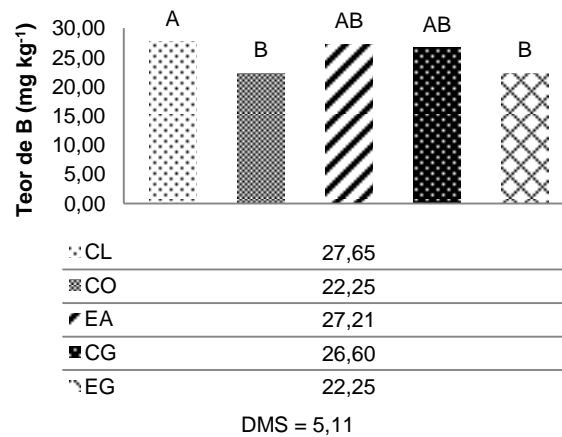


Figura 15: Teor médio de boro (B) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao teor de Cu, este apresentou-se significativo para os morfotipos, as fontes de adubação orgânica e a interação, sendo o MT3, o morfotipo que obteve maior o teor nos tratamentos CL, CO e EA. Pois no CG o teor de Cu não diferiu do MT2 e para EG o teor no MT3 foi estatisticamente igual ao do MT1.

Para a interação entre adubos orgânicos e morfotipos (Figura 15 a), o EA no MT3 obteve maior teor médio de Cu ($17,81 \text{ g kg}^{-1}$), mas não diferiu estatisticamente do tratamento CL ($17,60 \text{ g kg}^{-1}$). Para o MT2 o tratamento CL apresentou maior teor de Cu ($11,56 \text{ g kg}^{-1}$), no entanto não diferiu estatisticamente da CG, EA e EG, respectivamente. E para o MT1 as fontes de adubos utilizadas não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Em se tratando do Mn o tratamento CL foi em média o que apresentou maior teor (Figura 15 b), para o MT1 e MT2. O MT1 apresentou maior concentração que os demais morfotipos nos tratamentos CL, EA e CG.

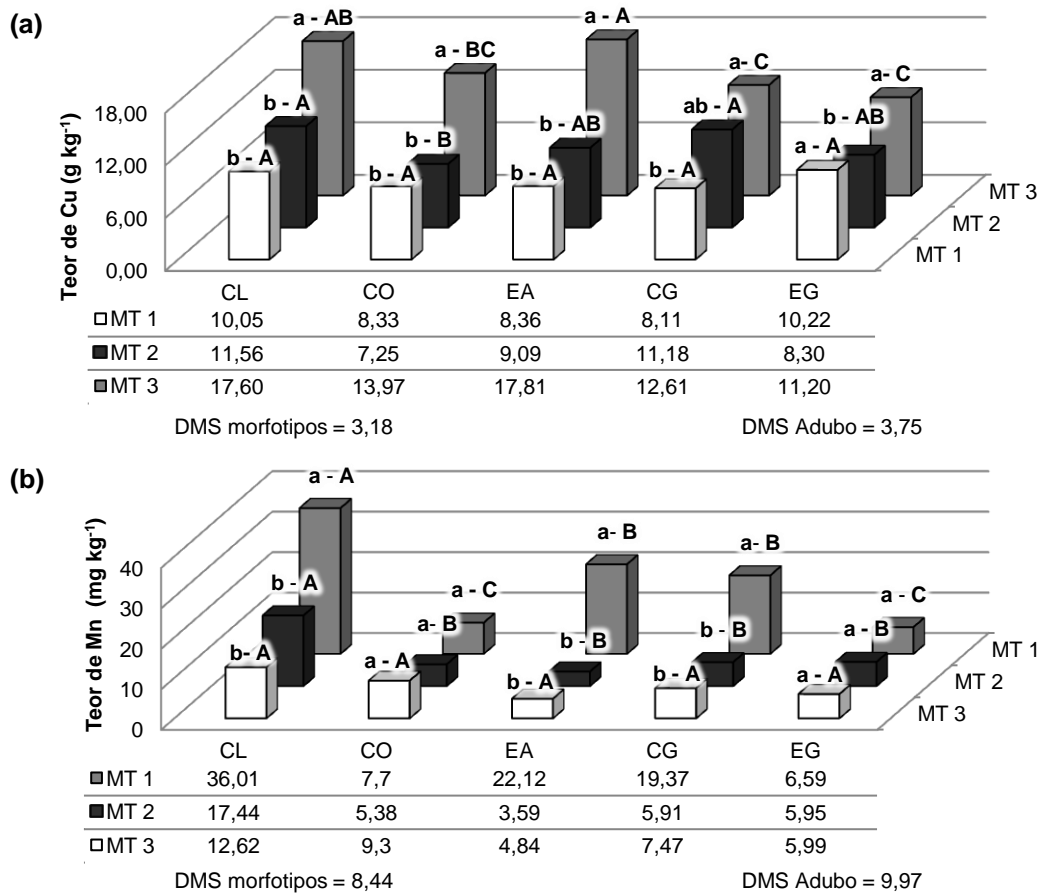


Figura 16: Teores médios de cobre (Cu) (a) e manganês (Mn) (b) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúscula) comparam entre si os morfotipos enquanto as letras na linha (maiúsculas) comparam entre si os adubos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p<0,05$).

5.6.2. Ferro e zinco

O resultado do teor de Fe e Zn (Figura 16 a e 16 b) foi significativo somente para morfotipos pelo teste F. Ambos os nutrientes tiveram o MT1 com o maior teor médio, mas para o Fe seguiu-se pelo MT2 e MT3, e para o Zn os MT2 e MT3 tiveram médias idênticas estatisticamente.

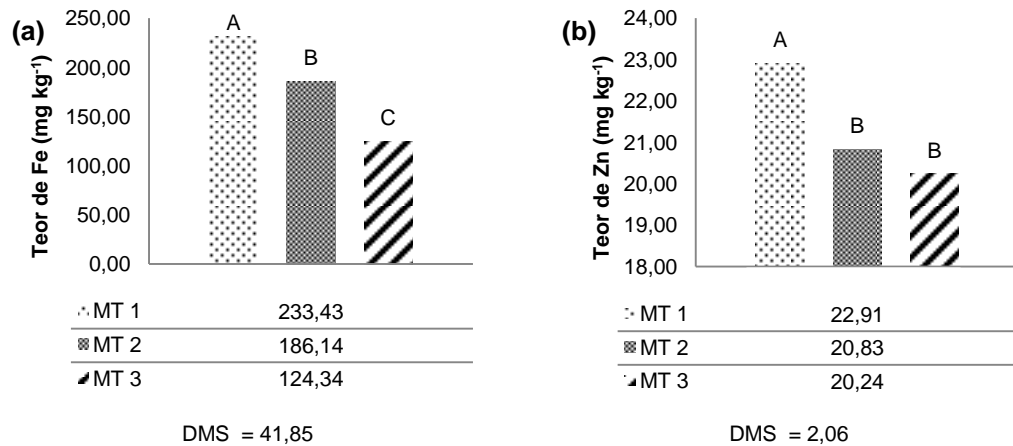


Figura 17: Teores médios de ferro (Fe) (a) e zinco (Zn) (b) em folhas de três morfotipos de *A. chica*: morfotipo 1 (MT1); morfotipo 2 (MT2) e morfotipo 3 (MT3), cultivadas sob condições de campo, em função das fontes de adubo orgânico: controle (CL); composto orgânico (CO); esterco de aves (EA); casca de guaraná (CG) e esterco de gado (EG) em Manaus, AM. 2010-11. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados encontrados para o teor de micronutrientes apontam uma tendência de aumento no tratamento CL, à medida que diminui a dos macronutrientes, o que pode estar relacionado ao fato de que um macronutriente esteja limitando o desenvolvimento da planta, assim o tecido vegetal torna-se restrito, promovendo um aumento na concentração de micronutrientes, o que incorre em teores mais elevados pelas análises foliares. Também esta limitação no desenvolvimento poderá incidir em menor rendimento de extrato, devido a menor biomassa vegetal, além de o nutriente limitante poder compor as moléculas extraídas pelo solvente ou participar do seu processo de produção.

6. CONCLUSÕES

- As fontes de adubo orgânico promoveram maior produção de biomassa aérea e rendimento de extrato de *A. chica*, para os morfotipos 2 e 3 em relação ao tratamento controle;
- O esterco de aves foi o adubo que proporcionou maior produção de biomassa aérea, maiores concentrações de macro e micronutrientes e maior rendimento de extrato para os morfotipos 2 e 3;
- A adubação orgânica não influenciou a produção de biomassa aérea e o rendimento de extrato do MT1;
- As plantas dos morfotipos 2 e 3 foram as que obtiveram maior produção de biomassa aérea;
- Foram encontrados maiores teores de N, P, K, S e Cu em folhas do MT3 de crajiru;
- Maiores teores de Ca, Mn, Fe e Zn foram observados em folhas do MT1;
- As plantas do MT2 foram as que obtiveram maior relação folha/caule, teor e rendimento de extrato.

7. REFERÊNCIAS

- ABICHEQUER, A.D.; BOHNEN, H.; ANGHINON, I. Absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo submetidas à toxidez de alumínio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 27: 373-378, 2003.
- ALBUQUERQUE, J.M. de. **Plantas Medicinais de uso popular**. Brasília: ABEAS/MEC, 1989. 96p.
- ALECIO, M.R.; FAZOLIN, M., COELHO NETTO, R.A. CATANI, V.; ESTRELA, J.L. V.; ALVES, S.B.; CORREA, R.S.; ANDRADE NETO, R.C.; GONZAGA, A.D. Ação inseticida do extrato de *Derris amazonica* Killip para *Cerotoma arcuatus* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae). **Revista Acta Amazonica**. vol. 40(4): 719 – 728. 2010.
- ALVES, M.S.M.; MENDES P.C.; VIEIRA, J.G.P.; OZELA, E.F.; BARBOSA, W.L.R.; SILVA JÚNIOR, J.O.C. Análise farmacognóstica das folhas de *Arrabidaea chica* (Humb. e Bonpl.) B. Verlt., Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. vol. 20, n 2, Curitiba, p. 215, 221, 2010.
- ALVES, P.M., QUEIROZ, L.M.G., PEREIRA, J.V., PEREIRA, M.D.S.V. Atividade antimicrobiana, antiaderente e antifúngica in vitro de plantas medicinais brasileiras sobre microrganismos do biofilme dental e cepas do gênero *Candida*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. Vol. 42 (2), p. 222-224; 2009.
- AMARAL, J.F.T.; MARTINEZ, H.E.P.; ELPIDIO, B.G.L.; FERNANDES FILHO, I. CRUZ, C.D. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de cafeeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.41, n. 4, p. 621-629, abril, 2011.
- ARNOUS, A.H.; Santos A.S.; Beininger, R.P.C. Plantas medicinais de uso caseiro - conhecimento popular e interesse por cultivo comunitário. **Revista Espaço para a Saúde**, Londrina, vol.6, n.2, jun. 2005, p.1-6.
- BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R.L.; LIMA, C.P.; GODOY, L.J.V.; BÜLL, L.T.; SANTOS, A. J. M. Estado nutricional em nitrogênio da grama esmeralda avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto. **Bragantia**, Campinas, vol. 69, n.3, p. 661-668, 2010.
- BARBOSA, W.L.R.; PINTO, L.N.; QUIGNARD, E.; VIEIRA, J.M.S.; SILVA, J.O.C.J. *Arrabidaea chica* (HBK) Verlot: phytochemical approach, antifungal and trypanocidal activitie. **Revista Brasileira de Farmacognosia and Brazilian Journal of Pharmacognosy**. vol.18(4): 544-548, Out./Dez. 2008.
- BEHRENS, M.D. Creme de crajiru (*Arrabidaea chica*). Relatório. Rio de Janeiro: **FIOCRUZ**, 14p, 2002.
- BERNAL, H.Y.; CORREA, J.E. **Espécies vegetais promissoras de los países del convenio Andrés Bello**. Bogotá: Secretaria Ejecutiva del convenio André Bello, v.2, 1989. p.169¹72.

BORRÁS, M.R.L. **Plantas da Amazônia: medicinais ou mágicas?** : Plantas comercializadas no mercado municipal Adolpho Lisboa. Manaus: Valer/Governo do Estado do Amazonas, 2003, 321p.

CALIXTO, J.B., Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). **Brazilian Journal and Biological Research**, vol.33, p. 179-189, 2000.

CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A.; AMARAL, N.M.B. Reações da matéria orgânica, In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**, Porto Alegre: Gênese, 1999, 508p.

CASTRO, H.G.; FERREIRA, F.A. **Contribuição das plantas medicinais: carqueja** (*Baccharis genistelloides*), Viçosa, 2000. 102 p.

CHAGAS, J.H.; Pinto, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; SANTOS, F.M.; BOTREL, P.P.; PINTO, L.B.B. Produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura. **Horticultura Brasileira**. Brasília. vol. 29, n3, p. 412-417, 2011.

CHAPMAN, E.; PERKIN, A.G.; ROBINSON, R., The colouring matters of carajura. **Journal of the chemical society** 3015-3041. 1927.

CHAVES, F.C.M.; BERNI, R.F.; PENA, E.A.; BONFIM NETO, J.V.; COSTA, I.O.V.L. Produção de mudas de bortalha em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira** vol. 22, n. 2, supl. 1, 2004.

CHAVES, F.C.M.; BIZZO, H.R.; ANGELO, P.C.S.; XAVIER, J.J.B.N.; SÁ SOBRINHO, A.F. Rendimento e composição química do óleo essencial de folhas de dois morfotipos de sacaca (*Croton cajucara* Benth.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, vol.8, n.4, p.117-119, 2006.

CORRÊA, R.M.; PINTO, J.E.B.P.; REIS, E.S.; COSTA, L.C.B.; ALVES, P.B.; NICULAN, E.S.; BRANT, R.S. Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, vol.12, n.1, p.80-89, 2010.

CORRÊA, M.P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Imprensa Nac. Ministério da Agricultura. IBDF, Brasília, vol.6. 1984.

COSTA, L.C.B.; PINTO, J.E.B.P.; CASTRO, E.M.; BERTOLUCCI, S.K.V.; CORRÊA, R.M.; REIS, E.S.; ALVES, P.B.; NICULAU, E.S. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Revista Ciência Rural**, vol. 38: 2173-2180, 2008.

COSTA, L.C.B.; ROSAL, L.F.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V. Efeito da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.]. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, vol.10, n.1, p.16-20, 2008.

COSTA, P.R.C. BORRAS, M.R.L., MELO, C.S. de, CYRINO, B.R.B., COSTA, C.M. da, PINTO, A.S. Caracterización Farmacognostica del crajiru – *Arrabidaea chica*. Bignoniaceae. In: X Congreso Italo Latino Americano de Etnomedicina, 10, Caracas, 2001. Memorias del X Congreso Italo Latino Americano de Etnomedicina. **Anais...**Caracas: Sociedade Italo Latino Americano de Etnomedicina – SILAE, 2001. vol. 10. p. 217 – 220.

COSTA, P.R.C.da.(Coord). **Plantas medicinais nativas e aclimatadas da região Amazônica**, Manaus: Imprensa Oficial, 1990, 134p.

CRAKER, L.E.; SEIBERT, M.; CLIFFORD, J.T. Growth and development of radish (*Raphanus sativus* L.) under selected light environments. **Annals of Botany**, London, vol.51, n.1, p.59-64, 1983.

DICKISON, W.C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Academic Press. 2000. 533p.

ELLEPOLA, A.N.B.; SAMARANAYAKE, L.P. Investigative methods for studying the adhesion and cell surface hydrophobicity of *Candida* species: an overview. **Microbial Ecology in Health and Disease**. vol.13: p. 46-54. 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, 370p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina, 2004. 401 p.

ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages, 2008, 230 p.

ESTEVEZ, A. Resultados de la actividad antitumoral y tóxica del principio activo de *Petiveria alliacea*. **Revista Cubana de Farmacia**, vol.10, n.1, p23-26, 1976.

FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, vol.2, p.6-16, 1998.

FERREIRA, M. A., CARVALHO, T. C., TURATTI, I. C. C., FURTADO, N. A. J. C., MARTINS, C. H. G., LOPES, N. P., CUNHA, W. R., CROTTI, A. E. M. Antimicrobial activity of *Aegiphila sellowiana* Cham., Lamiaceae, against oral pathogens. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**. vol 20 (2), p. 246-249; 2010.

FERREIRA, M.R.; GONÇALVES, E.P. Estaquia e Crescimento Inicial de Crajiru [*Arrabidaea chica* (Humb. e Bonpl.) B. Verl.]. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, vol. 5, supl. 1, p. 363-365, jul. 2007.

FERREIRA, M.M.; MOTA, M.B.; PINTO, J.E.B.P.; CASTRO, E.M. Crescimento e alocação de biomassa de plantas de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) em função da adubação orgânica e época de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, vol.6, p.72-6, 2004.

FIGUEIREDO, A.D.L., BUSTAMANTE, K.G. L., SOARES, M.L., PIMENTA, F.C., BARA, M.T.F., FIUZA, T.S., TRESVENZOL, L.M.F., DE PAULA, J.R. Avaliação da atividade antimicrobiana das partes aéreas (folhas e caules) e raízes de *Richardia brasiliensis* Gomez (Rubiaceae). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**. vol 30 (2) , p. 193-96; 2009.

FIGUEIREDO, E.L., MACHADO F.P. Os papéis da digoxina em pacientes com insuficiência cardíaca: Uma revisão geral. **Insuficiência cardíaca**. vol. 5, Nº 2, 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG, 2007, 421p.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 4ª ed. rev. Passo Fundo. Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008, 536p.

GENTRY, H.A.A synopsis of Bignoniaceae ethnobotany and economic botany. **Annals of Missouri Botanical Garden**, vol.79 p.53-64, 1992.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, vol. 30, No. 2, 374-381, Ribeirão Preto, 2007.

GOMES, P. **Adubos e adubações**. São Paulo: Editora Nobel, 1984, 187 p.

GOTTLIEB, O. New and underutilized plants in Americas: solution to problems of inventory throught sistematics. **Interciencia**, vol.6, n.1, p.22-29, 1981.

HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A., Anthocyanins and other flavonoids. **Natural Product Report**. 15: 631-652. 1998.

HÖFLING, J.F., ROSA, E.A.R., PEREIRA, C.V., BORIOLLO, F.G. ; RODRIGUES, J.A.O., Diferenciação e análise numérica de leveduras orais com base em SDS-Page perfis e influência dos meios de cultura sobre os extratos de célula inteira proteína. **Brazilian Journal of Biology** , vol. 61, nº. 3, p. 507-516. 2001.

HÖFLING, J.F.; ANIBAL, P.C; OBANDO-PEREDA, G.A.; PEIXOTO, I.A.T.; FURLETTI, V.F.; FOGLIO, M.A; GONÇALVES, R.B. Antimicrobial potential of some plant extracts against *Candida* species. **Brazilian Journal of Biology**. vol.70 nº.4 São Carlos Nov. 2010.

HUYGHEBAERT, G. Replacement of antibiotics in poultry. In: Eastern Nutrition Conference, 2003, Quebec City. **Anais**. Quebec City: UON, 2003. p. 1-23.

INACIO, C.T.; MILLER, P.R.M.; **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009, 156p.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Editora Nacional, 1993, 776p.

KALIL FILHO, A.N.; KALIL, G.P.C.; LUZ, A.I.R. Conservação de germoplasma de plantas aromáticas e medicinais da amazônia brasileira para uso humano. **Comunicado técnico** - EMBRAPA, n. 50, p.1-4, 2000.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: Maturação e qualidade do composto**. 3.ed. Piracicaba: Edmar José Kiehl, 2002. 171p.

KOEHN, F.E.; CARTER, G.T. The evolving role of natural products in drug discovery. **Natural Revision Drug Discovery**, vol. 4, n. 3, p. 206-220, 2005.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Boletim técnico 4 - **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos**. ANDA, ed. 3, revisada e atualizada, São Paulo, p. 22, 2000.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002, 512p.

MAIA, J.G.S.; ZOHBI, M.G.B. ;ANDRADE, E.H.A.; SANTOS, A.S.; SILVA, M.H.L.; LUZ, A.I.R.; BASTOS, C.N. Constituents of the essential oil of *Piper aduncum* L. growing wild in the Amazon region. **Flavour and fragrance journal** vol. 13, 269-272.1998.

MAIA, S.S.S; PINTO, J.E.B.P; SILVA, F.N.; OLIVEIRA, C. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo do bamburral (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.) (Lamiaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 3, p.327-331.2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.R.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo, Nobel, 2002, 200p.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1989, 255p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Princípios e aplicações. Piracicaba: Patafós, 1981, 201p.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG , editora: UFV, 3 ed. 2009. 486 p.

MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M. CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas medicinais**. Viçosa- MG. UFV, 2000, 220p.

MELO, E.J.T.; VILELA, K.J.; CARVALHO, C.S. Effects of aqueous leaf extracts of *Azadirachta indica* A. Juss. (neem) and *Melia azedarach* L. (Santa Barbara or cinnamon) on the intracellular development of *Toxoplasma gondii*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. vol.13 n^o.2 Botucatu, 2011.

MENDES, A.G.R.; SERAFIM, F.G.; SANTOS, S.M.P. B.; CUNHA, I.G.B.; CARDOSO, M.M.C; ESPARA, A.; COSTA, P.R.C.; ROLAND, I.A.; BORRÁS, M.R.L. Avaliação da Atividade Cicatrizante da *Arrabidaea chica* VERL. em portadores de queimaduras e escoriações, atendidos em Centro de Saúde de Manaus-AM. **Resumos: XXXIV Congresso Brasileiro de Farmacologia e Terapêutica Experimental**, Águas de Lindóia-SP, 2002.

MENDONÇA, E.S.; MATOS, E.S. **Matéria orgânica do solo; métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.

MEURER, E.J. Fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas. In: **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (eds. NOVAIS, RF., ALVAREZ, V., BARROS, N.F., FONTES, RLF., CANTARUTTI, R.B. e NEVES, J.C.L.), 2007, 1017p.

MICHALAK, E. **Apontamentos fitoterápicos da Irmã Eva Michalak**. Florianópolis, 1997, 94p.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. e DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVAREZ V., V.H. **Tópicos em ciência do solo**., eds. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. vol.3. p.209-248.

MING, L.C. Adubação orgânica no cultivo de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br.- Verbenaceae. In: Ming, L. C. (Coord.). **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: UNESP, 1998. vol.1, p.165-92.

MOBOT. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <http://www.tropicos.org/Name/100193215>; acesso em: 02/03/2012.

MONTANARI, R.M. et al. Plasticidade fenotípica da morfologia externa de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britt. e Wilson (Verbenaceae) em resposta a níveis de luminosidade e adubação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.6, p.96-101, 2004.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. **Soil Biology and Biochemistry** 34:1527-1536, 2002.

OLIVEIRA D.P.C. et al. **Estudo da atividade da *Arrabidaea chica* Verl. sobre parâmetros hematológicos em ratos wistar**. In: XIV Congresso Brasileiro de Farmacologia e Terapêutica Experimental, Caxambu, MG, 1998.

OLIVEIRA, D.P.C.; BORRÁS, M.R.L.; FERREIRA, L.C.L.F.; LOZANO, J.L.L. Atividade anti-inflamatória do extrato aquoso de *Arrabidaea chica* (Humb. e Bonpl.) B. Verl. sobre o edema induzido por venenos de serpentes amazônicas; **Revista Brasileira Farmacognosy. Brazilian Journal of Pharmacognosy**. 19 (2B), 643-649 p. Abr./Jun. 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.C.; FAQUIN, V.; PINTO, J.E.B.P. Efeitos de calagem e adubação crescimento e nutrição de arnica. **Horticultura Brasileira**. vol. 24, p. 347-351, 2006.

OR, D.; WRAITH, J.M. **Soil water content and water potential relationships**. In: Sumner, M.E. (ed.) Handbook of Soil Science. Boca Raton, Washington. p. A-53-A-85, 2000.

PANDOLFO, C.M.; FLOSS, P.A.; CROCE, D.M.; DITTRICH, R.C. Resposta da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) à adubação mineral e orgânica em um latossolo vermelho aluminoférrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, vol. 13, n. 2, p. 37-45. 2003.

PAVAN-FRUEHAUF, S. **Plantas medicinais de Mata Atlântica: manejo sustentado e amostragem**. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2000, 216p.

PEREIRA, A.A.; CARDOSO, M.G.; ABREU, L.R. ; MORAIS, A.R.; GUIMARÃES, L.G.L.; SALGADO, A.S.P. Caracterização química e efeito inibitório de óleos essenciais sobre o crescimento de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* **Revista Ciência e agrotecnologia**. Lavras, vol. 32, n. 3, p. 887-893, maio/jun., 2008.

PEREIRA, C. A. M.; MAIA, J. F. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol. 27 n.3 Campinas jul./set. 2007.

PEREIRA, E.B.C. et al. Seedling growth of mamacadela (*Brosimum gaudichaudii* Trec.) on six different substrates. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, vol. 8, p.190-2, 2006.

PRASAD, N.R.; ANANDI, C.; BALASUBRAMANIAN, S., PUGALENDI, K.V. Antidermatophytic activity of extracts from *Psoralea corylifolia* (Fabaceae) correlated with the presence of a flavonoid compound. **Ethnopharmacology Journal**. vol 91, p. 21-24, 2004.

PUPO, S.C. ; PÉREZ DAVISON, G.; MARTINEZ-SÁNCHEZ, G. ; TAKEMURA, O.S. , SILVA, A.V.; GONÇALVES, G.F. ; DELAPORTE, R.H. Anti-inflammatory activity of the *Bouchea fluminensis* (Verbenaceae) etanolic extract. **Latin American Journal of Pharmacy** ,vol. 27, issue 3, May 2008, p. 364-368.

QUEIROZ, J.P.; CHAVES, F.C.M. Produção de biomassa de folhas e caules de três tipos de crajiru (*Arrabidaea chica* Verlot.) em função de espaçamentos, nas condições de Manaus, Brasil. In: **JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL**, 3. 2006, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa

Amazônia Ocidental, 2007. 1 CD – ROM. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 52).

REGASINI, L.O.; PIVATTO, M., SCORZONI, L., BENADUCCI, T.; FUSCO-ALMEIDA, A.M.; GIANNINI, M.J.S.M.; BARREIRO, E.J.; BOLZANI, V.S. Antimicrobial activity of *Pterogyne nitens* Tul., Fabaceae, against opportunistic fungi. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**. Vol. 20 (5) , p. 706-711, 2010.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos e aplicações**. Barueri, SP, editora Manole, 2004, 478 p.

REID, D.M.; BEALL, F.D.; PHARIS, R.P. **Environmental Cues in Plant Growth and Development**. In: STEWARD, F.C. (Ed.). Plant Physiology. San Diego: Academic Press Inc. 1991. Volume X: Growth and Development. p. 65-81.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.; **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999, 359p.

ROSAL, L.F.; PINTO, J.B.P.; BERTOLUCCI, S.V.; BRANT, R.S.; NICULAU, E.S.; ALVES, P.B. Produção vegetal e de óleo essencial de boldo pequeno em função de fontes de adubos orgânicos. **Revista Ceres**. Viçosa. vol. 58, n. 5, p. 670 – 678, set/out, 2011.

ROSAL, L.F., PINTO, J.E.B.P.; BRANT, R.S. Produção de biomassa e óleo essencial de *Plectranthus neochilus* Schlechter cultivado no campo sob níveis crescentes de adubo orgânico. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, vol. 2, p. 39-44. 2009.

ROSOLEM, C.A. Interação de potássio com outros íons. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L.; (Ed.). **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: instituto da Potassa e do Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 2005. p. 239-256.

SALES, J.F.; PINTO, J.E.B.P.; BOTREL, P.P.; SILVA, F.G.; CORREA, R.M.; CARVALHO, J.G.; Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptis marruboides* Epl.) cultivado sob adubação orgânica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, vol. 25, n. 1, p. 60-68, Jan./Feb. 2009.

SANTOS, M.R.A.; SILVA A.G.; LIMA, R.A.; LIMA, D.K.S; SALLET, L.A.P.; TEIXEIRA, C.A.D. ;POLLI, A.R.; FACUNDO, V.A. Atividade inseticida do extrato das folhas de *Piper hispidum* (Piperaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*). **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 33, n.2, p.319-324, abr.-jun. 2010.

SANTOS, P.M.L.; JAPP, A.S.; LIMA, L. G.;SCHRIPSEMA, J.; MENEZES, F.S.; KUSTER, R.M. Antioxidant activity from the leaf extracts of *Jacaranda puberula* Cham., Bignoniaceae, a Brazilian medicinal plant used for blood depuration. **Revista brasileira de Farmacognosia**. vol. 20 n 2. Curitiba, Apr./May 2010.

SCHEFFER, M.C. Roteiro para estudos de aspectos agrônômicos das plantas medicinais selecionadas pela fitoterapia do SUSPR/CEMEPR. **Sob Informa**, vol. 10, n. 2, p. 29-31, 1992.

SCHULTES, R.E.; RAFFAUF, R.F. **The healing forest. Medicinal and toxic plants of the northwest amazonia**. Portlan: Dioscorides Press, 1990, 483p.

SCOGIN, R. Anthocyanins of the Bignoniaceae. **Biochemical and Systematics Ecology** .vol. 8: 273-276, 1980.

SILVA, P.B., MEDEIROS, A.C.M., DUARTE, M.C.T., RUIZ, A.L.T.G., KOLB, R.M., FREI, F., SANTOS, C. Avaliação do potencial alelopático, atividade antimicrobiana e antioxidante dos extratos orgânicos das folhas de *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. vol. 13 (4), p. 447-455, 2011.

SILVA, L.L.S.; LIMA, E.O. ; NASCIMENTO, S.C.; MOTA, D.L.; SILVA, N.H.; ALMEIDA, E.R.; SILVA, M.G.S. Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos de *Dioclea grandiflora* Mart. ex. Benth., Fabaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. vol.20 n. 2 Curitiba abr./maio 2010.

SILVA, M.G.; OLIVEIRA, F.S. FORMIGA, M.F.M.D.; TAKEMURA, O.S. Atividade antiinflamatória do extrato etanólico de *Conocliniopsis prasiifolia* R.M. King e H. Robinson na resposta celular de neutrófilos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. vol.18 n.4 João Pessoa out./dez. 2008.

SILVA, M.D.S.A.; SILVA, M.A.R., HIGINO, J.S. PEREIRA, M.S., CARVALHO, A.D.A.T. In vitro antimicrobial activity and antiadherence of *Rosmarinus officinalis* Linn. against oral planktonic bacteria. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**. vol. 18 (2), p. 236-240; 2008.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (eds. NOVAIS, RF., ALVAREZ, V., BARROS, N.F., FONTES, RLF., CANTARUTTI, R.B. e NEVES, J.C.L.), 2007, 1017p.

SILVA, W.C; RIBEIRO, J.; SOUZA, H.E.M.; CORRÊA, R.S. Atividade inseticida de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazônica**. vol. 37 n^o. 2 Manaus, Junho, 2007.

SOUZA, M.A.A.; ARAÚJO, O.J.L.; FERREIRA, M.A.; STARK, E.M.L.M.; FERNANDES, M.S.; SOUZA, S.R. Produção de biomassa e óleo essencial de hortelã em hidroponia em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**. vol. 25: 41-48, 2007.

SOUZA, C.R. DE; ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C.P. de; LIMA, R.M.B. de. Desempenho de espécies florestais potenciais para plantios na Amazônia Central.

In: **Anais... Congresso Florestal Brasileiro**, 8. São Paulo. Benefícios, produtos e serviços da floresta: Oportunidades e desafios do século XXI. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 2003. 1 CD-ROM.

SOUZA, J.L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 2ª edição, Viçosa, editora Aprenda Fácil, 2006, 843 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TEDESCO, M.J.; SELBACH, P.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: **Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais**.(eds. SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O.). 2 edição. Porto Alegre, Metrópole, 2008, 636.

TROEH, F.R., THOMPSON, L.M. **Solos e Fertilidade do Solo**. São Paulo, editora Andrei, 2007, 718p.

VÁSQUEZ, R. Sistemática de las plantas medicinales de uso frecuente en la area de Iquitos. **Folia Amazônica**, vol.4, n.1, 61-75, 1992.

VEZZANI, F.M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. Porto Alegre. Tese de doutorado em ciência do solo – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

VIANA, M.G.; ALBUQUERQUE, C.C., MEDEIROS, E.V.; VIANA, F.A.; SILVA, K.M. B. Avaliação do potencial fungicida de extratos etanólicos de *Senna alata* contra *Monosporascus cannonballus*. **Revista Ciência e agrotecnologia**, Lavras, vol. 32, n. 5, p. 1387-1393, set./out., 2008.

ZONTA, E.; BRASIL, F.C.; GOI, S.R.; ROSA, M.M.T. O sistema radicular e suas interações com o sistema edáfico. in: FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**.Viçosa-MG, 2006, 432 p.