

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE  
SUBSTRATOS E DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE  
*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg EM RESPOSTA À  
CALAGEM E CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DO FRUTO  
NATIVO E DO LICOR ELABORADO**

**ROGERIO MACEDO MELO**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
FEVEREIRO - 2017**

**CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE  
SUBSTRATOS E DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE  
*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg EM RESPOSTA À  
CALAGEM E CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DO FRUTO  
NATIVO E DO LICOR ELABORADO**

**ROGERIO MACEDO MELO**

Engenheiro de Alimentos

Orientadora: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA DO CARMO VIEIRA

Co-Orientadora: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ELIANA JANET SANJINEZ ARGANDOÑA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
FEVEREIRO - 2017**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

M528c	<p>Melo, Rogerio Macedo. Caracterização dos atributos químicos de substratos e do desenvolvimento de mudas de <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg em resposta à calagem e caracterização nutricional do fruto nativo e do licor elaborado. / Rogerio Macedo Melo. – Dourados, MS: UFGD, 2017. 64f.</p> <p>Orientadora: Prof. Dra. Maria do Carmo Vieira. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Guavira. 2. Calcário. 3. Processamento fruto nativo. I. Título.</p>
-------	---

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

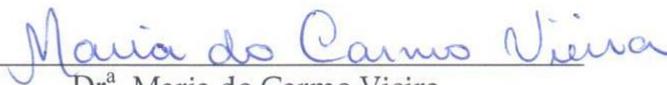
CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SUBSTRATOS E DO  
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *Campomanesia adamantium* (CAMBESS.) O.  
BERG EM RESPOSTA À CALAGEM E CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DO  
FRUTO NATIVO E DO LICOR ELABORADO

por

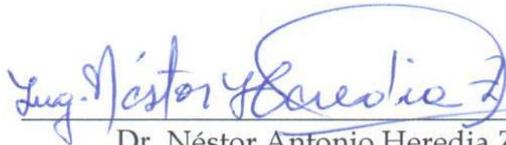
**Rogério Macedo Melo**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
MESTRE EM AGRONOMIA

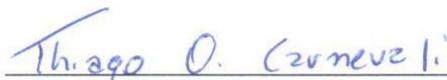
Aprovada em: 17/02/2017



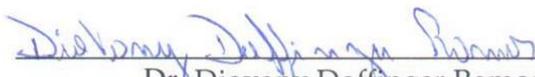
Dr.<sup>a</sup>. Maria do Carmo Vieira  
Orientadora - UFGD/FCA



Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate  
UFGD/FCA



Dr. Thiago de Oliveira Carnevali  
UFGD/FCA



Dr. Diovaney Doffinger Ramos  
UFMS

## *Dedico*

*Aos meus pais:*

*Jarío da Silva Melo*

*&*

*Maria José de Macedo Melo*

## *Ofereço*

*Ao meu irmão,  
Diogo Macedo Melo*

*À minha irmã,  
Aline Líndianara Macedo Melo*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde, oportunidades e perseverança para alcançar os meus objetivos.

Aos meus pais Jario da Silva Melo e Maria José de Macedo Melo, pelas palavras de conforto, incentivo, ensinamentos, confiança, valores e principalmente por terem dado suas vidas para que eu pudesse realizar os meus sonhos;

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realizar o mestrado em Produção Vegetal;

Aos meus irmãos Diogo Macedo Melo e Aline Lindianara Macedo Melo, por proporcionar momentos de alegria, atenção, compreensão, carinho e amor incondicional;

Em especial, à Prof<sup>a</sup>. Maria do Carmo Vieira, pela oportunidade, dedicação, paciência, confiança, amizade e orientação;

Agradeço imensamente à minha co-orientadora Prof<sup>a</sup>. Eliana Janet Sanjinez Argandoña, pela paciência, confiança, amizade, ensinamentos; e por disponibilizar a infraestrutura e seu empenho em ensinar a técnica para que parte deste trabalho pudesse ser desenvolvido.

Ao professor Néstor Antonio Heredia Zárate, pelos ensinamentos, oportunidades e conselhos.

Em especial ao Thiago de Oliveira Carnevali, Elissandra Pacito Torales e Diovany Doffinger Ramos pelos conselhos e contribuições no desenvolvimento do trabalho.

Aos meus amigos Cleberton Correia, Sara Toulouei, Orivaldo, Ademir, Willian, Diolen, Heldo, Wellington, Vinicius e Felipe, pelo incentivo e colaboração.

Agradeço a todos os amigos e amigas do Grupo de Estudos em Produtos e Processos Agroindustriais do Cerrado – GEPPAC, pela parceria e contribuição.

Aos funcionários do Horto de Plantas Medicinais, pela colaboração no experimento.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

À CAPES pelo fornecimento da bolsa de estudo que garantiu o sustento financeiro necessário para realização deste trabalho.

À FUNDECT e CNPq pelo apoio financeiro.

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS.....	5
CAPÍTULO 1.....	7
CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SUBSTRATOS E DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg EM RESPOSTA À CALAGEM.....	7
RESUMO.....	8
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4 CONCLUSÕES.....	39
5 REFERÊNCIAS.....	40
CAPÍTULO 2.....	46
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL, COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO FRUTO E DO LICOR DE <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg.....	46
RESUMO.....	47
1 INTRODUÇÃO.....	48
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4 CONCLUSÕES.....	65
5 REFERÊNCIAS.....	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71

MELO, R. M. **CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SUBSTRATOS E DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg EM RESPOSTA À CALAGEM E CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DO FRUTO NATIVO E DO LICOR ELABORADO.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2017.

## RESUMO

A *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira, Myrtaceae) é um arbusto nativo, que possui usos como alimentar, medicinal e para o pasto apícola. As folhas e os frutos apresentam substâncias utilizadas como anti-inflamatórias, antidiarreicas e antissépticas das vias urinárias. Os frutos são utilizados *in natura*, na forma de sucos, geleias, sorvetes e para a fabricação de licores. Apesar disso, são encontrados poucos trabalhos relatando os aspectos agrônômicos dessa espécie, sobretudo, relacionadas à correção da acidez do substrato em função da sua textura. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses de calcário e texturas dos substratos no desenvolvimento inicial, na produção de massa e no teor de nutrientes em plantas de guavira, caracterizar as mudanças nos atributos químicos dos substratos e avaliar a composição nutricional, os compostos antioxidantes e a utilização dos frutos de plantas nativas na elaboração de licor. O experimento foi conduzido em vasos plásticos com capacidade para 6 kg em ambiente protegido. Foram estudadas cinco doses de calcário (0,00; 1,29; 2,58; 3,87; 5,16 t ha<sup>-1</sup>) em substrato a base de Latossolo Vermelho distroférrico (LVd) e LVd + areia (1:1, v/v), arranjos como fatorial 5 x 2, em delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. O licor de guavira foi elaborado a partir de um planejamento experimental com nove formulações para duas variáveis independentes: a) matéria-prima (casca, polpa/casca e polpa) e b) solvente (aguardente, aguardente/álcool de cereais e álcool de cereais). As etapas do processamento do licor consistiram de 20 dias de maceração e 100 dias de envelhecimento. As maiores doses de calcário no substrato LVd promoveram aumentos significativos nos valores de pH CaCl<sub>2</sub> do substrato, Ca, Mg, SB, CTC, V% e redução significativa dos teores de Al trocável e acidez potencial (H+Al). Os atributos químicos dos substratos, após a colheita das plantas de guavira, apresentaram respostas diferentes à quantidade de calcário adicionado. As plantas de guavira tiveram maior desenvolvimento no substrato LVd com calcário. Os teores de macronutrientes na parte aérea e nas raízes das plantas apresentaram-se diferentes para o tipo de substrato em que foram cultivadas as plantas. Na polpa do fruto de guavira houve mais carboidratos, açúcares e vitamina C e na casca houve mais minerais e fibras. A polpa do fruto de guavira apresentou menor teor de compostos fenólicos em relação à casca. Os frutos de guavira apresentaram relação direta entre o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante determinados pelos métodos DPPH e ABTS. O potencial antioxidante da polpa e da casca de guavira foi transferido para o licor produzido a partir das mesmas.

**Palavras-chave:** guavira, calcário, processamento fruto nativo.

# CHARACTERIZATION OF THE CHEMICAL ATTRIBUTES OF SUBSTRATES AND THE DEVELOPMENT OF *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg IN ANSWER TO THE LIMING AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF NATIVE FRUIT AND PROCESSED LIQUOR

## ABSTRACT

*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira, Myrtaceae) is a native shrub, which has uses as food, medicinal and apiculture grass. The leaves and fruits present substances used as anti-inflammatory, antidiarrheal and antiseptic of the urinary tract. The fruits are used *in natura*, in the form of juices, jellies, ice creams, and for the manufacture of liquors. In spite of this, few works are reported relating the agronomic aspects of this species, mainly, related to the correction of the soil acidity as a function of its texture. The objective of this work was to evaluate the effect of limestone doses and textures of the substrates in the initial development, in the mass production and nutrient content of guavira plants, to characterize the changes in the chemical attributes of the substrates and to evaluate the nutritional composition, the antioxidant compounds and the use of the fruits of native plants in the elaboration of liquor. The experiment was conducted in plastic pots with a capacity of 6 kg in a protected environment. Five doses of limestone were studied (0.00, 1.29, 2.58, 3.87, 5.16 t ha<sup>-1</sup>) in substrate the base of Distroferric red Latosol (LVd) and LVd + sand (1:1, v/v), arranged as a 5 x 2 factorial, in the randomized block design, with four replications. Guavira liquor was elaborated from an experimental design with nine formulations for two independent variables: a) raw material (bark, pulp/bark and pulp) and b) solvent (brandy, brandy/cereals alcohol and cereals alcohol). The stages of the liquor processing consisted of 20 days of maceration and 100 days of aging. The higher doses of limestone on the LVd substrate promoted significant increases in the CaCl<sub>2</sub> pH values of the substrate, Ca, Mg, SB, CTC, V% and significant reduction of Al exchangeable and potential acidity (H+Al). The chemical attributes of the substrates, after harvesting the guavira plants, presented different responses to the amount of limestone added. The guavira plants had greater development on the LVd substrate with limestone. The macronutrient contents in the aerial part and in the roots of the plants presented different for the type of substrate in which the plants were cultivated. In the fruit pulp of guavira there were more carbohydrates, sugars and vitamin C and in the bark there were more minerals and fibers. The pulp of the guavira fruit presented lower content of phenolic compounds in relation to the bark. The fruits of guavira presented a direct relationship between the total phenolic compounds content and the antioxidant activity determined by the DPPH and ABTS methods. The antioxidant potential of the pulp and guavira bark was transferred to the liquor produced therefrom.

**Keywords:** guavira, limestone, native fruit processing.

## INTRODUÇÃO GERAL

Devido à busca por novas fronteiras agrícolas, a área de Cerrado vem sofrendo devastação e conseqüentemente risco de extinção de suas espécies nativas e uma alternativa para minimizar esse problema, é o estabelecimento de cultivos comerciais com essas espécies. Mas, pouco se conhece sobre prováveis técnicas de propagação e de cultivo das espécies nativas, seja por elas ainda serem obtidas *in situ* ou pela grande variabilidade genética que apresentam (BERNARDES et al., 2007). Dessa forma, torna-se essencial o estudo agrícola de espécies nativas para preservação da diversidade genética vegetal e assim conservar o germoplasma, especialmente daquelas de grande potencial econômico.

O gênero *Campomanesia* apresenta 15 espécies nativas no território brasileiro (SOUZA e LORENZI, 2008), dentre elas, a *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira, Myrtaceae), uma frutífera não cultivada, porém explorada em seu habitat, em campos de Cerrado. A guavira ocorre desde Mato Grosso do Sul até o Sudoeste do Brasil, alcançando também outros países do hemisfério Sul, como o Paraguai, Uruguai e Argentina (LORENZI, 2002). Na medicina popular, as folhas e frutos da *C. adamantium* são utilizadas como anti-inflamatórias, antidiarréicas e antissépticas das vias urinárias e como redutoras de colesterol e as raízes contra diabetes (PIVA, 2002; COUTINHO et al., 2008).

A planta de guavira desenvolve-se de forma arbustiva, atingindo até 2 m de altura, sendo muito ramificada e com ramos delgados (PORTO e GULIAS, 2010). Suas folhas são subcoriáceas de 3-10 cm de comprimento. As flores são brancas, solitárias, formadas de setembro a outubro e melíferas. Os frutos amadurecem de novembro a dezembro, apresentando formato redondo, de coloração que varia do verde escuro ao verde claro e amarelo (Figura 1), e exalam aroma cítrico agradável ao olfato e são consumidos “*in natura*” ou processados para a fabricação de sorvete, licor, suco e geleia (LORENZI et al., 2006; PAVAN et al., 2009).



**Figura 1.** Plantas e frutos de *C. adamantium* do Horto de Plantas Medicinais – UFGD, Dourados – MS - 2016. **Fotos: Melo, R. M.**

As informações agronômicas sobre o cultivo e produtividade da planta de guavira são escassas, por ser uma espécie encontrada apenas em áreas nativas do Cerrado. A principal forma de propagação é por meio das sementes, no entanto, elas são recalcitrantes, o que limita o processo de semeio aos períodos de amadurecimento dos frutos (SCALON et al., 2009).

Os substratos dos Cerrados, onde a guavira se desenvolve, são caracterizados por serem ácidos (HARIDASAN, 2000), altamente intemperizados, e a fração argila é composta principalmente por óxidos de ferro e alumínio, associado a pH ácido e à alta saturação por alumínio (EBERHARDT et al., 2008) têm baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas. Quando em condições de reação ácida ou moderadamente ácida, as argilas desses substratos apresentam-se preferencialmente com cargas positivas, e retêm fortemente vários tipos de ânions, principalmente os fosfatos (VALLADARES et al., 2003). Desta forma, a correção do substrato por meio da calagem visando aumentar a disponibilidade dos nutrientes essenciais, pode tornar-se um método de acelerar o desenvolvimento da guavira principalmente em substratos com diferentes texturas como ocorre no Cerrado.

Os estudos com diferentes espécies do Cerrado demonstram resultados diversos, podendo ser observadas respostas positivas, como maior número de frutos, maior altura de plantas, maior área foliar e maior massa seca de parte aérea e respostas negativas em relação à aplicação de calcário no substrato como menor desenvolvimento das plantas (COSTA FILHO et al., 2013).

A correção adequada do substrato tem papel primordial no desenvolvimento de uma espécie vegetal. A calagem visa aumentar os teores de cálcio e magnésio; neutralizar a acidez do substrato; reduzir a solubilidade do manganês, do ferro e do alumínio e aumentar

a atividade de bactérias benéficas do substrato, acelerando assim a decomposição dos resíduos das plantas, liberando nitrogênio e fósforo (SORATTO et al., 2008) favorecendo o crescimento vegetal. Entre os recursos minerais brasileiros, o calcário encontra-se em primeiro lugar, ocupando posição privilegiada, cujas reservas medidas são de 53 bilhões de toneladas, bem distribuídas pelo território nacional, e de boa qualidade. Em função de sua abundância e qualidade, pode-se considerar que o calcário é um insumo agrícola relativamente barato (NATALE et al., 2012).

A calagem é a maneira mais prática e econômica de elevar o pH do substrato, visto ser o calcário o material disponível em maior quantidade no País (NATALE et al., 2012). As rochas calcárias são constituídas, predominantemente, por carbonatos de cálcio e magnésio, mas também podem conter óxidos e hidróxidos (ERNANI, 2008).

A caracterização física e química de frutos nativos do Cerrado e a quantificação de compostos bioativos também contribuem para agregar valor e potencializar o uso comercial e industrial desses frutos, bem como para a conservação do bioma (ALVES et al., 2013). Uma das alternativas é a elaboração de licores uma forma refinada do aproveitamento desses frutos (ASQUIERI et al., 2009).

Estudos epidemiológicos têm sugerido associações entre o consumo de alimentos e bebidas como fonte de compostos bioativos, como os antioxidantes, tornando-se uma boa alternativa de proteção para o corpo humano contra radicais livres, atuando na prevenção e no tratamento de enfermidades (VALKO et al., 2007). Esses benefícios estão diretamente associados à presença de compostos antioxidantes, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos, além dos bem conhecidos  $\beta$ -caroteno, vitamina C e vitamina E (MELO et al., 2006). Os compostos fenólicos, constituintes de um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, são produtos secundários do metabolismo vegetal que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas, o que possibilita atuarem como agentes redutores, exercendo proteção ao organismo contra o estresse oxidativo (MARTINS et al., 2011).

Os compostos fenólicos são substâncias essenciais para o crescimento e a reprodução dos vegetais. Além disso, são responsáveis pela pigmentação e pela proteção contra raios ultravioleta, microrganismos e insetos. As plantas, quando submetidas a situações de estresse, como limitações nutricionais ou ataques de patógenos, ativam as rotas de síntese dos metabólitos secundários, resultando na produção dos compostos fenólicos (IGNAT et al., 2011). As condições ambientais do bioma Cerrado, como substratos pobres em nutrientes, favorecem essas situações de estresse, o que justifica um

acúmulo maior desses compostos nas partes externas dos frutos (CARVALHO et al., 2009).

Apesar de as plantas do gênero *Campomanesia* apresentarem propriedades medicinais e alimentícias, são pouco estudadas do ponto de vista agrônomo e ainda não há tratos culturais bem definidos para o cultivo das espécies; daí a necessidade de estudos agrônômicos, dentre eles, a calagem.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses de calcário e texturas dos substratos no desenvolvimento inicial, na produção de massa e no teor de nutrientes em plantas de guavira, caracterizar as mudanças nos atributos químicos dos substratos e avaliar a composição nutricional, os compostos antioxidantes e a utilização dos frutos de plantas nativas na elaboração de licor.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, A. M.; ALVES, M. S. O.; FERNANDES, T. D. O.; NAVES, R. V.; NAVES, M. M. V. Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de gabiroba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.837-844, 2013.
- ASQUIERI, E. R.; SILVA, A. G. M.; CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jaboticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jaboticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.29, n.4, p.896-904, 2009.
- BERNARDES, T. G.; ESTRELA, C. T.; NAVES, R. V.; REZENDE, C. F. A.; MESQUITA, M. A. M.; PIRES, L. L. Efeito do armazenamento e de fitohormônios na qualidade fisiológica de sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.3, p.163-168, 2007.
- CARVALHO, F. M. V.; MARCO JÚNIOR, P.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, Essex, v.142, n.7, p.1392-1403, 2009.
- COSTA FILHO, R. T.; VALERI, S. V.; CRUZ, M. C. P. Calagem e adubação fosfatada no crescimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em Latossolo vermelho-amarelo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.1, p.89-98, 2013.
- COUTINHO, I. D.; COELHO, R. G.; KATAOKA, V. M. F.; HONDA, N. K.; SILVA, J. R. M.; VILEGAS, W.; CARDOSO, C. A. L. Determination of phenolic compounds and evaluation of antioxidant capacity of *Campomanesia adamantium* leaves. **Eclética Química**, Araraquara, v.33, n.4, p.53-60, 2008.
- EBERHARDT, D. N.; VENDRAME, P. R. S.; BECQUER, T.; GUIMARAES, M. F. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em latossolos sob pastagens no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.1009-1016, 2008.
- ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: UDESC, 2008. 230p.
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.12, n.1, p.54-64, 2000.
- IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, Barking, v.126, n.4, p.1821-1835, 2011.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002, 382p.
- LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Plantarum, 2006. 640p.

MARTINS, S.; MUSSATTO, S. I.; MARTÍNEZ-AVILA, G.; MONTAÑEZ-SAENZ, J.; AGUILAR, C. N.; TEXEIRA, J. A. Bioactive phenolic compounds: production and extraction by solid-state fermentation. A review. **Biotechnology Advances**, v.29, n.3, p.365-373, 2011.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.639-644, 2006.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, SÉERGE-ÉTIENNE. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.1294-1306, 2012.

PAVAN, F. R.; LEITE, C. Q. F.; COELHO, R. G.; COUTINHO, I. D.; HONDA, N. K.; CARDOSO, C. A. L.; VILEGAS, W.; LEITE, S. R. A.; SATO, D. N. Evaluation of anti-*Mycobacterium tuberculosis* activity of *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae). **Química Nova**, São Paulo, v.32, p.1222-1226, 2009.

PIVA, M. G. **O caminho das plantas medicinais: estudo etnobotânico**. Rio de Janeiro: Mondirán, 2002. 320p.

PORTO, A. C.; GULIAS, A. P. S. M. Gabiroba. Embrapa Informações Tecnológica. In: **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. 1. ed. Brasília, Distrito Federal. 2010. p.175-184.

SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p.096-103, 2009.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.2, p.675-688, 2008.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática** – Guia ilustrado para identificação das novas famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 2ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 640p.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIN, M.T.; MAZUR, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **International Journal of Biochemistry and Cell Biology**, Oxford, v.39, n.1, p.44-84, 2007.

VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.111-118, 2003.

# CAPÍTULO I

**CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE  
SUBSTRATOS E DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE  
*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg EM RESPOSTA À  
CALAGEM**

MELO, R. M. **CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SUBSTRATOS E DO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg EM RESPOSTA À CALAGEM.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2017.

## RESUMO

A *Campomanesia adamantium* (guavira) é um arbusto frutífero nativo do Cerrado, que carece de informações agronômicas sobre seu cultivo, principalmente relacionadas à correção da acidez do substrato em função da sua textura. A calagem é uma prática comum na agricultura, reduz a acidez do substrato e os efeitos tóxicos do alumínio, favorecendo o crescimento da planta. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses de calcário e texturas dos substratos no desenvolvimento inicial, na produção de massa e no teor de nutrientes em plantas de guavira e caracterizar as mudanças nos atributos químicos dos substratos. Foram estudadas cinco doses de calcário (0,00; 1,29; 2,58; 3,87; 5,16 t ha<sup>-1</sup>) em substrato LVd (100%) e LVd + areia (50% solo + 50% areia) (v/v), arrançados como fatorial 5 x 2, no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de seis vasos, com uma planta por vaso, em ambiente protegido por sombrite 50%. A calagem e textura do substrato influenciaram o desenvolvimento da guavira. As maiores doses de calcário no substrato LVd promoveram aumentos significativos nos valores de pH CaCl<sub>2</sub> do substrato, Ca, Mg, SB, CTC, V% e redução significativa dos teores de Al trocável e acidez potencial (H+Al). Em substrato LVd, sob dose 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário, ocorreram os maiores números de folhas por planta (15,80), diâmetro de caule (2,34 mm), altura de planta (10,05 cm) e índice SPAD (38,59), aos 210 DAT. No substrato LVd, as maiores massas seca de folha (2,02 g/planta), caule (0,72 g/planta), e raiz (1,23 g/planta) e maior área foliar (27,96 cm<sup>2</sup>/planta), radicular (5,58 cm<sup>2</sup>/planta) e comprimento de raiz (35,86 cm/planta) foram observadas com 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário. Em substrato LVd + areia, sob a dose de 1,29 t ha<sup>-1</sup> de calcário ocorreram os maiores números de folhas por planta (9,37), diâmetro de caule (1,47 mm), altura de planta (6,27 cm) e índice SPAD (31,69), aos 210 DAT. Em substrato LVd + areia, as maiores massas seca de folha (0,72 g/planta), de caule (0,27 g/planta), raiz (1,16 g/planta) e maior área foliar (17,46 cm<sup>2</sup>/planta), radicular (3,57 cm<sup>2</sup>/planta) e comprimento da maior raiz (29,99 cm/planta), ocorreram sob a ausência de calcário. Os atributos químicos dos substratos, após a colheita das plantas de guavira, apresentaram respostas diferentes à quantidade de calcário adicionado. As plantas de guavira tiveram maior desenvolvimento no substrato LVd com calcário. Os teores de macronutrientes na parte aérea e nas raízes das plantas apresentaram-se diferentes para o tipo de substrato em que foram cultivadas as plantas.

**Palavras-chave:** guavira, acidez do substrato, Cerrado, Myrtaceae.

## 1 INTRODUÇÃO

*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira, Myrtaceae) é um arbusto frutífero nativo, de ampla ocorrência no Cerrado, encontrado nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, alcançando as terras do Uruguai, Argentina e Paraguai (LORENZI, 2008). Os componentes botânicos da planta de guavira se destaca por ser utilizada como alimentar, medicinal e para o pasto apícola (FERNANDES et al., 2015). Na medicina popular, as folhas e frutos da *C. adamantium* são utilizadas como anti-inflamatórias, antidiarréicas e antissépticas das vias urinárias e como redutoras de colesterol e as raízes contra diabetes (PIVA, 2002; COUTINHO et al., 2008).

A principal forma de propagação da guavira é por meio das sementes; no entanto, elas são recalcitrantes, e, mesmo que mantidas nos frutos por 8 a 9 dias em temperatura ambiente, podem perder a viabilidade, o que limita o processo de semeio aos períodos de produção das plantas dessa espécie (SCALON et al., 2009). Por outro lado, Scalon et al. (2013) relataram que as sementes podem ser armazenadas por até 21 dias nas temperaturas entre 5 e 15°C, sem prejuízo para a qualidade fisiológica.

O Cerrado, bioma onde ocorre a guavira, possui substratos altamente intemperizados, associados com baixa fertilidade e alta saturação por alumínio (PEIXOTO et al., 2016). O substrato do Cerrado é composto principalmente por óxidos de ferro e alumínio na fração argila que em condições de reação ácida é capaz de reter em sua superfície vários tipos de ânions, com predomínio dos íons fosfatos (VALLADARES et al., 2003), os quais ficam pouco disponíveis para as plantas. Desta forma, a correção adequada do substrato visando aumentar a disponibilidade dos nutrientes essenciais, pode tornar-se um método de acelerar o desenvolvimento da guavira.

A calagem é prática reconhecidamente benéfica em condições de substrato ácido, porém, nem sempre é realizada, ou é realizada de modo inadequado e, portanto, ineficaz (NATALE et al., 2012). A aplicação de calcário promove a elevação do pH, a neutralização do alumínio tóxico, fornece cálcio e magnésio, propicia maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, melhorando a eficiência de uso dos nutrientes e da água que estão no substrato (RAIJ, 2011), favorecendo o crescimento da planta.

Por ser uma espécie encontrada apenas em áreas nativas, são escassas as informações agronômicas sobre o cultivo da guavira. Dentre os estudos, destaca-se o de Carnevali et al. (2014), que estudando o efeito de cinco doses de calcário correspondentes

a 0, 2, 4, 8 e 16 t ha<sup>-1</sup> sem e com gesso agrícola no desenvolvimento inicial das mudas da *Campomanesia adamantium*, em Latossolo Vermelho distroférico, relatam que plantas colhidas até 200 dias após o transplante (DAT) tiveram maiores altura de planta, diâmetro do caule, comprimento da maior raiz, massa seca de raiz e parte aérea e área foliar quando cultivadas com doses de 16 t ha<sup>-1</sup> de calcário, evidenciando que a planta pode responder a calagem.

Pelo fato do interesse no cultivo comercial de plantas medicinais ser recente, informações sobre o crescimento e a nutrição dessas espécies ainda são escassas e dispersas, sobretudo para as originadas do Cerrado (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2006). Segundo HARIDASAN (2000), para se compreender a adaptação das espécies nativas aos substratos ácidos e pobres do Cerrado é necessário comprovar a resposta da planta à maior disponibilidade de nutrientes.

Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses de calcário e texturas dos substratos no desenvolvimento inicial, na produção de massa e no teor de nutrientes em plantas de guavira e caracterizar as mudanças nos atributos químicos dos substratos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, constituído de cobertura superior de polietileno e proteção adicional superior e lateral de sombrite 50%, no Horto de Plantas Medicinais (HPM - 22°11'43.7''S de latitude e 54°56'08.5''W de longitude, 460 m de altitude), da Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, em Dourados-MS, no período de novembro de 2014 a setembro de 2015. O clima é do tipo tropical com estação seca de Inverno (Aw) (KOTTEK et al., 2006), com precipitação média anual de 1500 mm e temperatura média anual de 23,5°C.

O experimento foi conduzido em vasos plásticos com capacidade para 6 kg, preenchidos com 5,7 kg de substrato. O substrato utilizado foi Latossolo Vermelho distroférico (LVd) de textura argilosa, coletado do horizonte B, com os seguintes atributos químicos antes da calagem: pH em  $\text{CaCl}_2 = 4,20$ ;  $\text{P} = 1,70 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca} = 0,87 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 1,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 0,49 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 1,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{H} + \text{Al} = 10,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{SB} = 2,61 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{CTC} = 12,90 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $\text{V}\% = 20,20$  e matéria orgânica =  $3,43 \text{ g dm}^{-3}$ .

A areia utilizada foi fina lavada com as seguintes características químicas: pH em  $\text{CaCl}_2 = 5,71$ ;  $\text{P} = 6,23 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca} = 0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 0,01 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 0,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{H} + \text{Al} = 0,75 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{SB} = 0,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{CTC} = 1,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $\text{V}\% = 41,78$ . As características químicas do Latossolo Vermelho distroférico e da areia fina foram determinados conforme Silva (2009).

O estudo foi constituído de cinco doses de calcário (0,00; 1,29; 2,58; 3,87; 5,16 t  $\text{ha}^{-1}$ ) em substrato LVd (100%) e LVd + areia (50% solo + 50% areia) (v/v). Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 5 x 2, no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de seis vasos por parcela, com uma planta por vaso.

A quantidade de calcário foi calculada pelo método de saturação por bases em relação à análise química do Latossolo Vermelho distroférico em cinco níveis: V1= testemunha (20,2), V2= 30,2%, V3= 40,2%, V4= 50,2% e V5= 60,2%. As mesmas doses foram utilizadas no substrato LVd + areia. Foi utilizado calcário dolomítico (PRNT 100%), nas respectivas doses, incorporado manualmente aos substratos 30 dias antes do transplante, e deixados incubando para elevar a saturação por bases. Foi feita adubação de base no dia do transplante, com  $94,73 \text{ mg kg}^{-1}$  de nitrogênio (N), tendo como fonte ureia;  $310,52 \text{ mg kg}^{-1}$  de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), usando o superfosfato triplo e  $26,32 \text{ mg kg}^{-1}$  de potássio

(K<sub>2</sub>O), usando o KCl. Cada vaso foi revestido internamente com saco plástico para evitar a perda de água e de nutrientes pela drenagem.

Para formação das mudas, foram coletados frutos maduros de guavira de plantas de populações naturais (Autorização de Acesso e de Remessa de Amostra de Componente do Patrimônio Genético nº 010220/2015-1 – CNPq/CGEN/MMA) em área nativa de Cerrado do município de Ponta Porã – MS (Latitude - 23°32'30" e Longitude 55°37'30"). Uma exsicata está depositada no Herbário DDMS, sob número 4653.

Os frutos foram despulpados manualmente e as sementes lavadas em água corrente até a perda da mucilagem. As sementes foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, preenchidas com substrato Bioplant<sup>®</sup> para hortaliças. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido com 50% de luminosidade e os tratamentos culturais compreenderam irrigações diárias e eliminação das plantas daninhas, sempre que necessário. Quando as plântulas atingiram cerca de 4 cm de altura, o que ocorreu aos 90 dias após o semeio, foram transplantadas para os vasos.

Os dados contabilizados foram o número de folhas: obtido por meio da contagem total de folhas por planta; diâmetro do caule: medido com paquímetro digital a  $\pm 1,0$  cm do nível do substrato, sendo os resultados expressos em mm; altura de plantas: a altura de plantas foi medida com régua graduada em milímetros (mm), colocada desde o nível do substrato até a gema apical e índice de clorofila total unidade SPAD - (*Soil Plant Analysis Development*), determinado através do aparelho clorofilômetro Konica-Minolta SPAD 502, com intervalos de 30 dias, a partir de 30 até 210 dias após o transplântio – DAT das mudas. As avaliações realizadas ao longo do ciclo foram analisadas como parcelas subdivididas no tempo.

Aos 210 DAT, todas as plantas foram colhidas, retirando-as inteiras dos vasos onde foram lavadas as raízes e separados os órgãos. Avaliaram-se as massas frescas e secas das folhas, caules, raízes e as áreas foliares e radiculares. Para massas fresca e seca, usou-se balança analítica com precisão de 0,001g. A massa seca foi obtida após secagem em estufa de circulação forçada de ar a  $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  até massa constante e as áreas foliar e radicular (cm<sup>2</sup>), com analisador de imagens WinDIAS 3 (WinDIAS 3, Delta-T Devices, Cambridge, UK). Amostras das massas secas foram trituradas em moinho tipo Willey, homogeneizadas e determinados os teores de macronutrientes (g kg<sup>-1</sup>) (MALAVOLTA, 2006).

Após a colheita das plantas de guavira foram determinados os atributos físicos e químicos dos substratos, de todos os tratamentos (SILVA 2009; DONAGEMA et al., 2011).

Os dados provenientes de contagem foram transformados para logaritmo para adequação ao modelo normal. As médias de todos os dados foram submetidas à análise de variância pelo teste F (quando provenientes do ciclo de cultivo, analisados como parcelas subdivididas no tempo, e, da colheita, como fatorial); quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de t de Student, para textura do substrato, e/ou submetidas à análise de regressão, para doses de calcário, todos até 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização dos substratos

Os substratos LVd e LVd + areia apresentaram os seguintes teores para os atributos físicos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise física dos substratos utilizados no desenvolvimento inicial da guavira. Dourados-MS, UFGD, 2017.

Tratamentos	Areia	Argila	Silte	DS (kg dm <sup>-3</sup> )	DP (kg dm <sup>-3</sup> )	PT (%)
		%				
LVd 0	0,19	82,67	17,15	1,01	2,86	64,77
LVd 1,29	0,17	83,61	16,22	1,10	2,86	61,44
LVd 2,58	0,20	78,69	21,11	1,09	2,70	59,67
LVd 3,87	0,21	77,45	22,34	1,05	2,82	62,90
LVd 5,16	0,20	78,47	21,33	0,98	3,08	68,13
LVd+areia 0	1,38	28,24	70,38	1,27	2,74	53,55
LVd+areia 1,29	1,55	20,63	77,82	1,26	2,60	51,36
LVd+areia 2,58	1,49	21,15	77,36	1,38	2,67	48,28
LVd+areia 3,87	1,51	20,62	77,87	1,28	2,74	53,12
LVd+areia 5,16	1,41	23,71	74,88	1,33	2,78	51,96

LVd - Latossolo Vermelho distroférico; LVd + areia - Latossolo Vermelho distroférico + areia fina; Densidade do substrato (DS); Densidade de partícula (DP); Porosidade total (PT).

Os resultados do substrato LVd estão de acordo com as análises do solo da região onde foi coletado. O substrato LVd + areia apresentou alto teor de silte, o que provavelmente esteja relacionado ao fato de a areia utilizada ser fina e lavada, apresentando pequena granulometria, em que enquadra-se a silte. Resultado semelhante foi obtido por Carneiro et al. (2009), ao estudarem os solos Latossolo Vermelho distrófico e Neossolo Quartzarênico, evidenciando que o uso da areia lavada foi eficiente em simular o Neossolo Quartzarênico.

O pH<sub>CaCl<sub>2</sub></sub>, Al, Ca, Mg, SB e CTC foram influenciadas significativamente pela interação entre doses de calcário e textura do substrato (Tabela 2). Os atributos químicos P, K e V% foram influenciados pela textura do substrato (Tabela 3), e os atributos químicos H+Al e V%, pelos efeitos das doses de calcário (Figura 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância das características químicas das amostras do substrato onde foram cultivadas as plantas de guavira, depois da correção do substrato. Dourados-MS, UFGD, 2017.

F.V.	G.L.	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O.	P	K	Al	Ca
Bloco	3	0,2690 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>	0,1171 <sup>ns</sup>	0,2941 <sup>ns</sup>	0,0043 <sup>ns</sup>	0,1957 <sup>ns</sup>
Calcário (C)	4	12,347 <sup>**</sup>	0,0030 <sup>ns</sup>	0,5942 <sup>ns</sup>	1,4728 <sup>ns</sup>	0,1426 <sup>**</sup>	2,3338 <sup>**</sup>
Textura substrato (T)	1	21,403 <sup>**</sup>	0,0065 <sup>ns</sup>	10,609 <sup>**</sup>	212,84 <sup>**</sup>	0,1144 <sup>**</sup>	3,5640 <sup>**</sup>
C x T	4	1,2601 <sup>**</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,1779 <sup>ns</sup>	0,2585 <sup>ns</sup>	0,0474 <sup>**</sup>	0,4311 <sup>**</sup>
Resíduo	27	0,1713	0,0037	0,2833	0,7771	0,0042	0,0713
C.V. (%)		7,55	1,71	18,99	11,69	80,23	14,46
Média		5,64	3,55 g dm <sup>-3</sup>	2,80 mg dm <sup>-3</sup>	7,54 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,08 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,84 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
F.V.	G.L.	Mg	H+Al	SB	CTC	V%	
Bloco	3	0,2780 <sup>*</sup>	0,0392 <sup>ns</sup>	2,2215 <sup>ns</sup>	2,1206 <sup>ns</sup>	19,847 <sup>*</sup>	
Calcário (C)	4	3,8692 <sup>**</sup>	0,3189 <sup>**</sup>	21,778 <sup>**</sup>	17,082 <sup>**</sup>	136,84 <sup>**</sup>	
Textura substrato (T)	1	1,3322 <sup>**</sup>	0,0846 <sup>ns</sup>	310,69 <sup>**</sup>	298,60 <sup>**</sup>	1700,4 <sup>**</sup>	
C x T	4	0,4345 <sup>**</sup>	0,0327 <sup>ns</sup>	3,1729 <sup>**</sup>	2,6600 <sup>**</sup>	4,7199 <sup>ns</sup>	
Resíduo	27	0,0766	0,0555	1,0005	1,0003	6,9486	
C.V. (%)		17,21	2,23	9,10	4,65	5,29	
Média		1,60 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	10,54 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	10,99 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	21,53 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	49,85	

\*\* significativo pelo teste F, p<0,01; \* significativo pelo teste F, p<0,05; ns. não significativo pelo teste F. **pH em CaCl<sub>2</sub>** – pH em solução centimolar de cloreto de cálcio; **M.O.** – matéria orgânica; **P** – fósforo extraído do substrato através de Mehlich; **K, Al, Ca, Mg** – formas trocáveis; **H+Al** – (hidrogênio+alumínio) ou acidez potencial; **SB** – soma de bases, ou Ca+Mg+K; **CTC** – capacidade de troca cations, ou SB + (H+Al); **V%** - índice de saturação por bases ou **V%**= 100\*(SB/T).

A maior disponibilidade de P no substrato LVd + areia em relação ao LVd (Tabela 3) corrobora com o fato de que a disponibilidade de P em substratos de textura mais arenosa é maior em relação aos mais argilosos intemperizados. Isso se deve à adsorção do P pelas cargas positivas das argilas ser menor, aumentando a disponibilidade desse nutriente para as plantas, fato que é inversamente proporcional ao teor de argila principalmente em LVd em que as argilas encontradas são de óxido de Fe e Al (RAIJ, 2011).

**Tabela 3.** Atributos químicos do substrato P, K e V% ao final do ciclo da guavira, em função da textura do substrato. Dourados-MS, UFGD, 2017.

Tipo de substrato	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	V%
LVd	2,28 b	9,85 a	56,37 a
LVd + areia	3,31 a	5,23 b	43,33 b
C.V. (%)	18,99	11,69	5,29

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade. **P** – Fósforo extraído do substrato através de Mehlich; **K** – Potássio forma trocável; **V%** - índice de saturação por bases ou **V%**= 100\*(SB/T).

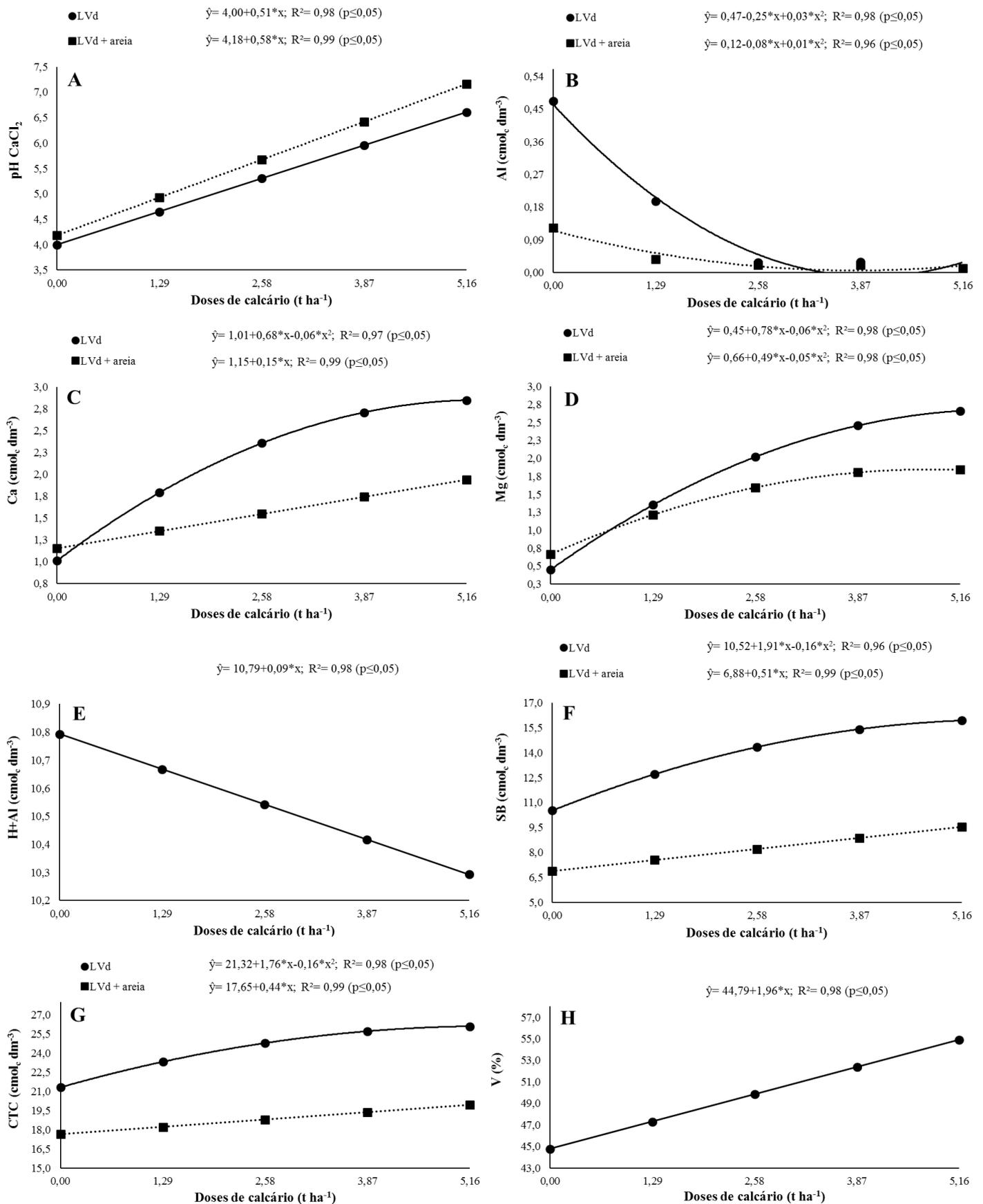
As maiores concentrações de K foram verificadas em substrato LVd (Tabela 3). O  $K^+$ , por ser um cátion monovalente, possui menor energia de retenção, resultando na maior lixiviação em substratos mais arenosos e bem drenados, principalmente em substratos com menor CTC (RAIJ, 2011). Isso explica porque o K, assim como a soma de bases foram menores no substrato LVd + areia em relação ao substrato LVd.

Alguns fatores se destacam, como índice de saturação por bases (V%) (Tabela 3) que foi maior pelo fornecimento de Ca e Mg no substrato, considerando que V% reflete, de maneira geral, os benefícios da calagem no substrato tais como aumento do pH,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e SB e diminuição de  $Al^{3+}$  e do H+Al (NATALE et al., 2012). Valor próximo foi encontrado por Carnevali et al. (2014), pois, estudando o efeito de cinco doses de calcário correspondentes a 0, 2, 4, 8 e 16 t ha<sup>-1</sup> sem e com gesso agrícola no desenvolvimento inicial de mudas da guavira, em Latossolo Vermelho distroférico, relatam que aos 200 DAT sob a dose de 8 t ha<sup>-1</sup> de calcário sem o uso de gesso agrícola, o índice de saturação por base foi de 50,07%.

Além disso, é importante destacar que a dose de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário referente aos substratos LVd e LVd + areia, indicada para elevar a saturação por bases a 60%, resultou apenas em 56,37% e 43,33%, respectivamente (Tabela 3). Apesar de o método da necessidade de calcário, baseado na elevação da saturação por bases do substrato, apresentar fundamento adequado, têm sido frequentemente relatados, na literatura, resultados em que os valores de V%, determinados após a calagem, foram inferiores aos estimados por esse método (CAIRES e ROSOLEM, 1993; OLIVEIRA et al., 1997).

De acordo com Tesaro (1998), essa ineficiência em elevar o V% a valores relativamente altos pode estar ligada ao potencial de cargas dependentes do pH do substrato, normalmente alto, ao deslocamento da reação de equilíbrio da solubilização do corretivo e, ainda, à formação de novos minerais no substrato, como hidróxidos pouco solúveis.

As maiores doses de calcário no substrato LVd promoveram aumentos significativos nos valores de pH  $CaCl_2$  do substrato, Ca, Mg, SB, CTC e V% (Figuras 2A, 2C, 2D, 2F, 2G, 2H) e redução significativa dos teores de Al trocável e acidez potencial (H+Al) (Figuras 2B e 2E).



**Figura 2.** Resultados da análise do substrato após a colheita das plantas de guavira em função das doses de calcário em substratos LVD e LVD + areia. Dourados-MS, UFGD, 2017.

Em adição às mudanças no pH e saturação de alumínio, a prática da calagem aumentou a CTC diminuindo a capacidade de absorção do ânion, aumentando a mineralização dos componentes orgânicos, a floculação dos coloides do substrato e consequentemente o uso da água e nutrientes pelas plantas (SOUSA et al., 2007; RAIJ, 2011).

Os resultados de pH foram apresentados pelo método em  $\text{CaCl}_2$  por nivelar melhor os efeitos dos sais do substrato em relação à  $\text{H}_2\text{O}$  estabilizando o pH (SCHOFIEELD e TAYLOR 1995). Houve aumento linear no pH com as doses de calcário aplicada em todos os substratos (Figura 2A). Isso se deve à aplicação de calcário antes da instalação do experimento, pois, segundo Nogueira e Mozeto (1990), o calcário tende a elevar o pH do substrato e consequentemente o índice de saturação por base. Os valores de pH foram maiores que 7,0 em substrato LVd + areia e 6,0 em substrato LVd, sob a dose de  $5,16 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário. O menor pH no substrato LVd (Figura 2A) deve-se à sua maior capacidade tampão relacionada ao maior teor de argila (78,47%) (Tabela 1).

Os teores de Ca e Mg aumentaram com as doses de calcário incorporado aos substratos LVd e LVd + areia (Figura 2C, 2D). De modo geral, a calagem favoreceu a disponibilidade de cálcio e magnésio, pois, na sua presença, os conteúdos de Ca e Mg foram superiores, quando comparados com a sua ausência, o que pode ser atribuído ao calcário que após reação de solubilização aumenta os teores trocáveis desses nutrientes no substrato. A maior disponibilidade de Ca no início de crescimento vegetal favorece até mesmo a absorção de outros nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta (CARNEVALI et al., 2016). Segundo Ernani (2008), a calagem eleva as concentrações de cálcio e magnésio no substrato e aumenta a CTC efetiva.

Os maiores teores de Al trocável em substrato LVd e LVd + areia foram de  $0,47 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $0,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente, (Figura 2B), na ausência de calcário. Nos tratamentos onde se usou calcário, verificaram-se melhores condições químicas do substrato, através do aumento do pH e total neutralização do alumínio trocável (Figura 2B). Os valores de  $\text{H}^+\text{Al}$  (Figura 2E) apresentaram tendência de ajuste constante para as doses de calcário, embora a calagem tenha reduzido esses atributos químicos do substrato, assim como foi observado por Montanari et al. (2008), que verificaram a redução de  $\text{H}^+\text{Al}$  com o uso da calagem em Latossolo distrófico.

### 3.2 Desenvolvimento das mudas de guavira

As características avaliadas durante o desenvolvimento das plantas de guavira foram influenciadas pela interação entre as doses de calcário, textura do substrato e épocas de avaliações (Tabela 4).

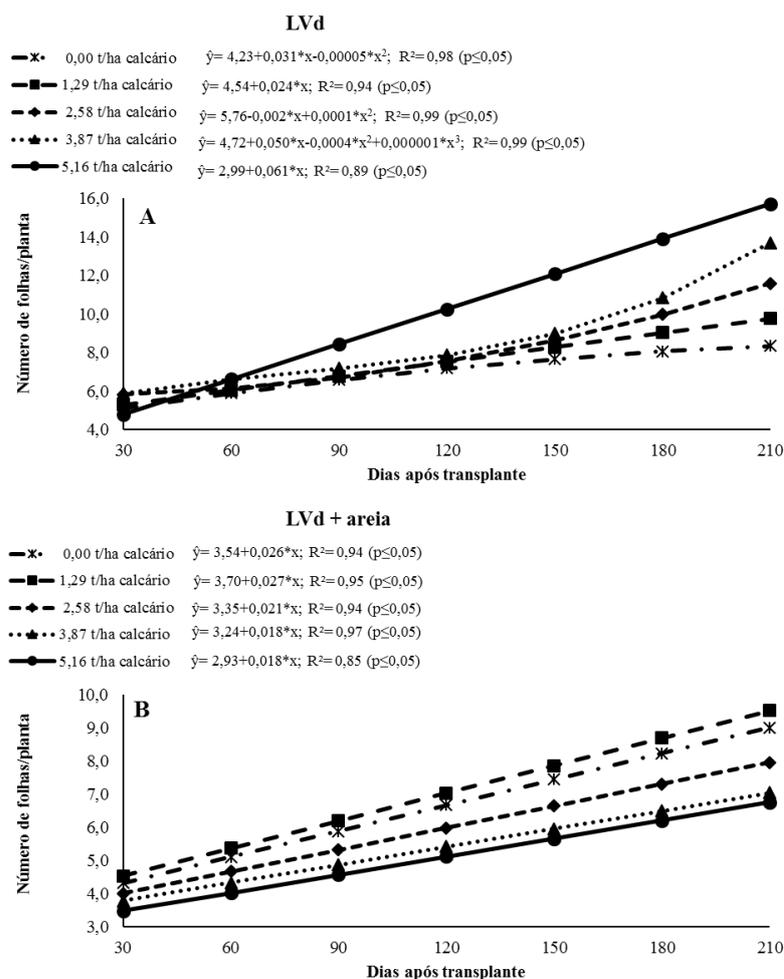
**Tabela 4.** Resumo da análise de variância do número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC), altura de plantas (AP) e índice SPAD de plantas de guavira cultivadas sob cinco doses de calcário, duas texturas de substrato, em função de épocas de avaliação. Dourados-MS, UFGD, 2017.

F.V.	G.L.	NF	DC	AP	Índice SPAD
Bloco	3	0,2596 <sup>ns</sup>	0,0024 <sup>ns</sup>	1,3171*	0,0071**
Calcário (C)	4	5,6145**	0,4041**	7,6498**	18,259**
Textura substrato (T)	1	368,32**	1,1634**	33,466**	2453,4**
C x T	4	60,801**	1,5277**	62,110**	386,83**
Erro (a)	27	0,1916**	0,0023**	0,4337**	0,0072**
Épocas (E)	6	142,81**	0,9144**	35,672**	237,41**
E x C	24	2,3752**	0,0402**	1,2253**	3,3714**
E x T	6	9,0492**	0,1057**	6,5139**	0,6934**
E x T x C	24	4,2868**	0,0635**	1,9774**	2,9024**
Resíduo	180	0,1433	0,0022	0,0715	0,0006
C.V.1 (%)		6,09	3,74	10,43	0,28
C.V.2 (%)		5,27	3,65	6,31	0,08
Média		7,18	1,28 mm	4,23 cm	29,28

F.V. = Fonte de variação; G.L. = Grau de liberdade; \*\* significativo pelo teste F,  $p < 0,01$ ; \* significativo pelo teste F,  $p < 0,05$ ; ns = não significativo pelo teste F.

O número de folhas das plantas de guavira cultivadas em substrato LVd apresentaram respostas dependentes do tratamento. O maior crescimento foi das plantas do substrato LVd sob a dose de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que mostrou crescimento linear com taxas de crescimento positivo, sendo 15,80 folhas/planta aos 210 DAT (Figura 3A). O menor valor foi de 8,53 folhas/planta aos 210 DAT no tratamento LVd na ausência de calcário que teve crescimento quadrático com taxas de crescimento negativo.

Em substrato LVd + areia, os maiores números de folhas (9,37 folhas/planta) ocorreram sob dose de 1,29 t ha<sup>-1</sup> de calcário aos 210 DAT (Figura 3B), resultado do crescimento linear com taxas de crescimento positivo. O menor valor foi de 6,71 folhas/planta aos 210 DAT no tratamento LVd + areia com uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que teve crescimento linear com taxas de crescimento negativo.



**Figura 3.** Número de folhas de plantas de guavira cultivada em vasos sob cinco doses de calcário, em substrato LVd (A) ou LVd + areia (B), em função de dias após o transplante - DAT. Dourados-MS, UFGD, 2017.

Embora Lorenzi et al. (2006) classifiquem a planta de guavira como arbusto decíduo, não foram observadas quedas das folhas, uma vez que o crescimento no número de folhas foi linear durante o ciclo de cultivo (Figura 3B). Isso pode ser explicado porque o período do ciclo de desenvolvimento não tenha coincido com o período de queda de folhas e a planta estar em desenvolvimento inicial.

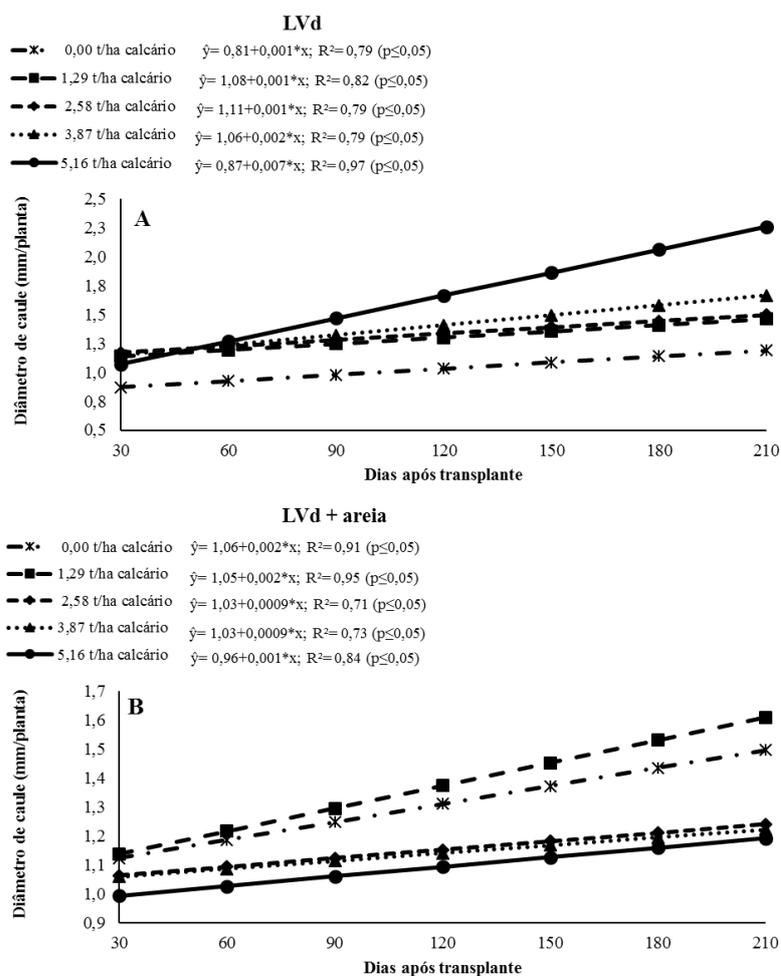
O incremento do número de folhas em função do aumento das doses de calcário no substrato LVd resultou da maior disponibilidade de nutrientes às plantas, pelo aumento do pH do substrato (Figura 2A), e também maior absorção e balanceamento dos teores de macronutrientes necessários ao desenvolvimento da planta (TAIZ e ZEIGER, 2013). Segundo Raji (2011), a correção da acidez dos substratos tem efeitos benéficos, que influenciam na produção das culturas.

De maneira semelhante ao que ocorreu com o número de folhas, o maior diâmetro de caule foi de 2,34 mm/planta em substrato LVd sob a dose de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que

mostrou crescimento linear com taxa de crescimento positivo aos 210 DAT. O menor valor foi de 1,02 mm/planta aos 210 DAT no tratamento LVD na ausência de calcário que teve crescimento linear com taxas de crescimento negativo (Figura 4A).

No substrato LVD + areia, o maior diâmetro (1,47 mm/planta) foi observado aos 210 DAT sob a dose de 1,29 t ha<sup>-1</sup> que mostrou crescimento linear com taxas de crescimento positivo (Figura 4B). O menor valor foi de 1,17 mm/planta aos 210 DAT no tratamento LVD + areia com uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que teve crescimento linear com taxas de crescimento negativo.

Verifica-se que em substrato LVD a condição de substrato corrigido, foi superior à condição de não corrigido (Figura 4A), evidenciando a necessidade de se realizar a calagem para esse tipo de substrato.



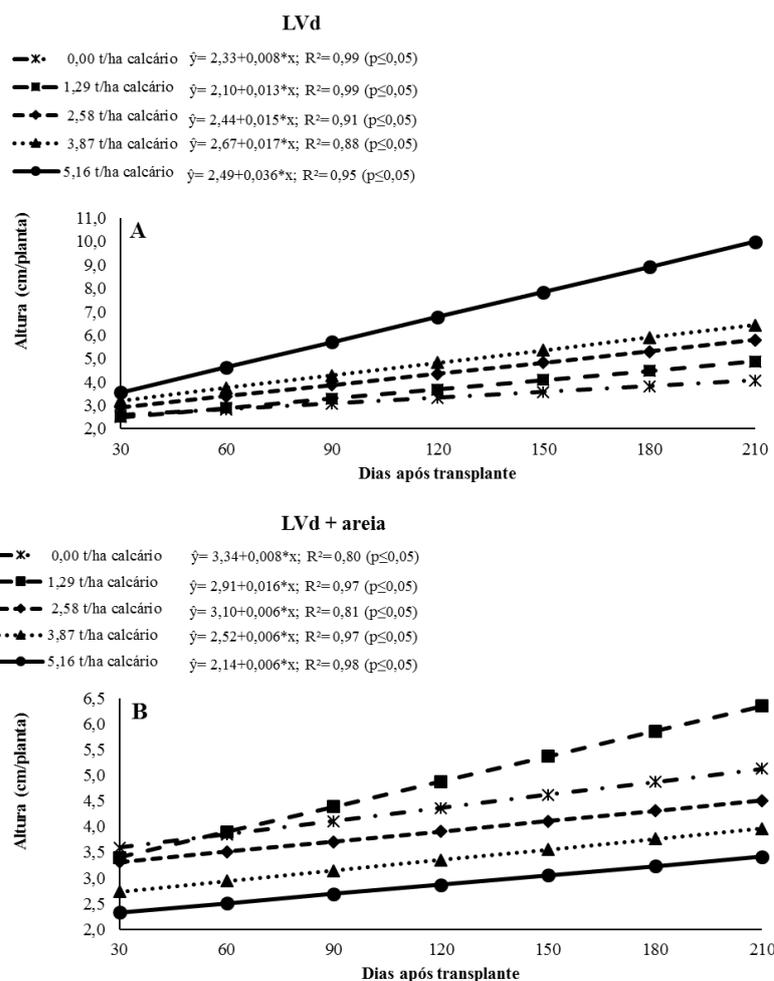
**Figura 4.** Diâmetro de caule de plantas de guavira cultivada em vasos sob cinco doses de calcário, em substrato LVD (A) ou LVD + areia (B), em função de dias após o transplante - DAT. Dourados-MS, UFGD, 2017.

O maior diâmetro do caule é uma característica desejável em plantas porque garante maior sustentação da parte aérea (OLIVEIRA et al., 2007) e possibilita maior desenvolvimento do sistema radicular, reduzindo assim o tempo para serem transplantadas para o campo, e plantas com sistema radicular bem desenvolvido apresenta maior capacidade de sobrevivência após o transplântio (CAMPOS e UCHIDA, 2002).

O diâmetro do caule está relacionado com o acúmulo de fotoassimilados pela planta que são armazenados principalmente em tecidos de reservas, presentes no caule e na raiz, que poderão ser utilizados quando o ambiente possuir algum fator limitante à sobrevivência da planta (CARNEVALI et al., 2015).

A maior altura das plantas da guavira em substrato LVd foi de 10,05 cm/planta, aos 210 DAT sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que mostrou crescimento linear com taxas de crescimento positivo e o menor valor de 4,01 cm/planta aos 210 DAT na ausência de calcário que teve crescimento linear com taxas de crescimento negativo (Figura 5A).

Em substrato LVd + areia, a maior altura de plantas foi de 6,27 cm/planta, observada aos 210 DAT, sob dose de 1,29 t ha<sup>-1</sup> de calcário apresentando um crescimento linear com taxas de crescimento positivo e o menor valor foi de 3,40 cm/planta aos 210 DAT com uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que teve crescimento linear com taxas de crescimento negativo (Figura 5B).



**Figura 5.** Altura de plantas de guavira cultivada em vasos sob cinco doses de calcário, em substrato LVd (A) ou LVd + areia (B), em função de dias após o transplante - DAT. Dourados-MS, UFGD, 2017.

Provavelmente, esse maior crescimento da parte aérea em substrato LVd deve-se, dentre outros, à maior absorção do nitrogênio pela planta (Figura 10A), disponibilizados pelas maiores doses de calcário. A calagem pode proporcionar maior disponibilidade de nitrogênio por afetar positivamente a atividade microbológica do substrato aumentando a mineralização do N proveniente da M.O., e assim pode ter disponibilizado o nutriente no substrato promovendo maior produção. No substrato LVd + areia, as maiores doses de calcário podem ter ocasionado um desbalanço nutricional dos nutrientes e afetado a atividade microbológica, visto que o pH foi maior que 7,0 o que provavelmente reduziu a absorção de nutrientes, limitando o crescimento das plantas de guavira.

Vários estudos têm demonstrado que a correção da acidez do substrato propicia melhoria no desenvolvimento do sistema radicular, maior absorção de nutrientes e com isto há maior desenvolvimento em altura. A altura de planta, em associação com o diâmetro do caule, é uma boa característica para avaliar a qualidade da planta enquanto está se

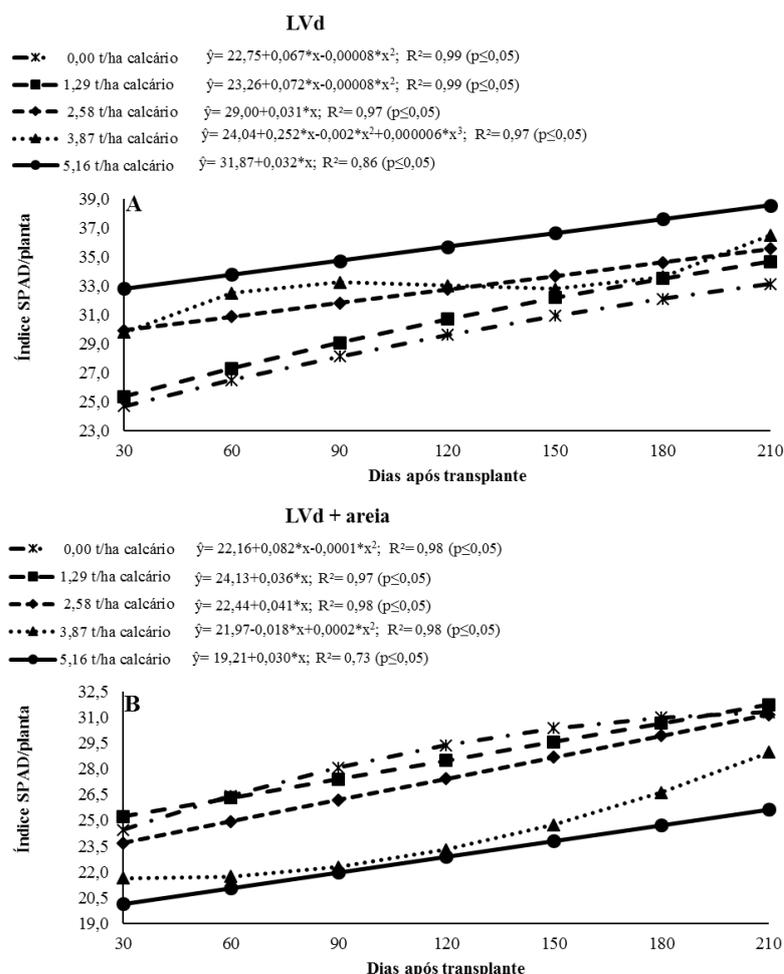
desenvolvendo, pois é um método não destrutivo indicado em estudos que visem a permanência da planta viva (GOMES et al., 2002).

Resultados próximos aos deste estudo foram encontrados por Carnevali et al. (2014), estudando o efeito de cinco doses de calcário correspondentes a 0, 2, 4, 8 e 16 t ha<sup>-1</sup> sem e com gesso agrícola no desenvolvimento inicial de mudas da guavira, em Latossolo Vermelho distroférico. Os autores relatam que aos 200 DAT, a maior altura de planta (13,91 cm) e diâmetro do caule (1,89 mm), obtidos sob à dose de 16 t ha<sup>-1</sup> de calcário. Esses resultados mostram que correção da acidez do substrato proporciona maior desenvolvimento inicial de plantas de guavira, podendo estar relacionados com a reação do calcário à textura do substrato, que permitiu uma maior disponibilidade e absorção de nutrientes, tais como N, Ca, Mg, P e K, essenciais ao desenvolvimento da planta em substrato LVd.

A correção da acidez do substrato propicia melhoria no desenvolvimento do sistema radicular, maior absorção de nutrientes e com isto há maior desenvolvimento em altura das plantas, tal como demonstraram Bernardino et al. (2005) que a correção de substratos distróficos através da calagem é muito benéfica, inclusive para espécies nativas. Os autores verificaram que no Latossolo distrófico, o aumento dos níveis de saturação (30, 50 e 70%) promoveu aumento linear das características de crescimento, exceto diâmetro, e da qualidade das mudas de *Anadenanthera macrocarpa*. Caires et al. (1999) estudaram a movimentação de calcário em Latossolo Vermelho distrófico textura média em condições de campo e observaram aumentos no pH e nos teores de Ca e Mg e diminuição da toxidez por Al após a aplicação de calcário em superfície.

Os índices SPAD apresentaram crescimentos característicos para cada época de cultivo (Figura 6). O maior índice SPAD das plantas de guavira cultivado sob o substrato LVd foi de 38,59 aos 210 DAT, sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que mostrou crescimento linear com taxas de crescimento positivo e o menor índice SPAD no substrato LVd foi de 33,29 aos 210 DAT na ausência de calcário que teve crescimento quadrático com taxas de crescimento negativo (Figura 6A).

No substrato LVd + areia o maior índice SPAD foi de 31,69 observado aos 210 DAT, sob a dose de 1,29 t ha<sup>-1</sup> de calcário que mostrou crescimento linear e o menor índice SPAD no substrato LVd + areia foi de 25,51 aos 210 DAT sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que teve crescimento linear (Figura 6B).



**Figura 6.** Índice SPAD de plantas de guavira cultivada em vasos sob cinco doses de calcário, em substrato LVd (A) ou LVd + areia (B), em função de dias após o transplante - DAT. Dourados-MS, UFGD, 2017.

O índice SPAD é usado como indicativo do teor de clorofila (a+b), carotenoides e nutrição nitrogenada da planta (SILVA et al., 2014). Em substrato LVd ocorreu maior disponibilidade de nitrogênio e magnésio em função das maiores doses de calcário (Figura 2D) em relação ao substrato LVd + areia, proporcionando maior teor de clorofila (Figura 6A). Quanto maior a disponibilidade destes nutrientes para a planta de guavira, maior será o teor de clorofila. Esse resultado é comprovado pelo maior teor desses nutrientes no tecido foliar, assim quando, maior a absorção de N e Mg maior será o índice SPAD, pois estes fazem parte da molécula (AMINIFARD et al., 2012; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Pereira (2001), também observou que as doses crescentes de Mg induziram aumento da leitura do valor SPAD nas lâminas foliares recém expandidas de capim-mombaça - *Panicum maximum*, além da massa seca da parte aérea, das raízes, número de folíolos e área foliar. Isso mostra que os maiores valores de índice SPAD nas folhas de guavira associam-se à maior disponibilidade de N e Mg proporcionada pelas maiores doses

de calcário em substrato LVd acarretando no aumento da concentração de clorofila nas folhas (Figura 6A).

Considerando-se as curvas de crescimento de número de folhas, diâmetro de caule, altura de plantas e índice SPAD, o desenvolvimento das plantas de guavira foram maiores em substrato LVd em relação ao LVd + areia, indicando que esse tipo de substrato é favorável ao desenvolvimento de plantas de guavira sob as doses crescente de calcário.

Devido à escassez de pesquisas, principalmente com espécies nativas do Cerrado, torna-se importante considerar um bom manejo da fertilidade do substrato, com uso racional principalmente de corretivos agrícolas, que possibilitem a indicação de doses agronomicamente corretas e economicamente viáveis (SOUZA et al., 2013). Sendo assim, em um sistema de produção de plantas nativas, altas dosagens de corretivos podem não ser viáveis para um maior desenvolvimento e produção de plantas.

No presente estudo, as plantas de guavira em substrato LVd + areia apresentou um menor desenvolvimento das características avaliadas (Figuras 3, 4, 5 e 6) nas maiores doses de calcário, fato este que pode ser explicado pelas altas doses de calcário utilizada para este tipo de substrato, onde é importante ressaltar, que substratos com texturas diferentes têm carências diferentes em nutrientes (NOVAIS e SMYTH, 1999; MARSCHNER, 2012).

Em substratos ácidos, o aumento do pH e o conseqüente decréscimo na atividade do Al podem promover o crescimento de plantas, mesmo em espécies consideradas adaptadas as condições adversas de acidez do substrato. O aumento do pH pode apresentar efeitos benéficos ou maléficis no desenvolvimento de plantas nativas do cerrado (SOUZA et al., 2007).

Em substrato LVd + areia o valor de pH foi maior que 7,0 na maior dose de calcário (Figura 2A), o que pode ter ocasionado uma menor disponibilidade de nutrientes, principalmente de fósforo por causa da formação de fosfato de cálcio que é insolúvel e não aproveitável para as plantas (ABREU et al., 2007). A maior disponibilidade de P na solução do substrato será determinada na faixa de pH em que conjuntamente os compostos fosfatados apresentem máxima solubilidade. Essa faixa é descrita por Raij (2004) como sendo entre os valores de pH em CaCl<sub>2</sub> de 5,0 e 6,2.

Dessa forma, a correção da acidez do substrato LVd + areia para valores de pH em torno de 7,0 pode ter contribuído para o efeito de desequilíbrio nutricional, principalmente no que diz respeito ao excesso de calagem no substrato, ocasionando desta maneira um

antagonismo da absorção dos nutrientes, principalmente, quando a planta ainda não tem um sistema radicular bem desenvolvido (TECCHIO et al., 2006; MARSCHNER, 2012).

A resposta à prática de calagem pode ou não ocorrer, dependendo das características de cada espécie e da textura do substrato em que se pretenda cultivar, principalmente no que se refere à tolerância à acidez (VIEIRA et al., 2015). Nesse caso, em substrato LVd + areia elevadas doses de calcário não são necessárias, pois a planta de guavira não irá absorver nutrientes, devido a sua adaptação a condições de substratos ácidos e não neutros.

As doses de calcário a ser aplicada variam com as condições de acidez apresentada e com o tipo de substrato, sendo que o substrato LVd + areia requer menor quantidade de calcário em relação ao substrato LVd, pelo fato do substrato LVd + areia apresentar menor capacidade tampão relacionada ao menor teor de argila, óxidos de ferro e alumínio e também por ser mais suscetíveis às perdas por lixiviação, sendo que a necessidade de calagem deve ser calculada por outro método, e não pela elevação do V%.

A espécie em estudo, independentemente do tipo de substrato teve um maior desenvolvimento das características avaliadas em pH levemente ácido, em torno de 6,2 a 6,5, valores estes obtidos nas doses de 1,29 t ha<sup>-1</sup> e 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário nos substratos LVd + areia e LVd, respectivamente. Nessa faixa de pH a disponibilidade de nutrientes foi maior nos dois substratos LVd + areia e LVd, o que pode ter balanceado a disponibilidade e absorção dos macronutrientes necessário para o maior desenvolvimento da planta de guavira.

O comportamento da planta de guavira em substrato LVd + areia também foi observado por Costa et al. (2010), ao avaliarem o crescimento de mudas de *C. adamantium*, em Jataí (GO), em solo natural sem calagem, solo natural com calagem para atingir V = 40% e solo natural com calagem para V = 70%, observaram que, com calagem para V = 70%, as alturas de plantas, diâmetro do coleto e número de folhas foram menores.

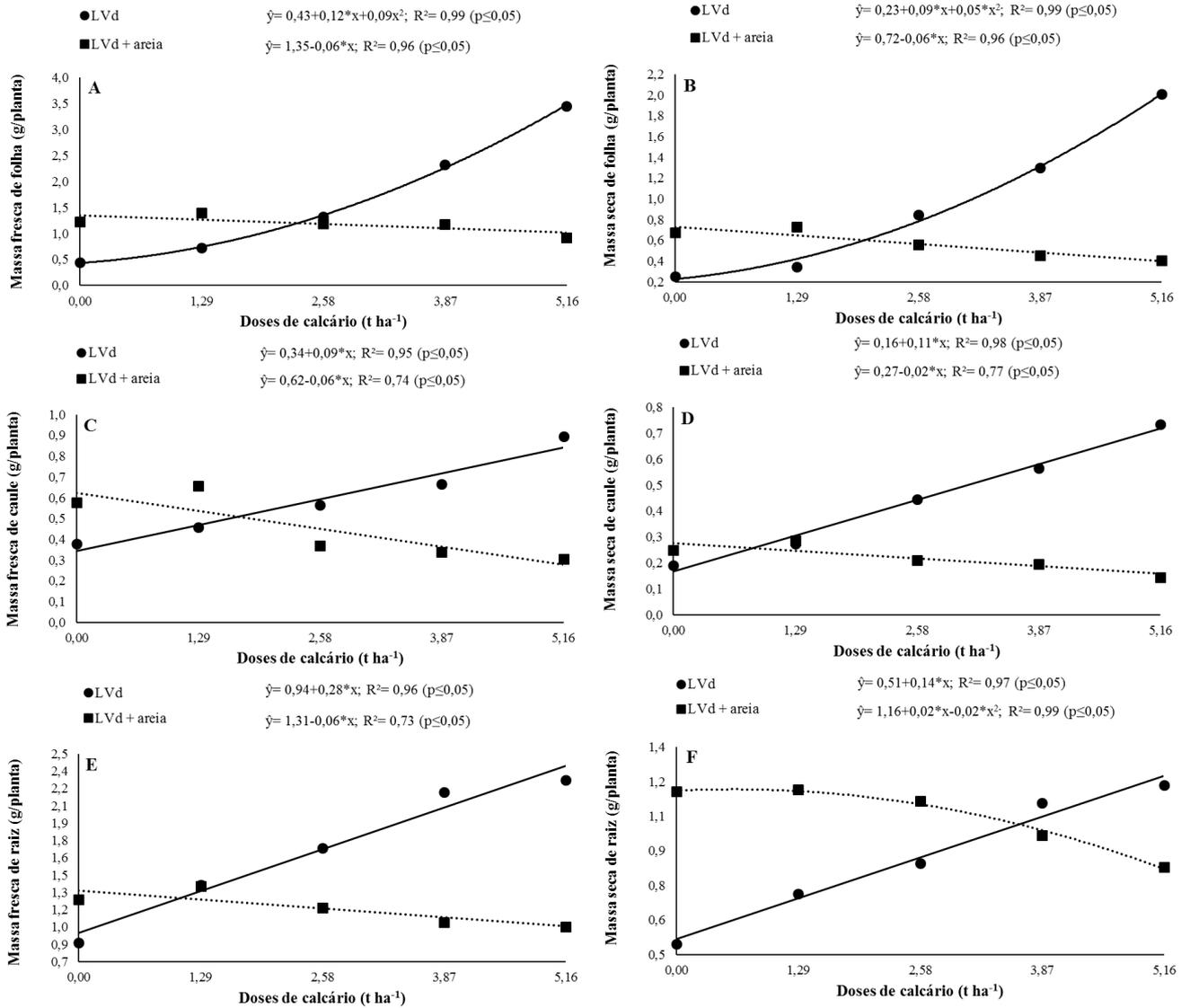
Todas as características de produção avaliadas foram influenciadas pela interação doses de calcário e textura do substrato (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância das massas fresca de folha (MFF), de caule (MFC) e de raiz (MFR); massas seca de folha (MSF), de caule (MSC) e de raiz (MSR); área foliar (AF); área radicular (AR) e comprimento da maior raiz (CR) de plantas de guavira cultivadas sob cinco doses de calcário e duas texturas de substratos. Dourados-MS, UFGD, 2017.

F.V.	G.L.	MFF	MFC	MFR	MSF	MSC
Bloco	3	0,0013*	0,0002 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	0,0008*	0,0010 <sup>ns</sup>
Calcário (C)	4	2,3875**	0,0252**	0,4427**	0,7047**	0,0583**
Textura substrato (T)	1	2,1960**	0,2041**	2,6044**	1,4832**	0,5045**
C x T	4	3,8433**	0,2352**	0,9920**	1,4741**	0,1450**
Resíduo	27	0,0004	0,0001	0,0002	0,0002	0,0004
C.V.(%)		1,49	2,57	1,55	1,93	6,26
Média		1,41	0,52	1,42	0,75	0,33
		(g/planta)	(g/planta)	(g/planta)	(g/planta)	(g/planta)
F.V.	G.L.	MSR	AF	AR	CR	
Bloco	3	0,0005 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	0,0001**	0,0006 <sup>ns</sup>	
Calcário (C)	4	0,0540**	22,446**	1,5105**	1,2475**	
Textura substrato (T)	1	0,3122**	448,96**	12,254**	190,66**	
C x T	4	0,3489**	160,58**	9,0857**	43,656**	
Resíduo	27	0,0002	0,0004	0,0002	0,0004	
C.V.(%)		1,65	1,12	1,43	1,75	
Média		0,95	17,11	3,34	29,75	
		(g/planta)	(cm <sup>2</sup> /planta)	(cm <sup>2</sup> /planta)	(cm/planta)	

\*\* significativo pelo teste F,  $p < 0,01$ ; \* significativo pelo teste F,  $p < 0,05$ ; ns = não significativo pelo teste F.

As massas frescas e secas de folhas, caules e raízes das plantas de guavira foram maiores em substrato LVd sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário, e menores em substrato LVd + areia sob a mesma dose. As maiores produções de massas frescas e secas no substrato LVd + areia foram obtidas sob a ausência de calcário (Figura 7).



**Figura 7.** Massas fresca e seca de folha (A e B), caule (C e D) e raiz (E e F) de plantas de guavira cultivada em vasos sob cinco doses de calcário, em substratos LVd e LVd + areia. Dourados-MS, UFGD, 2017.

As maiores produções de massas fresca e secas em substrato LVd estão relacionadas com o aumento da disponibilidade de nutriente no substrato promovido pela calagem, principalmente o fósforo, pois, devido à sua participação nos processos de diferenciação celular e manutenção energética, auxilia na definição da quantidade de massa (MARSCHNER, 2012).

Alguns estudos relatam que o fósforo é o nutriente mais eficiente em promover a produção de massa, principalmente em plantas nativas do cerrado como o trabalho de Carnevali (2013), estudando o efeito de nitrogênio e fósforo na eficiência nutricional de *C. adamantium* em cultivo com diferentes doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em Latossolo Vermelho distroférico, relatam que aos 200 DAT, sob a dose de 62,46 mg kg<sup>-1</sup> de N e de 82,95 mg

kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionaram máxima massa seca da parte aérea e raiz. Outro trabalho que evidencia a necessidade do uso desse nutriente, mesmo sem a correção do substrato, é o de Vieira et al. (2011) que constataram máximo crescimento da massa seca de folhas da *C. adamantium* (5,68 g/planta) nas doses de 114 kg ha<sup>-1</sup> de N e de 380 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Os aumentos nos valores de massa fresca e seca decorrentes da calagem estão provavelmente relacionados com o crescimento radicular, uma vez que com o maior desenvolvimento das raízes espera-se que ocorra maior absorção de nutrientes (SILVA et al., 2004).

As maiores doses de calcário em substrato LVd + areia proporcionaram uma redução nos valores médios das características avaliadas (Figura 7). Porém, de acordo com Siqueira et al. (1995), esses resultados podem ser indicativos de maior adaptação da espécie a substratos pouco férteis, ou de rígido ajuste da taxa de crescimento às condições de baixa disponibilidade de nutrientes, o que restringe sua resposta à melhoria nos níveis de fertilidade do substrato.

A associação das doses mais elevadas de calcário ao substrato LVd + areia é menos viável em comparação ao substrato LVd, tendo em vista que as plantas se desenvolveram mais no substrato argiloso. Tal efeito está aparentemente relacionado com as características físicas e químicas diferenciadas desses substratos, especialmente pela textura argilosa do substrato de Cerrado, havendo maior capacidade tampão e, provavelmente, pela maior complexação/oclusão da matéria orgânica (SILVA e MENDONÇA, 2007).

Resultado semelhante foi verificado por Ajalla et al. (2012), que obtiveram maior massa seca de raízes em mudas de baru desenvolvidas em substratos de textura argilosa, em comparação aos de textura arenosa. É possível considerar que a ocorrência de maior quantidade de microporos nos substratos com textura mais argilosa aumente a necessidade de a planta emitir mais raízes para melhor aproveitamento de água e nutrientes (AJALLA et al. 2012).

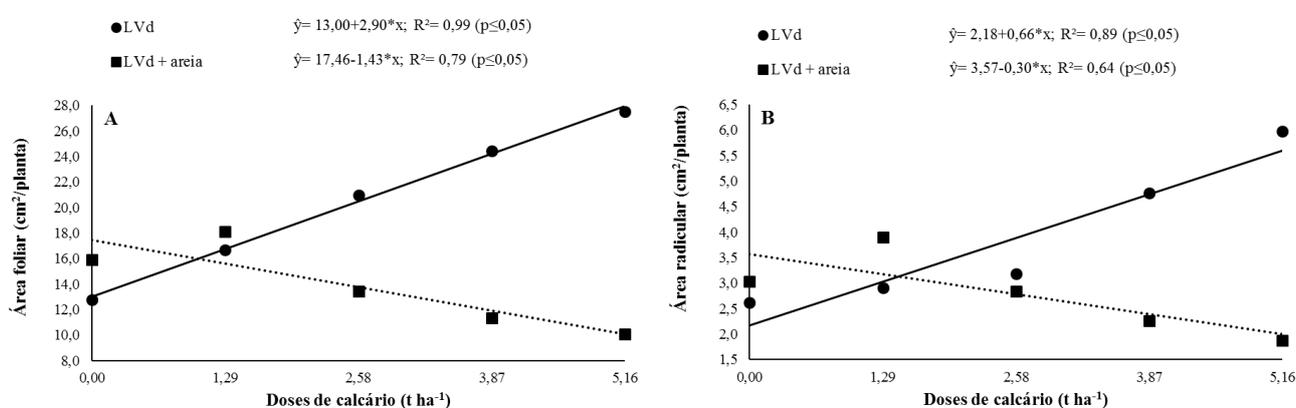
Em pastagens cultivadas, tem sido verificado também menor produção de raízes em substratos de textura arenosa em relação de classes mais argilosas (VOLPE et al., 2008). Considerando a importância de raízes bem desenvolvidas para a implantação das mudas em campo, aliado com o desenvolvimento aéreo, o substrato com textura mais argilosa é o substrato mais indicado para a espécie em questão quando realizado a calagem.

Diversos trabalhos com espécies nativas do Cerrado encontrados na literatura consultada, relatam sobre o aumento da produção de massa de plantas utilizando a calagem. Destaca-se o trabalho de Silva et al. (2011), que estudaram diferentes espécies nativas, dentre elas o *Astronium fraxinifolium* (Gonçalo Alves), *Guazuma ulmifolia*

(mutamba), *Anadenanthera macrocarpa* (angico vermelho), e o *Inga edulis* (ingá), todos cultivados com 0, 50, 100 e 200 g de calcário ha<sup>-1</sup> em Cambissolo truncado. Os autores verificaram que o aumento do nível de calagem proporcionou incrementos na altura de planta, no diâmetro do caule e na largura da copa. Outro trabalho que se destaca é o de Macedo e Teixeira (2012), que, trabalhando com araçá-boi (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae), relatam que a calagem em Latossolo Amarelo distrófico aumentou a altura de planta, diâmetro do caule e produção de massa seca de raiz e parte aérea.

A maior área foliar das plantas de guavira foi no substrato LVd sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que mostrou crescimento linear com taxas de crescimento positivo, sendo 27,96 cm<sup>2</sup>/planta e a menor área foliar no substrato LVd foi de 13,00 cm<sup>2</sup>/planta sob ausência de calcário (Figura 8A).

No substrato LVd + areia, a maior área foliar foi de 17,46 cm<sup>2</sup>/planta sob a ausência de calcário que mostrou crescimento linear com taxas de crescimento positivo e a menor área foliar no substrato LVd + areia foi de 10,08 cm<sup>2</sup>/planta sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário com taxas de crescimento negativo (Figura 8A).



**Figura 8.** Áreas foliar (A) e radicular (B) de plantas de guavira cultivadas em vasos em substratos LVd e LVd + areia, em função das doses de calcário. Dourados-MS, UFGD, 2017.

A maior área radicular das plantas de guavira foi no substrato LVd sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que mostrou crescimento linear com taxas de crescimento positivo, sendo 5,58 cm<sup>2</sup>/planta e a menor área radicular no substrato LVd foi de 2,18 cm<sup>2</sup>/planta sob ausência de calcário (Figura 8B).

No substrato LVd + areia, a maior área radicular foi de 3,57 cm<sup>2</sup>/planta sob a ausência de calcário que mostrou crescimento linear com taxas de crescimento positivo e a menor área radicular no substrato LVd + areia foi de 2,02 cm<sup>2</sup>/planta sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário com taxas de crescimento negativo (Figura 8B).

A calagem possibilitou uma maior absorção de nitrogênio pela planta no substrato LVd (Figura 10A), influenciando de forma mais expressiva o aumento da área foliar, pois está diretamente relacionado com a taxa de expansão e divisão celular, sendo um dos principais responsáveis pelo tamanho final das folhas, onde ocorre maior síntese de carboidratos e aminoácidos (MARSCHNER, 2012).

A maior área foliar favorece a capacidade de retenção da energia solar e maior produção de fotoassimilados e incremento na produção de massa (GONZALEZ-SANPEDRO et al., 2008), inclusive, do caule, devido à sua função de armazenamento de compostos derivados da fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2013). O estudo da área foliar permite correlacioná-la ao potencial produtivo da planta, pois as folhas são os órgãos responsáveis por 90% da massa seca acumulada nas plantas, devido à sua atividade fotossintética (BENINCASA, 2003), dependendo da espécie.

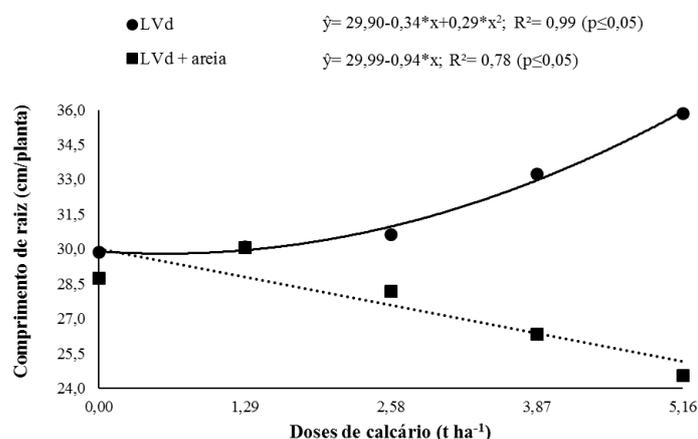
Carnevali et al. (2014), estudando o efeito de cinco doses de calcário correspondentes a 0, 2, 4, 8 e 16 t ha<sup>-1</sup> sem e com gesso agrícola no desenvolvimento inicial de mudas da guavira, em Latossolo Vermelho distroférrico, relatam que aos 200 DAT, a maior área foliar (66,25 cm<sup>2</sup>/planta) foi obtida sob a dose de 16 t ha<sup>-1</sup> de calcário, resultado esse maior do que o obtido neste estudo devido à maior dose de calcário utilizada pelos autores.

No substrato LVd sob a dose de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário e LVd + areia sob ausência de calcário, promoveram um maior incremento da disponibilidade e absorção de cálcio pelas plantas (Figura 10G e 10H), proporcionando maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de guavira.

As maiores doses de calcário no substrato LVd + areia pode ter provocado um desequilíbrio nutricional nas plantas de guavira, evidenciando o efeito antagônico do K em relação à absorção, tanto do Ca quanto do Mg, visto que todos são nutrientes catiônicos que competem fortemente pelos mesmos sítios de absorção (MALAVOLTA et al., 1997; MASCARENHAS et al., 2000). A competição entre nutrientes por sítios de troca da membrana plasmática das células radiculares acontece particularmente entre íons com propriedades físico-químicas semelhantes, como o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> que, em algumas situações, inibe a absorção de K<sup>+</sup> pelas raízes, ou no caso do Mg<sup>2+</sup>, que sofre forte competição por sítios de troca do tecido radicular com o Ca<sup>2+</sup> e o K<sup>+</sup> e vice-versa (MARSCHNER, 2012).

O comprimento da raiz foi maior em substrato LVd (35,86 cm/planta) sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário que mostrou crescimento quadrático com taxas de crescimento positivo e o menor comprimento de raiz no substrato LVd foi de 29,90 cm/planta sob

ausência de calcário. No substrato LVd + areia, o maior comprimento de raiz foi de 29,99 cm/planta sob a ausência de calcário com taxas de crescimento positivo e o menor comprimento de raiz no substrato LVd + areia foi de 25,13 cm/planta sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário com taxas de crescimento negativo (Figura 9).



**Figura 9.** Comprimento da maior raiz de plantas de guavira cultivada em vasos em substratos LVd e LVd + areia em função das doses de calcário. Dourados-MS, UFGD, 2017.

As plantas mais desenvolvidas sob as maiores doses de calcário no substrato LVd é provavelmente pelo fato de que a calagem proporcionou uma maior disponibilidade de nutrientes no substrato, dentre eles, o Ca e o P nutrientes responsáveis pelo maior crescimento do sistema radicular (GONÇALVES et al., 2000). Portanto, a falta desses nutrientes irá limitar o crescimento das plantas. No substrato LVd + areia nas maiores doses de calcário limitaram a absorção desses nutrientes pela planta de guavira e consequentemente obteve-se menores comprimentos de raiz em relação ao substrato LVd.

Prado e Natale (2004) avaliaram os efeitos da aplicação de calcário ao substrato, sobre o desenvolvimento do sistema radicular e sobre a nutrição de cálcio em goiabeiras (*Myrtaceae*), cultivadas em um Latossolo Vermelho distrófico ácido nas doses (0; 3,7 e 7,4 t ha<sup>-1</sup>) de calcário. Os autores observaram que a calagem promoveu a correção da acidez do substrato, aumentando a saturação por bases, com consequente incremento da disponibilidade e absorção de cálcio pelas plantas, proporcionando maior desenvolvimento do sistema radicular das goiabeiras.

Caires et al. (2001), estudando crescimento radicular e nutrição da cevada - *Hordeum vulgare*, em função da calagem e aplicação de gesso, verificaram que a aplicação de calcário melhorou a densidade de raízes, a superfície radicular e a distribuição relativa de raízes. Diante disso, nota-se que a aplicação de calcário em substratos ácidos de textura

mais argilosa promove maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas e, conseqüentemente, melhora a absorção de água e nutrientes (NATALE et al., 2012).

### 3.3 Análise do teor de nutrientes das plantas de guavira

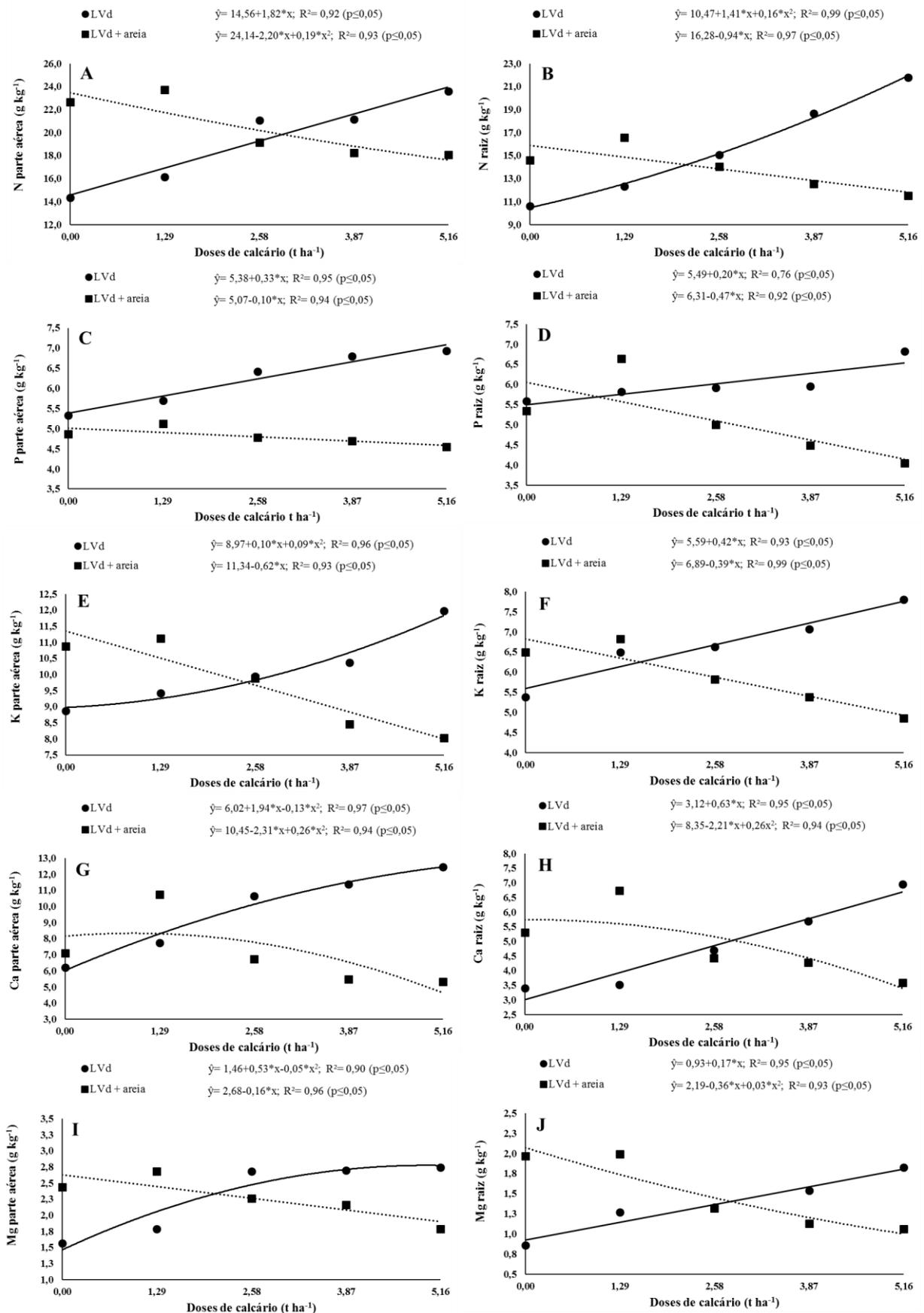
Os teores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg na parte aérea e na raiz das plantas de guavira foram influenciados significativamente pela interação entre as doses de calcário e textura do substrato (Tabela 6). A quantidade de nutrientes removida do substrato por uma cultura varia em função da produtividade e da massa vegetal produzida (MARSCHNER, 2012).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para o teor de nutrientes em plantas de guavira cultivadas sob cinco doses de calcário, em substratos LVd e LVd + areia. Dourados-MS, UFGD, 2017.

F.V.	G.L.	Parte aérea				
		N	P	K	Ca	Mg
Bloco	3	0,3169 <sup>ns</sup>	0,4554 <sup>ns</sup>	0,2623 <sup>ns</sup>	0,0868 <sup>ns</sup>	0,0665 <sup>ns</sup>
Calcário (C)	4	3,8193 <sup>**</sup>	0,4836 <sup>*</sup>	0,7433 <sup>*</sup>	2,5528 <sup>**</sup>	0,2262 <sup>**</sup>
Textura (T)	1	12,210 <sup>**</sup>	20,577 <sup>**</sup>	1,4402 <sup>*</sup>	67,470 <sup>**</sup>	0,0084 <sup>ns</sup>
C x T	4	83,338 <sup>**</sup>	1,6150 <sup>**</sup>	11,704 <sup>**</sup>	43,814 <sup>**</sup>	1,5312 <sup>**</sup>
Resíduo	27	1,2048	0,1668	0,2421	0,2607	0,0441
C.V. (%)		5,54	7,40	4,96	6,09	9,22
Média (g kg <sup>-1</sup> )		19,81	5,51	9,92	8,38	2,27
F.V.	G.L.	Raiz				
		N	P	K	Ca	Mg
Bloco	3	1,0489 <sup>*</sup>	0,1005 <sup>ns</sup>	0,1643 <sup>ns</sup>	0,0350 <sup>ns</sup>	0,0022 <sup>ns</sup>
Calcário (C)	4	14,735 <sup>**</sup>	0,9045 <sup>**</sup>	0,1775 <sup>ns</sup>	3,2175 <sup>**</sup>	0,1175 <sup>**</sup>
Textura (T)	1	33,672 <sup>**</sup>	8,4548 <sup>**</sup>	6,4000 <sup>**</sup>	2,6677 <sup>**</sup>	0,2310 <sup>**</sup>
C x T	4	83,789 <sup>**</sup>	3,9358 <sup>**</sup>	5,5675 <sup>**</sup>	19,558 <sup>**</sup>	1,3436 <sup>**</sup>
Resíduo	27	0,3405	0,1872	0,2785	0,1714	0,0023
C.V. (%)		3,95	7,78	8,41	8,30	3,35
Média (g kg <sup>-1</sup> )		14,76	5,55	6,27	4,99	1,44

\*\* significativo pelo teste F, p<0,01; \* significativo pelo teste F, p<0,05; ns. não significativo pelo teste F. **N:** Nitrogênio; **P:** Fósforo; **K:** Potássio; **Ca:** Cálcio e **Mg:** Magnésio.

No substrato LVd, as maiores doses de calcário proporcionaram maiores teores de macronutrientes na parte aérea e raiz da planta de guavira (Figura 10).



**Figura 10.** Teores de macronutrientes na parte aérea e raiz de plantas de guavira cultivadas sob cinco doses de calcário, em substratos LVd e LVd + areia. Dourados-MS, UFGD, 2017.

No substrato LVd + areia, a ausência de calcário proporcionou maiores teores de macronutrientes na parte aérea e raiz (Figura 10).

A planta de guavira apresentou respostas diferentes em relação ao teor de nutrientes entre as doses de calcário e texturas de substratos estudadas. Segundo Marschner (2012), a taxa de absorção de nutrientes pelas plantas é controlada por diversos fatores, dentre eles, a taxa de crescimento da planta e o teor de nutrientes na planta e no substrato.

A maior absorção de nutrientes em substrato LVd + areia ocorreu sob a ausência de calcário e menor absorção sob o uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário. Isso mostra que a planta de guavira nesse tipo de substrato necessita de doses de calcário menores em relação ao substrato LVd, uma vez que, em substratos mais arenosos, há uma tendência de maior disponibilidade dos nutrientes uma vez que a adsorção é menor em função da baixa concentração de argila (MACHADO et al., 2011), porém doses excessivas de calcário podem implicar em perdas dos nutrientes.

O aumento das massas fresca e seca e maior desenvolvimento da planta de guavira em função das doses de calcário aplicadas em substrato LVd está provavelmente relacionada com a maior absorção dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg pela parte aérea e raiz das plantas.

Os maiores teores de nitrogênio (23,95 g kg<sup>-1</sup>, Figura 10A) e de fósforo (7,08 g kg<sup>-1</sup>, Figura 10C) na parte aérea das plantas de guavira foram das propagadas no substrato LVd com 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário. Esses resultados podem ser atribuídos ao aumento do pH do solo em função do aumento da quantidade de calcário aplicada que pode provocar aumentos na decomposição de M.O. e consequente aumento da mineralização do N além de reduzir a adsorção de P e aumentar o fósforo disponível para a planta. É importante ressaltar que a menor absorção de N pela planta poderá ocasionar a redução de crescimento, pois o N, além de fazer parte da estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, pigmentos e produtos secundários, participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA et al., 1997; MARSCHNER, 2012).

Os maiores teores de K na massa seca da parte aérea e raiz foram de 11,88 g kg<sup>-1</sup> e 7,75 g kg<sup>-1</sup> para substrato LVd, respectivamente (Figuras 10E e 10F), sob o uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário e 11,34 g kg<sup>-1</sup> e 6,89 g kg<sup>-1</sup> em substrato LVd + areia, sob a ausência de calcário (Figuras 10E e 10F). Esses resultados foram maiores que o encontrado por Vieira et al. (2011), para teor de K na massa seca das folhas de *C. adamantium* (1,24 g kg<sup>-1</sup>)

obtido sob 380 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 114 kg ha<sup>-1</sup> de N, se tornando essencial corrigir o substrato para fazer a adubação com a espécie em estudo.

O aumento da concentração de Ca e Mg no substrato LVd, proporcionado pela calagem, possivelmente aumentou a disponibilidade do K no substrato e, conseqüentemente, maior absorção pelas plantas. De acordo com Barber e Humbert (1963), a calagem pode aumentar a disponibilidade de K às plantas devido ao seu menor grau de atração pelas cargas negativas do substrato. No entanto, até certo nível, que será condicionado pela espécie e suas exigências nutricionais, bem como pelas características do substrato.

De modo geral, a calagem proporcionou uma maior absorção de Ca e Mg no substrato LVd, pois, na sua presença, os conteúdos de Ca e Mg foram maiores, quando comparados com a sua ausência (Figuras 10G e 10I), o que pode ser atribuído ao calcário, que após reação de solubilização, aumentou os teores trocáveis desses nutrientes no substrato. É notório que o calcário, além de corrigir a acidez, é fonte de Ca e de Mg, elementos presentes em sua composição (SOUZA et al., 2011). Na ausência de calagem, foram observados menores teores de macronutrientes, devido ao menor desenvolvimento do sistema radicular, à acidez elevada do substrato, presença de alumínio tóxico e baixo valor da CTC, mantendo-se baixa a concentração desses elementos no substrato.

O nutriente absorvido em menor quantidade foi o Mg seguido do P, tanto na parte aérea quanto na raiz, para substrato LVd e LVd + areia, respectivamente. Porém, os teores de P e Mg aumentaram com a elevação das doses de calcário no substrato LVd (Figuras 10C e 10I). Em substratos do Cerrado, além da elevada acidez e alta saturação por Al, a fração argila é composta por óxidos de Fe e Al, que adsorvem fortemente o P, limitando-o para as plantas (SOUZA et al., 2014). A utilização da calagem pode ser muito benéfica, pois além de elevar os teores de Ca e Mg e reduzir os teores solúveis de Fe e Al do substrato, também aumenta a concentração de P na solução do substrato, tornando-o disponível para as plantas (SILVA et al., 2007).

O N e o Ca foram os nutrientes que apresentaram maior teor na planta de guavira em substrato LVd (Figuras 10A e 10G). Em substrato LVd, os maiores teores de N (23,95 g kg<sup>-1</sup>) e Ca (12,56 g kg<sup>-1</sup>) foram obtidos sob uso de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário e em substrato LVd + areia os maiores teores de N (24,14 g kg<sup>-1</sup>) e Ca (10,45 g kg<sup>-1</sup>) ocorreram sob a ausência de calcário (Figuras 10B e 10H). As concentrações diferentes desses nutrientes entre os substratos ou doses com aplicação de calcário e sem calcário, pode indicar que a planta responde a calagem na fase inicial de crescimento. No caso do substrato LVd, a

calagem seria primordial, pois a planta irá absorver maior quantidades dos nutrientes disponíveis no substrato.

O uso da calagem se torna primordial no cultivo de guavira sob LVd. Em trabalhos como o de Vieira et al. (2011), em que não foi realizada calagem, foram verificados menores teores dos nutrientes N ( $9,41 \text{ g kg}^{-1}$ ), P ( $4,24 \text{ g kg}^{-1}$ ) e K ( $1,24 \text{ g kg}^{-1}$ ) utilizando as doses de  $380 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $114 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, em comparação com este trabalho. Outro trabalho que expressa resultados semelhantes foi o de Carnevali (2013), que estudando o efeito de N e P na eficiência nutricional de *C. adamantium* em cultivo com diferentes doses de N e P, em Latossolo Vermelho distroférico, obtiveram os maiores teores foliares de N ( $17,1 \text{ g kg}^{-1}$ ), P ( $1,9 \text{ g kg}^{-1}$ ), K ( $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ ), Ca ( $6,9 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Mg ( $1,8 \text{ g kg}^{-1}$ ) e teores de nutrientes na raiz de N ( $11,3 \text{ g kg}^{-1}$ ), P ( $1,8 \text{ g kg}^{-1}$ ), K ( $6,5 \text{ g kg}^{-1}$ ), Ca ( $6,6 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Mg ( $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ ), aos 200 DAT sob as doses de  $62,46 \text{ mg kg}^{-1}$  de N e  $125,16 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$ . Esses resultados, comparados com os obtidos no presente trabalho mostram a capacidade de a guavira responder à maior disponibilidade de nutrientes no substrato.

A calagem favoreceu a disponibilidade dos nutrientes no substrato, pois houve ganho de massa com o aumento das doses do corretivo. No início de desenvolvimento da planta são necessárias maiores doses de calcário em substrato LVd para aumentar o desempenho nutricional, porém esse aumento das doses de calcário em substrato LVd + areia proporcionam um menor desenvolvimento inicial das plantas de guavira. Esses resultados sugerem que o tipo de substrato pode interferir na eficiência de absorção dos nutrientes e nas respostas de crescimento.

O conjunto dos resultados apresentados mostrou uma importante diferença no padrão de adaptação da planta de guavira cultivada até 210 DAT aos atributos químicos do substrato, alterados pela calagem. Fica evidente para a espécie a necessidade da correção do substrato argiloso pela calagem. No entanto, quando for cultivada em solos arenosos não necessita de calagem. A observação dessas diferenças e das condições e textura do substrato em que elas se deram poderão contribuir para o aprimoramento do manejo nutricional do cultivo da planta de guavira, com maior racionalização no uso do insumo calcário e, ao mesmo tempo, maior produtividade das plantas pelo atendimento das exigências nutricionais em relação à textura do substrato.

## 4 CONCLUSÕES

Os atributos químicos dos substratos, após a colheita das plantas de guavira, apresentaram respostas diferentes à quantidade de calcário adicionado.

As plantas de guavira tiveram maior desenvolvimento no substrato LVd com calcário.

Os teores de macronutrientes na parte aérea e nas raízes das plantas apresentaram-se diferentes para o tipo de substrato em que foram cultivadas as plantas.

## 5 REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. Micronutrientes. In: In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.645-736, 2007.
- AJALLA, A. C. A.; VOLPE, E.; VIEIRA, M. C. V.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.3, p.888-896, 2012.
- AMINIFARD, M. H.; AROIEE, H.; AMERI, A.; FATEMI H. Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **African Journal of Agricultural Research**, v.7, n.6, p.859-866, 2012.
- BARBER, S. A.; HUMBERT, R. P. Advances in knowledge of potassium relationship in the soil and plant. **Fertilizer technology and uses**. Madison: SSSA, p.231-268, 1963.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). 2ed Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.863-870, 2005.
- CAIRES, E. F.; CHUERI, W. A.; MADRUGA, E. F.; FONSECA, A. F.; MENDES, J. A. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.2, p.315-327, 1999.
- CAIRES, E. F.; FELDHAUS, I. C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.3, p.213- 223, 2001.
- CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. A. Calagem em genótipos de amendoim. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.17, n.2, p.193-202, 1993.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.281-288, 2002.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.147-157, 2009.
- CARNEVALI, N. H. S.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. M.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D. Eficiência nutricional de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em função de nitrogênio e fósforo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.2, p.449-461, 2016.

CARNEVALI, T. O. **Desenvolvimento inicial e eficiência nutricional de *Campomanesia adamantium* no uso de nitrogênio e fósforo**. 2013. 42 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

CARNEVALI, T. O.; VIEIRA, M. C.; CARNEVALI, N. H. S.; COELHO, D. V. B. S. D. A.; TORALES, E. P.; HEREDIA ZÁRATE, N. A. Correção do solo para o desenvolvimento inicial de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. BERG. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, v.9, n.4, p.1-10, 2014.

CARNEVALI, T. O.; VIEIRA, M. C.; LUCIANO, A. T.; GONÇALVES, W. V.; RODRIGUES, W. B.; RAMOS, M. B. M. Crescimento inicial de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg sob diferentes composições de substratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.17, n.2, p.316-323, 2015.

COSTA, M. K. F.; REIS, E. F. D.; PINTO, J. F. N. Efeito da calagem e adubação potássica e fosfatada em *Campomanesia spp* (MYRTACEAE). In: CONGRESSO DE PESQUISA E EXTENSÃO, 7., 2010, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: UFG. Disponível em: <[http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/trabalhos-pivic/MELISA\\_K.PDF](http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/trabalhos-pivic/MELISA_K.PDF)>. Acesso em: 24 nov. 2016.

COUTINHO, I. D.; COELHO, R. G.; KATAOKA, V. M. F.; HONDA, N. K.; SILVA, J. R. M.; VILEGAS, W.; CARDOSO, C. A. L. Determination of phenolic compounds and evaluation of antioxidant capacity of *Campomanesia adamantium* leaves. **Eclética Química**, Araraquara, v.33, n.4, p.53-60, 2008.

EBERHARDT, D. N.; VENDRAME, P. R. S.; BECQUER, T.; GUIMARAES, M. F. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em latossolos sob pastagens no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.1009-1016, 2008.

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

FERNANDES, T. O.; AVILA, R. I.; MOURA, S. S.; RIBEIRO, G. A.; NAVES, M. M. V.; VALADARES, M. C. *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) fruits protect HEPG2 cells against carbon tetrachloride-induced toxicity. **Toxicology Reports**, Goiânia, v.2, p.184-193, 2015.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p.309-350, 2000.

GONZÁLEZ-SANPEDRO, M. C.; LE TOAN, T.; MORENO, J.; KERGOAT, L.; RUBIO, E. Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v.112, n.3, p.810-824, 2008.

- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.12, n.1, p.54-64, 2000.
- KOTTEK, M. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v.15, n.3, p.259-263, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras** - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1., 2008. 384p.
- LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Plantarum, 2006. 640p.
- MACEDO, S. T; TEIXEIRA, P. C. Calagem e adubação fosfatada para formação de mudas de araçá-boi. **Acta amazônica**, Amazonas, v.42, n.3, p.405-412, 2012.
- MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E.; ANDRADE, B. B.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H. Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.70-76, 2011.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Fosfato, 1997. 238p
- MARSCHNER, P. **Marschner 's mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. New York, Academic Press, 2012. 651p.
- MASCARENHAS, H. A. A; TANAKA, R. T; CARMELLO, Q. A. C.; GALLO, P. B.; AMBROSANO, G. M. B. Calcário e potássio para a cultura da soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.3, p.445-449, 2000.
- MONTANARI, R.; PEREIRA, G. T.; JÚNIOR, J. M.; SOUZA, Z. M. D.; PAZETO, R. J.; CAMARGO, L. A. Variabilidade espacial de atributos químicos em Latossolo e Argissolo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.1266-1272, 2008.
- NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, SÉERGE-ÉTIENNE. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.1294-1306, 2012.
- NOGUEIRA, A. R. A.; MOZETO, A. A. Interações químicas do sulfato e carbonato de cálcio em seis solos paulistas sob vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.1, p.1-6, 1990.
- NOVAIS, R. F., SMYTH, T. J. **Fósforo em Solo e Planta em Condições Tropicais**. Viçosa: UFV, DPS, 1999. 399p.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A. C.; FAQUIN, V.; PINTO, J. E. B. Efeitos de calagem e adubação no crescimento e nutrição de arnica. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.24, n.3, p.347-351, 2006.

OLIVEIRA, E. L.; PARRA, M. S.; COSTA, A. Resposta da cultura do milho, em um Latossolo Vermelho álico, à calagem. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, n.1, p.65-70, 1997.

OLIVEIRA, M. I.; CASTRO, E. M.; COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; AMARAL, T. A. Crescimento e teor de óleo essencial de plantas jovens de *Artemisia vulgaris* submetidas a diferentes condições de radiação. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu. **Resumo...** Caxambu: CEB, 2007.

PEIXOTO, A. L.; LUZ, J. R. P.; BRITO, M. A. **Conhecendo a Biodiversidade**. Brasília, DF: CNPq: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2016. 195p.

PEREIRA, W. L. M. **Doses de potássio e magnésio em solução nutritiva para capim moçamba**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ. 2001. 136f.

PIVA, M. G. **O caminho das plantas medicinais: estudo etnobotânico**. Rio de Janeiro: Mondirán, 2002. 320p.

PRADO, R. M.; NATALE, W. A calagem na nutrição e no desenvolvimento do sistema radical da caramboleira. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n.1, p.3-8, 2004.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.

RAIJ, B.V. Métodos de diagnose de fósforo no solo em uso no Brasil. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, p.563-588, 2004.

SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p.96-103, 2009.

SCALON, S. P. Q.; OSHIRO, A. M.; MASETTO, T. E.; DRESCH, D. M. Conservation of *Campomanesia adamantium* (CAMB.) O. Berg seeds in different packaging and at varied temperatures. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.262-269, 2013.

SCHOFIEELD, R. K.; TAYLOR, A. N. The measurement of soil pH. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.19, p.164-167, 1995.

SILVA, A. H; PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Desenvolvimento inicial de espécies exóticas e nativas e necessidade de calagem em área degradada do Cerrado no triângulo mineiro (Minas Gerais, Brasil). **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v.29, n.2, p.287-292, 2011.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampliada-Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SILVA, I. R. D; MENDONÇA, E. D. S. Matéria orgânica no solo. In: NOVAES, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F. D.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.;

NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, p.275-374, 2007.

SILVA, L. M.; LEMOS, L. B.; CRUSCIOL, C. A. C.; FELTRAN, J. C. Sistema radicular de cultivares de feijão em resposta à calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.7, p.701-707, 2004.

SILVA, M. A.; SANTOS, C. M.; VITORINO, H. S.; RHEIN, A. F. L. Pigmentos fotossintéticos e índice SPAD como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p.173-181, 2014.

SIQUEIRA, J. O.; CURTI, N.; VALE, F. R.; FERREIRA, M. M.; MOREIRA, F. M. S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28p.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. G.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVARES, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, p.205-274, 2007.

SOUZA, H. A.; NATALE, W.; ROZANE, D. E.; HERNANDES, A.; ROMUALDO, L. M. Calagem e adubação boratada na produção de feijoeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.2, p.249-257, 2011.

SOUZA, N. H.; MARCHETTI, M. E.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D.; SCALON, S. P. Q.; SILVA, E. F. Estudo nutricional da canafístula (I): crescimento e qualidade de mudas em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.4, p.717-724, 2013.

SOUZA, N. H.; MARLENE E. M.; CARNEVAL, T. D. O.; RAMOS, D. D.; SCALON, S. D. P. Q.; OLIVEIRA, M. T. D. Crescimento inicial de *Stryphnodendron polyphyllum* (Mart.) em resposta à adubação com N e P. **Cerne**, Lavras, v.20, n.3, p.441-447. 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 945p.

TECCHIO, M. A.; PAIOLI-PIRES, E. J.; TERRA, M. M.; FILHO, H. G.; CORRÊA, J. C.; VIEIRA, C. R. Y. Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niágara Rosada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1056-1064, 2006.

TESCARO, M. D. Eficiência do método da saturação de bases para a correção da acidez de um solo Álico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., Caxambu, 1998. **Resumos...** Caxambu, UFLA/SBCS/SBM, 1998. p.103.

VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. GERVASIO; ANJOS, L. H. C. Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.111-118, 2003.

VIEIRA, M. C.; PEREZ, V. B.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; SANTOS, M. C.; PELLOSO, I. A. O.; PESSOA, S. M. Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira

[*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] cultivada em vasos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n. especial, p.542-549, 2011.

VIEIRA, M., RAMOS, M., HEREDIA, N. A. H, LUCIANO, A., GONÇALVES, W., RODRIGUES, W., SIQUEIRA, J. D. Adubação fosfatada associada à cama de frango e sua influência na produtividade e no teor de flavonoides da marcela (*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.) em duas épocas de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.2, p.246-253, 2015.

VOLPE, E.; MARCHETTI, M. E.; MACEDO, M. C. M.; ROSA JÚNIOR, E. J. Renovação de pastagem degradada com calagem, adubação e leguminosa consorciada em Neossolo Quartzarênico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.1, p.131-138, 2008.

# **CAPÍTULO II**

**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL, COMPOSTOS FENÓLICOS E  
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO FRUTO E DO LICOR DE  
*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg**

MELO, R. M. **COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL, COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO FRUTO E DO LICOR DE *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2017.

## RESUMO

Estudos epidemiológicos têm sugerido associação entre o consumo de frutos e bebidas como fontes de compostos fenólicos com ação antioxidante. A *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira, Myrtaceae), fruta nativa brasileira, apresenta altas concentrações de compostos fenólicos e vitamina C. A elaboração de licores possibilita a extração de compostos fenólicos e atividade antioxidante de todas as partes do fruto. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar a composição nutricional do fruto, a influência do processamento e a obtenção do licor de guavira a partir da polpa e da casca do fruto, no teor de compostos fenólicos e sua correlação com a atividade antioxidante. Foi elaborado o planejamento experimental com nove formulações para duas variáveis independentes na preparação do licor: a) matéria-prima (casca, polpa/casca e polpa) e b) solvente (aguardente, aguardente/álcool de cereais e álcool de cereais). As etapas do processamento do licor consistiram de maceração e envelhecimento. Análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante pelos métodos DPPH<sup>·</sup> e ABTS foram realizados nos licores aos 20 dias de maceração e aos 100 dias de envelhecimento. Na polpa do fruto de guavira houve mais carboidratos, açúcares e vitamina C e na casca houve mais minerais e fibras. O teor de compostos fenólicos totais na casca de guavira (1.939,93 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> de amostra) e atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>·</sup> (0,201 mg amostra g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) e ABTS (126,31 μM TEAC g<sup>-1</sup> de amostra) foram maiores em relação à polpa fresca. Aos 100 dias de envelhecimento o licor elaborado a partir da formulação com 100% casca, 50% aguardente e 50% álcool de cereais, apresentou maior teor de compostos fenólicos (5,69 mg GAE mL<sup>-1</sup> licor) e maior atividade antioxidante, determinados pelos métodos DPPH<sup>·</sup> (32,45 mL de licor g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) e ABTS (54,13 μM TEAC mL<sup>-1</sup> de licor). O potencial antioxidante da polpa e da casca de guavira foi transferido para o licor produzido a partir das mesmas.

**Palavras-chave:** guavira, licores, fenóis totais, DPPH<sup>·</sup>, ABTS.

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado apresenta uma ampla diversidade em sua flora, incluindo plantas nativas com frutos de características sensoriais e nutricionais peculiares que são tradicionalmente consumidas e comercializadas *in natura* ou sob a forma de doces, sucos, sorvetes e licores. Dentre as plantas produtoras desses tipos de frutos têm-se a *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae), conhecida popularmente como guavira, que é um arbusto frutífero nativo do Cerrado (LORENZI, 2008), que possui folhas e frutos com grande potencial econômico, por apresentar propriedades medicinais (COUTINHO et al., 2008; PAVAN et al., 2009) e seus frutos serem consumidos *in natura* ou utilizados na preparação de doces, sorvetes, licores caseiros e outros (VALLILO et al., 2006).

Quanto à composição nutricional, a guavira apresenta elevados teores de umidade e fibra alimentar, além de altas concentrações de potássio, fósforo, magnésio e ferro (VALLILO et al., 2006; SILVA et al., 2008). Ainda, contém quantidades apreciáveis de compostos bioativos como, por exemplo, vitamina C e os compostos fenólicos (ROCHA et al., 2011; PEREIRA et al., 2012) sugerindo alta atividade antioxidante.

Estudos indicam que o consumo diário de frutos pode contribuir para prevenção de diversas doenças, em decorrência do crescente reconhecimento do valor nutricional e terapêutico desses alimentos (JOSHIPURA et al., 2009; SOER-JOMATARAM et al., 2010). Há relatos de que a concentração de nutrientes nas cascas dos frutos é maior do que na polpa (IGNAT et al., 2011). Dentre os compostos presentes nos frutos e em suas cascas, aqueles com ação antioxidante têm despertado o interesse da comunidade científica, principalmente os minerais, as vitaminas e os compostos fenólicos.

A presença de compostos bioativos, como os antioxidantes (NEVES, 2012), tem-se mostrado uma boa alternativa de proteção para o corpo humano contra radicais livres, atuando na prevenção e no tratamento de enfermidades (VALKO et al., 2007). Antioxidantes podem ser definidos como quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações, atrasam ou inibem a oxidação do substrato oxidáveis de maneira eficaz (MORAIS et al., 2013).

A presença de antioxidantes em frutos e hortaliças tem aumentado o consumo desses produtos nos mercados nacional e internacional (MORAIS et al., 2013). O Brasil possui número significativo de espécies frutíferas, nativas e exóticas, ainda não exploradas, que são alvos potenciais para a agroindústria por apresentarem compostos capazes de

prevenir doenças e assim impulsionar mercados econômicos (ALVES et al., 2008). Todavia, durante o processamento de frutos, diferentes resíduos, como cascas e sementes não são aproveitados, embora contenham maiores níveis de compostos antioxidantes, quando comparados com sua porção comestível (CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011). Essas características possibilitam a elaboração de licores, constituindo uma forma refinada de aproveitamento do fruto (ASQUIERI et al., 2009).

O licor é uma bebida alcoólica obtida pela mistura de álcool, água, açúcar e substâncias que lhe conferem aroma e sabor. Segundo a legislação brasileira, licor é a bebida com graduação alcoólica de 15 a 54 % (v/v), a 20°C, e percentual de açúcar maior a 30 g L<sup>-1</sup>, elaborado com álcool etílico de origem agrícola, ou destilado alcoólico ou com bebidas alcoólicas, adicionada de extratos ou substâncias de origem vegetal ou animal, substâncias aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos (BRASIL, 2009).

A caracterização física e química de frutos nativos do Cerrado e a quantificação de compostos bioativos também contribuem para agregar valor e potencializar o uso comercial e industrial destes frutos, bem como para a conservação desse bioma. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a composição nutricional do fruto, a influência do processamento e a obtenção do licor de guavira a partir da polpa e da casca do fruto, no teor de compostos fenólicos e sua correlação com a atividade antioxidante.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Matéria-prima**

Os frutos de guavira foram coletados maduros de plantas de populações naturais (Autorização de Acesso e de Remessa de Amostra de Componente do Patrimônio Genético nº 010220/2015-1 – CNPq/CGEN/MMA) em área nativa de Cerrado do município de Ponta Porã – MS (Latitude - 23°32'30" e Longitude 55°37'30"). Uma exsicata está depositada no Herbário DDMS, sob número 4653.

Os frutos foram transferidos para o Laboratório de Análise de Alimentos da Faculdade de Engenharia, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), onde foram selecionados quanto à integridade física e maturação. Foram higienizados com solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado 0,66% (teor de cloro ativo 3%) e submetidos ao processo térmico (branqueamento) imersos em água quente a 60°C por 10 minutos para inativar as enzimas e facilitar o despulpamento. A separação da polpa, casca e semente foi realizada manualmente, por esmagamento, tendo-se o cuidado de não quebrar as sementes, para não comprometer o sabor e o aroma do licor. A polpa e a casca foram armazenadas separadamente em embalagens poliméricas, a -18°C até a realização dos experimentos.

### **2.2 Composição nutricional e de minerais**

A composição nutricional das frações da guavira foi determinada por meio das análises de: umidade, realizada em estufa a 105°C até massa constante; resíduo mineral; lipídios totais (BLIGH e DYER, 1959); nitrogênio total e sua conversão em proteína bruta, utilizando-se do fator 6,25 (AOAC, 2002); o teor de carboidratos totais foi estimado por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos para umidade, proteínas, lipídios, resíduo mineral fibra bruta e fibra alimentar total; a acidez titulável determinada por volumetria de neutralização com titulante de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N; a concentração de sólidos solúveis foi obtida por leitura direta em refratômetro tipo ABBE a 20°C (IAL, 2008); fibra alimentar total (AOAC, 2002); e o ácido ascórbico (vitamina C), pelo método da AOAC (1997) modificada por Benassi e Antunes (1998).

As análises foram realizadas em triplicata e as médias dos dados obtidos foram comparadas pelo teste de t de Student todos até 5% de probabilidade.

### **2.3 Obtenção dos extratos**

Para a avaliação da atividade antioxidante, o extrato da polpa foi obtido a partir da mistura dos sobrenadantes de duas extrações. Na primeira extração, utilizaram-se 5 g de amostra diluídas em 20 mL de solução de metanol (50%). A mistura foi homogeneizada e mantida em repouso por 60 min, à temperatura ambiente. Após esse período, centrifugou-se por 15 min, obtendo-se o primeiro sobrenadante, o qual foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL. Na segunda extração, foram adicionados 20 mL de solução de acetona (70%) no resíduo da primeira extração. Homogeneizou-se a mistura e procedeu-se de acordo com a etapa descrita para a obtenção do primeiro sobrenadante. Após essa etapa, transferiu-se o segundo sobrenadante para o balão volumétrico, contendo o primeiro sobrenadante, e completou-se o volume com água destilada. A mesma metodologia foi utilizada para a obtenção do extrato da casca e, para o licor, utilizou-se o próprio extrato alcoólico.

Para a determinação dos compostos fenólicos, o extrato da polpa foi obtido a partir de 10 g de amostra diluídas em 50 mL de solução de acetona (70%). A mistura foi homogeneizada a 100 rpm por 30 min e em seguida, foi centrifugada por 15 min, obtendo-se o sobrenadante que constituiu no extrato. A mesma metodologia foi utilizada para a obtenção do extrato da casca e para o licor utilizou-se o próprio extrato alcoólico.

### **2.4 Determinação de compostos fenólicos e atividade antioxidante do fruto e do licor de guavira**

A determinação de compostos fenólicos totais foi conduzida conforme procedimento descrito por Singleton e Rossi (1965), com modificações. A partir dos extratos obtidos de cada amostra, retirou-se uma alíquota de 0,5 mL, na qual foram adicionados 2,5 mL de reagente Folin Ciocautau (10%), acrescentando-se 2 mL de solução de NaCO<sub>3</sub> (7,5%). A mistura foi homogeneizada e mantida em banho-maria a 50°C por 15 min. Decorrido esse período, resfriou-se em banho de gelo e foram realizadas as leituras das absorbâncias em espectrofotômetro a 760 nm e o teor de fenólicos totais foi calculado por meio de curva-padrão de ácido gálico, nas concentrações de 25 a 65 µg mL<sup>-1</sup>. Os resultados foram expressos em mg GAE 100 g<sup>-1</sup> amostra para a polpa e casca da guavira e mg GAE mL<sup>-1</sup> licor para os licores.

A determinação da atividade antioxidante foi conduzida conforme procedimento descrito por Brand-Williams et al. (1995), com modificações. A capacidade antioxidante

em sequestrar radicais livres foi avaliada utilizando-se o radical estável 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH<sup>·</sup>). O radical DPPH<sup>·</sup> reage com a substância antioxidante e é convertida a 2,2-difenil-1-picrilhidrazil, pela transferência de elétrons, perdendo a coloração púrpura característica (TAVARES e RAMOS, 2008).

Preparou-se uma solução de metanol contendo 0,06 mM de DPPH<sup>·</sup>. Após ajustamento com metanol adicionou-se uma quantidade de 100 µL de extrato com 3,9 mL desta solução. A diminuição da absorbância a 515 nm foi medida em intervalos de 1 min durante os primeiros 15 minutos e depois a intervalos de 5 minutos até a estabilização. A quantidade necessária para reduzir a concentração inicial de DPPH<sup>·</sup> em 50% (IC<sub>50</sub>) foi determinada utilizando uma curva padrão para DPPH<sup>·</sup> de 10 a 60 µM. Um extrato que apresenta alto potencial em sequestrar radicais livres possui baixo valor de IC<sub>50</sub> (VIEIRA et al., 2011). Os resultados foram expressos em IC<sub>50</sub> (mg amostra g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) para a polpa e casca de guavira e mL de licor g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup> para os licores.

A atividade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) foi determinada de acordo com procedimento proposto por Rufino et al. (2007), com algumas modificações. O TEAC reflete a capacidade de o trolox inativar radicais livres com carga positiva como o ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico (ABST<sup>•+</sup>) ao doar um hidrogênio (MAMEDE e PASTORE, 2004). O radical ABTS foi preparado a partir da reação de 7 mM de solução aquosa de ABTS com 140 mM de persulfato de potássio, deixando-se a mistura à temperatura ambiente por 16 horas, na ausência de luz. Em seguida, a solução de ABTS foi diluída com etanol para obter uma absorbância de 0,70 ± 0,05 a 734 nm. Alíquotas de 30 µL das amostras foram adicionadas a 3 mL da solução diluída de ABTS, e as absorbâncias da mistura foram registradas ao final de seis minutos. A atividade antioxidante foi calculada, utilizando-se da curva-padrão de Trolox (100 a 2000 µM). Os resultados do ensaio foram expressos em µM TEAC g<sup>-1</sup> de amostra para a polpa e casca de guavira e µM TEAC mL<sup>-1</sup> de licor para os licores.

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

## 2.5 Processamento do licor de guavira

Para a formulação dos licores foi elaborado um planejamento fatorial completo  $3^2$  (Tabela 1) tendo como variáveis independentes a matéria-prima (casca, polpa e casca/polpa) e o solvente (álcool de cereais, aguardente e álcool de cereais/aguardente) e variáveis dependentes o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante ( $IC_{50}$ ), obtendo-se nove formulações.

**Tabela 1.** Planejamento fatorial completo  $3^2$  para elaboração de licor de guavira em função da matéria-prima (casca, polpa e casca/polpa) e do tipo de solvente (aguardente, álcool de cereais, aguardente/álcool de cereais).

Formulações	Variáveis independentes	
	Matéria-prima	Solvente
F1	Casca (100%)	Aguardente (100%)
F2	Casca (100%)	A (50%) / AC (50%)
F3	Casca (100%)	Álcool de cereais (100%)
F4	Casca (50%) / polpa (50%)	Aguardente (100%)
F5	Casca (50%) / polpa (50%)	A (50%) / AC (50%)
F6	Casca (50%) / polpa (50%)	Álcool de cereais (100%)
F7	Polpa (100%)	Aguardente (100%)
F8	Polpa (100%)	A (50%) / AC (50%)
F9	Polpa (100%)	Álcool de cereais (100%)

A (50%) / AC (50%) = 50% Aguardente, 50% Álcool de Cereais.

Os licores de guavira foram preparados a partir da polpa e casca de guavira, utilizando como solvente: álcool de cereais (AC) com teor alcoólico de 70% (v/v) e aguardente de cana de açúcar (A) com graduação alcoólica de 39% (v/v). A relação de partes de casca, polpa, álcool de cereais e aguardente seguiu o planejamento da Tabela 1.

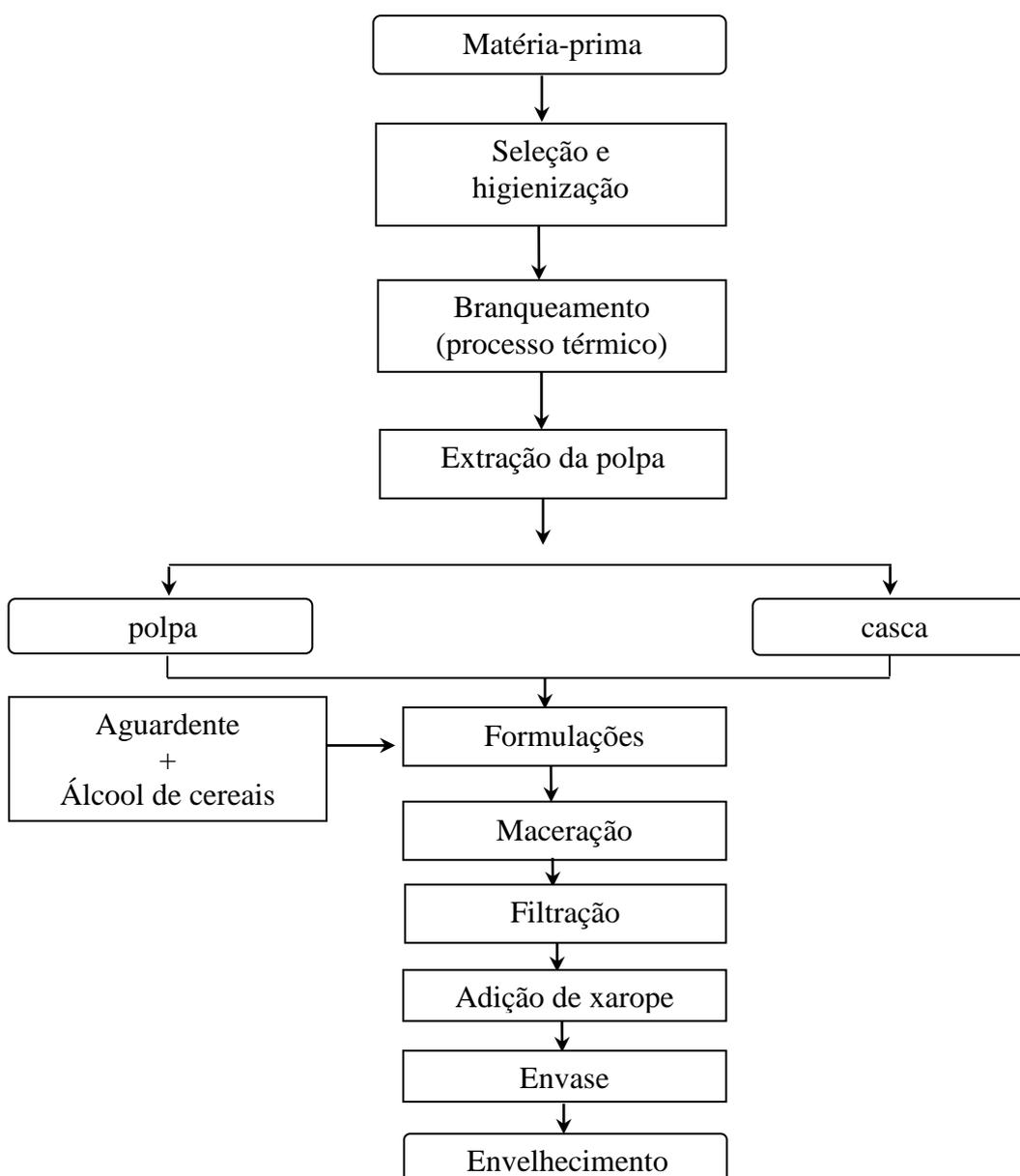
A mistura obtida ficou em maceração alcoólica por um período de 20 dias, sendo agitada, diariamente, por duas vezes. O método de maceração é uma operação unitária que também pode ser designado como extração sólido-líquido ou lixiviação. Esta consiste em deixar a matéria-prima por um tempo em contato com uma solução hidroalcoólica; transcorrido o tempo necessário, faz-se uma filtração obtendo-se o extrato alcoólico que contém os princípios aromáticos e corantes extraídos da matéria-prima. Esse procedimento é comum em licores naturais produzidos a partir de frutos (TEIXEIRA et al., 2012).

Após o período de maceração, a mistura passou por um processo de filtração para retenção de partículas indesejáveis e adicionado ao macerado 30% de xarope obtido a partir de uma solução concentrada de açúcar e água na proporção 2:1 (açúcar/água) com

65°Brix. Este processo tem por finalidade promover a elevação dos teores de açúcares totais do licor e reduzir o teor alcoólico.

As formulações de licores obtidas foram armazenadas em recipiente de vidro hermeticamente fechados e armazenados à temperatura ambiente em local seco, limpo e arejado por um período de 100 dias, tempo esse necessário para uma maior extração de compostos bioativos. Esse período é chamado de “maturação” ou “envelhecimento” (SOUZA e BRAGANÇA, 2001).

As etapas descritas para o processamento do licor de guavira foram realizadas conforme o fluxograma apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Fluxograma do processamento do licor de guavira.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a composição nutricional, acidez titulável, sólidos solúveis e Vitamina C presentes na polpa e casca de guavira utilizada na produção do licor.

**Tabela 2.** Composição nutricional, acidez titulável, sólidos solúveis e Vitamina C da polpa e casca fresca de guavira.

(g 100 g <sup>-1</sup> de massa fresca)	Polpa	Casca
Umidade	80,90 ± 0,04 a	63,68 ± 0,04 b
Resíduo mineral	0,33 ± 0,01 b	0,56 ± 0,23 a
Lipídios	0,55 ± 0,09 b	3,65 ± 0,65 a
Proteínas	1,10 ± 0,87 b	3,12 ± 0,78 a
Carboidratos totais	7,64 ± 0,34 a	5,26 ± 0,53 b
Fibra bruta	0,69 ± 0,09 b	4,48 ± 0,89 a
Acidez titulável	0,68 ± 0,05 b	0,95 ± 0,02 a
Sólidos solúveis (°Brix)	15,73 ± 0,01 a	12,00 ± 0,01 b
Fibra alimentar total	8,79 ± 0,87 b	19,25 ± 0,59 a
Vit C (mg Ácido Ascórbico 100 g <sup>-1</sup> )	229,00 ± 1,87 a	218,24 ± 0,78 b

Valores constituem média ± desvio-padrão. Médias com letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas pelo teste t de Student (p<0,05).

Os resultados obtidos para a composição nutricional da polpa e da casca de frutos de guavira nativa revelaram que a polpa e a casca apresentaram teores elevados de umidade, carboidratos totais, proteínas, fibra alimentar total e, principalmente, ácido ascórbico (Tabela 2). A composição se mostrou compatível com os resultados relatados por Silva et al. (2008), para polpa de guavira, e por Vallilo et al. (2006), para frutos inteiros de guavira provenientes da região oeste do Estado de São Paulo.

Os resultados encontrados na polpa para o resíduo mineral (0,33%), lipídios (0,55%), proteínas (1,10%), conteúdo de carboidratos totais (7,64%) e fibra bruta (0,69%) foram semelhantes aos encontrados por outros autores (VALLILO et al., 2006; SANTOS, 2011). Entretanto, os valores do teor de lipídios (0,55%), acidez titulável (0,68%) e sólidos solúveis (15,73%) da polpa encontrado neste trabalho foram menores quando comparados aos valores obtidos pelos referidos autores. Essas diferenças nos resultados podem ser justificadas por serem frutos nativos, não cultivados comercialmente e por isso com grande variabilidade genética, além das condições climáticas, tipo de substrato, grau de

amadurecimento do fruto e a região onde os frutos foram coletados, influenciando nos constituintes químicos (BREDA et al., 2012).

Constatou-se que a casca do fruto apresentou maior conteúdo de minerais (0,56%), lipídeos (3,65%), proteínas (3,12), fibra bruta (4,48%), acidez titulável (0,95%) e fibra alimentar total (19,25%) em relação à polpa (Tabela 2), e esses resultados foram próximos dos relatados por Alves et al. (2013) para casca de guavira. Segundo Cecchi (2003), altos teores de minerais em alimentos indicam grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg.

Os 15,73 °Brix do teor de sólidos solúveis determinados na polpa de guavira foram superiores aos 13,2 °Brix; 11,00 °Brix e 12,25 °Brix relatados, respectivamente, por SILVA et al. (2001), FREITAS et al. (2008) e SANTOS et al. (2009) para guavira *in natura*. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de açúcares normalmente constitui cerca de 85% do teor de sólidos solúveis; assim, os frutos com teores de sólidos solúveis mais elevados são preferidos, tendo em vista o consumo *in natura* e o processamento, por acarretar maior rendimento, menor custo operacional e excelente grau de doçura (PEREIRA et al., 2000).

O conteúdo de fibra alimentar total da polpa (8,79 g 100 g<sup>-1</sup>) e da casca (19,25 g 100 g<sup>-1</sup>) correspondeu a 29,3% e 64,2%, respectivamente, da recomendação diária de fibra alimentar para um indivíduo adulto saudável que é, em média, 30 g (IOM, 2006), constituindo-se em um alimento com alto teor de fibra, que é capaz de reduzir os níveis séricos de triglicérides e glicose (KACZMARCZYK et al., 2012). O conteúdo de fibra alimentar na casca da guavira foi cerca de 2,19 e 2,13 vezes maior que o teor observado na polpa fresca (Tabela 2) e em frutos inteiros da guavira (9,0 g 100 g<sup>-1</sup>) (VALLILO et al., 2006).

O teor de vitamina C na polpa (229,00 mg ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup>) foi 4,93% maior em relação ao da casca de guavira (218,24 mg ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup>). As médias encontradas neste trabalho confirmam que a guavira é naturalmente rica em vitamina C, mas foram inferiores aos relatados por Vallilo et al. (2006) e Santos et al. (2009), que encontraram média de 234 mg 100 g<sup>-1</sup> para *C. adamantium* e *C. xanthocarpa*, e com Silva et al. (2009), que relataram 246 mg 100 g<sup>-1</sup> para *C. pubescens*. O teor de ácido ascórbico encontrado no fruto da guavira superou aos das espécies da Família Myrtaceae, como a pitanga - *Eugenia uniflora* (42,9 mg 100 g<sup>-1</sup>) (MÉLO et al., 2000), a goiaba cultivar Paluma - *Psidium guajava* (89,78 mg 100 g<sup>-1</sup>) (LIMA et al., 2002) e o cambuci - *Campomanesia phaea* (33 mg 100 g<sup>-1</sup>).

A concentração de ácido ascórbico tanto na polpa quanto na casca mostrou que os frutos da guavira são importante fonte natural de vitamina C, conforme portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1988 da ANVISA. O Ministério da Saúde recomenda a ingestão diária de 45 mg desta vitamina (BRASIL, 2004). Neste sentido, Vallilo et al. (2006) verificaram que a ingestão aproximada de 8 a 10 frutos de guavira supre o teor recomendado pela legislação brasileira para a dieta alimentar diária de adultos.

Vale acrescentar que as porções não comestíveis de frutos e hortaliças são tradicionalmente descartadas, gerando grandes quantidades de lixo orgânico. Como observado em nosso estudo, outros trabalhos também mostram que as cascas possuem mais nutrientes do que as polpas, podendo ser fontes importantes de nutrientes e compostos bioativos (IGNAT et al., 2011). Portanto, recomenda-se a inserção dessas porções na dieta, desde que seja avaliada a presença de fatores antinutricionais e de compostos tóxicos, como metais pesados e defensivos agrícolas.

### 3.1 Compostos fenólicos e atividade antioxidante da polpa e casca da guavira

O teor de compostos fenólicos na casca da guavira foi maior que na polpa fresca (Tabela 3).

**Tabela 3.** Compostos fenólicos (mg GAE 100 g<sup>-1</sup> amostra) e atividade antioxidante pelos métodos DPPH<sup>·</sup> (mg amostra g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) e ABTS (µM TEAC g<sup>-1</sup> de amostra) da polpa e casca fresca de guavira.

Parte do fruto	Fenólicos	DPPH <sup>·</sup> (IC <sub>50</sub> )	ABTS
Polpa	1.292,59 ± 1,15 b	0,385 ± 0,09 b	104,74 ± 8,83 b
Casca	1.939,93 ± 1,78 a	0,201 ± 0,02 a	126,31 ± 4,36 a

Valores constituem média ± desvio-padrão. Letras diferentes, na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as amostras pelo teste t de Student (p<0,05).

O teor de fenólicos totais da polpa de guavira foi semelhante ao valor relatado por Alves et al. (2013) para polpa de gabirola - *Campomanesia* sp. (1.222,59 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) e maior que os valores relatados por Rocha et al. (2011) para os frutos de *Campomanesia* sp. procedentes dos Estados de Goiás e Distrito Federal (259 a 285 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>). Os valores de fenólicos totais obtidos na polpa e na casca de guavira foram maiores que os valores citados para polpas de frutos procedentes do Cerrado, como murici - *Byrsonima crassifolia* (334,37 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) e marolo - *Annona crassiflora* (739,37 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) (SOUZA et al., 2012). Na casca de guavira o teor de fenólicos totais foi maior que aos

observados para a casca de gabirola - *Campomanesia* sp. (1.787,65 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>), casca de jatobá - *Hymenaea courbaril* (1.712 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) e semente de araçá-boi - *Eugenia stipitata* (1.624 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) (CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011; ALVES et al., 2013).

As diferenças observadas entre os teores de compostos fenólicos da polpa e casca de guavira com os descritos na literatura podem ser explicados por Martins et al. (2011) ao citar que a concentração de compostos fenólicos de um alimento pode variar conforme as condições geográficas e ambientais da região de origem e dos fatores fisiológicos e genéticos das plantas.

O fato da concentração de inibição (IC<sub>50</sub>) de radical livre DPPH<sup>·</sup> ter sido menor na casca do que na polpa indica sua maior atividade antioxidante (Tabela 3). Esse resultado pode ser atribuído ao maior teor de compostos fenólicos presentes na casca e, conseqüentemente, maior atividade antioxidante (SILVA et al., 2010).

O valor de IC<sub>50</sub> encontrado na polpa fresca (0,385 mg amostra g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) e na casca do fruto de guavira (0,201 mg amostra g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) foram inferiores aos encontrados por Pereira et al. (2012) no fruto de guabirola - *C. xanthocarpa* (0,906 mg de fruto fresco g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) e por Roesler et al. (2007) para casca de araticum - *Annona crassiflora* (0,404 mg g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) em extrato aquoso o que representa uma maior atividade antioxidante.

Os resultados da atividade antioxidante pelo método ABTS da polpa de guavira (Tabela 3) foi próximo dos valores relatados para polpa de gabirola - *C. adamantium* (107,96 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) mais foi menor que os da polpa de frutos como puçá-preto - *Mouriri pusa* Gardner (125 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) e murici - *Byrsonima crassifolia* (131,58 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) (RUFINO et al., 2010; SOUZA et al., 2012; ALVES et al., 2013) que por sua vez foram próximos do valor (126,31 µmol TEAC g<sup>-1</sup> de amostra) obtido na casca. A atividade antioxidante da casca foi menor que a encontrado por Alves et al. (2013) na casca de gabirola - *C. adamantium* (197,13 µmol TEAC g<sup>-1</sup>) e maior que a relatada por Contreras-Calderón et al. (2011) para casca de cupuaçu - *Theobroma grandiflorum* (65,30 µmol TEAC g<sup>-1</sup>).

Assim como no presente estudo Pereira et al. (2012) estudando frutos pertencentes à família Myrtaceae como goiaba-amarela, gabirola e uvaia, a guavira (fruto inteiro) encontraram maiores teores de fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método ABTS e também observaram que os teores foram maiores que os de muitos frutos tradicionalmente consumidos.

Pode-se afirmar que, neste estudo, houve uma relação direta entre o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>·</sup> e ABTS, visto que diversos autores relatam elevada correlação entre o teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante (RUFINO et al., 2010; ALMEIDA et al., 2011; SOUZA et al., 2012), onde os extratos com maior concentração de fenóis totais são justamente os extratos com maior atividade antioxidante, indicando a importância dos compostos fenólicos como determinantes da atividade antioxidante da polpa e casca de guavira.

### 3.2 Avaliação dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante no licor de guavira na fase de maceração e envelhecimento

A atividade antioxidante dos licores de guavira pelo método DPPH<sup>·</sup> e ABTS foram influenciados pela interação do tipo de solvente e matéria-prima na fase de maceração (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para o teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante pelos métodos DPPH<sup>·</sup> e ABTS, das formulações de licores de guavira aos 20 dias de maceração. Dourados-MS, UFGD, 2017.

F.V.	G.L.	Fenólicos	DPPH <sup>·</sup>	ABTS
Matéria-Prima (MP)	2	3,5049 **	49857 **	104,41 **
Solvente (S)	2	0,7160 **	53213 **	43,059 **
MP x S	4	0,1969 ns	35674 **	9,0917 **
Resíduo	18	0,0772	339,01	0,0944
C.V.(%)		6,87	3,78	5,09
Média		1,03 mg GAE mL <sup>-1</sup>	486,65 mL g <sup>-1</sup> DPPH <sup>·</sup>	6,04 µM TEAC mL <sup>-1</sup>

\*\* significativo pelo teste F, p<0,01; ns. não significativo pelo teste F.

Não houve interação entre matéria-prima e o tipo de solvente na fase de maceração para o teor de compostos fenólicos (Tabela 4), porém foram influenciados, pelos fatores isolados (Tabela 5).

**Tabela 5.** Compostos fenólicos (mg GAE mL<sup>-1</sup> licor) obtidos aos 20 dias de maceração.

Matéria-prima	Média	Solvente	Média
Casca (100%)	1,72 a	Aguardente (100%)	0,74 b
Casca (50%)/polpa (50%)	0,86 b	A (50%) / AC (50%)	1,30 a
Polpa (100%)	0,51 c	Álcool de cereais (100%)	1,06 ab
C.V.(%)		6,87	

Valores médios entre triplicatas. Letras diferentes, na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as amostras pelo teste de Tukey, ao nível de 5%. A (50%) / AC (50%)= 50% Aguardente, 50% Álcool de Cereais.

O teor de compostos fenólicos nas diferentes formulações de licores variou de 0,51 na polpa a 1,72 mg GAE mL<sup>-1</sup> licor na casca, durante a fase de maceração (Tabela 5). O emprego da matéria-prima (casca), independentemente do tipo de solvente, forneceu licores com maior teor de compostos fenólicos, assim como com o uso da mistura de solventes (50% aguardente, 50% álcool de cereais), independente da matéria-prima, obtiveram-se os melhores resultados.

Durante a fase de maceração os resultados da atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>·</sup> variaram de 171,37 (100% casca e 100% álcool de cereais) a 1456,24 mL de licor g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup> (100% polpa e 100% aguardente) (Tabela 6). O menor valor de IC<sub>50</sub> indica maior atividade antioxidante após 20 dias de maceração.

**Tabela 6.** Atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>·</sup> IC<sub>50</sub> (mL de licor g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) obtidos aos 20 dias de maceração.

Solvente	Casca (100%)	Casca (50%) / polpa (50%)	Polpa (100%)
Aguardente (100%)	332,96 aC	512,42 bB	1456,24 cB
A (50%) / AC (50%)	240,54 aB	463,24 cA	364,62 bA
Álcool de cereais (100%)	171,37 aA	502,68 cB	335,84 bA
C.V.(%)		3,78	

Valores médios entre triplicatas. Letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, para cada característica, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. A (50%) / AC (50%)= 50% Aguardente, 50% Álcool de Cereais.

Pelo método ABTS a formulação 100% casca, 50% aguardente e 50% álcool de cereais apresentou maior atividade antioxidante (13,43 µM TEAC mL<sup>-1</sup> de licor) e a formulação 100% polpa e 100% aguardente apresentou menor atividade antioxidante (1,40 µM TEAC mL<sup>-1</sup> de licor) no final do processo de maceração (Tabela 7).

**Tabela 7.** Atividade antioxidante pelo método ABTS (µM TEAC mL<sup>-1</sup> de licor) obtidos aos 20 dias de maceração.

Solvente	Casca (100%)	Casca (50%) / polpa (50%)	Polpa (100%)
Aguardente (100%)	5,54 aC	3,63 bC	1,40 cC
A (50%) / AC (50%)	13,43 aA	5,37 bB	3,64 cB
Álcool de cereais (100%)	10,42 aB	6,51 bA	4,41 cA
C.V.(%)		5,09	

Valores médios entre triplicatas. Letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, para cada característica, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. A (50%) / AC (50%)= 50% Aguardente, 50% Álcool de Cereais.

O teor de compostos fenólicos e da atividade antioxidante pelos métodos DPPH<sup>·</sup> e ABTS dos licores de guavira foram influenciados pela interação do tipo de solvente e da matéria-prima na fase de envelhecimento (Tabela 8).

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância para o teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante pelos métodos DPPH<sup>·</sup> e ABTS, das formulações de licores de guavira aos 100 dias de envelhecimento. Dourados-MS, UFGD, 2017.

F.V.	G.L.	Fenólicos	DPPH <sup>·</sup>	ABTS
Matéria Prima	2	7,6304 **	439,96 **	614,08 **
Solvente	2	4,6305 **	257,79 **	263,07 **
MP x Solvente	4	1,3306 **	85,125 **	69,454 **
Resíduo	18	0,0255	2,4827	0,2047
C.V.(%)		4,98	3,62	1,32
Média		3,20 mg GAE mL <sup>-1</sup>	43,56 mL g <sup>-1</sup> DPPH <sup>·</sup>	34,29 µM TEAC mL <sup>-1</sup>

\*\* significativo pelo teste F, p<0,01; ns. não significativo pelo teste F.

O teor de compostos fenólicos foi maior na formulação 100% casca, 50% aguardente e 50% álcool de cereais (5,69 mg GAE mL<sup>-1</sup>) e menor na formulação 100% polpa e 100% aguardente (2,12 mg GAE mL<sup>-1</sup>) após 100 dias de envelhecimento (Tabela 9), devido à polpa fresca apresentar menor teor de compostos fenólicos quando comparado com a casca fresca da guavira (Tabela 3).

**Tabela 9.** Compostos fenólicos (mg GAE mL<sup>-1</sup> licor) obtidos aos 100 dias de envelhecimento.

Solvente	Casca (100%)	Casca (50%)/polpa (50%)	Polpa (100%)
Aguardente (100%)	3,28 aB	2,25 bC	2,12 bB
A (50%) / AC (50%)	5,69 aA	3,89 bA	2,48 cA
Álcool de cereais (100%)	3,57 aB	3,10 bB	2,45 cAB
C.V.(%)		4,98	

Valores médios entre triplicatas. Letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, para cada característica, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. A (50%) / AC (50%)= 50% Aguardente, 50% Álcool de Cereais.

Com relação ao solvente, os resultados obtidos mostram que o uso da aguardente foi menos eficiente no arraste dos compostos fenólicos da polpa para a bebida, em relação ao álcool de cereais e à mistura aguardente/álcool de cereais (Tabela 9). Isso pode ser justificado pela menor polaridade da aguardente em relação ao álcool de cereais que foi mais eficaz no arraste destes compostos. O tipo de solvente e a polaridade podem afetar a transferência de elétrons e de átomos de hidrogênio, que é aspecto-chave na medida da capacidade antioxidante (ROCKENBACH et al., 2008). Assim como observado por Pérez-Jiménez e Saura-Calixto (2006), que relatam as diferenças observadas na atividade antioxidante de determinados constituintes de alimentos, quando foram utilizados diferentes solventes extratores, encontrando diferenças significativas na atividade antioxidante pelo método ABTS, influenciadas pela polaridade e pelo pH do solvente, com valores maiores em solventes mais polares e pHs maiores.

Tais condições podem ter contribuído para o baixo teor de compostos fenólicos da formulação 100% polpa e 100% aguardente, quando comparada com os resultados das demais formulações. O emprego da matéria-prima (100% casca) e a mistura de solventes (aguardente/álcool de cereais) forneceu uma bebida com maior teor de compostos fenólicos.

O teor de compostos fenólicos nos licores depende de uma série de fatores como o grau de maturação do fruto, tipo de extração, inclusão ou eliminação de partes específicas como casca, polpa ou sementes, na etapa anterior a infusão, se houve ou não aquecimento das cascas e tempo de envelhecimento da bebida (SCHLEIER, 2004). Longos períodos de infusão, em que a cascas, sementes e polpas ficam imersos, levam à obtenção de níveis mais altos de fenólicos.

Aos 100 dias de envelhecimento os teores de compostos fenólicos nas formulações de licores foram maiores em comparação aos 20 dias de maceração, em que a polpa e a casca ficaram imersos no solvente (álcool de cereais/aguardente) agindo como líquido extrator (Tabelas 5 e 9).

Malacrida e Motta (2005) analisaram vinhos italianos envelhecidos provenientes das uvas Merlot, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Sangiovese, Gamay e encontraram valores de polifenóis que variaram de 0,53 a 2,05 mg GAE mL<sup>-1</sup>. Por outro lado, Freitas (2000), em um estudo com vinhos tintos, verificou que a concentração de polifenóis totais variou de 0,49 a 1,72 mg GAE mL<sup>-1</sup>. Esses resultados foram próximos aos encontrados no final da fase de envelhecimento dos licores de guavira (Tabela 9).

Após 100 dias de envelhecimento, a atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>·</sup> variou de 32,45 (100% casca, 50% aguardente e 50% álcool de cereais) a 52,85 mL de licor g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup> (100% polpa, 100% aguardente) (Tabela 10). O menor valor de IC<sub>50</sub> indica maior atividade antioxidante após 100 dias de envelhecimento.

**Tabela 10.** Atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>·</sup> IC<sub>50</sub> (mL de licor g<sup>-1</sup> DPPH<sup>·</sup>) obtidos aos 100 dias de envelhecimento.

Solvente	Casca (100%)	Casca (50%) / polpa (50%)	Polpa (100%)
Aguardente (100%)	43,53 aB	52,41 bA	52,85 bA
A (50%) / AC (50%)	32,45 aA	34,76 aB	52,56 bA
Álcool de cereais (100%)	32,82 aA	44,78 bC	45,21 bB
C.V.(%)		3,62	

Valores médios entre triplicatas. Letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, para cada parâmetro, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. A (50%) / AC (50%)= 50% Aguardente, 50% Álcool de Cereais.

Durante à fase de envelhecimento os resultados da atividade antioxidante dos licores de guavira pelo método ABTS variou de 25,82 (100% polpa, 100% aguardente) a 54,13  $\mu\text{M TEAC mL}^{-1}$  de licor (100% casca, 50% aguardente e 50% álcool de cereais) (Tabela 11). O maior valor de atividade antioxidante indica maior atividade antioxidante dessa formulação.

**Tabela 11.** Atividade antioxidante pelo método ABTS ( $\mu\text{M TEAC mL}^{-1}$  de licor) obtidos aos 100 dias de envelhecimento.

Solvente	Casca (100%)	Casca (50%) / polpa (50%)	Polpa (100%)
Aguardente (100%)	32,62 aC	26,72 bB	25,82 bB
A (50%) / AC (50%)	54,13 aA	33,51 bA	29,56 cA
Álcool de cereais (100%)	44,36 aB	32,60 bA	29,34 cA
C.V.(%)	1,32		

Valores médios entre triplicatas. Letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, para cada parâmetro, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. A (50%) / AC (50%)= 50% Aguardente, 50% Álcool de Cereais.

Analisando os valores de atividade antioxidante dos licores pelos métodos DPPH<sup>·</sup> e ABTS, percebe-se que houve correlação satisfatória entre ambas análises. O licor formulado com 100% de casca, 50% de aguardente e 50% de álcool de cereais apresentou maior atividade antioxidante durante a fase de envelhecimento, tanto pelo método do radical DPPH<sup>·</sup> quanto pelo método do radical ABTS.

O potencial antioxidante da casca e da polpa de guavira foi transferido para o licor produzido a partir das mesmas. Isso mostra que houve prováveis efeitos de sinergismos entre os compostos fenólicos e a atividade antioxidante tanto para casca e polpa, quanto para os licores de guavira, o que pode ser relacionado com período de maceração, em que a casca e a polpa ficaram imersas na solução alcoólica, levando à obtenção de maiores teores de compostos fenólicos, o que refletiu em maior capacidade antioxidante da bebida (SCHLEIER, 2004).

De acordo com Heim et al. (2002), os compostos fenólicos são responsáveis pela maior parte da atividade antioxidante em alimentos à base de frutos. A atividade antioxidante dos alimentos não pode ser associada apenas a um composto, mas à sinergia entre várias substâncias com ação antioxidante (HASSIMOTO et al., 2005). Esse fato justifica a correlação significativa da capacidade antioxidante com os compostos bioativos analisados neste estudo. Muitos trabalhos vêm mostrando essa correlação entre os conteúdos de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante em frutos e bebidas (RUFINO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011; LI et al., 2014).

No organismo humano, os compostos fenólicos podem atuar na eliminação de radicais livres, proteção de antioxidantes dietéticos (vitamina E e C) e complexação de íons metálicos (MARTINS et al., 2011), promovendo benefícios adicionais à saúde. Por causa dessas propriedades e do conteúdo elevado de compostos fenólicos e antioxidantes na polpa e na casca de guavira, sugere-se a aplicação deste fruto nos setores alimentício uma vez que o consumo tanto da fruta como dos licores de guavira pode contribuir com efeitos benéficos para a saúde humana.

## 4 CONCLUSÕES

Na polpa do fruto de guavira houve mais carboidratos, açúcares e vitamina C e na casca houve mais minerais e fibras.

A polpa do fruto de guavira apresentou menor teor de compostos fenólicos em relação à casca.

Os frutos de guavira apresentaram relação direta entre o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante determinados pelos métodos DPPH e ABTS.

O potencial antioxidante da polpa e da casca de guavira foi transferido para o licor produzido a partir das mesmas.

## 5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, Essex, v.44, n.7, p.2155-2159, 2011.

ALVES, A. M.; ALVES, M. S. O.; FERNANDES, T. D. O.; NAVES, R. V.; NAVES, M. M. V. Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de gabioba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.837-844, 2013.

ALVES, R. E.; BRITO, E. A.; RUFINO, M. S. M.; SAMPAIO, C. G. Antioxidant activity measurement in tropical fruits: A case study with acerola. **Acta Horticulturae**, Belgium, v.773, n.1, p.299–305, 2008.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 17th ed. Arlington, 2002. 1115p.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16th ed. Gaithersburg: AOAC international, 1997. 1141p.

ASQUIERI, E. R.; SILVA, A. G. M.; CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jaboticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jaboticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.29, n.4, p.896-904, 2009.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparisson of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. v.31, n.4, p.507-513, 1998.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Toronto, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.

BRASIL. Consulta Pública nº 80, de 13 de dezembro de 2004. Regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 2004.

BRASIL. Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamentação da Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 4 de junho de 2009.

BREDA, C. A.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CORREIA, C. A. C. Shelf life of powdered *Campomanesia adamantium* pulp in controlled environments. **Food Chemistry**, v.135, n.4, p.2960-2964, 2012.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: Unicamp, 2003. 207p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 271p.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN- JAIMES, L.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA- VILLANOVA, B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, Essex, v.44, n.7, p.2047-2053, 2011.

COUTINHO, I. D.; COELHO, R. G.; KATAOKA, V. M. F.; HONDA, N. K.; SILVA, J. R. M.; VILEGAS, W.; CARDOSO, C. A. L. Determination of phenolic compounds and evaluation of antioxidant capacity of *Campomanesia adamantium* leaves. **Eclética Química**, Araraquara, v.33, n.4, p.53-60, 2008.

FREITAS, D. M. **Evolução dos parâmetros cromáticos e compostos fenólicos na conservação de vinhos tintos**. 2000. 132 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

FREITAS, J. B.; CÂNDIDO, T. L. N.; SILVA, M. R. Geleia de gabioba: avaliação da aceitabilidade e características físicas e químicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n.2, p.87-94, 2008.

HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.8, p.2928-2935, 2005.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.25, n.13, p.572-584, 2002.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4 ed. Digital, São Paulo, 2008. 1020p.

IGNAT, I.; VOLFF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, Barking, v.126, n.4, p.1821-1835, 2011.

IOM - Institute of Medicine. **Dietary reference intakes research synthesis: workshop summary**. Washington: The National Academies Press, 2006. 298p.

JOSHIPURA, K. J.; HUNG, H. C.; LI, T. Y.; HU, F. B.; RIMM, E. B.; STAMPFER, M. J.; COLDITZ, G.; WILLETT, W. C. Intakes of fruits, vegetables and carbohydrate and the risk of CVD. **Public Health Nutrition**, Wallingford, v.12, n.1, p.115-121, 2009.

KACZMARCZYK, M. M.; MILLER, M. J.; FREUNDA, G. G. The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. **Metabolism, Clinical and Experimental**, Baltimore, v.61, n.8, p.1058-1066, 2012.

LI, A. N.; LI, S.; LI, H. H.; XU, D.; X. R.; CHEN, F. Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wild flowers. **Journal of Functional Foods**, Dallas, v.6, n.1, p.319-330, 2014.

LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.273-276, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras** - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v.1, 2008. 384p.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.659-664, 2005.

MAMEDE, M. E. O.; PASTORE, G. M. Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante. **B.CEPPA**, Curitiba, v.22, n.2, p.233-252, 2004.

MARTINS, S.; MUSSATTO, S. I.; MARTÍNEZ-AVILA, G.; MONTAÑEZ-SAENZ, J.; AGUILAR, C. N.; TEXEIRA, J. A. Bioactive phenolic compounds: production and extraction by solid-state fermentation. A review. **Biotechnology Advances**, v.29, n.3, p.365-373, 2011.

MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Temperatura no armazenamento de pitanga. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.4, p.629-634, 2000.

MORAIS, M. L.; SILVA, A. C. R.; ARAÚJO, C. R. R.; ESTEVES, E. A.; DESSIMONIPINTO, N. A. V. Determinação do potencial antioxidante in vitro de frutos do Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.355-360, 2013.

NEVES, L. C., Frutos - O remédio do futuro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, 2012.

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. C.; SANT'ANA, H. M. P. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.33, n.1, p.89-98, 2011.

PAVAN, F. R.; LEITE, C. Q. F.; CARDOSO, C. de L.; VILEGAS, V.; LEITE, S. R. de A.; SATO, D. N. Evaluation of anti-Mycobacterium Tuberculosis activity of *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae). **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.5, p.1222-1226, 2009.

PEREIRA, M. C. T.; SALOMÃO, L. C. C.; MOTA, W. F. D; VIEIRA, G. Atributos físicos e químicos de frutos de oito clones de jaboticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n. especial, p.16-21, 2000.

PEREIRA, M. C.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P. F.; RIOS, A. O.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S. H. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.60, n.12, p.3061-3067, 2012.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v.39, n.7, p.791-800, 2006.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1215-1221, 2011.

ROCKENBACH, I. I.; SILVA, G. L.; RODRIGUES, E.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades *Tannat* e *Anceleta*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, (Supl.), p.238-244, 2008.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUZA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. D. S. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Anais...** Embrapa, Fortaleza – CE, 2007. 4p.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, Barking, v.121, n.4, p.996-1002, 2010.

SANTOS, M. D. S.; CARNEIRO, P. I. B.; WOSIACKI, G.; PETROWICZ, C. L. D. O.; CARNEIRO, E. B. B. Caracterização físico-química, extração e análise de pectinas de frutos de *Campomanesia Xanthocarpa* B. (Gabirola). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.101-106, 2009.

SANTOS, M. L. **Impacto do processamento sobre as características físico-químicas, reológicas e funcionamento de frutos da gabirola (*Campomanesia xanthocarpa* Berg)**. 2011. 148 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná.

SCHLEIER, R. **Constituintes fotoquímicos de *vitis vinifera* L. (Uva)**. Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Fitoterapia no IBEHE / FACIS. IBEHE, 2004. Disponível em: [http://www.ppmac.org/sites/default/files/monografia\\_vitis\\_vinifera.pdf](http://www.ppmac.org/sites/default/files/monografia_vitis_vinifera.pdf). Acesso em: 30 nov. 2016.

SILVA, D. B. D; SILVA, J. A. D; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutos do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178p.

SILVA, E. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; SIQUEIRA, H. H. Caracterização física, química e fisiológica de gabirola (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.4, p.803-809, 2009.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1790-1793, 2008.

SILVA, R. C. O.; NASCIMENTO, J. D. M.; CURVELO, A. C., ARAUJO, C. R.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; SILVA, C. G. M.; MELO, E. A. **Atividade antioxidante de extratos das cascas desidratadas de frutos de cajá umbuzeiros**. X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX- UFRPE: Recife, 2010.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.16, n.3, p.144-158, 1965.

SOER-JOMATARAM, I.; OOMEN, D.; LEMMENS, V.; OENEMA, A.; BENETOU, V.; TRICHOPOULOU, A.; COEBERGH, J. W.; BARENDREGT, J.; VRIES, E. Increased consumption of fruit and vegetables and future cancer incidence in selected European countries. **European Journal of Cancer**, Oxford, v.46, n.14, p.2563-2580, 2010.

SOUZA, C. M.; BRAGANÇA, M. G. L. **Doces de minas – processamento artesanal de frutas**. Belo Horizonte: Editora cultura, 2001. 142p.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, Barking, v.134, n.1, p.381-386, 2012.

TAVARES, M. S. S.; RAMOS, M. I. L. **Atividade antioxidante de frutos do Cerrado e do pantanal, do estado de Mato Grosso do Sul**: padronização de metodologias. Departamento de Tecnologias de Alimentos e Saúde Pública, 2008.

TEIXEIRA, L. J. Q.; SIMÕES, L. S.; SARAIVA, S. H.; JUNQUEIRA, M. S.; SARTORI, M. A. Determinação da proporção de açúcar e fruta necessários para conferir os atributos ideais ao licor de abacaxi. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.14, p.1888-1889, 2012.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIN, M.T.; MAZUR, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **International Journal of Biochemistry and Cell Biology**, Oxford, v.39, n.1, p.44-84, 2007.

VALLILO, M. I.; LAMARDO, L. C. A.; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E.; MORENO, P. R. H. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. BERG. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p.805-810, 2006.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. D. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.3, p.888-897, 2011.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo comprovamos que para se obter um maior desenvolvimento inicial, produção de massa e absorção de nutrientes em plantas de guavira, recomenda-se o cultivo em substrato LVd de textura argilosa sob a dose de 5,16 t ha<sup>-1</sup> de calcário.

No substrato LVd + areia as doses de calcário a serem utilizadas devem ser menores em relação ao substrato LVd, pois doses elevadas de calcário em substratos com baixo teor de argila podem indisponibilizar nutrientes. A espécie em estudo possui mecanismos adaptativos que possibilitam a planta absorver nutrientes em baixos níveis de pH e assim recomenda-se para o substrato LVd + areia doses iguais ou menores que 1,29 t ha<sup>-1</sup> de calcário para um maior desenvolvimento da planta.

Considerando as características nutricionais e funcionais da guavira, os frutos podem ser considerados fontes potenciais de antioxidantes naturais e contribuir com a proteção do organismo contra os danos oxidativos. Entretanto, estudos adicionais são necessários para promover o cultivo de guavira em escala comercial.

Houve relação direta entre conteúdo de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante total, nos tecidos da polpa e casca dos frutos, indicando que os compostos fenólicos são os principais responsáveis pela capacidade antioxidante em guavira.

O aproveitamento, principalmente da casca de guavira, na produção de licor, apresenta importante potencial mercadológico, contribuindo com o aumento do valor agregado do fruto, tornando-se, por sua vez, uma alternativa promissora para pequenos, médios e grandes agricultores.