



Universidade Federal
de São João del-Rei

CAMILA CALSAVARA ROCHA

**CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA FORMAÇÃO DE MUDAS
DE *Eugenia dysenterica* DC.**

**SETE LAGOAS
2018**

CAMILA CALSAVARA ROCHA

**CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA FORMAÇÃO DE MUDAS
DE *Eugenia dysenterica* DC.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, *Campus* Sete Lagoas, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador:

Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini

Coorientador: Prof. Dr. Eric Victor de O. Ferreira

**SETE LAGOAS
2018**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R672c Rocha, Camila Calsavara.
Calagem e adubação fosfatada na formação de mudas
de *Eugenia dysenterica* DC. / Camila Calsavara Rocha
; orientador José Carlos Moraes Rufini; coorientador
Eric Victor de O Ferreira. -- Sete Lagoas, 2018.
44 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias) -- Universidade Federal de São
João del-Rei, 2018.

1. Espécie nativa frutífera . 2. Cagaiteira. 3.
Nutrição mineral. 4. Calagem. 5. Cerrado. I. Rufini,
José Carlos Moraes, orient. II. Ferreira, Eric
Victor de O, co-orient. III. Título.

CAMILA CALSAVARA ROCHA

**CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA FORMAÇÃO DE MUDAS
DE *Eugenia dysenterica* DC.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, *Campus* Sete Lagoas, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal

Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini
Coorientador: Prof. Dr. Eric Victor de O. Ferreira

Sete Lagoas, 25 de maio de 2018

Banca examinadora:

Prof. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias (UFSJ)
Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira (UFLA)

Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a alegria de viver com saúde e cercada de pessoas especiais, e por todas as oportunidades e conquistas que obtive durante a vida.

Aos meus pais, Luiz e Leonice, e aos meus irmãos, Caroline e Tiago, pelo apoio e incentivo, amor, dedicação e suporte. A todos os familiares que entenderam a falta quando eu não podia estar presente nas datas especiais, e em especial à minha Tia Irani, pelo exemplo de força e superação.

Ao meu namorado Daniel, por todo o cuidado, carinho, apoio e companheirismo. Obrigada por tudo!

Ao professor Dr. José Carlos Moraes Rufini, pela confiança e disposição nos dois anos que estive sob sua orientação.

Ao coorientador, Prof. Eric, pela imensa ajuda durante todo o experimento e também por todos ensinamentos e disponibilidade.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias por transmitirem o seu conhecimento em sala de aula.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros da banca Professores Leonardo Carnevalli e Silvino Moreira por todas as colaborações ao trabalho.

Aos amigos e estudantes de graduação Igor, Júlia, João, Patrick, Ana Clara, Alander, Michel e Felipe pela ajuda nas análises laboratoriais e na condução do experimento

Aos amigos da pós-graduação, pela ajuda nas disciplinas e, em especial, ao Matheus, à Mariana e à Joelma, que me auxiliaram nas análises.

À minha amiga Miriã, por toda a ajuda no experimento, análises, e por me ouvir sempre. Os dias no laboratório foram mais leves e divertidos com sua presença.

Ao professor Samuel, por permitir acesso ao laboratório de solos onde as análises foram realizadas e ao Abraão Viana, técnico da UFVJM, pelo auxílio nas análises

À empresa Multitécnica, em especial à Mariela, por disponibilizar os reagentes para condução do experimento.

Aos funcionários da UFSJ, que sempre apresentaram disponibilidade em ajudar quando solicitados, em especial ao Marlúcio e ao Fabrício.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse realizado, meu muito obrigada!

CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE *Eugenia dysenterica* DC.

RESUMO- A cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) é uma importante espécie frutífera nativa do Cerrado, que apresenta potencial econômico para o setor alimentício. Seu cultivo em grande escala ainda é restrito, devido ao pouco conhecimento sobre o manejo da cultura incluindo os métodos de fertilização. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de doses de calcário e de fósforo na nutrição, no crescimento, na produção de matéria seca e nos aspectos fisiológicos em mudas de cagaiteira. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), *Campus Sete Lagoas (CSL)*, Sete Lagoas-MG. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x4, com três repetições, sendo quatro doses de calcário calculadas para atingir os níveis de saturação por bases (40, 60, 80, 100 %), mais um tratamento de solo com saturação por bases natural (24,5 %); e quatro doses de fósforo (0, 100, 200, 400 mg dm⁻³). A aplicação de calcário influenciou significativamente nos teores de macro e micronutrientes na parte aérea da cagaiteira, exceto o enxofre e cobre. A adubação com fósforo influenciou os teores de cálcio, magnésio, zinco e ferro. A interação saturação por bases e fósforo foi significativa para os teores de fósforo, ferro e zinco. Para todos os nutrientes, exceto o boro, os maiores teores de nutrientes foram encontrados sem a aplicação da calagem. A calagem não influenciou no crescimento, produção de biomassa e variáveis fisiológicas da cagaiteira. A altura da planta foi influenciada pela aplicação da adubação fosfatada, sendo a dose estimada de 245 mg dm⁻³ indicada para a produção de mudas de cagaiteira.

Palavras chave: cagaiteira. nutrição mineral. frutos nativos

LIMING AND PHOSPHORUS FOR *Eugenia dysenterica* DC. SEEDLING FORMATION.

ABSTRACT- The cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) is an important species of Cerrado native, which presents economic potential for the food industry. Their cultivation of large scale is the least knowledge about the management of culture including, the methods of fertilization. Therefore, the objective of this study was to apply the limestone and phosphorus doses in nutrition, without growth, in the production of dry material and in the physiological effects in cagaiteira seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of São João Del Rei (UFSJ), at the Sete Lagoas Campus (CSL), in Sete Lagoas-MG. The experimental design was a randomized complete block design in a 5x4 factorial scheme with three replicates, four limestone doses calculated to reach the saturation levels by bases (40, 60, 80, 100 %), plus a soil treatment with saturation by natural bases (24,5 %); and four doses of phosphorus (0, 100, 200, 400 mg dm⁻³). The application of a limestone has a significant impact on the macro and micro nutrients of the aerial part of the cagaiteira, except the sulfur and copper. Phosphorus fertilization influenced calcium, magnesium, zinc and iron contents. The interaction saturation for bases and phosphor is significant for the contents of phosphorus, iron and zinc. For all nutrients except boron, the highest nutrient contents were found without the application of liming. A liming did not influence the growth, biomass production and physiological characteristics of the cagaiteira. The height of the plant was influenced by the application of phosphate fertilization, with an estimated dose of 245 mg dm⁻³ indicated for the production of cagaiteira seedlings.

Keywords: cagaiteira. mineral nutrition. native fruits

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	II
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Cerrado	2
2.2 Caracterização da espécie <i>Eugenia dysenterica</i> DC. (Cagaiteira).....	4
2.3 Calagem.....	6
2.4 Fósforo no solo e planta	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 Teores de nutrientes	14
4.2 Crescimento	22
4.2 Parâmetros fotossintéticos	26
5 CONCLUSÕES	28
6 REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A perda da biodiversidade no Cerrado brasileiro causada pela expansão agropecuária, mineração, agroindústria e urbanização, é um dos principais problemas da atualidade. Essa perda também é causada pela exploração basicamente extrativista e muitas vezes de caráter predatório. Com isso, o início do cultivo de espécies provenientes do Cerrado, seja de forma comercial ou com finalidade de conservação, torna-se imprescindível (SOUZA et al., 2007). Entretanto, a escassez de informações sobre a variabilidade genética, produção de mudas, conhecimentos fitotécnicos a serem empregados no cultivo dessas espécies, impossibilita a realização de plantios em escala comercial (BESSA et al., 2016).

Nesse contexto, a cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) é uma importante espécie frutífera nativa do Cerrado, que apresenta grande potencial econômico para o setor alimentício, através do consumo *in natura* ou de produtos industrializados como polpa para suco, sorvete, doces e geleias (SOUZA et al., 2007; COSTA et al., 2017). A produção de mudas da espécie de forma comercial é restringida, especialmente devido ao limitado conhecimento sobre as suas exigências nutricionais (BESSA et al., 2016).

Aproximadamente 90 % dos solos do Cerrado são: ácidos, distróficos, com baixas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, como cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) (ALHO E MARTINS, 1995). Além disso, esses solos, em função da grande presença de óxidos de ferro, e de alumínio principalmente, podem fixar o P aplicado como fertilizante (NOVAIS et al., 2007).

Em virtude da elevada acidez e a baixa disponibilidade de P para as plantas, a maioria das culturas agrícolas de regiões tropicais apresentam menor crescimento e, conseqüentemente, menores produtividades. A calagem, prática utilizada para atenuar os efeitos da acidez, pode aumentar a disponibilidade dos nutrientes no solo. Ao realizar a aplicação do calcário, os produtos de sua dissolução reagem com os colóides do solo, e os cátions de caráter ácido (H^+ e Al^{3+}) são trocados por Ca^{2+} e Mg^{2+} . Os íons Al^{3+} passam para a solução do solo e sofrem hidrólise, o hidróxido de alumínio formado é precipitado (QUAGGIO, 2000) e o H^+ é neutralizado pelas hidroxilas presentes na solução do solo.

A calagem também desempenha efeitos benéficos na disponibilidade do P, de forma a diminuir sua fixação no solo. Com o aumento do pH, os precipitados do P com íons Al^{3+} e Fe^{3+} são hidrolisados, liberando os íons fosfatos na solução do solo, e

também com o aumento nas cargas negativas dos colóides ocorre maior repulsão eletrostática entre o fosfato e a superfície adsorvente (SOUZA et al., 2006, CAMARGO et al., 2010). Contudo, em ambiente alcalino, quando porventura houver a aplicação em excesso de calcário, o P pode ser precipitado sob a forma de fosfatos de Ca insolúveis, diminuindo sua disponibilidade e também a de outros nutrientes às plantas (NOVAIS et al., 2007). Este fato indica a necessidade de se conhecer qual a melhor saturação por bases indicada para a cagaiteira, em função das doses aplicadas de calcário.

O P é um elemento essencial ao metabolismo das plantas e o mais limitante ao cultivo das espécies no Cerrado. O nutriente exerce importante papel na respiração vegetal e no armazenamento, transporte e utilização de energia no processo fotossintético, agindo também na síntese de proteínas e no metabolismo de enzimas (RAIJ, 2011).

O fato de as espécies nativas do Cerrado serem tolerantes à baixa fertilidade química natural do solo, não elimina a possibilidade de respostas à fertilização (DUBOC E GUERRINI, 2009). Assim, para a produção de mudas de forma eficiente, o uso de corretivos da acidez do solo pode favorecer a obtenção de plantas com maior qualidade e estado nutricional adequado. No entanto, ainda existe uma carência de estudos para diversas espécies frutíferas da região do Cerrado, como a cagaiteira.

O objetivo deste trabalho é agregar informações a respeito da cagaiteira na fase de muda, voltadas para o crescimento, nutrição mineral e aspectos fisiológicos quando submetida à calagem e adubação fosfatada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro ocupando aproximadamente 201,8 milhões de ha, correspondendo a 21% do território nacional e é considerado a última fronteira agrícola do mundo (BORLAUG, 2002). Está situado na região central do Brasil, fazendo divisa com outros importantes biomas: Amazônia ao norte, Caatinga a nordeste, Pantanal a sudoeste e Mata Atlântica a sudeste. Estende-se pelos estados de Goiás, Tocantins, Distrito Federal e porções dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Piauí, Pará e Rondônia (BUSHBACHER, 2000; GUCKER et al., 2009). Ainda ocupa áreas fora do Brasil, no Paraguai e na Bolívia, ao passo que paisagens parecidas são identificadas na Colômbia,

Guiana, Suriname e Venezuela, recebendo outras denominações como Lhanos, por exemplo, (RIBEIRO E WALTER, 1998).

Em decorrência da dinâmica histórica dos ecossistemas, há inserções de vegetação de Cerrado em outros domínios de vegetação, como as áreas de Cerrado no estado de Roraima, Amapá, Amazonas (Campos de Humaitá), Rondônia (Serra dos Pacaás Novos), Pará (Serra do Cachimbo), Bahia (Chapada Diamantina) e no sul do estado de São Paulo e Paraná. Em Minas Gerais, este bioma representa 30,8 milhões de ha, correspondendo a 53% da superfície do estado e cerca de 15 % da superfície total do Cerrado no Brasil (COSTA NETO, 1990). A fauna e flora do Cerrado são muitíssimo ricas, e a sua vegetação nativa, em graus variados de conservação, ainda cobre 60,42 % do bioma no Brasil (MEDEIROS, 2011).

A maior parte da região compreendida pelo Cerrado apresenta clima Aw (tropical, chuvoso), segundo classificação de Köppen, caracterizado pela presença de verões chuvosos e invernos secos. O período chuvoso, de outubro a março, é seguido por período seco, de abril a setembro (ALHO E MARTINS, 1995).

A sazonalidade de precipitação bem definida durante o ano é sua característica mais marcante, com as maiores precipitações ocorrendo nos meses mais quentes do ano, correspondendo de 80% a 90% da precipitação anual (CHAVES, 2001). A precipitação média anual é de 1500 mm, variando de 750 a 2000 mm e temperaturas que variam de 22°C a 27°C, em média (KLINK E MACHADO, 2005). Em meio à estação chuvosa podem ocorrer curtos períodos de seca, chamados veranicos, sendo que no período de seca (de maio a setembro) os indicadores pluviométricos mensais ficam bastante reduzidos, podendo chegar a zero (ALHO E MARTINS, 1995).

Os solos do Cerrado, em sua maioria, são profundos, pobres em nutrientes, praticamente sem minerais primários, fortemente intemperizados, e com relevo plano a suave ondulado (GOMES et al., 2004). São solos formados por rochas antigas, ácidos, e que apresentam baixa disponibilidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), boro (B) e cobre (Cu). Possuem ainda, alta saturação por alumínio (m %), bem como alta capacidade de fixação de P (LOPES E GUILHERME, 1992). A baixa declividade (suavemente ondulados) e boa drenagem dos solos dessa região são características que favorecem a mecanização agrícola e o cultivo em grande extensão (BERNARDI et al., 2003).

A vegetação apresenta um gradiente de biomassa diverso, o que está fortemente relacionado às características do solo. Devido a estas características, diversos autores

propuseram que o aspecto xeromórfico das plantas do Cerrado é decorrente dessa distrofia edáfica. Sendo que, especialmente o pH e concentrações de cálcio, constituem o fator ecológico mais importante na distribuição das fisionomias do Cerrado, ficando esta hipótese conhecida como escleromorfismo oligotrófico, que se caracteriza pela falta de elementos químicos no solo (RUGGIERO E PIVELLO, 2005).

O Cerrado apresenta biodiversidade bastante elevada, o bioma abriga mais de 11.000 espécies vegetais, das quais 44% são endêmicas. A ocorrência desta diversidade de espécies ocorre principalmente pela heterogeneidade espacial existente no meio, os ambientes do Cerrado variam significativamente, em uma mesma região há áreas campestres, florestais e brejosas. Assim, o bioma é a mais diversificada savana tropical do mundo, com uma enorme variedade de habitats e alternância de espécies (KLINK E MACHADO, 2005).

O Cerrado ainda é cortado pelas três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Bacias Amazônica, da Prata e do São Francisco) (ALHO E MARTINS, 1995) e serve como base de sobrevivência cultural e material de um grande número de habitantes, comunidades tradicionais, indígenas, quilombolas, dentre outras, que através do uso dos recursos naturais têm sua fonte de sustento (MEDEIROS, 2011).

Apresenta uma ampla variedade de frutíferas nativas, das quais algumas já são comercializadas (SOUZA, 2000). De acordo com Ferreira (1980), entre os gêneros mais frequentes das espécies nativas que produzem frutos comestíveis no Cerrado, podem ser citados: *Anacardium* (*Anacardiaceae*); *Annona* e *Xylopia* (*Annonaceae*); *Byrsonima* (*Malpighiaceae*); *Caryocar* (*Caryocaraceae*); *Campomanesia*, *Eugenia* e *Psidium* (*Myrtaceae*); *Pouteria* (*Sapotaceae*); *Hancornia* (*Apocynaceae*); *Attalea*, *Acroconi*, *Astrocaryum*, *Butia*, *Cocos*, *Diplotemium*, *Mauritia*, *Syagrus* (*Palmae*); *Hymenaea* e *Dipteryx* (*Fabaceae*) e *Peritassa* (*Hipocrateaceae*). Ainda que existam outros gêneros de plantas que produzam frutos comestíveis, sua produção é pouco significativa. Uma das razões que limitam a produção de mudas de espécies nativas do Cerrado é a falta de conhecimento dos requerimentos nutricionais das mesmas (CARLOS, 2009).

2.2 Caracterização da espécie *Eugenia dysenterica* DC. (Cagaiteira)

A cagaiteira ou cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) é uma planta pertencente à família das *Myrtaceae*, considerada uma das dez famílias mais representativas do Cerrado, compreende 14 gêneros e é representada por 211 espécies (SILVA et al., 2017).

A cagaiteira é uma árvore frutífera que apresenta crescimento lento e alturas médias, variando de quatro até oito metros, dotada de copa alongada e densa. Possui tronco cilíndrico e tortuoso, com casca suberosa, grossa, e profundamente sulcada nos sentidos verticais e horizontais, característicos de espécies do Cerrado. As folhas são aromáticas, simples, opostas cruzadas; elípticas, oblongas ou ovaladas; com comprimento de 4 a 9 cm por 3 a 5 cm de largura. As folhas novas são membranáceas e folhas adultas coriáceas, glabras ou quase glabras nas duas faces, vermelhas quando jovens; decíduas durante o florescimento (RIZZINI, 1971; LORENZI, 2000, CHAVES E TELLES, 2006).

A inflorescência é do tipo rácemo axilar e surge com a folhagem nova avermelhada. As flores são brancas, perfumadas e vistosas, podem se apresentar solitárias, axilares sobre pedúnculos de 1 a 2 cm de comprimento, ou reunidas em fascículos axilares com 3 a 6 flores. A planta floresce abundantemente de agosto a setembro e, na maioria das vezes, fica desprovida da folhagem (RIZZINI, 1971, LORENZI, 2000).

Quando propagada via seminífera, a frutificação tem início a partir do quarto ou quinto ano de idade, com média do início da formação dos frutos e maturação de aproximadamente quatro semanas. A maturação dos frutos coincide com o período chuvoso, de outubro a novembro, e é relativamente rápida (SOUZA et al., 2008; LORENZI, 2000).

A polinização das flores da cagaiteira pode acontecer tanto por autofecundação quanto fecundação cruzada, sendo que a polinização é feita majoritariamente pelas mamangavas das espécies *Bombus atratus* e *B. morio*, no período da manhã (PROENÇA E GIBBS, 1994).

Os frutos surgem principalmente de outubro a novembro, são carnosos, apresentam forma redonda, bacáceo, cor amarelo claro quando maduros, epicarpo membranoso ligeiramente ácido, com peso de 14 a 20 g, comprimento de 3 a 4 cm e diâmetro de 3 a 5 cm. Possuem média de 3 a 4 sementes sendo elipsoides e achatadas, de coloração creme (SILVA et al., 2017).

As espécies do Cerrado possuem também potencial no emprego como ornamentais no paisagismo. A cagaiteira apresenta alto valor para este uso, tanto por suas flores quanto por sua folhagem e porte (GAVILANES et al., 1991). A utilização de espécies nativas nos espaços urbanos possibilita alcançar objetivos de educação ambiental, disseminando a identidade paisagística natural e regional. Além disso, pode

representar custos mais baixos de manutenção e instalação dos espaços, por serem plantas já adaptadas as condições climáticas locais. Contudo, percebe-se que existem poucas ou quase nenhuma informação sobre a flora brasileira com potencial para ser empregada em projetos paisagísticos. Há inúmeras espécies que reúnem alto valor ornamental, mas que ainda não são produzidas comercialmente (SILVA E PERELLO, 2010), principalmente por dificuldades de propagação, fertilização e manutenção em viveiros. A carência de pesquisas no Brasil na área de plantas nativas ornamentais, causa a subutilização do potencial que a flora nacional oferece (FISCHER et al., 2007).

A principal utilização da cagaiteira atualmente se dá pelo uso alimentício de seus frutos, a espécie possui frutos que podem ser consumidos tanto *in natura* quanto industrializados. Os frutos ao natural, contudo, devem ser consumidos com moderação, pois os mesmos possuem atividade laxativa, tanto que seu nome popular e científico indica esta particularidade. Este efeito parece ser causado apenas pelos frutos quando aquecidos e fermentados ao sol (CORRÊA, 1984).

A polpa para sucos, geleias e licores possuem aceitação no mercado regional (CORRÊA, 1984). É possível degustar a fruta na forma de picolés e sorvetes, em diversas sorveterias especializadas em frutos do Cerrado, espalhadas, especialmente, pelos estados de Minas Gerais e Goiás.

2.3 Calagem

A maioria dos solos brasileiros apresentam limitações naturais ao bom estabelecimento de grande parte das culturas, sendo a acidez dos solos um dos mais importantes fatores que limitam a produção em regiões tropicais. A acidez está relacionada à presença de alumínio (Al^{3+}) e manganês (Mn^{2+}) em concentrações tóxicas e de baixos teores de cátions de caráter básico como cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). Nestes solos, a calagem é a prática mais recomendada para corrigir tais características (NOVAIS et al., 2007).

A calagem promove diminuição da acidez com insolubilização de elementos tóxicos (principalmente o Al e Mn), eliminando ou atenuando os efeitos negativos da acidez do solo. Também fornece os nutrientes Ca e Mg, aumenta a disponibilidade de P e molibdênio (Mo), produz efeitos benéficos nos microrganismos do solo, favorece suas propriedades físicas e, assim, um maior desenvolvimento radicular (RAIJ, 2011). Contudo, pode reduzir a disponibilidade dos micronutrientes cobre (Cu^{2+}), ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}) e zinco (Zn^{2+}), em razão da precipitação dos mesmos com hidroxilas.

A toxidez ao Al^{3+} sobressai como o mais comum e severo problema relacionado aos solos ácidos (DONCHEVA et al., 2005). Não apenas as plantas são afetadas, como também as bactérias, a exemplo, as que são responsáveis pelas transformações do ciclo do N. A toxidez ao Al^{3+} é particularmente severa em pH abaixo de 5,0, mas pode ocorrer em solos com pH de até 5,5. A toxidez ao Al^{3+} por poucas vezes é problemática quando o pH do solo está acima de 5,5 pois, acima deste nível, há pouco Al^{3+} na solução do solo ou no compartimento trocável. Para determinada planta, o pH crítico das concentrações tóxicas depende de diversos fatores do solo, como minerais de argila predominantes, níveis de matéria orgânica e concentrações de outros cátions, ânions e sais totais (FAGERIA, 1998).

Os efeitos tóxicos de concentrações elevadas de Al^{3+} acarretam, sobretudo, o engrossamento das raízes e diminuição de suas ramificações e, conseqüentemente, prejuízos a absorção de nutrientes e água (NOVAIS et al., 2007). Ao entrar nas raízes, a maior parte do Al ali permanece e pouco se desloca para a parte aérea. Por este motivo, a análise de tecidos foliares não é adequada para diagnosticar a toxicidade deste elemento para a maioria das plantas (BRADY E WEIL, 2013).

As plantas que ocorrem naturalmente em solos ácidos possuem mecanismos para superar as condições químicas adversas (RYAN E DELHAIZE, 2010). Dentre eles, os mecanismos que envolvem a tolerância ao Al^{3+} . Estes podem ser de exclusão (permeabilidade seletiva da membrana plasmática, imobilização de Al na parede celular, mudança de pH na rizosfera, exsudação de complexantes e/ou quelantes) ou de tolerância interna (complexação ou quelatização no citosol, armazenamento no vacúolo, proteínas especializadas na ligação com Al, mecanismos bioquímicos que inativam ou armazenam o Al nas folhas em formas não tóxicas) (FOY, 1988). Os mecanismos de tolerância parecem ser comuns em espécies endêmicas de regiões com solos ácidos onde a habilidade de lidar com o Al^{3+} é uma condição para a sobrevivência (RYAN E DELHAIZE, 2010).

Para Quaggio (2000), o crescimento de raízes da maioria das espécies cultivadas é restringido quando a saturação por Al é superior a 30%. Além de seus efeitos tóxicos às plantas, o Al^{3+} em concentrações elevadas influi na disponibilidade de outros nutrientes, a exemplo do fosfato no solo. O fosfato tende a reagir com o Al solúvel e formar fosfatos de Al de baixa solubilidade (NOVAIS et al., 2007).

A prática da calagem contribui para aumentar a disponibilidade de P e a eficiência de fertilizantes fosfatados (YAMADA E ABDALLA, 2004). Por promover a

elevação do pH do solo, há um aumento na concentração e atividade dos íons OH^- em solução, os quais promovem a precipitação de Fe^{2+} , e Al^{3+} , de modo que ocorre redução da precipitação de P-Fe e P-Al de baixa solubilidade; ocorre, também, geração de cargas negativas pela desprotonação de hidroxilas expostas nas argilas e matéria orgânica, havendo repulsão entre o fosfato e a superfície adsorvente. Desta forma, a submissão do solo a manejos que alterem os fatores envolvidos no processo, pode reduzir a adsorção de P no solo, aumentando a sua disponibilidade às plantas (SOUZA et al., 2006). Porém, a calagem em excesso pode provocar a precipitação do P, na forma de fosfatos de Ca insolúveis, diminuindo sua disponibilidade (NOVAIS et al., 2007).

As espécies de plantas e cultivares de uma mesma espécie respondem de forma diferenciada à calagem, pois a tolerância ao Al e Mn é variável, com isso, o estabelecimento de faixas de pH adequadas às culturas, é dificultado (RAIJ, 2011). No Brasil, a faixa de pH mais adequada para o crescimento da maioria das culturas está entre 5,7 e 6,0 (NOVAIS et al. 2007).

A literatura mundial possui um grande número de publicações evidenciando os efeitos positivos da calagem para inúmeras culturas. Macedo e Teixeira (2011) estudando a influência da calagem e P em mudas de Araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh), observaram que as doses de calcário influenciaram positivamente à altura, o diâmetro, a matéria seca da parte aérea, das raízes e total das mudas. Havendo também efeito positivo das doses de calcário e de P sobre o acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea das plantas.

Neves et al. (2008) avaliaram o crescimento, a nutrição mineral e os níveis críticos foliares de Ca e Mg em mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas à calagem. A saturação por bases foi elevada em seis níveis (13,3; 19,5; 38,9; 58,9; 73,2; e 82,1 %). Os autores observaram que a calagem favoreceu o crescimento das mudas de umbuzeiro e o aumento do nível de saturação por bases incrementou os teores de Ca, Mg e S e reduziu os de N, P, K, Cu, Fe, Mn e Zn nas mudas.

Em trabalho de Melo (2017), estudando desenvolvimento de mudas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira, *Myrtaceae*), em resposta à calagem, as plantas tiveram maior desenvolvimento no substrato com calcário. Sob a dose de $5,16 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário em Latossolo Vermelho distroférico (LVd) ocorreram os maiores números de folhas por planta, diâmetro de caule, altura de planta, matéria seca de folha, caule e raiz, maior área foliar e comprimento de raiz. O autor aponta que os

resultados podem estar relacionados com a reação do calcário aos teores de argila do solo, que permitiu uma maior disponibilidade e absorção de nutrientes, tais como N, Ca, Mg, P e K, essenciais ao desenvolvimento da planta.

Teixeira et al. (2015) verificaram que a calagem e a adubação fosfatada promoveram aumento da produção de perfilhos e de matéria seca em vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty). A calagem aumentou a eficiência da adubação fosfatada e, em consequência, favoreceu o estabelecimento do vetiver.

Todavia, nem sempre esta prática promove respostas evidentes como verificado por Carlos et al. (2009), onde a calagem não teve efeito sobre a matéria seca total em mudas de pequiheiro (*Caryocar brasiliense* Camb), isso pode estar relacionado ao fato de a espécie estar adaptada a solos pobres e ácidos típicos do Cerrado.

De forma semelhante após a medição do diâmetro do coleto e peso da matéria seca da parte aérea de mudas de cerejeira (*Amburana acreana* Ducke), submetidas a diversas doses de calcário, Vieira et al. (2015) verificaram que estas características não resultaram em respostas significativas à adição do corretivo. Segundo Vale et al. (1997), conforme a tolerância de determinadas espécies vegetais a solos com baixo pH, pode haver crescimento satisfatório em solos com saturações por bases bem abaixo de 50%.

A cagaiteira possui adaptação em ambientes de solos pobres em nutrientes, com elevada acidez, presença de alumínio e com grande déficit hídrico em alguns meses do ano (NAVES et al., 2002). Contudo, não há ainda resultados de pesquisa sobre sua resposta à calagem juntamente com a adubação fosfatada. O fato das espécies nativas do Cerrado serem tolerantes à baixa fertilidade do solo, não elimina a possibilidade de respostas à calagem e fertilização.

2.4 Fósforo no solo e planta

O P é um dos elementos que requer maior atenção na produção agrícola nos solos da região do Cerrado, pois apesar de ser o macronutriente de menor demanda pelas plantas, a disponibilidade deste nutriente em condições naturais é muito reduzida. Portanto, a adubação fosfatada é prática imprescindível neste ambiente (SOUSA E LOBATO, 2004). Segundo Tucci (1991), depois da acidez do solo, o fator nutricional que mais restringe o crescimento de mudas é o baixo teor de P disponível.

Solos tropicais, altamente intemperizados, têm grande tendência de retenção de P, com isso, a maior parte do P aplicado ao solo passa para a fase sólida, constituindo formas indisponíveis. Outra parte constitui o P-lábil, este fósforo pode estar ligado a

sítios de trocas dos coloides minerais e orgânicos do solo (P-adsorvido) ou precipitado, mas, em equilíbrio relativamente rápido com o P-solução, podendo ser considerado disponível para as plantas (NOVAIS et al., 2007).

A magnitude desta recuperação é afetada por textura, tipos de minerais de argila e acidez do solo e, depende, sobretudo, da espécie cultivada. Como também, dose, fonte, granulometria e forma de aplicação do fertilizante fosfatado, rotação de culturas e sistema de preparo do solo podem influir nesse processo. O P-não lábil (mineralogicamente estável) é composto pelo P-precipitado em compostos insolúveis (principalmente Fe, Ca e Al) ou adsorvido especificamente por sítios de elevada energia, praticamente não trocáveis, tendo seu aproveitamento pelas plantas incerto (GOEDERT E LOBATO, 1984; YAMADA E ABDALLA, 2004).

A disponibilidade das formas iônicas do fosfato às plantas é controlada pelo pH do solo. O ânion monovalente ortofosfato primário (H_2PO_4^-) em pH abaixo de 7 tem sua disponibilidade maior, ao passo que o ânion divalente ortofosfato secundário (HPO_4^{2-}) tem sua maior disponibilidade em valores de pH acima de 7. As concentrações de Fe e Al em solução são bastante altas em solos ácidos, o que pode levar à formação de precipitados de fosfato de Fe e Al (NOVAIS et al., 2007).

O P encontra-se em vários grupos nas plantas; ATP (responsável pelo armazenamento de energia nas células), do ácido desoxirribonucleico (DNA), do ácido ribonucleico (RNA, que controla a síntese de proteínas), dos fosfolipídios (indispensáveis nas membranas celulares) (BRADY E WEIL, 2013). O requerimento de P na planta é relativamente baixo, comparado a outros macronutrientes, em geral o teor em plantas saudáveis varia de 0,2 a 0,4 % da matéria seca, o que equivale a cerca de 1/10 da concentração de N (BRADY E WEIL, 2013). O P promove rápida formação e crescimento de raízes, melhora qualidade de frutos, sendo vital na formação das sementes, bem como está relacionado à transferência de características hereditárias (NOVAIS et al., 2007).

A deficiência de P acarreta plantas atrofiadas, com hastes finas, com folhas verde-escuro e áreas arroxeadas. As folhas velhas são as primeiras a apresentar os sintomas da deficiência em virtude de sua maior mobilidade nos tecidos vegetais. Muitas vezes, as plantas aparentam estarem perfeitamente normais com exceção do tamanho reduzido (BRADY E WEIL, 2013).

Diversos autores já constataram respostas positivas do P para o crescimento dos vegetais: Mendonça et al. (2009) em cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC);

Vieira et al. (2011) em guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg], Macedo e Teixeira, (2011) em mudas de Araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh); Costa Filho, et al. (2013) em sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.); Rocha et al. (2013) em mudas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), como exemplos.

Ao avaliar a resposta de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L. família: *Myrtaceae*) a aplicação de fertilizante fosfatado, Corrêa et al. (2003) constataram que as mudas responderam positivamente à adubação fosfatada, sendo a dose próxima de 100 mg dm⁻³ de P suficiente para o bom desenvolvimento das plantas. Os autores também comprovaram que doses acima de 200 mg dm⁻³ de P resultaram na diminuição do crescimento das mudas.

Freitas et al. (2017) avaliaram o crescimento e qualidade de mudas de cássia-rosa (*Cassia grandis*), em função de doses de P e calagem e constataram que a adubação fosfatada teve influência positiva em todas as variáveis estudadas, sendo elas: altura da parte aérea, o diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSRA) matéria seca total, relação MSPA/MSRA e o índice de qualidade de Dickson. A dose de P adequada para a produção de mudas de cássia-rosa foi de 600 mg dm⁻³ na saturação por bases de 25 %.

Melo (1999), trabalhando com espécies do Cerrado, verificou que o P foi o nutriente mais limitante para todas as espécies estudadas em relação ao crescimento. Sua utilização aumentou todos os parâmetros de crescimento e produção de biomassa de *Dipteryx alata*, o número de folhas, área foliar e produção de matéria seca de *Sclerolobium paniculatum* e o número de folhas, área e matéria seca foliar de *Hancornia speciosa*. No mesmo trabalho, pesquisando a resposta da cagaiteira ao P, o autor constatou que houve aumento significativo da área foliar com a adição de P. Além disso, com relação à matéria seca total com adição de P, a produção foi de 1,1 g/planta. Este valor corresponde a três vezes ao obtido sem a fertilização com este nutriente.

Diante do exposto, espera-se que a aplicação do P, associado à calagem promova melhor crescimento das mudas de cagaiteira cultivadas em solo intemperizado do Cerrado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ), *Campus Sete*

Lagoas (CSL) (Sete Lagoas-MG), definida geograficamente pelas coordenadas de 19°28' S e 44°11'O, com altitude de 800 m, por 180 dias (março a setembro de 2017).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5x4, com três repetições, sendo quatro doses de calcário calculadas para atingir os níveis de saturação por bases (40, 60, 80, 100 %), mais um tratamento de solo com saturação por bases natural (24,5 %); e quatro doses de P (0, 100, 200, 400 mg dm⁻³) correspondente à aplicação de mono-amônio-fosfato (MAP) p.a..

A parcela experimental foi composta por dois vasos de polietileno com uma planta cada, preenchidos com 3 L de um Latossolo Vermelho, de baixa fertilidade natural (Tabela 1), coletado a uma profundidade de 20 a 40 cm no *campus* da UFSJ.

Tabela 1- Caracterização física e química do solo (20-40 cm) coletado em área de Cerrado, na região central de Minas Gerais - Brasil, utilizado no experimento em vasos em casa de vegetação.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T
H ₂ O	...%...	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³						
5,5	0,86	1,3	3,9	0,93	0,1	0,3	3,2	1,04	1,34	4,24
V	m	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	Argila	Silte	Areia
.....%..... mg dm ⁻³g kg ⁻¹							
24,53	22,39	0,71	26,35	11,24	1,24	0,01	1,58	770	110	120

*pH em água; P, K, Fe, Zn, Mn e Cu pelo extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al pelo extrator KCl 1; B extrator água quente; H+Al pelo extrator SMP e; S extrator fosfato monocálcico em ácido acético.

Para se atingir os níveis de saturação por bases esperados, realizou-se o cálculo da necessidade de calagem pelo método de saturação por bases. A calagem foi realizada com CaCO₃ e MgCO₃ (p.a.) na relação 3:1 (Ca:Mg). Os corretivos foram misturados ao solo peneirado (5 mm) de cada vaso, sendo umedecido e incubado por 30 dias. Após esse período, realizou-se nova análise do solo para verificar os níveis de saturação por bases atingidos em função das diferentes doses calculadas (Tabela 2). O adubo fosfatado foi incorporado ao solo de cada vaso após o período de incubação dos corretivos, em uma única aplicação, imediatamente antes do plantio.

Os demais nutrientes foram aplicados na forma de solução, na superfície do solo, nas seguintes doses (mg dm⁻³): N = 300; K = 300; S = 60; B = 0,5; Cu = 1,5; Zn = 5,0; e Mo = 0,1. As aplicações de N e K foram parceladas em duas vezes, sendo a primeira aplicação (plantio) de N na forma de MAP, e as coberturas na forma de nitrato de

amônio para padronizar a dose de N em todos os tratamentos. O K foi aplicado nas formas de sulfato de potássio e cloreto de potássio.

Para a obtenção das sementes para a produção das mudas, frutos maduros de *E. dysenterica* DC., foram coletados no município de Fortuna de Minas- MG, no mês de outubro, despolpados manualmente, e suas sementes lavadas em água e colocadas para secar a sombra (48 h). As mudas foram obtidas pela semeadura em tubetes (110 cm³), contendo substrato e mantidas com irrigação constante no viveiro de mudas do CSL, da UFSJ. A emergência ocorreu 40 dias após a semeadura, em 21/11/2016. Três meses após a emergência das plântulas, em 08/03/2017, ocorreu o transplantio das mudas para os vasos com os tratamentos aplicados.

Tabela 2- Resumo da caracterização do Latossolo Vermelho utilizado no experimento, antes e após a incubação com carbonato de Ca e Mg.

V	V	pH	Ca	Mg	Al	SB
Calculado*	Atingido**					
.....%
.....cmolc dm ⁻³						
Natural (24,53)	24,53	5,5	0,93	0,10	0,30	1,04
40	39,30	5,7	1,66	0,16	0,07	1,85
60	53,69	6,0	2,20	0,26	0,06	2,49
80	60,53	6,6	2,77	0,34	0,07	3,14
100	69,15	6,9	3,26	0,40	0,05	3,69

* Valores de V2 utilizados no cálculo da necessidade de calagem; ** Valores de V2 atingidos após o período de incubação.

Logo após o transplantio das mudas, foi mensurada a altura (cm) e o diâmetro do caule (mm), com auxílio de paquímetro digital, marca Lee Tools 684132. As mesmas medidas foram realizadas aos 180 dias após a implantação do experimento. Calculou-se o incremento no crescimento em altura e diâmetro das mudas a partir da diferença da primeira e última medição.

A caracterização fisiológica das plantas foi feita utilizando-se o analisador de fotossíntese, da marca CID, Inc., modelo CI-340 Handheld Photosynthesis System, em que foram obtidas as variáveis fotossintéticas e de transpiração: taxa de fotossíntese líquida (*A*), em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; taxa de transpiração (*E*), em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; condutância estomática foliar (*G_s*), em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; e déficit de pressão de vapor (DPV), em kPa. O aparelho possui alguns parâmetros fixos como: a pressão atmosférica do local de análise

(ATM), sendo, 92,79 kPa; a taxa de fluxo estabelecida para o analisador (FLOW), em 0,30 L min⁻¹ e a taxa de fluxo de massa (W), predefinida para 0,30 mol m⁻² s⁻¹, com variação de ± 0,01. Foram realizadas três leituras por parcela, que foram armazenadas no aparelho e em seguida transferidas para um computador, com a respectiva tabulação dos dados em planilha eletrônica. As avaliações ocorreram aos 180 dias, entre as 9 e 11h, período de maior pico da fotossíntese nas folhas totalmente expandidas.

Após a última medição, as plantas foram colhidas, separadas em parte aérea e raízes. As raízes foram separadas do solo com o auxílio de uma peneira (2 mm) e lavadas em água corrente e em água destilada. Posteriormente, o material colhido foi seco em estufa de circulação forçada de ar (65 °C, por 96 h) e obtida a matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), e matéria seca radicular (MSRA).

A matéria seca da parte aérea foi moída e foram realizadas as determinações químicas para se obter os teores dos nutrientes no caule e nas folhas. No extrato nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria; Ca, Mg, K, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; S por turbidimetria do sulfato de bário; N total pelo método semi-micro Kjeldahl; e de B, após digestão via seca, por colorimetria (método da curcumina) (MALAVOLTA et al., 1997).

As estimativas de área foliar das mudas de *E. dysenterica* DC. foram realizadas pelo software ImageJ, onde todas as folhas foram submetidas a medições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de resíduos; para verificar as pressuposições da análise de variância e, posteriormente, a análise de variância ($p \leq 0,05$) e, quando constatada significância, foi feito o ajuste aos modelos de regressão. Os cálculos foram realizados com uso do programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

Também foi feito um estudo aplicando correlações lineares entre as variáveis ambientais, de transpiração e fotossíntese, fornecidas pelo analisador de fotossíntese, e as variáveis biométricas. Foi obtido o coeficiente de correlação de Pearson (r), considerando significativas as correlações com $p < 0,01$; $p < 0,05$ e $p < 0,10$, por meio de planilhas eletrônicas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teores de nutrientes

Analisando a tabela 3, em que é apresentado o resumo das análises de variância para os teores foliares de macronutrientes na parte aérea de cagaiteira, verifica-se que a calagem influenciou todos os teores dos macronutrientes, exceto o S. Com relação à

aplicação de P, houve interação significativa apenas para os teores de Ca e Mg. A interação saturação por bases e fósforo foi significativa somente para os teores de fósforo.

Tabela 3- Resumo da análise de variância (Quadrados médio) para os teores de macronutrientes na parte aérea de mudas de cagaiteira em função da calagem e adubação fosfatada.

Fontes de variação	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Saturação por bases (V%)	4	293,5809*	2,0778*	15,7620*	44,0392*	0,8313*	1,1482 ^{ns}
P	3	88,7238 ^{ns}	0,4447 ^{ns}	4,8612 ^{ns}	46,7163*	1,0646*	3,4958 ^{ns}
V*P	12	106,8975 ^{ns}	1,1812*	5,7582 ^{ns}	7,6991 ^{ns}	0,2842 ^{ns}	3,3037 ^{ns}
B	38	32,0643 ^{ns}	0,0445 ^{ns}	11,2282 ^{ns}	5,7226 ^{ns}	0,0693 ^{ns}	2,9746 ^{ns}
Resíduo	38	61,5182	0,3505	3,2943	13,5397	0,3100	2,4472
Média		16,7795	1,7884	2,7496	14,3428	2,5998	2,8099
CV (%)		46,74	33,10	66,01	25,65	21,42	55,67

^{ns}: não-significativo a 5 % de probabilidade; * significativo a 5 % de probabilidade, pelo Teste de F.

Como ilustrado na figura 1 a os teores de N na parte aérea apresentaram resposta quadrática ao incremento dos níveis de saturação por bases. O teor de N na planta quando não houve calagem foi de 25,41 g kg⁻¹, valor superior aos demais tratamentos. Este resultado se assemelha aos observados por Naves et al. (1995) estudando a mesma espécie em ambiente natural, onde os autores encontraram teores de N iguais a 30,4 g kg⁻¹. Em trabalho de Bessa et al. (2016) com a cagaiteira, o N foi o nutriente que apresentou a maior concentração no nível de toda a planta, assim como no presente estudo. Provavelmente as alterações de pH promovidas pela calagem influenciaram negativamente na absorção deste nutriente pela planta, apesar do aumento do pH favorecer a mineralização da matéria orgânica e, conseqüentemente, maior disponibilidade para as plantas (NOVAIS et al., 2007).

Da mesma forma que o N, os teores de Ca e Mg na parte aérea da cagaiteira foram superiores quando não foi realizada a aplicação do calcário (Fig. 1.c e 2.d). A prática da calagem, além de elevar o pH do solo, também fornece Ca e Mg aumentando a disponibilidade para as culturas, contudo, não foi observado aumento nos teores destes nutrientes na parte aérea da cagaiteira com a elevação da saturação por bases. Este comportamento difere dos encontrados por Neves et al. (2008) trabalhando com o umbuzeiro e Fonseca et al. (2004) com o maracujazeiro-doce, onde o aumento da saturação por bases resultou no aumento dos teores foliares de Ca e Mg das mudas. Os

resultados demonstram que os níveis dos cátions no solo não estão relacionados com seus teores no solo para a cagaiteira, ou o aumento do pH pode ter prejudicado a absorção dos dois cátions.

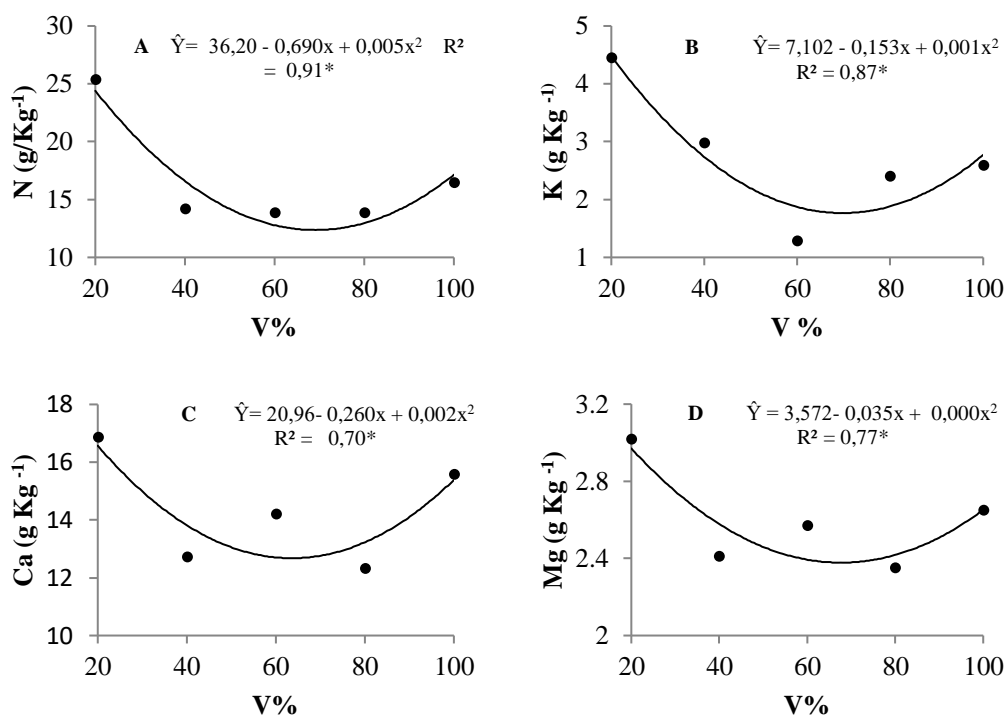


Figura 1- Teores de N, K, Ca e Mg na parte aérea de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) em função da calagem.

Em relação aos teores de K (Fig 1. b) a resposta a calagem foi quadrática, os teores deste nutriente na matéria seca da parte aérea foram reduzidos de forma significativa com o aumento das doses de calcário. A absorção de um dado elemento pode ser influenciada pela presença de outro, podendo ocorrer efeito antagônico, inibitório ou sinérgico. Segundo Malavolta (1980), os sítios de ligação com os carregadores para o Ca e o Mg são os mesmos para o K, com isso, o aumento dos teores destes no solo fornecidos pela calagem, acarretaram inibição competitiva durante o processo de absorção do K. A absorção de K é favorecida na presença de Ca, porém, em altas concentrações de Ca a absorção de K é inibida (MALAVOLTA et al., 1997).

De forma geral, o aumento do pH promove maior disponibilidade de SO_4^{2-} às plantas, tanto por reduzir a adsorção quanto por liberar os S adsorvido, além disso, ocorre mineralização do S orgânico com a calagem (NOVAIS et al., (2007). Apesar disso, os teores de S na parte aérea da cagaiteira não foram influenciados pelo aumento na saturação por bases e adubação fosfatada, a média geral para este macronutriente foi

de 2,81 g kg⁻¹, este valor se encontra dentro do adequado para o crescimento normal da maioria das plantas que é de 1 a 3 g kg⁻¹.

A adubação fosfatada influenciou negativamente os teores de Ca e Mg (Fig. 2), da matéria seca da parte aérea da cagaiteira. Os maiores teores dos dois nutrientes foram obtidos quando não foi adicionado o P. A resposta para os teores de Ca foi quadrática, enquanto para os teores de Mg a resposta foi linear negativa. De forma semelhante, Melo e Haridasan (2009) verificaram que a aplicação de P diminuiu os teores de Ca nas folhas da cagaiteira, no entanto, no mesmo trabalho os autores constataram que os teores de Mg responderam de forma positiva ao incremento das doses de P. Teixeira et al. (2012) estudando o biribá (*Rollinia mucosa*), também observaram redução na absorção de Ca e no crescimento nas doses de P superiores a 100 mg kg⁻¹.

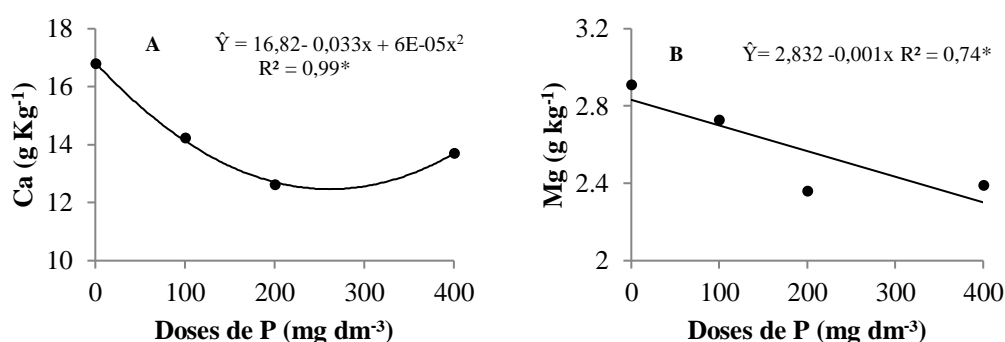


Figura 2- Teores de Ca e Mg na parte aérea de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) em função das doses de fósforo.

Para os teores de P, houve interação significativa para saturação por bases (V %) *versus* doses de P, portanto, para cada nível de V % estudado, os teores de P na parte aérea responderam diferentemente nas diferentes doses de P. O maior teor de P na parte aérea se deu no solo natural (V % 24,5) e sem adição de P, sendo de 4,24 g kg⁻¹. Para as doses de 100, 200 e 400 mg dm⁻³, não foi possível ajustar um modelo matemático de regressão adequado ao conteúdo P, as médias para as doses foram respectivamente 1,63, 1,74 e 1,75 g kg⁻¹.

Quando não houve adubação com P (dose 0), os teores do nutriente decresceram conforme se aumentou a saturação por bases. Sabidamente, a calagem aumenta disponibilidade do P para a absorção radicular. O aumento do pH promove um aumento nas cargas negativas da superfície dos colóides do solo, acarretando em maior repulsão (menor adsorção) entre o fosfato e a superfície adsorvente, reduzindo a capacidade máxima de adsorção de P (NOVAIS et al., 2007). Contudo, a maior disponibilidade não refletiu em maiores teores de P na parte aérea da cagaiteira.

No trabalho de Louw-Gaume et al. (2010), os autores mencionam a capacidade da *Brachiaria ruziziensis* em exsudar citrato ou oxalato em condições de pH baixo, os ácidos orgânicos têm a capacidade de acidificar a rizosfera e promover a sorção do P, aumentando sua disponibilidade à planta. Com os resultados, pode-se supor que a cagaiteira possui mecanismos semelhantes para utilização do fósforo quando sua disponibilidade é muito baixa, visto que em condições naturais (sem calagem e sem adubação fosfatada) os teores de P encontrados na planta foram superiores até mesmo quando a planta recebeu a adubação com o nutriente.

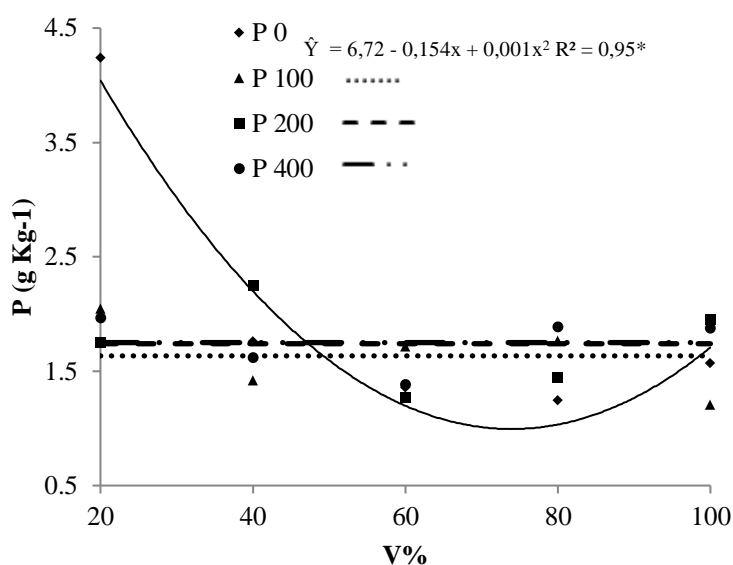


Figura 3- Teores de fósforo (P) na parte aérea de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) em função da calagem e doses de fósforo.

Na tabela 4 está apresentado o resumo da análise de variância para os teores dos micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn e B) na parte aérea das mudas de cagaiteira. A saturação por bases influenciou significativamente nos teores de Fe, Zn, Mn e B. A adubação fosfata influenciou teores de Fe e Zn. A interação saturação por bases e fósforo foi significativa somente os teores de Fe e Zn.

Tabela 4- Resumo da análise de variância (Quadrados médio) para os teores de micronutrientes na parte aérea de mudas de cagaiteira em função da calagem e adubação fosfatada.

Fontes de variação	GL	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Saturação por bases (V)	4	3465769,98*	14,07 ^{ns}	10736,35*	1854456,81*	4526,75*
P	3	1066006,75*	42,93 ^{ns}	2438,91*	161256,24 ^{ns}	518,82 ^{ns}
V*P	12	789851,24*	73,36 ^{ns}	2620,53*	49325,91 ^{ns}	250,10 ^{ns}
B	38	132489,10 ^{ns}	6,41 ^{ns}	353,89*	66124,85 ^{ns}	416,83 ^{ns}
Resíduo	38	103583,13	77,26	279,18	37942,68	301,35
Média		400,02	6,37	43,46	621,55	74,19
CV (%)		80,46	137,95	38,45	31,34	23,40

^{ns}: não-significativo a 5 % de probabilidade; * significativo a 5 % de probabilidade, pelo Teste de F.

Os teores de B na parte aérea apresentaram resposta linear positiva com o aumento na saturação por bases (Fig 4. a). A disponibilidade do B torna-se maior com o aumento do pH até valores de pH próximos de 7,0, já a maior disponibilidade do nutriente ocorre na faixa de pH 5,0 a 7,0 (Abreu, Lopes e Santos, 2007). O solo estudado encontrava-se dentro desta faixa. Quando se aplicou a maior dose de calcário, visando atingir a saturação por bases de 100 %, atingiu-se o valor de 69,2% e pH 6,9, verificou-se os maiores teores de B, sendo de 96,10 mg kg⁻¹, Bessa et al, (2016) estudando a nutrição de mudas da mesma espécie em solução nutritiva, encontraram teores de B superiores sendo de 124,52 mg kg⁻¹ nas folhas e 40,60 mg kg⁻¹ no caule.

Segundo Gu e Lowe (1990), o B no solo é adsorvido principalmente pelos grupos carboxílicos dos ácidos húmicos da matéria orgânica. Com a calagem, a maioria desses sítios provavelmente foram ocupados pelo íon Ca²⁺, ou seja, poucos sítios ficam disponíveis para adsorver o B. Os mesmos autores discutem que o íon Ca²⁺ tem maior afinidade pelos grupos carboxílicos que o B. Com menores taxas de adsorção de B, provavelmente o nutriente ficou mais disponível à planta e, com isso, foram encontrados maiores teores de B com o aumento da saturação por bases.

Não houve efeito significativo da aplicação de calcário e fósforo nos teores de Cu na parte aérea da cagaiteira. O teor foliar médio do nutriente quantificado nas mudas foi de 6,37 mg kg⁻¹, valor semelhante ao obtido por Bessa et al. (2016), estudando a mesma planta em solução nutritiva, onde os autores encontram teores de Cu nas folhas de 7,22 mg kg⁻¹ e 8,27 mg kg⁻¹ no caule. Estes valores se encontram dentro da faixa de

valores adequados para o crescimento normal das plantas, que é de 5 a 20 mg kg⁻¹(DECHEN E NACHTIGALL, 2007).

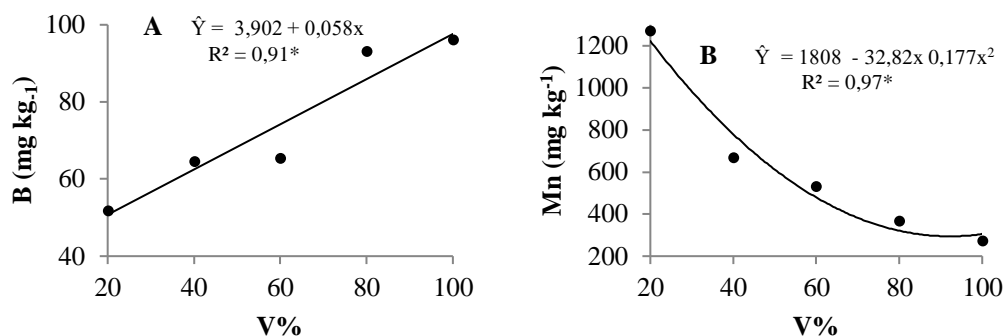


Figura 4- Teores de B e Mn na parte aérea de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) em função da calagem.

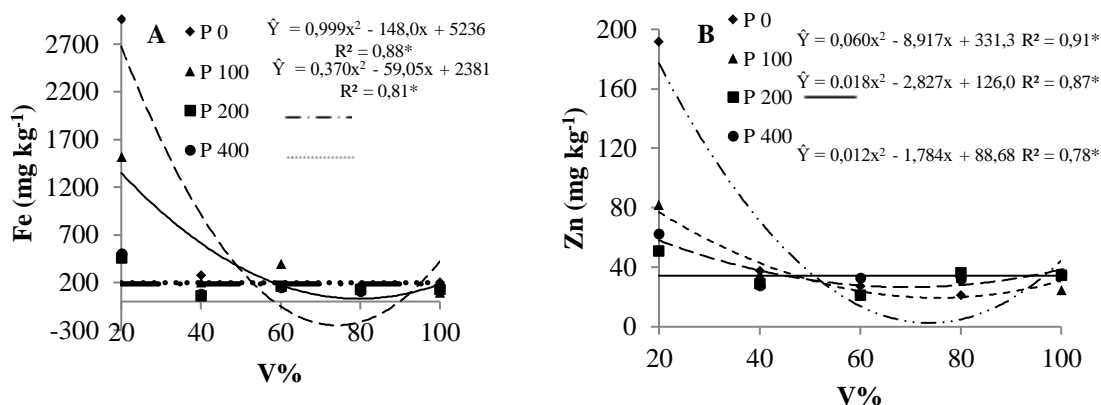


Figura 5- Teores de Zn e Fe na parte aérea de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) em função da calagem e doses de fósforo.

A resposta do Mn ao aumento da saturação por bases foi quadrática, o teor do micronutriente sofreu redução com o aumento da saturação por bases (Fig 4. b). O maior teor na parte aérea foi encontrado quando não houve aplicação do calcário sendo igual a 1270 mg kg⁻¹, valor superior ao de Bessa et al. (2016) com a cagaiteira, no qual os autores verificaram teores de Mn iguais a 658,18 mg kg⁻¹ na planta. O Mn é necessário para a síntese de clorofila e sua principal função está relacionada a ativação enzimática (DECHEN E NACHTIGALL, 2007). Quando se aplicou a maior dose de calcário, obteve-se o menor teor de Mn (272,83 mg kg⁻¹), pois o pH atingiu o valor próximo de 7,0, contudo, ainda está dentro dos considerados para o crescimento normal das plantas, que é entre 20 a 500 mg kg⁻¹(DECHEN E NACHTIGALL, 2007).

Houve interação significativa para saturação por bases (V) versus doses de P, para os teores de Fe e Zn. De forma geral, os teores dos micronutrientes reduziram conforme se elevou a saturação por bases.

O maior teor de Fe foi verificado sem a calagem e sem a aplicação de adubação fosfatada, sendo igual a 2962,44 mg kg⁻¹. Bessa et al. (2016) verificaram teores de Fe de 648 mg kg⁻¹ em plantas de cagaiteira. Para as doses de 200 e 400, não foi possível ajustar um modelo matemático de regressão adequado ao conteúdo P. As médias para as doses foram 185,11 e 197,55 mg kg⁻¹ respectivamente. Foi possível observar que nas doses superiores de P os teores de Fe na parte aérea da cagaiteira diminuíram. De acordo com Malavolta (2004) o H₂PO₄²⁻ é adsorvido ou precipitado pelos óxidos de Fe e em decorrência ocorre menor absorção de Fe.

Para o Zn, da mesma forma que para o Fe, o maior teor na parte aérea da cagaiteira foi encontrado sem calagem e sem a adubação fosfatada, sendo igual a 191,79 mg kg⁻¹. Os teores diminuíram conforme a saturação por bases foi elevada, e também com as doses de P. Este comportamento era esperado visto que o aumento do pH diminui a disponibilidade de Zn e a aplicação de P pode induzir a deficiência de Zn (CARNEIRO et al., 2008). Os efeitos desta interação na absorção desses nutrientes ainda não estão bem esclarecidos. Na literatura, diversas fontes reconhecem que os distúrbios causados pela interação acontecem no solo onde altas doses de P levam a diminuir a disponibilidade e a taxa de difusão de Zn (CARNEIRO et al., 2008). Porém, há controvérsias, e outras fontes afirmam que os problemas da interação ocorrem dentro da planta, alterando os processos metabólicos (FURLANI et al., 2005).

Conforme Novais et al (2007), a disponibilidade de Cu, Fe, Zn e Mn decresce com a elevação do pH do solo. Como reflexo da menor disponibilidade destes micronutrientes catiônicos, as mudas de cagaiteira apresentaram menores teores de Fe, Zn e Mn na parte aérea. Neves et al. (2008), estudando o efeito da elevação da saturação por bases sobre o crescimento e nutrição mineral do umbuzeiro, verificaram redução nos teores de Cu, Fe Mn e Zn na parte aérea da planta, corroborando com os resultados obtidos para a cagaiteira, neste trabalho.

Para todos os nutrientes, exceto o B, a cagaiteira apresentou o mesmo comportamento, no qual os maiores teores foram identificados sem a aplicação da calagem. Este fato demonstra a capacidade da planta em absorver os nutrientes do solo em condições em que, para a maioria das plantas cultivadas, seria adversa. Nesse contexto, a espécie se apresenta como promissora para utilização em solos de baixa fertilidade, bem como em recuperação de áreas degradadas.

Segundo Haridasan (2000), muitas espécies do Cerrado desenvolveram mecanismos de adaptação às condições adversas as quais estão submetidas no Cerrado,

tais como déficit hídrico, acidez, toxidez pelo Al e baixa fertilidade dos solos, o mesmo autor evidencia a falta de estudos que identifiquem tais mecanismos, evidenciando a necessidade de trabalhos que busquem verificar quais são, e de que forma, estes mecanismos atuam.

4.2 Crescimento

O resumo da análise de variância para incremento do crescimento em altura e em diâmetro, área foliar, matéria seca da parte aérea, das raízes e total em função das doses de calcário e de P constam na tabela 5. Não houve efeito significativo da aplicação de calcário para as variáveis avaliadas. O efeito da aplicação de P ao solo foi significativo para o incremento do crescimento em altura da planta. Não houve interação significativa entre as doses de P e de calcário para as variáveis analisadas.

Tabela 5- Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para incremento no crescimento em altura e em diâmetro, área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST) de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.), em função da aplicação de calcário e fósforo.

Fontes de Variação	GL	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	AF (cm ²)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Saturação por bases (V%)	4	2,3356 ^{ns}	0,0282 ^{ns}	296,80 ^{ns}	0,0418 ^{ns}	0,1119 ^{ns}	0,2602 ^{ns}
P	3	20,4568*	0,0441 ^{ns}	534,00 ^{ns}	0,0387 ^{ns}	0,0607 ^{ns}	0,0993 ^{ns}
V*P	12	3,4308 ^{ns}	0,0191 ^{ns}	262,62 ^{ns}	0,0380 ^{ns}	0,1295 ^{ns}	0,2588 ^{ns}
Bloco	2	28,8541*	0,4687*	409,11 ^{ns}	0,0214 ^{ns}	0,0637 ^{ns}	0,1537 ^{ns}
Resíduo	38	6,7486	0,0446	282,53	0,0312	0,1058	0,2042
Média		5,782	0,588	41,15	0,454	0,782	1,24
CV(%)		44,92	35,91	40,84	38,85	41,62	36,55

^{ns}: não-significativo a 5% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste de F.

O crescimento em altura das plantas em resposta a adubação fosfatada obteve um comportamento quadrático, ou seja, houve resposta positiva incrementando o crescimento à medida que se aumentou as doses de P aplicadas ao solo, a partir de doses maiores, a resposta da adubação começou a decrescer. Pelos resultados apresentados (Fig 6), o maior incremento em altura (7,02 cm) foi atingido utilizando a dose estimada de 245 mg dm⁻³ de P. A partir desta dose, houve menor incremento, sendo de 5,88 cm para a maior dose utilizada (400 mg dm⁻³).

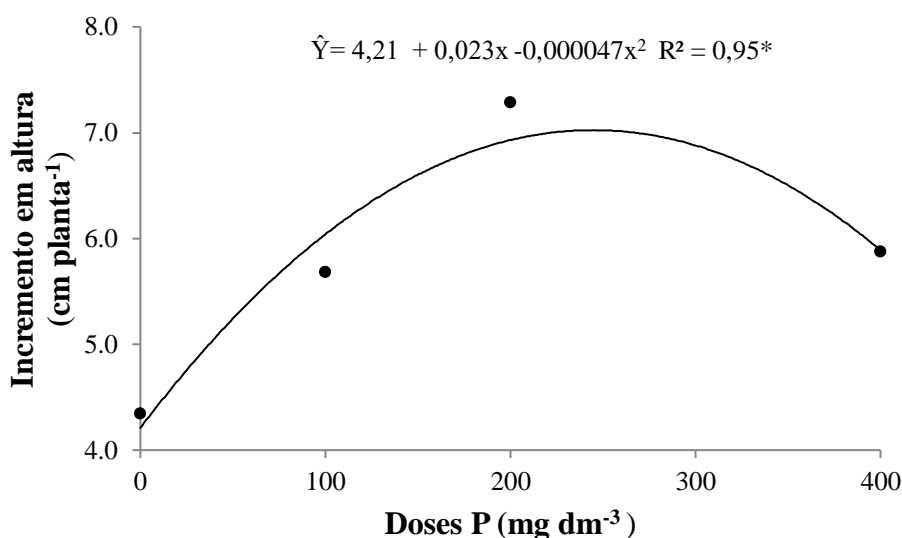


Figura 6- Efeito de doses de P no incremento em altura em mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) durante 180 dias de cultivo.

O solo utilizado no experimento apresentava teor de P disponível igual a 1,3 mg dm⁻³ (Tabela 1), o poder tamponante natural de solos argilosos pode influenciar na eficiência de extração do P disponível pelo método de Mehlich 1 e na absorção pelas plantas. Desta forma, a interpretação dos resultados deve considerar medidas que se relacionam com a capacidade tampão para a interpretação, como o teor de argila e/ou o valor de P remanescente do solo. Logo, de acordo com teor de argila do solo (77 %) e, com a classificação baseada no valor de P remanescente (3,17 mg L⁻¹), o teor inicial de P disponível no solo é considerado muito baixo (RIBEIRO et al., 1999).

O P é componente integral de compostos importantes para a célula vegetal, dentre eles, fosfato-açúcares, intermediários da respiração, assim como os fosfolipídios que compõem as membranas biológicas (TAIZ E ZEIGER, 2013). Além desses, o P é componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (ATP) e DNA e RNA. Sendo assim, na falta do suprimento adequado do nutriente, o efeito mais evidente é uma acentuada redução no crescimento da planta como um todo (FERNANDES, 2006).

A adubação fosfatada mesmo na menor dose aplicada (100 mg dm⁻³) contribuiu para o crescimento em altura das mudas de cagaiteira, corroborando com Melo e Haridasan (2009). Esses autores verificaram que plantas de cagaiteira adubadas com Ca e P obtiveram altura média 3,3 maiores do que as plantas sem adubação, desta forma, os

autores afirmam que para se obter maior crescimento, deve-se aplicar ao menos 100 mg kg⁻¹ de P.

Espécies de *Myrtaceae* respondem de forma diferenciada à adubação fosfatada. Abreu et al. (2005), analisando o crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) submetidas à adubação com superfosfato simples, constataram que a aplicação do P teve efeito positivo para a altura da muda, comprimento da raiz, matéria seca da raiz, matéria seca da parte aérea e matéria seca total. Para a cultura da uvaia (*Eugenia uvalha* Camb.), Souza et al. (2009), ao avaliarem o efeito da adubação nitrogenada e fosfatada na cultura, verificaram resultados significativos positivos em altura e comprimento da raiz de mudas em relação às doses de P. Estas, no entanto, não foram significativas para matéria seca da parte aérea e das raízes. Nava et al. (2016) ao avaliarem o efeito da calagem e da adubação fosfatada no crescimento de plantas jovens de goiabeira serrana (*Acca sellowiana*), apontaram que a cultura foi pouco responsiva à aplicação de P nos primeiros anos de cultivo. Os níveis de P não tiveram efeito sobre nenhuma das variáveis avaliadas, sendo elas, perímetro do tronco, altura das plantas e do diâmetro das copas.

O menor crescimento observado quando se utilizou as maiores doses do adubo fosfatado deve-se, provavelmente, à interação P-Zn, na qual ocorre deficiência de Zn induzida pelo P (CARNEIRO et al., 2008), visto que no presente estudo os teores de Zn na parte aérea da cagaiteira diminuíram com a aplicação de P.

Corrêa et al. (2003), avaliando o desenvolvimento de mudas de goiabeira em resposta a doses e modos de aplicação do fertilizante fosfatado, observaram efeito negativo na produção de matéria seca pelas raízes e parte aérea das mudas, comprimento total de ramos, número de folhas e área foliar total, nas maiores doses do adubo fosfatado. Os autores discutem que, possivelmente, a deficiência de Zn ocorreu induzida pelo P, pois eles constataram que nos tratamentos em que o adubo foi aplicado de forma mais localizada, o efeito depressivo da maior dose de P foi menos expressivo, devido a, possivelmente, que parte do sistema radicular estava crescendo em pontos onde não havia aplicado o P, e com isso a absorção de Zn provavelmente não foi afetada.

Com relação à matéria seca da parte aérea, de raízes e total, as médias gerais foram de 0,45 g, 0,78 e 1,24 g⁻¹ planta, respectivamente. Em experimento de Bessa et al. (2016) com cagaiteira, no qual as plantas foram cultivadas sob condições hidropônicas em estufa por 180 dias, a matéria seca da parte aérea foi de 4,24 de raízes

2,82 e total de 6,55 ⁻¹ planta. Estes maiores valores podem estar relacionados ao fato de as plantas estarem em meio hidropônico, onde há pronta disponibilidade de nutrientes na solução nutritiva durante todo o crescimento.

Ao contrário do verificado por Bessa et al. (2016), onde as plantas de cagaiteira obtiveram maior matéria seca na parte aérea, no presente estudo as plantas investiram mais na produção de raiz, com média para a relação de 0,605. Esta é uma característica marcante de algumas plantas nativas do Cerrado, em que na fase inicial de crescimento direcionam mais energia no desenvolvimento do sistema radicular, sendo uma estratégia para atravessar períodos de estiagem após a emergência. Maior crescimento do sistema radicular em comparação ao crescimento da parte aérea para *Eugenia dysenterica* DC. também foi constatado por Sano et al. (1995) e por Silveira et al. (2013).

Provavelmente, a cagaiteira não apresentou respostas significativas quanto às variáveis analisadas por ser uma espécie nativa, podendo estar adaptada às condições de baixa fertilidade do solo, ou ainda possuir mecanismos adaptativos aos solos ácidos nos quais a espécie é encontrada naturalmente. Além disso, espécies adaptadas a solos de baixa fertilidade têm como característica apresentar baixas taxas de crescimento, taxas de absorção de nutrientes moderadas, altas concentrações de nutrientes nos tecidos quando comparadas a espécies de rápido crescimento nas mesmas condições (CHAPIN E BIELESKI, 1982). O menor crescimento pode ocasionar melhor resposta a situações estressantes, uma vez que um crescimento lento acarreta em menor demanda e exaustão de recursos do ambiente, assim, há menor incorporação de nutrientes e fotoassimilados, possibilitando a formação de reservas dentro do vegetal, desta forma, estas espécies podem sobreviver em períodos onde nenhum crescimento seria possível (GRIME E HUNT, 1975).

O solo do presente estudo apresentava pH de 5,5 classificado como acidez média, e teores de 0,93 cmol_cdm⁻³ de Ca e 0,1 cmol_cdm⁻³ de Mg classificados como baixo e muito baixo, respectivamente (RIBEIRO et al., 1999). Provavelmente neste pH e com estes teores de nutrientes a cagaiteira não possui impedimentos para seu crescimento normal. Estes resultados indicam que a espécie é adaptada aos solos do Cerrado, caracterizados por sua alta acidez e baixa fertilidade química natural.

O teor de Al no solo onde não houve calagem se encontrava em 0,3 cmol_cdm⁻³ que não é considerado alto. Contudo, no trabalho de Rodrigues et al. (2016), no qual os autores avaliaram a influência do Al no crescimento radicular e na anatomia da cagaiteira, os resultados revelaram que a planta é tolerante ao Al. Foi constatado maior

alongamento relativo da raiz em tratamentos com 150, 300 e 600 μM de Al, os estudos anatômicos revelaram a presença de Al nas raízes, especialmente no tratamento 1200 μM . Segundo os autores, este fenômeno indica que a *Eugenia dysenterica* DC. tem algum mecanismo de desintoxicação interna. Os resultados de Rodrigues et al. (2016) mostraram que nas doses mais baixas, a cagaiteira provou ser tolerante ao Al, evidenciando ser uma espécie adaptada a solos com maior concentração deste elemento. Foi observado também, que quando submetida ao tratamento com Al, houve um efeito estimulante sobre o crescimento radicular na planta, caracterizando que baixas concentrações de Al podem ser benéficas para um melhor crescimento das raízes na cagaiteira.

No trabalho de Serrano et al. (2011), os resultados indicam que a capacidade de absorver nutrientes, especialmente Ca e Mg, não é afetada por altas concentrações de Al no solo em espécies adaptados aos solos ácidos. Para essas espécies, o Al parece agir como estimulante no desenvolvimento das plantas, ainda que esta função não tenha sido esclarecida (RODRIGUES et al., 2016).

4.2 Parâmetros fotossintéticos

O resumo da análise de variância para os dados fisiológicos se encontra na tabela 6. A elevação da saturação por bases e as doses de fósforo não influenciaram nas respostas fotossintéticas das plantas de cagaiteira para as variáveis analisadas, sendo elas, a taxa de fotossíntese líquida (A), taxa de transpiração (E), condutância estomática foliar (G_s), déficit de pressão de vapor (DPV) e eficiência do uso da água (EUA).

A média para a taxa fotossintética foi de $8,52 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, para a condutância estomática foi de $79,04 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e para a taxa de transpiração foi de $1,71 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Apesar de não ter apresentado significância, estes valores foram superiores aos encontrados por Mota et al. (2016), também trabalhando com a cagaiteira. Estes autores encontraram $1,44 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $20 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e $0,55 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para taxa A , G_s e E , respectivamente. Os resultados do presente estudo ainda foram semelhantes aos de Neves et al. (2009), trabalhado com a *Eugenia uniflora*, em que os autores relatam valores de fotossíntese e transpiração de $12 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, $1,2 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 6- Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para fotossíntese líquida (*A*), taxa de transpiração (*E*), condutância estomática foliar (*G_s*), déficit de pressão de vapor (DPV) e eficiência do uso da água (EUA), de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.), em função da aplicação de calcário e fósforo.

Fontes de Variação	GL	<i>A</i> ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	<i>E</i> ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	<i>G_s</i> ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	DPV (kPa)	EUA
Saturação por bases (V%)	4	5,3893 ^{ns}	0,1922 ^{ns}	407,2338 ^{ns}	0,2106 ^{ns}	1,8786 ^{ns}
P	3	6,4816 ^{ns}	0,0453 ^{ns}	451,0073 ^{ns}	0,1956 ^{ns}	3,7532 ^{ns}
V*P	12	10,9384 ^{ns}	0,3663 ^{ns}	1199,2708 ^{ns}	0,2835 ^{ns}	8,1545 ^{ns}
B	2	0,3569 ^{ns}	0,9204 ^{ns}	426,1761 ^{ns}	0,7382 ^{ns}	13,9541 ^{ns}
Resíduo	38	10,0920	0,2511	778,9624	0,2854	7,6141
Média		8,520	1,712	79,043	2,187	5,367
CV(%)		37,29	29,27	35,31	24,43	51,41

^{ns}: não-significativo a 5 % de probabilidade; * significativo a 5 % de probabilidade, pelo Teste de F.

Os resultados apresentados demonstram que os parâmetros foliares podem ser importantes para elucidar o comportamento fisiológico desta espécie do Cerrado, quanto ao crescimento de parte aérea e radicular. Observa-se pela correlação linear de Pearson (Tabela 7), entre as variáveis ambientais de transpiração e de fotossíntese, e as variáveis biométricas e de acúmulo de matéria seca, que houve correlação positiva ($p < 0,01$, $p < 0,05$ e $p < 0,10$) para D e *E*; D e *G_s*, AP e *G_s*, AF e *G_s*, MSPA e *A*, MSPA e *E*, MSPA e *G_s*, MSR e *E*, MSR e *G_s*, MST e *E* e MST e *G_s*. Enquanto que correlação negativa ocorreu apenas para D e EUA, AF e DPV, MSPA e DPV, MSR e DPV e MST e DPV.

Tabela 7- Correlação linear das variáveis ambientais, de transpiração e de fotossíntese com as variáveis biométricas de acúmulo de matéria seca.

	<i>A</i> (N=60)	<i>E</i> (N=60)	<i>G_s</i> (N=60)	DPV (N=60)	EUA
D (N=60)	0,011	0,346*	0,311*	0,0533	-0,23**
AP(N=60)	0,122	0,0877	0,226 ***	-0,128	0,0217
AF (N=60)	0,182	0,171	0,322*	-0,235***	0,002
MSPA (N=60)	0,236 ***	0,277**	0,416*	-0,223***	-0,007
MSR (N=60)	0,0767	0,328*	0,512*	-0,236**	-0,100
MST N=60	0,148	0,343*	0,53*	-0,256**	-0,074

Coefficientes de correlação de Pearson (r) com p-valor < 0,01 (*), < 0,05 (**) e < 0,10 (***). D: diâmetro do caule; AP: altura de parte aérea; AF: área foliar; MSPA: matéria seca parte aérea; MSR: matéria seca radicular; MST: massa seca total; *A*: taxa de fotossíntese líquida; *E*: taxa de transpiração; *G_s*: condutância estomática foliar; DPV: déficit de pressão de vapor; EUA: eficiência no uso da água.

Pelos resultados, a maior condutância estomática influenciou em maior crescimento para todas as variáveis biométricas avaliadas. A abertura dos estômatos permite o transporte de água via xilema para a atmosfera, por conseguinte, favorece as trocas gasosas e maior ganho de carbono que é empregado no crescimento da planta. A abertura estomática é dependente do estado hídrico da folha e da demanda evaporativa da atmosfera (SCHULZE, 1993). Espécies do Cerrado, na maioria dos casos, apresentam um rígido controle estomático, restringindo a abertura estomática durante a estação seca, quando a demanda evaporativa da atmosfera aumenta consideravelmente (MORAES E PRADO, 1998; FRANCO, 2002). Como as plantas do presente estudo permaneceram durante todo o experimento sem restrição hídrica, a maior condutância estomática favoreceu o crescimento.

A perda de água por transpiração quando há maior abertura estomática é considerável, contudo, uma vez que o suprimento de água é contínuo, é vantajoso para o vegetal trocar a água por produtos da fotossíntese, fundamentais para o seu crescimento (TAIZ E ZEIGER, 2013). Como pode ser observado na correlação entre a transpiração e D, MSPA, MSRA e MST, em que houve maior crescimento quando as taxas transpiratórias foram maiores.

Foi observada correlação negativa entre o DPV e AF, DPV e MSPA, DPV e MSR e DPV e MST, onde quanto maior o DPV, menores são os valores das variáveis biométricas. Quando o déficit de pressão é alto, ou seja, a umidade do ar está baixa, os estômatos tendem a se fechar, para tentar equilibrar a perda de vapor de água por transpiração e o fluxo hídrico no interior das células guarda, limitando assim, a transpiração (YANG et al., 2002). O fechamento estomático limita também a entrada de CO₂ e, conseqüentemente, a fotossíntese, acarretando em menor crescimento da planta. (SCHULZE, 1993).

5 CONCLUSÕES

O crescimento e variáveis fisiológicas de mudas de *Eugenia dysenterica* DC. não foram influenciados pela calagem.

As doses de P influenciaram no crescimento em altura, sendo a dose estimada de 245 mg dm⁻³ de P indicada para a produção de mudas de cagaiteira, uma vez que nesta dose, estima-se a maior altura da planta.

A cagaiteira demonstrou ser uma espécie que se desenvolve bem em condições de solo ácido e com baixos teores de nutrientes.

6 REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.) **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736
- ABREU, N. D.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B. G.; TEIXEIRA, G. A.; SOUZA, H. A. D.; RAMOS, J. D. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora L.*) em substratos com utilização de superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1117-1124, 2005.
- ALHO, C. J. R.; MARTINS, E. S. **De grão e grão o Cerrado perde espaço**. Brasília: WWF PRO-CER, 1995. 66p.
- BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos Cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22 p. Documentos, 46
- BESSA, L. A.; MOREIRA, M. A.; SILVA, F. G.; MOTA, C. S.; VITORINO, L. C. Growth, nutrient concentration and principal component analysis of Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) seedlings grown in nutrient solution. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 3, p. 425-433, 2016.
- BORLAUG, N.E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). **Global warming and other eco-myths**. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA. 2002.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3ed. Porto alegre: Bookman, 2013. 716p.
- BUSCHBACHER, R. **Expansão agrícola e perda da biodiversidade no Cerrado: origens históricas e o papel do comércio internacional**. Brasília, DF: WWF Brasil, 2000. 104 p. (Série técnica, 7).
- CAMARGO, M. S.; BARBOSA, D. S.; RESENDE, R. H.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Fósforo em solos de Cerrado submetidos à calagem. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, 2010.
- CARLOS, L. **Requerimentos nutricionais de mudas de Favela, Pequi, e Marolo e Barbatimão**. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- CARNEIRO, L. F.; FURTINI NETO, A. E.; REZENDE, A. V.; CURTI, N.; SANTOS, J. Z. L.; LAGO, F. J. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na interação fósforo-zinco em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.4, p.1133-1141, 2008.
- CHAPIN, F. S.; BIELESKI, R. L. Mild phosphorus stress in barley and a related low-phosphorus-adapted barley grass: Phosphorus fractions and phosphate absorption in relation to growth. **Physiologia plantarum**, v. 54, n. 3, p. 309-317, 1982

CHAVES, L. J. Melhoramento e conservação de espécies frutíferas do Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2001, p. 7.

CHAVES, L.J.; TELLES, M.P.C. Cagaita. In: VIEIRA, R.F.; COSTA, T.S.A.; SILVA, D.B.; FERREIRA, F.R.; SANO, S.M. (Ed.). Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2006. cap.7, p.120-134.

CORRÊA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF, 1984. 707 p.

CORRÊA, M. C. D. M.; PRADO, R. D. M.; NATALE, W.; PEREIRA, L., BARBOSA, J. C. Resposta de mudas de goiabeira a doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 164-169, 2003

COSTA FILHO, R. T. D.; VALERI, S. V.; CRUZ, M. C. P. D.; 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, jan./mar. 2013.

COSTA NETO, F. **Subsídios técnicos para um plano de manejo sustentado em áreas de Cerrado**. Viçosa: UFV, 1990. 142p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).

COSTA, L. T.; RODRIGUES, D. B.; MELO, C. F.; SOUZA, A. G.; GARCIA, E. M.; TAROCO, H. A.; MELO, J. O. F. Discovering the secrets of Cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), na awakening of Cerrado. **Scientific Electronic Archives**, v. 10, n. 4, p. 45-49, 2017.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-132.

DONCHEVA, S.; AMENÓS, M.; POSCHENRIEDER, C.; BARCELÓ, J. Root cell patterning: a primary target for aluminium toxicity in maize. **Journal of experimental botany**, v. 56, n. 414, p. 1213-1220, 2005

DUBOC, E; GUERRINI, I. A. **Desenvolvimento inicial e nutrição da copaíba (Copaifera langsdorffii Desf.) em áreas de Cerrado degradado**. Embrapa Cerrados, 2009.

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

FERREIRA, M. B. Frutos comestíveis nativos do cerrado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 61, p. 9-18, 1980.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: SBCS, 2006.

- FISCHER, S. Z.; STUMPF, E. R. T.; HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; WASUM, R. A. Plantas da flora brasileira no mercado internacional de floricultura. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 510-512, 2007.
- FOY, C D. Plant adaptation to acid, aluminum-toxic soils. **Communications in Soil Science & Plant Analysis**, v. 19, n. 7-12, p. 959-987, 1988.
- FONSECA, E. B. A; PASQUAL, M; CARVALHO, J. G. Concentração de macronutrientes em mudas de maracujazeiro-doce propagado por estacas em função da calagem. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 28, n. 6, p. 1269-1277, 2004.
- FRANCO, A. C. Ecophysiology of Woody plants. In: P. S. Oliveira & R. J. Marquis (eds.). **The Cerrados of Brazil – Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. Columbia University Press, New York, USA. 2002.
- FREITAS, E. C.; NOGUEIRA DE PAIVA, H.; GARCIA LEITE, H.; NOLASCO DE OLIVEIRA NETO, S. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, 2017.
- FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; MEDA, A. R.; DUARTE, A. P. Efficiency of mayse cultivars for zinc uptake and use. **Scientia Agrícola**, v.62, n.3, p.264-273, 2005.
- GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M.; CARDOSO, C. Plantas da formação Cerrado, com possibilidade de ser empregadas como ornamentais em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 21-28, 1991.
- GOEDERT, W. J.; LOBATO, E. Avaliação agrônômica de fosfatos em solo de Cerrado **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, n. 1, p. 97-102, 1984.
- GOMES, J. B. V.; CURI, N.; MOTTA, P. E. F.; KER, J. C.; MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 137-153, 2004.
- GRIME, J. P.; HUNT, R. Relative growth-rate: its range and adaptive significance in a local flora. **The Journal of Ecology**, p. 393-422, 1975.
- GU, B; LOWE, L. E. Studies on the adsorption of boron on humic acids. **Canadian journal of soil science**, v. 70, n. 3, p. 305-311, 1990.
- GUECKER, B; BOECHAT, I G.; GIANI, A., Impacts of agricultural land use on ecosystem structure and whole-stream metabolism of tropical Cerrado streams. **Fresh water Biology**, v. 54, n. 10, p. 2069-2085, 2009.
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. A. G. **Solos sob Cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. ANDA, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. v. 2.

LOUW-GAUME, A.E.; RAO, I.M.; GAUME, A.J.; FOSSARD, E. A comparative study on plant growth and root plasticity responses of two *Brachiaria* forage grasses grown in nutrient solution at low and high phosphorus supply. **Plant and Soil**, v.328, p.155-164, 2010.

MACEDO, S. T.; TEIXEIRA, P. C; Calagem e adubação fosfatada para formação de mudas de araçá-boi. **Acta Amazônica**, v. 42, n. 3, 2011.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254 p.

MALAVOLTA, E. O fósforo na planta e interações com outros elementos. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S.R.S., eds. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, Potafos, 2004. p.35-105.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**, 2 ed. Piracicaba-SP, POTAFOS. 1997. 319p.

MEDEIROS, J. de D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Brasília: MMA/SBF, 2011. 534p.

MELO, JT de. **Resposta de mudas de espécies arbóreas do Cerrado a nutrientes em Latossolo Vermelho Escuro**. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ecologia)-Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 1999. 112 f.

MELO, J. T de.; HARIDASAN, M. Resposta de mudas de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) a doses de N, P, K, Ca e Mg. **Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, Planaltina-DF, 2009. 27p.

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**. Dourados, MS: UFGD, 2017. 64p.

MENDONÇA, V., LEITE, G. A., DE MEDEIROS, P. V. Q., DE MEDEIROS, L. F,COSTA, A. V.; Crescimento inicial de mudas de cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC) em substrato enriquecido com superfosfato simples. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, 2009.

MORAES, J.A.P.V.; PRADO, C. H. B. A. Photosynthesis and water relations in Cerrado vegetation. In Scarano, F. R. and A. C. Franco(eds.). Ecophysiological strategies of Xerophytic and amphibious plants in the neotropics. Series **Oecologia Brasiliensis**, PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil. 1998. vol. 4, p. 45-63

MOTA, C. S., SILVA, F. G., DORNELLES, P., COSTA, A. C., SOUZA ARAUJO, E. L., MENDES, G. C. Use of physiological parameters to assess seedlings quality of *Eugenia dysenterica* DC. grown in different substrates. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 6, p. 842, 2016.

NAVA, G.; SANTOS, K. L. D.; COSTA, M. D.; CIOTTA, M. N. Growth, mineral composition, fruit yield, and mycorrhizal colonization of feijoa in response to lime and phosphorus application. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 8, p. 942-949, 2016.

NAVES, R. V.; ALMEIDA NETO, J. X. D.; ROCHA, M. R. D.; BORGES, J. D.; CARVALHO, G. C.; CHAVES, L. J.; SILVA, V. A. Determinação de características físicas em frutos e teor de nutrientes, em folhas e no solo, de três espécies s frutíferas de ocorrência natural nos Cerrados de Goiás. **Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária**, v.25, p.107-114. 1995.

NAVES, R. V.; BORGES, J. D.; CHAVES, L. J. A cagaiteira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, 2002. Capa.

NEVES, O. S. C., DE CARVALHO, J. G., DE OLIVEIRA FERREIRA, E. V., PEREIRA DE ASSIS, R. Nutrição mineral, crescimento e níveis críticos foliares de cálcio e magnésio em mudas de umbuzeiro, em função da calagem. **Revista Ceres**, v. 55, n. 6, 2008.

NEVES, N. R.; OLIVA, M. A.; DA CRUZ CENTENO, D.; COSTA, A. C.; RIBAS, R. F.; PEREIRA, E. G. Photosynthesis and oxidative stress in the restinga plant species *Eugenia uniflora* L. exposed to simulated acid rain and iron ore dust deposition: potential use in environmental risk assessment. **Science of the total environment**, v. 407, n. 12, p. 3740-3745, 2009.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p

PROENÇA, C. E .B.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. **New Phytologist**, Oxford, v.126, p.343-354, 1994

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2000. 111 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420

ROCHA, J. H. T.; PIETRO, M. R.; BORELLI, K.; BACKES, C.; NEVES, M. B.; Produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. **CERNE**, v. 19, n. 4, p. 535-543, 2013.

RODRIGUES, A. A.; VASCONCELOS FILHO, S. C.; RODRIGUES, D. A.; RODRIGUES, C. L.; SALES, J. F.; VITAL, R. G. Influence of aluminum on root growth and of anatomy *Stenocalyx dysentericus* (DC.) O. Berg. **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 24, p. 1193-1200, 2016.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Brasília: Embrapa Cerrados, 1998. p. 89-166.

- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. editores. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. 19. ed. Viçosa: CFSEMG, 1999, p.303 - 305.
- RIZZINI, C. T. A flora do Cerrado: análise florística das savanas centrais. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1971, São Paulo. **Resumo...** São Paulo: Universidade de São Paulo / Edgard Blücher, 1971. p. 107-153.
- RUGGIERO, P. G. C.; PIVELLO, V. R. O solo e a comunidade vegetal. O Cerrado Pé-de-Gigante (Parque Estadual da Vassununga) São Paulo– ecologia e conservação. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, p. 173-188, 2005.
- RYAN, P. R.; DELHAIZE, E. The convergent evolution of aluminium resistance in plants exploits a convenient currency. **Functional Plant Biology**, v. 37, n. 4, p. 275-284, 2010.
- SANO, S. M.; DA FONSECA, C. E. L.; RIBEIRO, J. F.; OGA, F. M.; LUIZ, A. J. B. Folhagem, floração, frutificação e crescimento inicial da cagaiteira em Panaltina, DF. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 5-14, 1995.
- SCHULZE, E. D. **Soil, water deficits and atmospheric umidity as environmental signals. In Waterdeficits: plant responses from cell to community**. Smith, J. A. C. and Griffiths, H. BIOS Scientific Publisher, Oxford, United Kingdom, 98-125, 1993.
- SERRANO, H. C.; PINTO, M. J.; MARTINS-LOUÇÃO; M. A.; BRANQUINHO, C. How does an Al-hyper accumulator plant respond to a natural field gradient of soil phyto available Al. **Science of the Total Environment**, v. 409, n. 19, p. 3749-3756, 2011.
- SILVA, J. G.; PERELLÓ, L. F. C. Conservação de espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul através de seu uso no paisagismo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 4, p. 1-21, 2010.
- SILVA, M. M. M.; DA SILVA, E. P.; DA SILVA, F. A.; OGANDO, F. I. B.; DE AGUIAR, C. L.; DAMIANI, C. DA SILVA. Physiological development of cagaiteira (*Eugenia dysenterica*). **Food Chemistry**, v. 217, p. 74-80, 2017.
- SILVEIRA, C. E.; PALHARES; D.; PEREIRA, L. A.; PEREIRA, K. B.; SILVA, F. A. Strategies of plant establishment of two Cerrado species: *Byrsonima basiloba* Juss. (Malpighiaceae) and *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC (Myrtaceae). **Plant Species Biology**, v. 28, n. 2, p. 130-137, 2013.
- SOUSA, D. M. G. de.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416p.
- SOUZA, F.X. Aspectos morfológicos da unidade de dispersão de cajazeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.1, p. 215-220, 2000.
- SOUZA, R.; FAQUIN, V.; FERREIRA TORRES, P. R.; PEREIRA BALIZA, D. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 6, 2006.

- SOUZA, E. R. B.; CARNEIRO, I. F.; NAVES, R. V.; BORGES, J. D.; LEANDRO, W. M.; CHAVES, L. J. Emergence and growth of cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) as influenced by type and volume of rooting media. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2007.
- SOUZA, E. R. B. D.; NAVES, R. V.; BORGES, J. D.; VERA, R.; FERNANDES, E. P.; SILVA, L. B.; TRINDADE, M. D. G. Cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) phenology in Goiás State. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1009-1014, 2008.
- SOUZA, H. A.; GURGEL, R. L. S.; TEIXEIRA, G. A.; CAVALLARI, L. L.; RODRIGUES, H. C. A.; MENDONÇA, V. Adubação nitrogenada e fosfatada no desenvolvimento de mudas de uvaia. **Bioscience Journal**, 25(1): 99-103, 2009
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p
- TEIXEIRA, P. C.; DE MESQUITA, I. L.; DE MACEDO, S. T.; TEIXEIRA, W. G. Resposta de vetiver à aplicação de calcário e fósforo em três classes de solo. **Embrapa Amazônia Ocidental**-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.
- TEIXEIRA, P. C; MACEDO, S. T. Calagem e fósforo para a formação de mudas de biribazeiro. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 54, n. 3, p. 259-266, 2012
- TUCCI, C. A. F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia**.1991. 142 f. Tese (Doutorado em SolosNutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa,Viçosa, 1991.
- VALE, F. R. do; GUILHERME, L. R.; GUEDES, G. A.; FURTOU NETO, A. E. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 171p.
- VIEIRA, M. C.; PEREZ, V. B.; HEREDIA, Z. N.; SANTOS, M. C.; PELLOSO, I.; PESSOA, S. M. Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg) cultivada em vasos. **Rev. bras. Plantasmed**, v. 13, p. 542-549, 2011.
- VIEIRA, C. R.; DOS SANTOS, W. O. L.; SCARAMUZZA, J. F. Saturação por bases e doses de P no crescimento e na nutrição de mudas de cerejeira. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 01-09, 2015.
- YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; **Fósforo na agricultura brasileira**, POTAFOS: Piracicaba, 2004.
- YANG, Z.; SINCLAIR, T.R.; ZHU, M.; MESSINA, C.D.; COOPER, M.; HAMMER, G. L. Temperature effect on transpiration response of maize plants to vapour pressure deficit. **Environmental and Experimental Botany**, vol. 78, p. 157-162, 2012