

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS - CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA  
BACHARELADO EM AGRONOMIA

RICARDO GOMES DE OLIVEIRA

**CALAGEM PARA A CULTURA DO URUCUM**

São João Evangelista

2019

RICARDO GOMES DE OLIVEIRA

**CALAGEM PARA A CULTURA DO URUCUM**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Instituto Federal de Minas  
Gerais – Campus São João Evangelista  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Bacharel em Agronomia.  
Orientador: Me. Ari Medeiros Braga Neto

São João Evangelista

2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

O48c Oliveira, Ricardo Gomes de.  
2019

Calagem para a cultura do urucum. / Ricardo Gomes de Oliveira. – 2019.  
35f; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2019.

Orientador: Me. Ari Medeiros Braga Neto.

1. Bixa orellana. 2. Acidez. 3. Calcário. I. Oliveira, Ricardo Gomes de.  
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 633.83

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais  
Campus São João Evangelista

Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

**RICARDO GOMES DE OLIVEIRA**

**CALAGEM PARA A CULTURA DO URUCUM**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 28 de 01 de 2019

**BANCA EXAMINADORA**



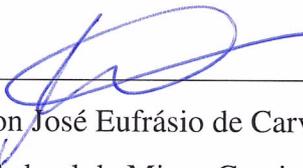
---

Orientador Me. Ari Medeiros Braga Neto – IFMG  
Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG



---

Prof. Dr. Enilson de Barros Silva – UFVJM  
Faculdade de Ciências Agrárias - UFVJM



---

Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho – IFMG  
Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG

## RESUMO

O urucum (*Bixa orellana* L) é uma planta arbustiva de clima tropical, originada da Amazônia brasileira. A fertilidade encontrada nos solos tropicais é consideravelmente baixa e está associada, em grande parte, ao déficit de bases trocáveis e ao excesso de alumínio e manganês. A produtividade agrícola especialmente nos trópicos é influenciada diretamente por fatores ambientais do solo, aqueles ligados à acidez como o pH, saturação por bases, acidez potencial e disponibilidade de nutrientes. A recomendação da calagem promove redução da acidez do solo, com redução dos teores de alumínio no solo para as culturas, elevação da disponibilidade de nutrientes, melhorando as características físico-químicas do solo, bem como a atividade de microrganismos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a necessidade calagem para a cultura do urucum. Foi aplicado calcário magnesiano em dois tipos de solo, com quatro necessidades de calagem (NC) para cada solo. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. Os parâmetros de crescimento do urucum foram avaliados e submetidos à análise variância multivariada por meio do processo da variável canônica. A análise de variância conjunta das NC e tipo de solo, também foi realizada. Todos os atributos avaliados apresentaram valores máximos com a aplicação média de 1,5 e 3,0 t ha<sup>-1</sup> para o Argissolo Amarelo distrófico (PAd) e Latossolo Vermelho distrófico (LVd), respectivamente. O crescimento e o estado nutricional das plantas foram influenciados pelas necessidades de calagem nos dois tipos de solo.

**Palavras-chave:** *Bixa orellana*. Acidez. Calcário.

## ABSTRACT

The annatto (*Bixa orellana* L) is a shrubby plant with a tropical climate, originated from the Brazilian Amazon. Fertility found in tropical soils is considerably low and is largely associated with a deficit of exchangeable bases and an excess of aluminum and manganese. Agricultural productivity, especially in the tropics, is directly influenced by soil environmental factors, those linked to acidity such as pH, base saturation, potential acidity and nutrient availability. The recommendation of liming promotes a reduction in soil acidity, with a reduction in the aluminum content in the soil for crops, an increase in nutrient availability, improving the physicochemical characteristics of the soil, as well as the activity of microorganisms. The objective of this work was to evaluate the need for liming for the annatto culture. Magnesian limestone was applied to two types of soil, with four liming requirements (NC) for each soil. A randomized block design with five replications was used. The growth parameters of annatto were evaluated and submitted to multivariate analysis of variance through the process of the canonical variable. The joint analysis of variance of NC and soil type was also performed. All attributes evaluated presented maximum values with an average application of 1.5 and 3.0 t ha<sup>-1</sup> for Dystrophic Yellow Ultisol (PAd) and Dystrophic Red Latosol (LVd), respectively. Plant growth and nutritional status were influenced by liming requirements in both types of soil.

**Keywords:** *Bixa orellana*. Acidity. Limestone.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escore da variável canônica da análise multivariada em função das necessidades de calagem em dois solos ácidos.....	21
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aquisição alimentar domiciliar per capita anual (Quilogramas).....	15
Tabela 2 - Atributos químicos e de textura antes da correção da acidez e da adubação básica dos solos. ....	17
Tabela 3 - Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro do coleto (DC), massa seca de folhas (MSF), de caules (MSC) e de raízes (MSR)de plantas de urucum e; resultado na análise de variância e da variável canônica (VC) em função das necessidades de calcário. ....	20

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>A cultura do urucum .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>O potencial comercial de exploração .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>A correção da acidez do solo .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Crescimento do urucum .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O urucum (*Bixa orellana* L.) é uma espécie nativa das Américas tropicais, possuindo um plastomo que imprime uma alta similaridade com o plastoma de outras espécies de Malvales. Esta espécie de planta é economicamente e culturalmente importante. Originada da Amazônia brasileira, produz sementes que, no seu arilo acumulam apocarotenóides, bixina e norbixina, que só são encontrados em altas concentrações nesta espécie (PACHECO et al., 2018).

A produtividade agrícola especialmente nos trópicos é influenciada diretamente por fatores ambientais do solo, aqueles ligados à acidez como o pH, saturação por bases, acidez potencial e solubilidade de nutrientes (SANCHES; SALINAS, 1983).

A fertilidade encontrada nos solos tropicais é consideravelmente baixa e está associada, em grande parte, ao déficit de bases trocáveis e ao excesso de alumínio e manganês. Além disso, o uso repentino de fertilizantes que acidificam o solo acentua o problema, se um programa bem planejado de calagem não for implementado (MALAVOLTA, 2006).

Na produção de culturas anuais, a correção da acidez ocorre por meio da incorporação homogênea ao solo e é praticada comumente pelos agricultores, ainda que não com a frequência esperada. Por outro lado, a incorporação de corretivos em culturas perenes, é mais complexa, devido às características intrínsecas dessas plantas e à falta de informações científicas e tecnológicas (QUAGGIO et al., 2000).

É o caso, por exemplo, do cultivo de urucum que é uma atividade de longo prazo, na qual as plantas permanecem explorando praticamente o mesmo volume de solo por vários anos. Nessa situação, podem ocorrer impedimentos químicos (acidez) ou físicos (compactação do solo) que diminuem a eficiência das raízes na exploração do solo.

A importância do sistema radicular das plantas é de estreita dependência entre o desenvolvimento das raízes e a formação da parte aérea. A natureza do sistema radicular e do volume de solo efetivamente explorado pela cultura depende, do êxito da aplicação de calcário e de fertilizantes. Assim, corrigir a acidez do solo é o modo mais eficiente e barato de eliminar as barreiras químicas que possam prejudicar o desenvolvimento das raízes e, em consequência, a planta (RAIJ, 2011).

Os solos intemperizados, como os existentes em grande parte do território brasileiro, apresentam, em sua condição natural, elevada acidez e baixas concentrações de nutrientes disponíveis para as plantas. Sendo assim, baixas produtividades, são devidas às aplicações insuficientes ou excessivas de corretivos e fertilizantes ao solo (GUARÇONI, 2017).

De acordo com a Lei do Mínimo de Liebig, para que uma produção não seja limitada por aquele nutriente presente em menor proporção ou disponibilidade, tão importante é a quantidade absoluta de um nutriente quanto a quantidade relativa desse nutriente no solo (MALAVOLTA, 1992).

A técnica de aplicar calcário ao solo, seja de forma incorporada ou em superfície, é denominada calagem. Os benefícios fornecidos pela execução dessa técnica são vários, como redução da acidez, até um nível em que o alumínio se torne praticamente indisponível para as culturas, elevação da disponibilidade de nutrientes e CTC efetiva (t), além de melhorar as características físico-químicas do solo, que conseqüentemente a atividade de microrganismos e a colonização micorrízica também serão favorecidas (RONQUIM, 2010).

Em função de sua abundância (reservas medidas são de 53 bilhões de toneladas) e qualidade do calcário, este ocupa posição privilegiada no ranking dos recursos minerais brasileiros. Pode-se considerar que o calcário é um insumo agrícola relativamente barato. Entretanto, a prática da calagem não ocorre na mesma intensidade da abundância da rocha calcária (MALAVOLTA, 2006).

As recomendações para correção do solo devem ser determinadas a partir da análise química do solo e produtividade esperada. Desta forma, a necessidade de calagem o urucum (*B. Orellana*), deve ser calculada visando elevar o índice de saturação por bases para 70 % (AGUIAR et al., 2014).

Tendo em vista a importância e o potencial de exploração comercial do urucum no Brasil e, considerando-se a escassa informação científica disponível sobre calagem, indicando a adequada saturação por bases, tão pouca a determinação de doses de corretivos, algumas pesquisas têm urgência de serem realizadas em função dos efeitos dos nutrientes sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a necessidade calagem, determinar a saturação de alumínio tolerada, saturação por bases desejada e o requerimento de cálcio e magnésio para a cultura do urucum.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do urucum

O urucum é uma planta arbustiva de clima tropical, em que seu potencial produtivo é expresso, quando regiões apresentam temperatura do ar entre 22 e 27 °C e precipitação entre 800 e 1600 mm, distribuída mensalmente entorno de 100 e 150 mm (APARECIDO et al., 2018).

Considerando que as sementes de *B. orellana* são comercialmente valorizadas pela indústria alimentícia, seus corantes substituem os sintéticos do mercado, diminuindo assim possíveis riscos alimentícios. As indústrias têxteis, farmacêuticas e de cosméticos apostam também na utilização do extrato de urucum para fabricação de seus produtos (MOREIRA et al., 2018).

A bixina, consiste numa molécula de monometildicarboxílico éster que imprime cor vermelha às sementes de urucum. O arilo das sementes, apresenta níveis variáveis de carotenóides, de acordo com a maturação das sementes. Entretanto a maior concentração é da bixina que compreende mais de 80% dos carotenóides totais lipossolúveis, por isso para extração, há exigência do uso de alguns solventes orgânicos (MANTOVANI et al., 2013).

A maturidade dos frutos e sementes proporciona que os níveis de carotenoides estabilizem satisfatoriamente. Desta forma, o período de colheita é consolidado, quando se obtém maiores ganhos econômicos, em relação a colheita dos frutos e o teor de bixina (DORNELAS et al., 2015).

Na produção, os teores de bixina acima de 2,5% classifica as sementes como de ótima qualidade. Porém existem casos que se encontra teores elevados e sementes com maior tamanho, aos quais podem serem alcançados com a realização da colheita, no estágio em que as cachopas estiverem visualmente verdes e/ou marrom-claro fechados (CADORIN et al., 2018).

O desenvolvimento e manutenção do meio ambiente são fornecidos por várias interações ecológicas, que levam ao equilíbrio. Uma dessas interações é a polinização caracterizada pela transferência dos grãos de pólen para o estigma da mesma flor (autopolinização) ou de outra flor da mesma planta (geitonogamia) ou ainda de outra planta da mesma espécie (polinização cruzada) (RAVEN et al., 1996).

O comportamento e frequência de visitas dos agentes polinizadores as flores, culmina em maior eficácia no processo de polinização. Desta forma, as abelhas de grande porte, apresentaram uma potencialidade no comportamento polinizador de *B. orellana*, enquanto grande número de visitantes, sendo a abelha *Apis mellifera* mais frequente dentro desse grupo funcional, demonstraram pouca eficiência em polinizar (ROCHA et al., 2017).

Os potenciais polinizadores, que por meio de suas vibrações ao pousarem nas peças florais, viabilizaram a polinização, elevando a taxa de frutificação. E aqueles que não realizaram polinização, ao qual se destaca as formigas, possuem outro papel fundamental, que provavelmente é o de agentes anti-herbívoros, diminuindo a presença dos insetos fitófagos e, conseqüentemente, a herbivoria nas folhas. Isso é devido aos recursos disponibilizados por *B. orellana*, expressando assim comportamento de defesa (ROCHA et al., 2017).

Os agentes polinizadores do urucum são na maior parte as abelhas, das espécies *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Bombus morio* com as demais sendo consideradas como acessórias ou acidentais. O intervalo de tempo que consideravelmente ocorre o forrageamento nas flores é o matutino das 8 às 12 horas (PINA et al., 2015).

O autor apresenta ainda, que é relativamente pequena a diversidade de espécies e devido a este fato, recomenda que o plantio seja próximo às áreas de mata nativa e outras plantações, pois assim eleva-se o sucesso reprodutivo do plantio pela visita de abelhas.

Além da bixina, outros metabólicos secundários, produzidos pelo urucum, possuem grande importância, incluem vários compostos fenólicos e carotenóides, que juntamente com bixina, expressa papel antioxidante, na proteção do organismo humano contra os radicais livres (MOREIRA et al., 2014).

A humanidade em sua existência utiliza de plantas com fins medicinais para tratamento, cura e prevenção de doenças. Dentre essas, a espécie *B. orellana*, constitui em uma importante fonte de matéria-prima para desenvolvimento de novos fármacos, isso devido seu potencial efeito terapêutico antimicrobiano e antifúngico, ao qual pode ser observado perante a atividade antibacteriana frente à cepa ATCC de *Staphylococcus aureus* (DANTAS et al., 2018).

Atualmente as aplicações da medicina popular, contra doenças cardíacas, problemas gastrointestinais, infecções, queimaduras, diabetes, febre, sarampo,

gonorreia, diarreia e asma, tem apresentado resultados eficaz, sobre a utilização de *B. orellana* (VILAR et al., 2014).

Estudos anteriores descreveram que a espécie *B. Orellana*, é grande importância, conferindo capacidade antioxidante e fonte de agentes antimicrobianos, contra bactérias gram-positivas como por exemplo *Streptococcus sanguinis* e *S. Mutans* (MEDINA-FLORES et al., 2016; CUONG & CHIN, 2016).

Segundo Viana et al. (2018) efeitos positivos do uso de extrato de *B. Orellana*, para tratamento de infecções causadas por micobactérias, especialmente *Mycobacterium abscessus sub sp. Massiliense*, tem sido observado, além da capacidade anti-malária do óleos essenciais e extratos de raiz, bem como os efeitos dos extratos aquosos das folhas (ZHAI et al., 2014; KEONG et al., 2011; YONG et al., 2013).

A bixina, sendo o composto de maior quantidade nas sementes de *B. orellana*, tem característica lipossolúvel que facilita sua interação com as membranas celulares. De natureza ácida, possui forte afinidade com estruturas basófilas. Desta forma, associações com extrato de urucum e azul de metileno, têm representado uma forma alternativa para técnica de coloração histológica, apresentando melhor visualização das estruturas anatômicas com corante na concentração 2:1, respectivamente (LEAL et al., 2018).

No preparo comercial, mais da metade das sementes de urucum produzidas no Brasil são utilizadas no preparo do colorífico ou colorau. A variabilidade da tonalidade do corante de urucum pode ser influenciada por condições de pós-colheita (secagem da semente, tipo e condição armazenamento e entre outros), processamento, fertilidade do solo e emprego de diferentes cultivares na sua fabricação. Após o processamento industrial do urucum, são gerados em média 96% de resíduos, que depois de secos e triturados podem ser reutilizados (DEMCZUK JR et al., 2015).

Na avicultura, a produção de ovos tem passado por exigências do mercado consumidor, no que diz respeito à aceitação do produto final. Entre essas exigências a coloração da gema do ovo, pode ser ressaltada. A fim de suprir esta exigência, a utilização de aditivos as formulações de rações, tem sido uma alternativa. Dentre os aditivos, o uso de sementes de urucum (*B. orellana*), no fornecimento de 1,94 % de sementes às rações, tem apresentado grande capacidade pigmentante na gema de ovos (GARCIA et al., 2015).

Foi observado que o desempenho produtivo de *Carassius auratus*, com uma dieta enriquecida a 1,0 % de farelo de urucum por quilo de ração, imprimiu maiores índices nos resultados das características como coloração da pele, músculo e peso final médio, ganho em peso médio, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento diário e eficiência alimentar. Recomenda-se ainda, adicionar cerca de 1,0 a 4,0% de farelo de urucum para intensificação luminosa da pele dos peixes (FRIES et al., 2014).

## 2.2 O potencial comercial de exploração

O incentivo para o consumo de corantes naturais incrementou diretamente na expansão da cultura dessa espécie *B. orellana*, restringindo o uso de corantes artificiais em alimentos, principalmente os que utilizam petróleo para produção (FAO, 1982).

A produção de urucum constitui em uma atividade de destaque, pois se caracteriza em associar a baixa exigência em tratamentos culturais e índice de lucratividade elevado aos longos anos de produção, ao qual observou uma lucratividade 63,3 % no terceiro ano de produção (KONRAD et al., 2015).

Segundo Bertolin et al. (2016), a implantação de uma cultura como a do urucum (*B. Orellana*), se caracteriza em um empreendimento viável, com uma taxa interna de retorno de 29,7 %, permitindo um fluxo de caixa de R\$ 15.183,25 no 2º ano e no 5º ano de R\$ 83.844,65. O custo médio de produção do quilo de urucum constatado foi de R\$ 0,74.

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de urucum, sendo que o cultivo desta planta está distribuído em diferentes regiões do país. A produção de urucum consiste em uma atividade alternativa de produção agrícola, impulsionando a economia regional, sustentando e levando ao desenvolvimento de um sistema produtivo (SANTOS; LOURENZANI, W; LOURENZANI, A, 2018).

A evolução da produção de sementes de urucum no Brasil nos últimos 30 anos. O Brasil produziu no ano de 1988, cerca de 4.900 toneladas de sementes de urucum. Em 2005 já produzia 6.400 toneladas e em 2015 a produção nacional de sementes de urucum chegou a mais de 14.000 Toneladas, tornando o Brasil o maior produtor, consumidor e exportador mundial de corantes e sementes de urucum. No

ano de 2016 uma série de problemas climáticos diminuiu a safra brasileira em aproximadamente 12 %, que foi estimada em 12.817 Toneladas (IBGE, 2019a).

Apesar do cultivo está sendo realizado em diferentes regiões do Brasil, a maior representatividade é a do estado de São Paulo, com 30,17 % da quantidade produzida, seguido por Rondônia (24,09 %), Bahia (11,76 %), Pará (9,79 %), Paraná (9,18 %), Mato Grosso do Sul (4,65 %) e Minas Gerais (3,60 %). Os demais estados juntos representam 6,76 % da produção nacional (IBGE, 2019a).

Pensando no rendimento médio da produção nos estados brasileiros, nota-se que apesar do estado de São Paulo, ter maior produção no ano de 2017, a maior produtividade fica para estado de Amazonas (IBGE, 2019a). A região nordeste lidera o ranking de consumo per capita anual de colorau, enquanto a região centro-oeste consome menos nacionalmente (Tabela 1).

Tabela 1 - Aquisição alimentar domiciliar per capita anual (Quilogramas)

Região	Ano	
	2002	2008
Norte	0,108	0,161
Nordeste	0,172	0,165
Sudeste	0,018	0,027
Sul	0,034	0,023
Centro-Oeste	0,009	0,012

Fonte: IBGE (2019b).

### 2.3 A correção da acidez do solo

A agricultura, pelo seu histórico processo de evolução tecnológica, investiga a melhoria de práticas recorrentes da produção. Tais investigações deram origem a um acúmulo de conhecimentos que vêm permitir, ao ser humano, desenvolver tecnologias de produção agrícola que atenuem as restrições ambientais impostas a esta atividade. Sendo assim, a realidade é que temos um planeta faminto, no qual se procura obter alimentos de qualidade, em quantidade suficiente para atender aos padrões nutricionais e garantir a subsistência das diferentes sociedades (ASSIS, 2006).

Tais restrições estarão relacionadas aos papéis desempenhados pelos elementos essenciais no metabolismo e funcionamento normal da planta. Os nutrientes têm papéis centrais no metabolismo vegetal. Eles atuam como componentes de compostos orgânicos, na estocagem de energia, nas estruturas vegetais, como co-fatores enzimáticos e nas reações de transferência de elétrons (TAIZ et al., 2017).

A análise de solo é uma ferramenta importante para conhecimento da fertilidade do solo, além de oferecer parâmetros para a recomendação de adubação e calagem. Entretanto, há necessidade de se realizar a análise foliar, em virtude da perenidade, visto que esse grupo de plantas adquire certa estabilidade nutricional na fase adulta (MARSCHNER, 1995).

Os solos ácidos ocupam cerca de um terço dos solos presentes em todo o mundo (SIKIRIC et al., 2011), representando algumas regiões produtoras de alimentos mais importantes do globo (BEATON & NELSON, 2005). De forma geral a acidez dos solos tem sido um dos principais fatores limitantes das atividades agrícolas (SANTOS et al., 2016; LI et al., 2016).

Amplamente praticada para aumentar a produtividade de solos ácidos (BHAT et al., 2010), a calagem é considerada uma prática essencial do sistema agrícola (SIKIRIC et al., 2011; SIUTA & ŽUKOWSKI, 2015). É uma técnica que causa a diminuição das concentrações tóxicas de Al (RABOIN et al., 2016; LI et al., 2016), Mn e também a diminuição de Fe nos solos (SIKIRIC et al., 2011). Enquadra-se como uma das mais eficientes e prevacentes maneiras de corrigir a acidez elevada de um solo (MOREIRA & FAGERIA, 2010). Além disso, há um incremento na proporção de Ca e Mg no solo (LI et al., 2016), quando a adição é de calcário dolomítico, melhorando o balanço de cátions no solo (ROVEDA et al., 2012).

Dentre os métodos utilizados no Brasil para determinação da Necessidade de Calagem (NC), o método da Saturação por Bases (SB) é um dos mais difundidos (RAIJ et al., 1983).

Esse método tem seu princípio de recomendação baseado na relação existente entre a saturação por bases (V) e a acidez ativa dos solos, expressa, na maioria das vezes, por meio do pH em água, procurando elevar a porcentagem de V a um valor adequado para a cultura nos solos tropicais, além de fornecer cálcio e magnésio em quantidades suficientes. Essa relação é conhecida há mais de 60 anos,

sendo apresentada por Catani e Gallo (1955) e discutida detalhadamente por Raij, Sacchetto e Igue (1968).

Tendo em vista o exposto, fica evidente a importância da correção da acidez do solo e acompanhamento químico do ambiente radicular das plantas, que pode traduzir em benefícios para a produtividade dos pomares e, em consequência, em lucro.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação, nas instalações do Instituto Federal de Minas Gerais no Campus São João Evangelista - MG, situado na latitude 18°30' S, longitude 42°45' W e altitude entre 800 e 1.050 m.

Para o plantio foram utilizados vasos, forrados com sacos plásticos contendo 5 kg de solo seco peneirado a 5 mm. Foram utilizados dois solos representativos da região de São João Evangelista/MG, caracterizados de acordo com o sistema de classificação dos solos brasileiros proposto por Santos et al. (2018), como Argissolo Amarelo distrófico (PAd) e Latossolo Vermelho distrófico (LVd).

As amostras desses solos foram coletas de modo homogêneo, secas ao ar, peneiradas em peneira de 2,0 mm de abertura, constituindo-se, assim, terra fina seca ao ar para análises químicas e de textura (Tabela 2) (TEIXEIRA et al., 2017).

Tabela 2 - Atributos químicos e de textura antes da correção da acidez e da adubação básica dos solos.

Atributo	Unidade	PAd	LVd
pH água	-	4,8	4,9
P	mg kg <sup>-1</sup>	3,1	1,2
K	mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1,0	0,2
Ca	mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	4,0	2,0
Mg	mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	4,0	2,0
Al	mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	5,0	8,1
T	mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	67,0	57,2
m	%	36,0	65,0
V	%	13,0	7,0

pH água: Relação solo:água 1:2,5. P e K: extrator Mehlich<sup>-1</sup>. Ca, Mg e Al: extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. T: Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m: saturação de alumínio. V: Saturação por bases.

As mudas de *B. orellana*, utilizadas foram produzidas a partir de sementes dos produtores de urucum da região de Frei Lagonegro de Minas Gerais. Foram semeadas três sementes por sacos plásticos de polietileno preto nas dimensões 12 x 12 x 0,12 cm, utilizando-se substrato feito com terra de barranco, areia e esterco bovino, na proporção de 3:1:1, respectivamente.

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados com dois solos, sendo cinco necessidades de calagem e com cinco repetições para cada solo. necessidade de calagem que foi calculado pelo método da Saturação por Bases (V %) (ALVAREZ & RIBEIRO, 1999).

Para cada necessidade de calagem os cálculos foram feitos para elevar a V% para 20, 40, 60 e 80% ficando as necessidades da seguinte forma: para PAd a necessidade foi de 0; 0,5; 1,8;3,1 e 4,5 t ha<sup>-1</sup> e 0; 0,7; 1,9; 3,0 e 4,2 t ha<sup>-1</sup> para LVd. Os solos ficaram incubados por um período de 15 dias, com umidade de 60 % da capacidade de campo.

A adubação básica para plantas de urucum foi a recomendada para cultivo em vaso proposta por Malavolta (1980), sendo as doses em mg kg<sup>-1</sup>: 150 de N; 150 de K; 50 de S; 1,0 de B; 1,5 de Cu; 5,0 de Fe; 4,0 de Mn e 5,0 de Zn, cujas fontes utilizadas foram reagentes puro para análise: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>; KNO<sub>3</sub>;(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; CuCl<sub>2</sub>.5H<sub>2</sub>O; FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O-EDTA; MnCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O e ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, respectivamente. A adubação fosfatada foi estipulada em 150 mg kg<sup>-1</sup> para PAd e de 250 mg kg<sup>-1</sup> para LVd. As amostras de solo foram novamente incubadas por 15 dias, e manteve-se a umidade a 60% da capacidade de campo. Foram realizadas três aplicações a cada 15 dias em cobertura de 50 mg kg<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia.

Após a aplicação dos tratamentos e antes do transplântio do urucum, foi retirada uma nova amostra de solo de cada tratamento, para análise química (TEIXEIRA et al, 2017). Os vasos foram irrigados diariamente com água destilada para manter a umidade do solo em 60 % da capacidade de campo durante o período experimental.

A coleta de dados foi realizada de 15 dias em 15 dias após o plantio, ao qual foram feitas as medições da altura da parte aérea a partir do colo da planta e medições do diâmetro do coleto a 2 cm do colo.

Aos 180 dias após o plantio, foi coletada toda a parte aérea e as raízes foram removidas do solo e lavadas em água corrente. Para a obtenção da massa seca

da parte aérea e das raízes, todo o material foi colocado separadamente em uma estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante.

Os dados de altura de plantas, diâmetro do coleto, massa seca de folhas, de caule e de raízes das plantas de urucum foram submetidos à análise variância multivariada por meio do processo da variável canônica (HAIR et al., 2009), e análise de variância conjunta das necessidades de calagem e tipo de solo.

As equações de regressão foram ajustadas para os escores médios da variável canônica em função das necessidades de calagem para cada tipo de solo. A partir das equações obtidas, estimaram-se a necessidade de calagem para obter o máximo valor da variável canônica para cada tipo de solo.

Os dados de atributos químicos do solo foram submetidos à análise de variância univariada. Equações de regressão foram ajustadas para cada variável em função das necessidades de calagem para cada tipo de solo.

Os índices ótimos de acidez do solo e as concentrações ótimas de nutrientes nas folhas para o máximo crescimento do urucum foram obtidos substituindo-se a necessidade de calagem para o máximo valor da variável canônica para cada tipo de solo nas equações de regressão linear que expressam a relação entre a necessidade de calagem e cada variável.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Crescimento do urucum**

Analisando as características agronômicas, verificou-se para curva de resposta do urucum submetido à elevação das necessidades de calcário, independentemente do tipo de solo, que a calagem se apresenta como uma prática essencial, proporcionando condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

Os resultados da análise da variância multivariada encontram-se na Tabela 3, onde permite verificar uma interação significativa entre os dois solos ácidos e as necessidades de calagem aplicadas ( $p < 0,01$ ).

A interação da variável canônica (VC) pelo modelo multivariado apresentou uma variação total de 83 % (Tabela 3). Sendo um valor adequado em estudos que utilizou esta técnica (HAIR et al., 2009).

Tabela 3 - Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro do coleto (DC), massa seca de folhas (MSF), de caules (MSC) e de raízes (MSR) de plantas de urucum e; resultado na análise de variância e da variável canônica (VC) em função das necessidades de calcário.

NC	AP	DC	MSF	MSC	MSR	VC <sup>a</sup>
t ha <sup>-1</sup>	--cm--	--mm--	-----g vaso <sup>-1</sup> -----			
Argissolo Amarelo distrófico (PAd)						
0	41,92	10,60	7,46	4,71	9,51	5,11
0,5	41,50	10,80	8,65	5,09	9,48	5,89
1,8	44,76	11,21	10,01	5,58	11,05	7,35
3,1	43,64	10,80	8,47	4,98	8,37	5,23
4,5	39,60	9,31	6,62	4,01	7,92	4,28
Latossolo Vermelho distrófico (LVd)						
0	38,86	10,58	7,37	5,33	11,00	5,83
0,7	45,28	10,75	7,92	5,43	11,22	6,14
1,9	45,60	10,99	8,26	6,20	11,32	6,41
3,0	46,48	11,01	10,59	6,74	11,94	8,31
4,2	38,74	9,49	7,45	4,13	10,54	5,97
Teste F						
Bloco			3,32**			
Solo			8,15**			
NC			4,26**			
Solo * NC			4,08**			

<sup>a</sup>Variável canônica:  $VC = -0,01789 \times AP + -0,03721 \times DC + 0,68601 \times MSF + 0,10929 \times MSC + 0,43882 \times MSR$  com autovalor = 83%.

\*\*Significativo a 1% pelo teste de F

As necessidades de calagem e os escores da variável canônica (VC) para cada tipo de solo (Figura 1) foram ajustados por meio de análise de regressão. A equação polinomial de 3º grau inversa foi a que melhor explicou a variação da VC em função das necessidades de calagem para cada solo (Figura 1).

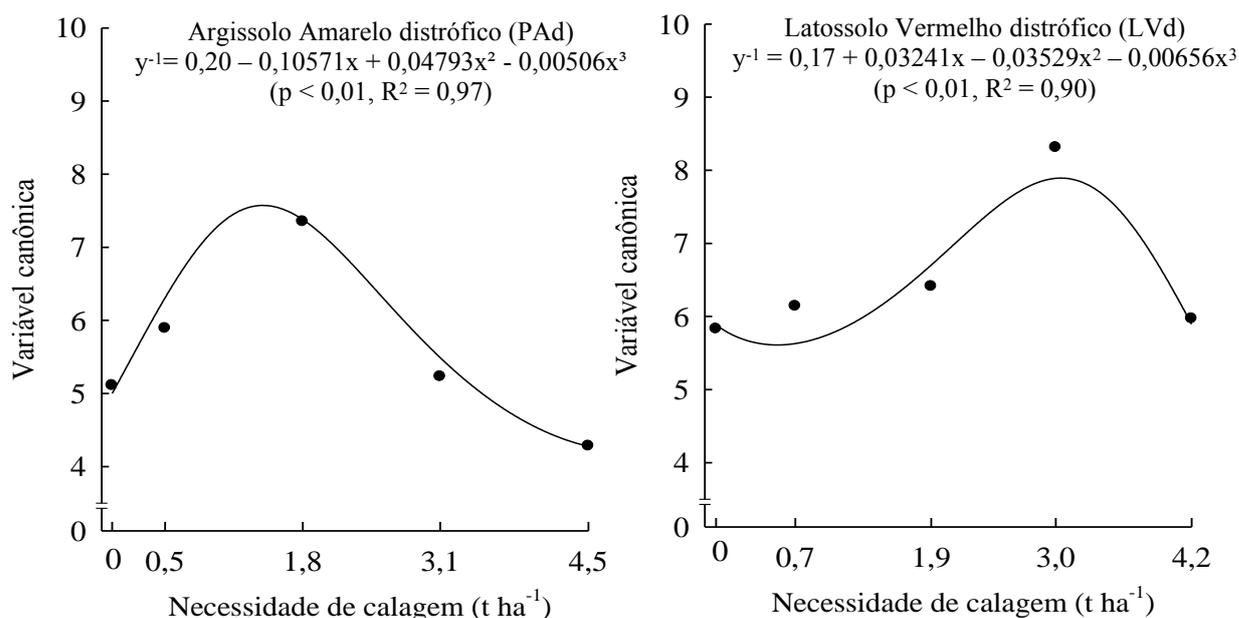


Figura 1 - Escore da variável canônica da análise multivariada em função das necessidades de calagem em dois solos ácidos.

As necessidades de calagem para o máximo crescimento de urucum foram obtidas com a aplicação de 1,5 t ha<sup>-1</sup> para o PAd e de 3,0 t ha<sup>-1</sup> para o LVd, de calcário dolomítico. Estes resultados mostram que o crescimento do urucum é influenciado pela quantidade de calcário que é aplicada ao solo e ao tipo de solo no qual a cultura é cultivada.

A calagem promoveu maior crescimento do urucum em ambos os solos (PAd e LVd) (Figura 1). Além do baixo pH do solo, as respostas à calagem também podem estar relacionadas com a baixa saturação por bases (LVd - 7% e PAd - 13%) e à concentração de Al trocável (Tabela 2).

A calagem causa aumento pH, reduzindo a toxidez de elementos químicos como o Al<sup>3+</sup> (RABOIN et al., 2016; LI et al., 2016), e aumentando diretamente os teores no solo dos nutrientes Ca e Mg, contribuindo para um melhor balanço de cátions e aumentando a saturação por bases (V%) do solo (ROVEDA et al., 2012).

Percebe-se que os a utilização dos tipos de solos, associados à correção da acidez, demonstrou numa necessidade de calagem, para o incremento do crescimento do urucum nas variáveis analisadas (AP, DC, MSF, MSC, MSR) (Tabela 3). Neste aspecto, as doses 1,5 e 3,0 t ha<sup>-1</sup> para o PAd e LVd, respectivamente, proporcionou incremento positivo no crescimento do urucum (Figura 1).

A quantidade ótima de calcário verificada para os dois solos pode estar sofrendo influência da capacidade de tamponamento de cada solo. A capacidade de

tamponamento dos solos é influenciada pelos fatores que vão desde a capacidade de troca catiônica (T), pH do solo, teor de argila e de matéria orgânica presente no solo (MENDONÇA & ROWELL, 1996). Além do tamponamento do solo, o teor de argila influencia proporcionalmente, na quantidade de calcário para atingir o crescimento máximo e, ou rendimento de culturas (FAGERIA; STONE; MOREIRA, 2008).

A calagem é, nesse contexto, uma tecnologia fundamental para que as plantas consigam expressar seu potencial produtivo, alcançando produtividades que tornem seu cultivo cada vez mais econômico e rentável (NATALE et al., 2012).

Estudos anteriores, demonstram esta esse efeito da calagem, podendo-se citar o café (CHAVES et al., 1984), a laranjeira pêra (SILVA et al., 2007), a caramboleira (NATALE et al., 2008), a *Lippia citriodora* (SOUZA et al., 2010), a framboesa (SIKIRIC et al., 2011), o trigo (KOSTIC et al., 2015), o pinhão manso (SILVA et al., 2016), a mandioca (ANIKWE; EZE; IBUDIALO, 2016), a fisalis (BRAGA NETO, 2017) e entre outros.

Segundo Takasu et al. (2006), a correção de acidez do solo utilizando calcário, visando alcançar a saturação de bases esperada, pode ser influenciada pelos atributos como o método de aplicação do calcário, profundidade de alcance pretendida, textura do solo, teor de matéria orgânica do solo, pH, tempo e ou frequência de aplicação, fonte do insumo e custo de correção do solo.

O conhecimento dos índices químicos é de fundamental, para o estabelecimento de padrões químicos nos solos, promovendo desenvolvimento vegetal e, em especial, a produção. Uma das alternativas que permite intervenções racionais do ponto de vista agrônomo e econômico, melhorando a produção vegetal é a correção da acidez através da prática da calagem, fertilização por meio das adubações e tratos culturais pertinentes ao cultivo de interesse.

## 5 CONCLUSÕES

A correção do solo mostrou-se prática necessária para o crescimento da *Bixa orellana* L, ao qual o crescimento e o estado nutricional das foram influenciados pelas necessidades de calagem nos dois tipos de solo.

O modelo de recomendação de calagem constitui uma nova alternativa para praticar a reposição nutricional da cultura do urucum, o que permitiu conhecer vazios na pesquisa dirigida para a espécie *B. orellana*.

## 6 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. D. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. D. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agrônomo, v. 200, p. 452, 2014.
- ALVAREZ V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo Estado de Minas Gerais – CFSEMG, p. 43-78, 1999.
- ANIKWE, M. A. N.; EZE, J. C.; IBUDIALO, A. N. Influence of lime and gypsum application on soil properties and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) in a degraded Ultisol in Agbani, Enugu Southeastern Nigeria. **Soil & Tillage Research**, New York, v. 158, p. 32-38, 2016.
- APARECIDO, L. E. D. O.; ROLIM, G. D. S.; MORAES, J. R. D. S. C.; ROCHA, H. G.; LENSE, G. H. E.; SOUZA, P. S. Agroclimatic zoning for urucum crops in the state of Minas Gerais, Brazil. **Bragantia**, v. 77, n. 1, p. 193-200, 2018.
- ASSIS, R. L. D. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Economia Aplicada**, v. 10, n. 1, p. 75-89, 2006.
- BEATON, J. D.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management**. 7 ed. New Jersey: Upper Saddle River, p. 513, 2005.
- BERTOLIN, D. C.; OLIVEIRA, O. M. M. D.; HONORATO, R.; SILVA, M. V. C. G. D.; COSTA, D. P. D. N. Plano de negócio para estudo de viabilidade de produção de urucum. **SINTAGRO (Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio)**, p. 06-08, 2016.
- BHAT, J. A.; KUNDU, M. C.; HAZRA, G. C.; SANTRA, G. H.; MANDAL, B. Rehabilitating acid soils for increasing crop productivity through low-cost liming material. **Science of the total environment**, v. 408, n. 20, p. 4346-4353, 2010.
- BRAGA NETO, A. M. B. **Calagem na cultura da fisalis**. Dissertação de Mestrado. UFVJM, 2017.
- CADORIN, D. A.; ROTILI, M. C. C.; KAISER, D. K.; FREITAS, L. C. N.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C.; DRANSKI, J. A. L. Colorimetria do fruto como indicador do teor de bixina em sementes de urucum. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 2, p. 191, 2018
- CATANI, R. A.; GALLO, J. R. Avaliação da exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases. **BRAZILIAN JOURNAL OF AGRICULTURE-Revista de Agricultura**, v. 30, n. 1-2-3, p. 49-60, 1955.

CHAVES, J. C.; PAVAN, M. A.; IGUE, K. Respostas do cafeeiro à calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 5, p. 573-582, 1984.

CUONG, T. V.; CHIN, K. B. Effects of Annatto (*Bixa orellana* L.) seeds powder on physicochemical properties, antioxidant and antimicrobial activities of pork patties during refrigerated storage. **Korean journal for food science of animal resources**, v. 36, n. 4, p. 476, 2016.

DANTAS, T. L.; NOGUEIRA, P. L.; ARRUDA, T. A.; CATÃO, R. M. R.; MORAIS, M. R. Estudo etnofarmacológico de plantas medicinais: atividade antimicrobiana de extratos de *Allium sativum* L. (alho) e *Bixa orellana* L. (urucum). **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 14, n. 1, 2018.

DEMCZUK JR, B.; RIBANI, R. H. Atualidades sobre a química e a utilização do urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos v**, v. 6, n. 1, p. 37-50, 2015.

DORNELAS, C. S. M.; ALMEIDA, F. A. C.; NETO, A. F.; SOUSA, D. M. M.; EVANGELISTA, A. P. Desenvolvimento na maturação de frutos e sementes de Urucum (*Bixa orellana* L.). **Scientia Plena**, v. 11, n. 1, 2015.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; MOREIRA, A. Liming and Manganese Influence on Common Bean Yield, Nutrient Uptake, and Changes in Soil Chemical Properties of an Oxisol Under No-Tillage System. **Journal of Plant Nutrition**, United States, v. 31, p. 1723-1735, 2008.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nation. **Food and nutrition. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response**. Paper 25. Rome. p. 22, 1982.

FRIES, E. M.; BITTARELLO, A. C.; ZAMINHAN, M.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A., BOSCOLO, W. R. Urucum em dietas para alevinos de kinguios *Carassius auratus*: desempenho produtivo e pigmentação da pele. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, 2014.

GARCIA, E. R. D. M.; CRUZ, F. K. D.; SOUZA, R. P. D. P.; FELICIANO, W. B.; ÁVILA, L. R. D.; ROHOD, R. V. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com semente de urucum. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 18, n. 1, 2015.

GUARÇONI, A. Saturação por bases para o cafeeiro baseada no ph do solo e no suprimento de Ca e Mg. **Coffee Science**, v.12, n. 3, 2017.

HAIR, J.F.J.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. **Multivariate data analysis**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, p. 785, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGEa). **Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>>. Acesso em: 03 jan. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGEb). **Aquisição alimentar domiciliar per capita anual (quilogramas)**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2393#resultado>>. Acesso em: 03 jan. 2019.

KEONG, Y. Y.; ARIFAH, A. K.; SUKARDI, S.; ROSLIDA, A. H.; SOMCHIT, M. N.; ZURAINI, A. *Bixa orellana* leaves extract inhibits bradykinin-induced inflammation through suppression of nitric oxide production. **Medical Principles and Practice**, v. 20, n. 2, p. 142-146, 2011.

KONRAD, E. C. G.; TARSITANO, M. A. A.; COSTA, S. M. A. L. Análise econômica da cultura do urucum (*Bixa orellana*) em adamantina, SP. **Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas**, v. 24, n. 1, p. 93-102, 2015.

KOSTIC, L.; NIKOLIC, N.; SAMARDZIC, J.; MILISAVLJEVIC, M.; MAKSIMOVIĆ, V.; CAKMAK, D.; MANOJLOVIC, D.; NIKOLIC, M. Liming of anthropogenically acidified soil promotes phosphorus acquisition in the rhizosphere of wheat. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v. 51, p. 289-298, 2015.

LEAL, D. Â. C.; SERRA, M. B.; CAMPOS, M. B.; SOUSA, H. R.; BARROSO, W. A.; VILANOVA, C. M. Avaliação do extrato metanólico de urucum (*Bixa orellana* L.) em associação com azul de metileno para dupla coloração em histologia vegetal. **Scientia Plena**, v. 14, n. 8, 2018.

LI, Z.; DAI, P.; WANG, Y.; LI, T.; WEBB, A. A.; WANG, Y.; LI, Z.; KOU, T.; SHI, G.; ZHANG, B. Effects of liming on health and growth of young *Schima superba* trees under canopy of a *Pinus massoniana* stand damaged by soil acidification in Chongqing, China. **New forests**, v. 47, n. 6, p. 801-813, 2016.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, p. 638, 2006.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 124, 1992.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, p. 251, 1980.

MANTOVANI, N. C.; GRANDO, M. F.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Avaliação de genótipos de urucum (*Bixa orellana* L.) por meio da caracterização morfológica de frutos, produtividade de sementes e teor de bixina. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 344-362, 2013.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition higher plants**. London: Academic Press, p. 674, 1995.

MEDINA-FLORES, D.; ULLOA-URIZAR, G.; CAMERE-COLAROSSO, R.; CABALLERO-GARCÍA, S.; MAYTA-TOVALINO, F.; VALLE-MENDOZA, J. D. Antibacterial activity of *Bixa orellana* L. (achiote) against *Streptococcus mutans* and

*Streptococcus sanguinis*. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 6, n. 5, p. 400-403, 2016.

MENDONÇA, E. S.; ROWELL, D. L. Mineral and organic fractions of two oxisols and their influence on the effective cation-exchange capacity. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 60, p.1888-1892, 1996.

MOREIRA, V. S.; SOARES, V. L.; SILVA, R. J.; SOUSA, A. O.; OTONI, W. C.; COSTA, M. G. Selection and validation of reference genes for quantitative gene expression analyses in various tissues and seeds at different developmental stages in *Bixa orellana* L. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 24, n. 3, p. 369-378, 2018.

MOREIRA, V. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAES, M. O. B.; JOSÉ, A. R. S.; SILVA, M. V. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE URUCUM (*Bixa orellana* L.) IN NATURA E ENCAPSULADO. **Revista Ibero americana de Tecnologia Postcosecha**, v. 15, n. 2, 2014.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 34, n. 4, p. 1231-1239, 2010.

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

NATALE, W.; PRADO, R. D. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A. D.; HERNANDES, A. Resposta da caramboleira à calagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 1136-1145, 2008.

PACHECO, T. G., LOPES, A. S., VIANA, G. D. M., SILVA, O. N., SILVA, G. M., VIEIRA, L. N., GUERRA, M. P., NODARI, R. O., SOUZA, E. M., PEDROSA, F. O., OTONI, W. C., ROGALSKI, M. Genetic, evolution aryand phylogenetic aspects of the plastome of annatto (*Bixa orellana* L.), the Amazonian commercial species of natural dyes. **Planta**, p. 1-20, 2018.

PINA, W.C.; BONFIM, M. S.; SILVA, S. O.; ALMEIDA, I. R. R. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de urucum (*Bixa orellana* Linnaeus 1753) em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. **Scientia Plena**, v. 11, n. 5, 2015.  
QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 111, 2000.

RABOIN, L. M.; RAZAFIMAHAFALY, A. H. D., RABENJARISOA, M. B., RABARY, B., DUSSERRE, J., BECQUER, T. Improving the fertility of tropical acid soils: Liming versus biochar application? A long-term comparison in the highlands of Madagascar. **Field Crops Research**, v. 199, p. 99-108, 2016.

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

RAIJ, B. V.; CAMARGO, A. P. D.; CANTARELLA, H.; SILVA, N. M. D. Alumínio trocável e saturação em bases como critérios para recomendação de calagem. Exchange able aluminum and base saturation as criteria for lime requirement. **Bragantia**, v. 42, n. 1, p. 149-156, 1983.

RAIJ, B. V.; SACCHETTO, M. T. D.; IGUE, T. Correlações entre o pH e o grau de saturação em bases nos solos com horizonte B textural e horizonte B latossólico. **Bragantia**, v. 27, p. 193-200, 1968.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 728, 1996.

ROCHA, A. N.; POLATTO, L. P. *Bixa orellana* L. (Bixaceae): dependência de polinizadores e estratégias de forrageio dos visitantes florais. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 7, n. 3, p. 1-7, 2017.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2010.

ROVEDA, G.; PEÑARANDA, A.; RAMÍREZ, M.; BAQUERO, I.; GALINDO, R. Diagnóstico de la fertilidad química de los suelos de los municipios de Granada y Sylvania para la producción de uchuva em Cundinamarca. **Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 13, n. 2, p. 179-188, 2012.

SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. **Suelos acidos**: estrategias para su manejo con bajos insumos em America Tropical. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, p. 93,1983.

SANTOS, E. J. D.; LOURENZANI, W. L.; LOURENZANI, A. E. B. S. Histórico e ascensão do urucum na microrregião de dracena-São Paulo/History and ascension of annatto cultivation in the microregion of dracena, Sao Paulo state. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 12, n. 1, p. 29-39, 2018.

SANTOS, H. G. D.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. D.; OLIVEIRA, V. A. D.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. D.; FILHO, J. C. D. A.; OLIVEIRA, J. B. D.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: EMBRAPA, p. 274-300, 2018.

SANTOS, J. A. D; FONSECA, A. F. D; ZOCCO, D.; VIEIRA, I. Special liming materials for acidity control of soils with variable charge. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 31, p. 2920-2936, 2016.

SIKIRIC, B.; CAKMAK, D.; SALJNIKOV, E.; MRVIC, V.; JAKOVLJEVIC, M.; STAJKOVIC, O.; BOGDANOVIC, D. Optimization of macroelement contents in raspberry leaves by liming in an extremely acid soil. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 9, n. 1, p. 329-337, 2011.

SILVA, E. B.; ALLEONI, L. R. F.; SANTOS, S. R.; MAGALHÃES, S. C.; FARNEZI, M. M. Response of Physic Nut Trees to Liming of Acidic Soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, London, v. 47, n. 8, p. 1023-1032, 2016.

SILVA, M. A. C. D.; NATALE, W.; PRADO, R. D. M.; CORRÊA, M. C. M.; STUCHI, E. S.; ANDRIOLI, I. Aplicação superficial de calcário em pomar de laranjeira pêra em produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 606-612, 2007.

SIUTA, J.; ŻUKOWSKI, B. Agroekologiczne i plonotwórcze działanie wapnowania gleb. **Inżynieria Ekologiczna**, Lublin, v. 41, p. 1-18, 2015.

SOUZA, M. F.; SOUZA JUNIOR, I. T.; GOMES, P. A.; FERNANDES, L. A.; MARTINS, E. R.; COSTA, C. A.; SAMPAIO, R. A. Calagem e adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em *Lippia citriodora* Kunth. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 4, p. 401-405, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 119-140, 2017.

TAKASU, E.; YAMADA, F.; SHIMADA, N.; KUMAGAI, N.; HIRABAYASHI, T.; SAIGUSA, M. Effect of phosphogypsum application on the chemical properties of Andosols, and the growth and Ca uptake of melon seedlings. **Soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v. 52, p. 760-68, 2006.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. 3 ed. Rev. e ampl. - Brasília, DF: EMBRAPA, p. 20-343, 2017.

VIANA, J. L.; ZAGMIGNAN, A.; LOBATO, L. F. L.; ABREU JR, A. G.; SILVA, L. C. N. D.; SÁ, J. C. D.; MONTEIRO, C. D. A.; LAGO, J. H. G.; GONÇALVES, L. M.; CARVALHO, R. C.; NETO, L. G. L.; SOUSA, E. M. D. Hydroalcoholic Extract and Ethyl Acetate Fraction of *Bixa orellana* Leaves Decrease the Inflammatory Response to *Mycobacterium abscessus* Subsp. *massiliense*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2018, 2018.

VILAR, D. D. A.; VILAR, M. S. D. A.; MOURA, T. F. A. D. L.; RAFFIN, F. N.; OLIVEIRA, M. R. D.; FRANCO, C. F. D. O.; ATHAYDE-FILHO, P. F.; DINIZ, M. D. F. F. M.; BARBOSA-FILHO, J. M. Traditional uses, chemical constituents, and biological activities of *Bixa orellana* L.: a review. **The Scientific World Journal**, v. 2014, 2014.

YONG, Y. K.; SULAIMAN, N.; HAKIM, M. N.; LIAN, G. E. C.; ZAKARIA, Z. A.; OTHMAN, F.; AHMAD, Z. Suppressions of serotonin-induced increased vascular permeability and leukocyte infiltration by *Bixa orellana* leaf extract. **BioMed research international**, v. 2013, 2013.

ZHAI, B.; CLARK, J.; LING, T.; CONNELLY, M.; MEDINA-BOLIVAR, F.; RIVAS, F. Antimalarial evaluation of the chemical constituents of hairy root culture of *Bixa orellana* L. **Molecules**, v. 19, n. 1, p. 756-766, 2014.