

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

AVALIAÇÃO DE TERMOFOSFATO EM PLANTAS DE ALFACE SOB  
CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO

Autora: Emília Rezende Prado  
Orientador: Prof. Dr. Adelmo Golynski

MORRINHOS-GO  
Agosto de 2018

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

AVALIAÇÃO DE TERMOFOSFATO EM PLANTAS DE ALFACE SOB  
CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, no Programa de Mestrado Profissional em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos.

MORRINHOS-GO  
Agosto de 2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas–SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos**

P896a Prado, Emília Rezende.  
Avaliação de termofosfato em plantas de alface sob condições de casa de  
vegetação. / Emília Rezende Prado. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2018.  
34 f.

Orientadora: Dr. Adelmo Golynski.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos,  
Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2018.

1. Alface. 2. Plantas - Efeito do fósforo. 3. Adubos e fertilizantes. I.  
Golynski, Adelmo. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 635.52

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA


AVALIAÇÃO DO TERMOFOSFATO EM PLANTAS DE  
ALFACE SOB CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO


Autora: Emília Rezende Prado  
Orientador: Adelmo Golynski

TITULAÇÃO: Mestre em Olericultura - Área de Sistema de Produção em  
Olerícolas.

APROVADA em 30 de agosto de 2018

  
Prof. Dr. Adelmo Golynski  
Presidente da Banca

  
Prof. Dr. Anselmo Afonso Golynski  
Avaliador Interno  
Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos

  
Prof. Dr. Milton Sérgio Dornelles  
Avaliador Externo  
Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente Deus com sua bondade infinita em minha vida.

Ao meu grande amor que me serviu de incentivo para nunca desistir, que chorava nas despedidas e parceira em acordar nas madrugadas, que me esperava voltar sempre com um sorriso no rosto e um: “oi, mamãe”.

Aos meus pais e avós que estiveram ao meu lado, ajudando, apoiando e incentivando. A paciência que tiveram todo esse tempo. Juntamente com meus irmãos.

Aos colegas do UniCerrado que muitas vezes tiveram a compreensão e apoiaram essa jornada.

Aos professores do IF – Morrinhos, que contribuíram com seus ensinamentos. Mas, principalmente ao meu orientador pela paciência, ensinamentos e amizade.

Muito obrigada a todos!

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Emília Rezende Prado, filha de Wanderlei José do Prado e Leila Maria Fernandes Rezende Prado e mãe de Anna Cecília Ribeiro Prado. Nasceu em 27 de dezembro de 1986, na cidade de Goiatuba – GO. Graduou-se bacharel em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás em Goiânia – GO (2009), especializou-se em Proteção de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa em Viçosa - MG(2012). Atualmente professora no curso de Agronomia na UniCerrado em Goiatuba – GO.

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO GERAL .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
REVISÃO DE LITERATURA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1 PRODUÇÃO DE ALFACE .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2 ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.1 ADUBOS FOSFATADOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.2 PRESENÇA DE FÓSFORO DAS REGIÕES TROPICAIS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.2.1 Estruturas e Dinâmica Do Fósforo .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.2.2 O P Disponível às Plantas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.3 ADUBAÇÃO FOSFATADA NO BRASIL .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.3.1 Fontes de fósforo .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Avaliação da aplicação de termofosfato e eficiência agrônômica na cultura da alface*	
.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1. INTRODUÇÃO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2. METODOLOGIA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 3: Resultado do Teste Tukey para a comparação de médias do experimento MSAV1, MFAV2 e P .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>





## RESUMO

PRADO, Emília Rezende. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos – GO. Agosto de 2018. Avaliação de termofosfato em plantas de alface sob condições de casa de vegetação. Orientador: Prof. Dr. Adelmo Golynski.

Os estudos de formas de aplicação e melhores maneiras de distribuição do fósforo no solo são pautas de pesquisa atuais e necessitam de entendimento de melhores formas de distribuição e disponibilização desse produto, devido à alta utilização desse nutriente na agricultura e a elevada capacidade de fixação do mesmo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar doses de termofosfato Yoorin MG em plantas de alface em casa de vegetação em solo típico da região dos cerrados. As mudas que possuíam 15 dias após emergência, com boas condições sanitárias, foram transplantadas para vasos com terra de barranco, sendo uma planta por vaso, com a análise química e textural desse solo realizadas previamente, para realização da calagem, sendo conduzido em casa de vegetação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: T1- Testemunha (0); T2 – 25% menos da dose recomendada; T3 – 50% menos da dose recomendada; T4 – dose recomendada; T5 – 25% a mais da dose recomendada; T6 – 50% a mais da dose recomendada; T7 – Supersimples. A fonte de termofosfato foi o Yoorin MG®. As variáveis analisadas foram: massa seca e fresca e teor de fósforo com 15 dias, após transplântio e na colheita. O tratamento T6 promoveu maiores resultados significativos para as seguintes variáveis: massa seca na avaliação um (MSAV1), massa fresca na avaliação dois (MFAV2) e fósforo na avaliação dois (PAV2) e para as demais variáveis analisadas não houve diferença significativa.

**Palavras-chave:** orgânico; adubação fosfatada; fósforo.

## ABSTRACT

PRADO, Emília Rezende. Goiano Federal Institute – Campus Morrinhos – GO. June 2018. **Thermophosphate evaluation in lettuce culture under greenhouse conditions.** Advisor: Adelmo Golynski.

The studies of phosphorus application forms and better distribution in soil, are objective of actual researches that need to understand better ways to distribute and make this product available in soil by the high utilization of this nutrient in agriculture and the high capacity of fixing. The present work objective to evaluate thermophosphate doses in lettuce plants in greenhouse in typical soil of the Cerrado region. The seedlings that had 15 days after germination, with sanitary conditions, were transplanted to pots with ravine soil, with a chemical and textural analysis of the soil having been previously conducted, being carried out in greenhouse. The experimental design was a randomized block, with six treatments and four replications. The treatments were: T1- Control; T2 - 25% less than the recommended dose; T3 - 50% less than the recommended dose; T4 - recommended dose; T5 - 25% more than the recommended dose; T6 - 50% more than the recommended dose; T7 - Super simple. The thermophosphate source was Yoorin MG®. The analyzed variables were: dry and fresh mass and phosphorus content with 15 days after transplant and harvest. The treatment T6 had higher significant results for the variables: dry mass in the evaluation one (MSAV1), fresh mass in the evaluation two (MFAV2) and phosphorus in the evaluation two (PAV2) and to the other analyzed parameters there were not significantly difference.

Keywords: organic; phosphate fertilization; phosphorus.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A adubação fosfatada é um dos temas mais pesquisados na Ciência dos Solos, pois demarca uma forma de lidar com o solo e com sua composição, sendo um dos assuntos de importância relevante na adubação. Como destacado por Resende et al. (2016) a eficiência agrônômica e econômica no uso de fosfatos constitui desafio importante para o manejo de fertilidade dos solos no Brasil.

A fertilidade dos solos das regiões tropicais é influenciada diretamente pela disponibilidade natural de fósforo (P), que é naturalmente baixa. Outro processo que influencia na disponibilidade de fósforo no solo é o processo de fixação do P em reações com componentes do solo, isso gera um efeito cascata de compensação, fazendo com que sejam aplicadas maiores quantidades de fosfatos para viabilizar a produção e o uso do P nesses solos (Resende et al., 2016).

Dessa forma, ocorre a busca por outras fontes de P visando compensar essas deficiências naturais e a indisponibilidade natural de P no solo. A busca por essas novas fontes de nutrientes e novas formas de lidar com esses nutrientes disponibilizados para as plantas, levou ao desenvolvimento e a pesquisa de fertilizantes chamados “agroecológicos”. Entre eles, está o pó de rocha, que apresenta remineralização de forma mais viável em termos econômicos e ecológicos, relacionados com o baixo custo do processo de produção, que está relacionado com moeras rochas que compõem o produto, sendo que essas liberam gradualmente os nutrientes, possibilitando a diminuição da perda por lixiviação, favorecendo uma ação de longo prazo quando aplicado no solo (Melamed et al., 2007).

A alface é hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, sendo fonte de vitaminas e sais minerais, apresentando destaque pelo seu elevado teor de vitamina A. Apesar da importância econômica apresentada pela cultura, como destacado por Kano et al. (2012), trabalhos relacionados com a adubação fosfatada para a cultura são escassos

e com respostas variadas, necessitando de estudos complementares e para diferentes regiões, em diferentes condições de cultivo, pois a alface pode ser considerada uma cultura exigente em fósforo, principalmente na fase final de seu ciclo de produção. Cruz et al. (2015) destaca que a deficiência deste elemento reduz o crescimento da planta, não permitindo que essa se desenvolva gerando perdas comerciais.

A baixa disponibilidade de nutrientes é um dos principais fatores a limitar o crescimento das plantas na agricultura tropical. Mendes (2012) destaca que entre os nutrientes, o fósforo (P) é um dos que tem merecido maior preocupação, em razão da sua baixa disponibilidade natural, na maior parte do território nacional. De forma geral, o menor crescimento das plantas cultivadas sob processo de deficiência de P sofre efeitos diretos na diminuição sobre a taxa fotossintética líquida, visto ser o fósforo fundamental para que ocorra esse processo (Henry et al., 2012).

Um fator que precisa ser observado em adubação fosfatada é o fator capacidade. Machado e Souza (2012) comentam que esse fator capacidade é definido como sendo a razão de equilíbrio entre a quantidade de P e o P na solução do solo, e representa uma medida da capacidade do solo em manter um nível determinado de P em solução. As características e o teor dos constituintes minerais da fração de argila no solo são responsáveis pela velocidade do processo de passagem do P lábil para o P não lábil e vice-versa.

Leite et al. (2016) e Sousa et al. (2016) destacam que a disponibilidade de fósforo solúvel pela aplicação de fosfatos naturais está sujeita à lenta solubilização do fosfato, processo que limita a aplicação em culturas de rápido crescimento, forçando um tratamento prévio com microrganismos solubilizadores de fósforo.

Como apontado por Machado e Souza (2012), uma alternativa para aumentar a eficiência dos processos de adubações e o parcelamento da adubação. Outra opção viável seria usar como fonte de fertilizantes de liberação no solo de forma gradual ou controlada dos nutrientes, permitindo as plantas que possuem necessidade mais prementes de fósforo, terem sua carência suprida.

Dutra, Massad e Sarmiento (2016) destacam que os fertilizantes de liberação lenta oferecem os nutrientes as plantas de maneira gradual, requerendo menor frequência de aplicação, diminuindo os gastos com mão de obra para parcelamento, evitando injúrias às sementes e raízes decorrentes de aplicações excessivas, e são pouco suscetíveis a perdas, minimizando os riscos de poluição ambiental.

### Objetivo geral

- Avaliar resposta da alface quando aplicado termofosfato sob condições de casa de vegetação.

### Objetivos específicos

- Avaliar massa fresca e seca;
- Determinar o teor de fósforo foliar.

## REVISÃO DE LITERATURA

A alface por apresentar um ciclo produtivo curto acaba sendo uma cultura de respostas econômicas rápidas e de baixo investimento inicial, sendo uma cultura de importância econômica para pequenos e médios produtores, principalmente para agricultores familiares (Mantovani et al., 2014).

### 1 Cultura da alface

Com origem na bacia do Oriente Médio e pertencente à família Asteraceae (Compositae), a alface (*Lactuca sativa* L.) apresenta importância no consumo *in natura* durante sua fase vegetativa (Krause-Sakate et al., 2008). É a hortaliça folhosa mais cultivada no Brasil, de maior aceitação pelos consumidores e mais importante na alimentação do brasileiro, que assegura à cultura expressiva importância econômica (Grangeiro et al., 2006).

Os primeiros registros de cultivo de alface foram encontrados em tumbas no Egito de 4.500 a.C (Inocêncio et al., 2009), a partir do Egito, o cultivo se espalhou para a Grécia e Roma, e este último provavelmente a introduziu na Grã-Bretanha. Como destacado por Filgueira (2000) sua introdução no continente Americano ocorreu em 1494, e demonstra que todas as cultivares americana têm sua origem europeia. A diminuição das distâncias no mundo com o aumento das comunicações ajudou a espalhar a alface para todas as partes do mundo.

Apesar de absorverem relativamente pequenas quantidades de nutrientes, quando comparadas a outras culturas, as hortaliças folhosas são consideradas exigentes, em função de seus ciclos relativamente curtos. Quanto ao fósforo especificamente, as quantidades exigidas são geralmente baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Entretanto, apesar dessa baixa exigência, a resposta às doses de fertilizantes é geralmente alta, devido à baixa disponibilidade natural de fósforo nos solos brasileiros (Kano; Cardoso; Villas Boas, 2012). A deficiência de fósforo em alface

provoca atraso no crescimento das plantas e má formação da cabeça (Mantovani et al., 2014).

Entre os muitos fatores a serem estudados no sistema de produção da alface tem-se a fertilização da cultura, pois afeta o seu crescimento, a sua produção e a sua qualidade. A alface é uma cultura altamente dependente de fertilizantes e a aplicação de doses corretas, com base nos teores dos elementos no solo, é de fundamental importância tanto para a viabilidade econômica do cultivo quanto na questão de poluição ou impacto ambiental (Silva, 2013).

## 2 Adubação da alface

No Brasil, os solos para cultivo são pobres e ácidos devido à ação do intemperismo, sua gênese e por causa da deficiência de nutrientes. Sendo assim, são utilizadas grandes quantidades de corretivos e fertilizantes agrícolas de alta solubilidade para garantir a produção dos alimentos (Martins et al., 2008).

Quando o solo não é capaz de fornecer os nutrientes em quantidades e proporções adequadas, procede-se a adição dos elementos químicos necessários ao desenvolvimento das plantas com suficiência para que exerçam seu potencial de produção. A adubação deve se basear nos resultados da análise química do solo, e tem por objetivo completar a quantidade exigida pela cultura e melhorar a eficiência das adubações. A dinâmica de absorção, do transporte e acúmulo dos nutrientes na planta, bem como as suas funções e os distúrbios que causam, quando em quantidades deficientes ou excessivas, são aspectos que influenciam a fertilização dos cultivos (Silva et al., 2010).

A adubação pode ser definida como o processo de adição aos meios de cultivos, elementos, chamados de nutrientes, que as plantas necessitam para se desenvolver e expressar seus processos biológicos, sendo que esses processos biológicos geram o desenvolvimento vegetativo e esse processo é explorado pela agricultura (SBCS, 2004). Faquin e Andrade (2004), a adubação possui a finalidade de obter colheitas compensadoras de produtos vegetais com boa qualidade nutritiva ou para processamento industrial, promovendo o mínimo de perturbação na ordem natural do ambiente.

O processo de adubar o solo visa melhorar o estado nutricional das plantas, tendendo a melhorar a qualidade do produto obtido da agricultura, mas observando de forma técnico-econômica, a adubação visa melhorar a qualidade do produto, aumentar a produtividade, aumentando os lucros das atividades agrícolas (Faquin; Andrade, 2004).

Por outro lado, o aumento da produtividade e da qualidade dos produtos agrícolas são fatores controlados pela genética, mas são influenciadas diretamente pelo meio: solo e clima. Como destacado por Carvalho et al. (2006), por muito tempo o processo de melhoramento de plantas visou os interesses econômicos e industriais, buscando indicadores como a produtividade, aparência do produto, aceitabilidade, resistência a pragas e doenças e extremos ambientais, adaptabilidade a diferentes tipos de clima e de solos, que confluíssem para os interesses procurados, deixando de lado a composição e valor nutritivo dos alimentos.

O que leva o produtor a buscar produtos com maior qualidade, quantidade e principalmente com o visual mais atraente, no caso das hortaliças folhosas, está relacionado com as exigências do mercado e as novas formas de articulação dos consumidores com a produção, valores esses que já foram citados e que influenciam de forma direta nos sistemas de cultivos e nas formas de produção (Melo et al., 2009).

Nesse sentido da qualidade e da aparência das folhosas, os nutrientes apresentam funções estruturais nos compostos orgânicos, participando como constituintes e na ativação enzimática das plantas (Faquin; Andrade, 2004). Como salientado pelos autores, os minerais estão envolvidos em todos os processos metabólicos da planta. Dessa forma, a nutrição mineral da planta participa de forma direta na sua produtividade e na qualidade do produto obtido.

O solo é o principal componente nessa forma de enxergar os nutrientes. Conhecer a qualidade do solo faz-se importante e a análise de solo é um dos métodos que permite, antes do processo de plantio, conhecer o solo e sua capacidade de suprir os nutrientes exigidos pelas plantas para expressarem todo o seu potencial produtivo (Cardoso et al., 2009). Os autores ainda destacam conhecer o solo é forma mais simples, econômica e eficiente de diagnose da fertilidade dos solos e constitui base imprescindível para as formas de correção do solo e de fertilização para aumentar a produtividade das culturas e, como consequência desse processo, aumentar a produção e a lucratividade.

Esse processo de conhecimento do solo é feito pela sua análise, que pode ser dividida em três etapas (Cardoso et al., 2009): i) amostragem do solo: processo de



coleta em pontos diferentes, seguindo técnicas específicas para a coleta; ii) análise em laboratório: procedimento de determinação dos teores de nutrientes no solo; iii) interpretação dos resultados: a partir das análises feitas em laboratórios, os resultados são interpretados e as recomendações são feitas para cada um dos nutrientes e minerais. Nesse sentido, entender o solo e suprir as deficiências deste em relação as necessidades das plantas são de extrema importância.

A correção do solo e suprimento das deficiências apresenta importância primordial para as hortaliças, pois além da qualidade nutricional, qualidade essa que o consumidor não consegue avaliar no ato da compra, a aparência externa é crucial no momento de escolha pelo consumidor, facilitando na sua comercialização e aceitabilidade pelo mercado, sendo que a nutrição mineral está diretamente relacionada com essas características (Faquin; Andrade, 2004).

## 2.1 Adubos Fosfatados

A eficiência em proporcionar o crescimento e a produtividade das culturas, assim como influencia no custo da adubação, varia conforme a fonte de fósforo utilizada (Resende, 2004). Como destacam Prochnow et al. (2003), os fosfatos solúveis apresentam maior capacidade de resposta biológica em curto prazo, mas apresentam um custo mais elevado, enquanto os fosfatos naturais têm menor eficiência inicial e custo mais baixo. O que deve ser observado, como destacado por Novais e Smith (1999) que fontes relativas podem ser rapidamente convertidas para formas menos disponíveis às plantas, ao passo que os fosfatos de menor solubilidade liberam o nutriente de forma mais lenta, podendo minimizar o processo de fixação.

A fonte de P influencia diretamente na sua disponibilidade, mas diversos outros fatores podem influenciar a efetividade da adubação fosfatada. Um fator que deve ser levado em consideração é a natureza do solo, pois variações são normalmente esperadas em áreas de grande extensão geográfica, como é o caso do Cerrado, e apresenta relação direta com a quantidade de fósforo que deve ser fornecida na adubação (Sousa; Lobato, 2003).

Os fertilizantes tradicionais (superfosfato simples, superfosfato triplo, MAP e DAP) são fabricados a partir de ataque com ácidos fortes na rocha fosfática. Devido a esse processo são altamente solúveis em água. O termofosfato é insolúvel em água e

totalmente solúvel na presença de ácidos fracos do solo, localizados na rizosfera das plantas, fazendo com que o mesmo tenha a solubilidade gradual. (Yoorin, 2016).

Além de afetar o desenvolvimento da planta, o fósforo pode interferir no equilíbrio nutricional da cultura. Em alface americana, a deficiência de fósforo provoca retardamento no crescimento das plantas, má formação das cabeças comerciais e as folhas externas apresentam tonalidade que pode variar de verde-opaco a vermelho-bronze (Kano; Cardoso; Villas Boas, 2012). O fósforo é importante na formação do ATP (trifosfato de adenosina) que é a principal fonte energética da planta. Energia utilizada no transporte de assimilados, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no aumento das células e na transferência de informações genéticas (Mantovani et al. 2014).

A redução gradativa nos teores de fósforo quando utilizado o superfosfato triplo pode ser atribuído principalmente a perda de solubilidade do nutriente em razão de sua fixação pelo solo, que tende a se acentuar com o aumento do tempo de contato. Fontes de termofosfato em pó, por sua vez, apresentaram teores de fósforo no solo praticamente constantes durante toda a avaliação, em função de uma taxa mais baixa de fixação, devida à menor solubilidade de seu fósforo. Outro fator que pode ter concorrido para menor fixação se refere a competição pelos mesmos sítios de adsorção do solo entre o fosfato e o silicato presentes nestes produtos (Leite et al., 2016).

Os termofosfatos são preparados através do aquecimento (1000°C-1450°C) das rochas fosfáticas (apatitas) que destrói a estrutura da apatita permitindo uma recombinação do ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) até formas mais reativas e mais solúveis. Este tipo de produto pode ser mais eficiente comparado com as formas solúveis em água para as regiões tropicais e subtropicais. Os termofosfatos vêm preencher uma lacuna entre os fosfatos altamente solúveis e os fosfatos naturais. As suas características de solubilidade lenta e presença de nutrientes secundários (Mg, Ca e Si) e micronutrientes (Mn, Fe, etc.) na sua composição fazem do produto uma alternativa interessante para as regiões tropicais (Korndörfer, 2016).

São escassos na literatura brasileira trabalhos de adubação com hortaliças folhosas visando correlacionar a produção dessas plantas com teores de nutrientes no solo, particularmente o P para a definição de níveis críticos. O nível crítico de um nutriente no solo é o teor abaixo do qual há grande possibilidade de resposta a sua aplicação, por meio da adubação, e acima do qual, essa possibilidade diminui (Simões Neto et al., 2011).

De acordo com Raij (2004), nas adubações o P é considerado um nutriente de baixo aproveitamento pelas plantas, pois elas absorvem em torno de 10 % do P aplicado como fertilizante. Plantas de crescimento muito rápido e sistema radicular pouco desenvolvido, como a alface e as demais hortaliças, aproveitam mal o P do solo e necessitam de teores disponíveis elevados para seu bom desenvolvimento. A baixa eficiência da adubação fosfatada em solos de regiões tropicais deve-se a forte interação do P com a fase sólida do solo, em função da alta adsorção específica do nutriente as partículas do solo, especialmente aos sesquióxidos de Fe e de Al, e a baixa solubilidade de compostos de P existentes no solo (Raij, 2011).

Visando aumentar a eficiência dos fertilizantes fosfatados, incluem-se componentes que concorram para diminuir a fixação do fósforo solubilizado, como é o caso dos silicatos. Esses compostos, por competirem com fosfatos nos sítios de adsorção, contribuem para a manutenção do P adsorvido em sua forma lábil. Uma alternativa seria a inclusão de micronutrientes nos fertilizantes fosfatados que, por favorecerem o equilíbrio nutricional, proporcionariam condições para maximizar o aproveitamento de fósforo pelas plantas (Leite et al., 2016).

Os custos elevados de fertilizantes fosfatados solúveis demandam o surgimento no mercado de novas opções como fontes de fósforo para as culturas. Neste sentido, os fosfatos naturais vêm-se tornando atrativos no mercado de fertilizantes nas regiões Sul e Centro-Oeste brasileiras. Os adubos fosfatados mais utilizados na agricultura brasileira são os fosfatos solúveis, termofosfatos, multifosfatos, fosfatos naturais e fertilizantes fosfatados parcialmente acidulados (Viana; Vasconcelos, 2008).

## 2.2 Presença de fósforo das Regiões Tropicais

Como característica típica da grande maioria dos solos das regiões tropicais e na quase totalidade dos solos de cerrado, uma vez que ocorra a liberação na solução do solo, o P advindo dos fertilizantes tende a precipitar-se com alumínio (Al) ou ferro (Fe) ou pode acontecer de ser absorvido a superfície de partículas de argila e dos óxidos de Fe e Al. Essas reações correspondem ao processo que fixa o P no solo (Resende, 2004). Esse processo ocorrendo, o fósforo passa a fazer parte de compostos de baixa solubilidade, tornando-se menos disponível para a absorção vegetal. Como destacado por Teles et al. (2017), essa indisponibilização é tão mais intensa quanto maior for o

nível de intemperização do solo, ácido, argiloso e oxídico for o solo, característica chave dos solos do cerrado.

Como destacado por Resende (2004), a implicação prática dessas características para a ciência do solo e para a agricultura, é que as plantas não apresentam grandes exigências de fósforo, grandes quantidades do nutriente devem ser fornecidas nas adubações para promover alguma saturação do solo e com isso originar um excedente que atenda às necessidades e requerimentos das culturas quando for preciso.

### 2.2.1 Estruturas e Dinâmica Do Fósforo

O P liberado pelos fertilizantes passa para a solução do solo e em seguida para a fase sólida, passando inicialmente para a forma lábil e, posteriormente com a passagem do tempo, passa para a forma não lábil, sendo essa forma não possível de aproveitamento pelas plantas (P não disponível). O fósforo pode ser removido da solução do solo via adsorção por ligações covalentes de alta energia com a superfície de argilas e óxidos hidratados de ferro e de alumínio em solos ácidos ou, ainda, com carbonatos de cálcio (Ca) em solos calcários. O nutriente pode também passar a fazer parte de compostos orgânicos, o P orgânico ocorre em teores proporcionais ao conteúdo de matéria orgânica do solo (Resende, 2004).

Reações de precipitação com íons de Al, Fe e Ca presentes na solução, formando compostos de solubilidade variável, seriam outros processos de indisponibilizações do P fornecido na adubação. A adsorção e a precipitação constituem os mecanismos relacionados ao fenômeno genericamente referido como “fixação do P pelo solo” (Dutra et al., 2016). De modo geral, quanto maior a acidez, o teor de argila e, principalmente, quanto maior a presença de óxidos de Fe e Al na fração argila, mais intenso é o processo de fixação de P nos solos dos trópicos (Sousa et al., 2016). A capacidade de fixação de P representa fator chave na forma de manejo da adubação fosfatada nos solos de cerrado.

Pode ser agrupada em três frações as formas de P no solo: o P em solução, o P lábil e o P não lábil. O teor de P na solução é geralmente baixo (quantidade abaixo de  $0,1 \text{ mg dm}^{-3}$ , predominantemente na forma de  $\text{H}_2\text{PO}_4$  nos solos da região do Cerrado) e representa muito pouco para as necessidades dos vegetais, estando em equilíbrio rápido

com as formas lábeis da fase sólida (Veiga et al., 2016). Esse equilíbrio dá-se por meio da dessorção e dissolução do fosfato lábil, repondo constantemente o fósforo absorvido da solução pelas plantas. O P não lábil, que representa a maior proporção do P inorgânico do solo, volta de maneira lenta às formas lábeis, portanto, o que se procura determinar quando se faz análise de solo para fins de adubação é o somatório do P-solução e P-lábil (P que está disponível para as plantas no solo). A fração de P precipitado com Fe, Al e Ca, mais aquelas adsorvida em óxidos de Fe e Al, representam o P lábil, enquanto o P não lábil corresponderia aos compostos fosfatados mais complexos e estáveis (Sousa et al., 2016).

### 2.2.2 O P Disponível às Plantas

A baixa concentração em que o P ocorre na solução, isso leva a necessidade contínua de reposição pela fase sólida para nutrir satisfatoriamente as culturas (Silva; Trevizam, 2015). A resistência que o solo oferece a alteração na concentração de P na solução, ou a capacidade de reposição de P absorvido da solução, denomina-se capacidade tampão de fosfato ou fator capacidade de P (FCP), o qual depende da relação entre os fatores quantidade (P-lábil) e intensidade (P-solução) e correlaciona-se positivamente com a capacidade de fixação de P do solo. (Sobral et al., 2015).

A disponibilidade de P para as plantas é muito afetada pelo FCP, numa comparação simplificada, pode-se considerar que os solos mais argilosos possuem maior FCP que os solos arenosos, e, portanto, competem mais com a planta pelo fósforo adicionado via fertilizante. A conversão de áreas sob cerrado nativo em lavouras, os solos argilosos requerem maiores quantidades de fosfatos na adubação, justificando a recomendação e a importância primordial das adubações fosfatadas nesses solos (Resende; Furtini Neto, 2007). De outra forma, apesar de necessitarem de menos fertilizantes fosfatados, os solos arenosos são exauridos mais facilmente com o cultivo contínuo, ou seja, possuem menor capacidade de reserva de P.

Dessa forma, realizar análises de solo é indispensável para definir quantidades adequadas de fertilizantes fosfatados a serem fornecidos conforme o “status” de fertilidade do solo em relação ao fósforo (Sousa et al., 2002). Os autores destacam, dentre os métodos de análise de solos que visam medir a disponibilidade de P, os mais

empregados na região do Cerrado envolvem o uso do extrator Mehlich1 ou da resina trocadora de íons.

Cabe salientar que devido as limitações do próprio extrator na quantificação do P disponível, a análise de solo pode não expressar a real disponibilidade do nutriente para a planta (Resende; Furtini Neto, 2007). O Mehlich1 é um extrator ácido ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025N + HCl 0,05N) que tem ação baseada na substituição aniônica de fosfatos adsorvidos e solubilização dos compostos de P ligado a Al, Fe e, principalmente, Ca. A adequabilidade desse extrator para solos ácidos ricos em óxidos de Fe e Al e caulinita tem sido questionado (Silva, Trevizam, 2015).

Sobral et al. (2015) destacam que em se tratando de certos solos argilosos que vêm sendo adubado, o uso de extratores ácidos forneceria valores excessivamente baixos de P. Nesses tipos de solos, as culturas acabam produzindo bem e não apresentam maiores respostas à adubação fosfatada. Uma outra limitação do Mehlich 1 está associada ao fato de que solos que receberam aplicações de fosfatos naturais de baixa solubilidade o extrator fornece valores de disponibilidade superestimados em razão da dissolução do P ligado a Ca, que não estaria disponível. Essa circunstância apresenta o uso da resina de troca iônica seria mais apropriado devido à natureza e modo de ação de resina, não haveria desgaste do extrator pelo tamponamento dos solos argilosos ou dissolução de formas de P não disponíveis, como ocorre para o Mehlich 1.

Sobral et al. (2015) demonstram que os teores totais de P nos solos de cerrado variam de 50 a 350  $\text{mg dm}^{-3}$ , a fração disponível para absorção pelas plantas é muito pequena, de forma que a disponibilidade natural de P sendo baixa constitui-se numa das maiores limitações à agricultura na região. Simonete et al. (2015) destaca que essa condição, associada à elevada capacidade de fixação de P, reflete no uso de grandes quantidades de fertilizantes fosfatados para viabilizar a exploração desses solos em sistemas de produção tecnificados, porque antes de atender à exigência da planta, é necessário saturar os componentes que consomem de P do solo.

## 2.3 Adubação fosfatada no Brasil

### 2.3.1 Fontes de fósforo

Na agricultura brasileira, os principais fertilizantes utilizados como fonte de fósforo são os fertilizantes chamados como fosfatados, com característica de serem totalmente acidulados (superfosfato simples e superfosfato triplo), os fosfatos de amônio (monoamônio fosfato – MAP e diamônio fosfato – DAP), os termofosfatos (termofosfato magnesiano) e os fosfatos naturais importados (fosfatos de Arad, Gafsa, Carolina do Norte, etc.) e nacionais (fosfatos de Araxá, Patos de Minas, etc.) (Fontoura et al., 2010).

Os adubos fosfatados com alta concentração de P solúvel, como os superfosfatos, têm na sua fabricação a utilização dos métodos específicos de purificação e concentração da matéria-prima (rocha fosfática) e o emprego de ácidos (principalmente  $H_2SO_4$  e  $H_3PO_4$ ) para solubilização desse material (Prochnow et al., 2003), esse procedimento eleva e muito o custo final de produção desses fertilizantes. Tais fosfatos são considerados como de alta eficiência, porque uma vez aplicados no solo, liberam prontamente grande parte do seu conteúdo em P, favorecendo a absorção pelas plantas (Simonente et al., 2015).

Outros fertilizantes são produzidos mediante tratamento térmico da rocha fosfatada e fusão com rochas ricas em magnésio e silício, dando origem aos termofosfatos magnesianos (Oliveira, 2008). No processo de produção dos fosfatos naturais, as rochas fosfáticas são apenas moídas, envolvendo menores custos (Rezende et al., 2015; Nava, 2017). Os fosfatos naturais, dessa forma, seriam fontes alternativas aos fosfatos acidulados, pois são mais baratos e agronomicamente mais eficientes sob certas condições de solo, cultura e manejo de solo (Pantano et al., 2016).

No entanto, várias são as formas dos fosfatos naturais em relação à solubilidade e aos teores de P. Essa variabilidade é decorrente de características intrínsecas das rochas, como o grau de substituição isomórfica de fosfato por carbonato, e da granulometria do material aplicado ao solo (Fontoura et al., 2010). Tanto a composição química quanto a granulometria condicionam a dissolução dos fosfatos naturais, sendo maior a substituição de fosfato por carbonato e menor granulometria favorecem a dissolução (Horowitz; Meurer, 2003).

No Brasil, os principais depósitos de fosfato são constituídos de apatitas, rochas de origem ígnea, em geral, associadas a processos de alteração intempérica, que apresentam complexidade acentuada, além de baixos teores de fósforo. Pantano et al. (2016) destaca que na Região do Cerrado são encontradas algumas das principais jazidas do país, no entanto, sua origem ígnea ou metamórfica, faz com que tenham

estrutura bem cristalizada e fornecem fosfatos naturais de baixa reatividade, e implica numa lenta solubilização no solo (Rezende et al., 2016).



## **Avaliação do uso de termofosfato em planta de alface sob condições de casa de vegetação\***

\* Formatação conforme a Revista Brasileira de Olericultura.

**Emília R Prado<sup>1</sup>; Adelmo Golynski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centro Universitário de Goiatuba (UniCerrado), Brazil, emilia-prado@hotmail.com; <sup>2</sup>Instituto Federal Goiano, email.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*; Fósforo; Adubação; Fontes alternativas.

### **1. INTRODUÇÃO**

O que se apresenta como tendência geral na agricultura brasileira é o aumento da produtividade das culturas associadas às reduções nos custos de produção, para que isso seja alcançado, é importante que as práticas culturais relacionadas com os tratamentos fitossanitários e as adubações sejam eficientes. Estudos que avaliem formas de aplicação de termofosfato e a eficiência dessa aplicação nas culturas são importantes para demonstrar que essa relação é possível: aumento da produtividade e redução do custo de produção (Kano *et al.* 2010).

O fósforo é um nutriente importante para grande número de compostos das plantas essenciais em diversos processos metabólicos, além de ser um nutriente que estimula o desenvolvimento radicular (Martins *et al.* 2013). A deficiência de fósforo na cultura da alface reduz o crescimento da planta, ocasionando má formação das plantas e as folhas velhas apresentam coloração verde-opaca, podendo apresentar tonalidade vermelho-bronze e ou púrpura, perdendo sobremaneira seu valor comercial, sendo que em plantas jovens, a deficiência pode causar a morte (Katayama 1993).

Observando essas questões, o objetivo do presente trabalho foi o de avaliar a resposta da alface quando aplicado o termofosfato sob condições de casa de vegetação.

### **2. METODOLOGIA**

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Morrinhos, estado de Goiás, altitude de aproximadamente 908 metros, latitude 17° 48' 38" O e longitude 49° 12' 15,3" W. O solo da região é composto por Latossolo Vermelho.

O clima da região é do tipo Cwa na classificação Köppen, com clima geralmente com verões quentes e úmidos e invernos secos. As chuvas se concentram entre os meses de outubro a fevereiro. A temperatura média anual é de 28°C, com precipitação pluvial média anual de 2000 mm.

A cultivar plantada foi a Vanda do grupo solta crespa, com boa adaptação às condições tropicais, sendo rústica e com boa adaptação ao cultivo em campo, além da qualidade visual para o mercado de consumo *in natura*.

O experimento foi instalado no período entre os meses de fevereiro a maio de 2017 e conduzido em casa de vegetação climatizada. As mudas que possuíam 15 dias de emergência com boas condições sanitárias foram transplantadas para vasos com terra de barranco, sendo feita a análise química e textural desse solo no laboratório Curitiba (tabela 1). O solo utilizado nos vasos foi previamente preparado com calcário conforme análise de solo. Os fertilizantes contendo K e N foram colocados em todos os vasos em quantidades iguais, conforme a análise de solo e exigência da cultura.

Tabela 1. Análise química e textural do solo realizada no laboratório Curitiba.

Amostra	pH	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Bases(V)	Argila	Areia
			cmol <sub>c</sub> . dm <sup>3</sup>						
01	4,8	1,0	1,2	0,6	0,1	4,1	31,2	49	35

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 12 vasos por tratamento e uma planta por vaso. Os tratamentos foram: T1- Testemunha (0); T2 – 25% menos da dose recomendada; T3 – 50% menos da dose recomendada; T4 – dose recomendada; T5 – 25% a mais da dose recomendada; T6 – 50% a mais da dose recomendada; T7 – Super Simples. A fonte de termofosfato foi o Yoorin MG® (tabela 2).

Tabela 2. Composição química do Yoorin MG.

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Si
	Total	a.c. 2%	%	%	%

Yoorin MG	18,0	16,5	18,0	7,0	10,0
-----------	------	------	------	-----	------

A primeira avaliação de massa fresca e massa seca foi feita com 15 dias após o transplante. Em que as amostras foram coletadas e levadas ao laboratório para serem pesadas e preparadas para os processos seguintes.

A segunda avaliação de massa fresca e seca foi feita na colheita com 45 dias e nessa fase foi enviada amostras para a realização da análise foliar, e foram analisados os teores de fósforo de todos os tratamentos.

Por se tratarem da análise de efeitos de tratamentos quantitativos, os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e após foram submetidos a análise de regressão, para a comparação dos tratamentos quantitativos e qualitativos foi feito o teste de médias utilizando o software SISVAR (Sistema de Análise de Variância) (FERREIRA, 2011). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade. Depois de efetuada a análise de variância, para as variáveis massa seca da avaliação um (MSAV1), massa fresca da avaliação dois (MFAV2), e quantidade de fósforo na segunda avaliação (P.AV2), observou-se que as mesmas atenderam as pressuposições da análise, permitindo inferências confiáveis sobre os parâmetros estudados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As proporções crescentes de termofosfato utilizado influenciaram significativamente (Tabela 1). Aplicou-se a análise de regressão para os fatores quantitativos (proporções), determinou-se os pontos de máximo das equações para os parâmetros avaliados que foram significativos. As análises estatísticas foram realizadas nos softwares SISVAR (Sistema de Análise de Variância). Nas características em que houve efeito dos tratamentos, aplicou-se análise de regressão linear (testado modelo linear e quadrático) para o fator de doses crescentes (50, 75, 100, 125, 150) de adubação com pó de rocha fosfatado.

Tabela 3. Resumo de análises de variância de características avaliadas na cultura da alface, Massa seca primeira avaliação (MSAV1), Massa fresca segunda avaliação e quantidade de Fósforo segunda avaliação (PAV2), em função de doses crescentes de pó de rocha contendo fósforo. Morrinhos (GO), 2018.

Causas da Variação	GL	Quadrados Médios		
		MSAV1(g)	MFAV2 (g)	P.AV2
DOSES	6	5,66**	243,92**	0,1376**
Bloco	3	1,11	143,69	0,0200
Resíduo	18	0,69	23,99	0,0072
Coefficiente de Variação (%)		13,3	12,21	3,23

GL - Graus de liberdade <sup>NS</sup> - Não significativo pelo teste de F \*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F \* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

O modelo linear foi a que apresentou melhor ajuste aos dados. À medida que aumentou as proporções do pó de rocha fosfatado (Yoorin MG®), às plantas de alface aumentaram sua massa fresca e massa seca, que são ideais para comercialização e preferência dos consumidores (MAPA 1995). Silva (2013) e Martins et al. (2013) encontraram resultados positivos e semelhantes conforme se aumenta a quantidade de P no solo aumentam também os teores de matéria-seca da cultura da alface, explicado pelos teores de P estarem relacionados diretamente com o crescimento da planta.

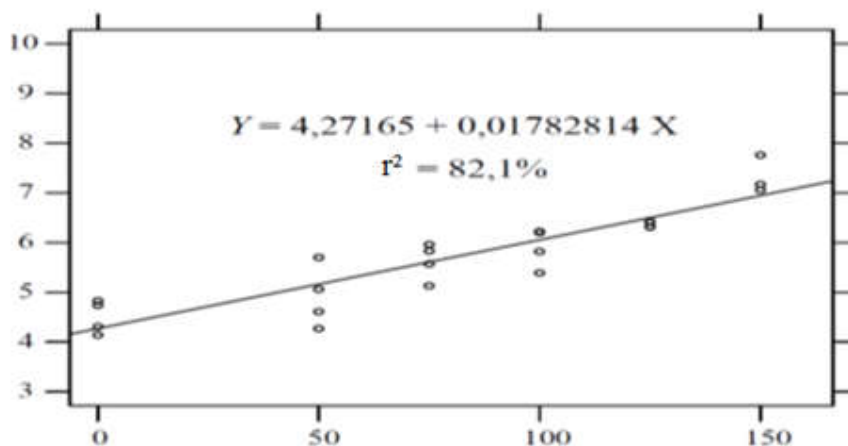


Figura 1: Massa seca (g) em função dos tratamentos de doses crescentes de Yoorin MG® no eixo x.

A matéria-fresca também é influenciada pelas quantidades de fósforo disponibilizadas no solo, apresentados na Figura 2. Martins et al. (2013) encontrou uma relação positiva conforme se aumenta a quantidade de fósforo no solo aumenta também produção de alface. Tal relação sendo positiva é interessante para o produtor, pois quanto mais a cultura produz matéria-fresca, maior a quantidade de folhas e maior a capacidade de comercialização da planta, por disponibilizar mais folhas para o

consumidor. Observou-se que quanto maior a dose de fósforo maiores foram as massas encontradas tanto de matéria fresca quanto matéria seca, numa relação positiva linear e crescente, e que nem mesmo com a maior dose que foi de 150% a mais do recomendado atingiu-se uma estabilização no desenvolvimento das plantas.

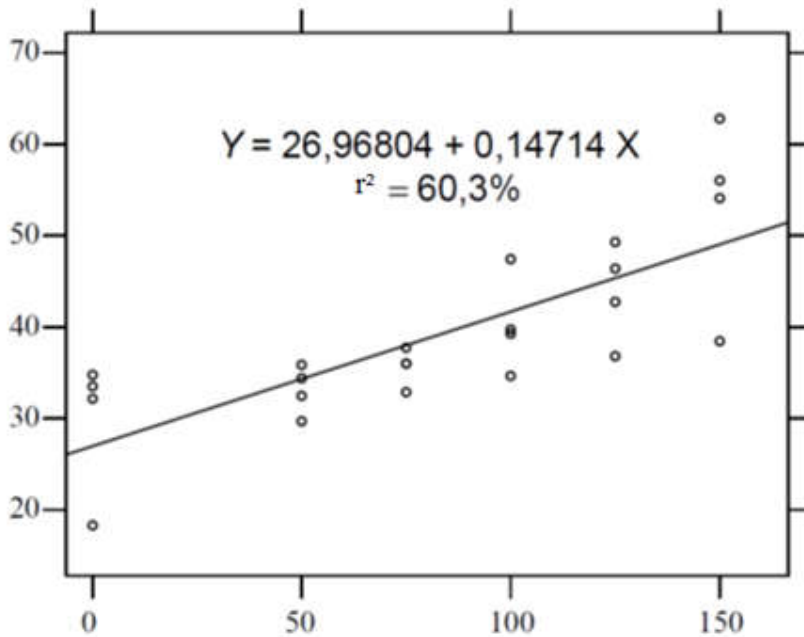


Figura 2: Planta<sup>-1</sup> (g) em função dos tratamentos de doses crescentes de Yoorin MG® no eixo x.

Para fazer inferências mais precisas foram coletadas amostras de folhas e enviadas ao laboratório para análise foliar do nutriente em questão, o fósforo, pelo que se pode constatar é muito semelhante ao que foi verificado nas análises de massa fresca e massa seca, ou seja quanto maior a dose nos tratamentos maiores foram as concentrações de fósforo encontrados nas amostras, reforçando ainda mais as observações anteriores, corroborando também que a maior dose do P não atingiu a estabilidade de massa fresca ou seca (figura 3).

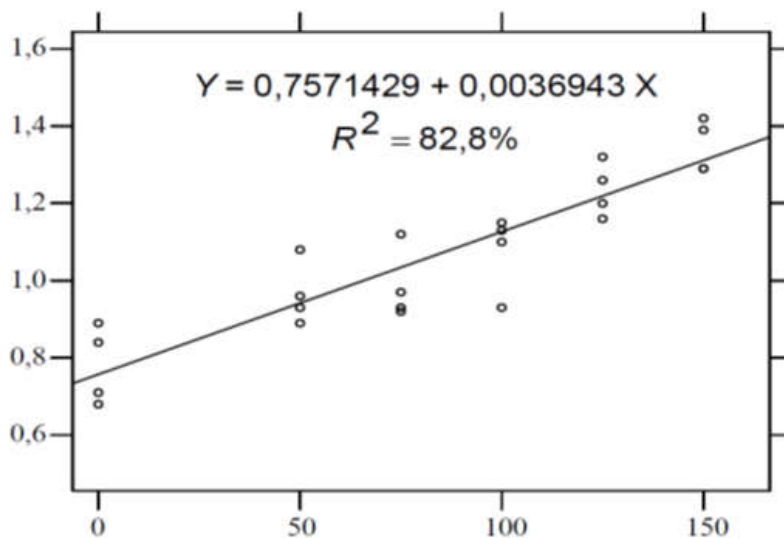


Figura 3: Concentração de fósforo (g) em função dos tratamentos de doses crescentes de Yoorin MG® no eixo x.

Dentre os tratamentos testados, além dos tratamentos quantitativos, houve o acréscimo de um tratamento qualitativo que foi o tratamento T7, que buscou suprir a necessidade de P com a utilização de um fertilizante convencional, o supersimples, que apresenta maior solubilidade. Para fazer inferências entre todos os tratamentos foi feito o teste de médias em que se pode observar que houve interação significativa entre doses de P e as variáveis analisadas na presente pesquisa. O Tratamento T6 foi superior aos resultados encontrados para os outros tratamentos, apresentando letra similar, mas não a repetição em relação as outras letras consideradas para os outros tratamentos. Os resultados de T6 foram superiores para o Teor de Matéria-Seca, Teor de Matéria-Fresca e a concentração de fósforo, fator explicado por Santi et al. (2013).

Tabela 4: Resultado do Teste Tukey para a comparação de médias do experimento MSAV1, MFAV2 e P (g.planta<sup>-1</sup>)

TRATAMENTOS	MSAV1	MFAV2	P
T1	4,51 c	29,69 c	0,78 c
T2	5,62 bc	35,65bc	1,07bc
T3	4,91 c	33,11 c	0,97 c
T4	5,91 bc	40,27 abc	1,08 abc
T5	6,37 abc	43,82 ab	1,24 ab
T6	7,97 a	52,85 a	1,35 a
T7	6,97 ab	34,80bc	0,99 bc

Fonte: dados da pesquisa.

\*Médias seguidas pela mesma letra apresentaram resultados similares.

#### 4. CONCLUSÃO

Com a conclusão do trabalho pode-se observar que a utilização do fertilizante extraído de rocha fosfatada, obteve resultado significativo na produção da olerícola em questão e que a dose de melhor resposta de termofosfato se sobressaiu ao tratamento em que foi utilizado o fertilizante à base de fósforo solúvel em água. Sendo assim pode-se concluir que a utilização desta fonte de fósforo é uma alternativa viável para os produtores, pois a mesma se mostrou eficiente.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.I.B.; RIBEIRO, W.S.; COSTA, L.C.; VELOZO, A.O.; OLIVEIRA, M.R.T.; BARBOSA, J.A. Caracterização da cadeia produtiva de hortaliças do município de Areia – PB. *Agropecuária Técnica*, Areia, v.32, n.1, p.7-15, 2011.

ARAÚJO, F.F. Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.33, n.2, p.355-360, 2011.

ASSAF NETO, A. *Finanças corporativas e valor*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2005.

BERNARDI, A.C.C.; VERRUMA-BERNARDIN, M.R.; WERNECK, C.G.; HAIM, P.G.; MONTE, M.B.M. Produção, aparência e teores nitrogênio, fósforo e potássio em alface cultivada em substrato com zeólita. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.4, p.920-924, 2005.

BÜLL, L.T.; FORLI, F.; TECCHIO, M.A.; CORRÊA, J.C. Relações entre fósforo extraído por resina e respostas da cultura do alho vernalizado a adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.22, p.459-470, 1998.

BÜLL, L.T.; COSTA, M.C.G.; NOVELLO, A.; FERNANDES, D.M.; BÔAS, R.L.V. Doses and forms of application of phosphorus in vernalized garlic. *Scientia Agricola*, Pícaricaba, v.61, n.5, p.516-521, 2004.

CARDOSO, E.L.; FERNANDES, A.H.B.M.; FERNANDES, F.A. Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem. *Comunicado Técnico*, Corumbá: Embrapa Soja, 2009.

CARVALHO, K.L.; COSTA, R.P. A dinâmica organizacional na cadeia produtiva da alface. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: a engenharia de produção e o desenvolvimento sustentável: integrando tecnologia e gestão, Salvador, 06 a 09 outubro de 2009.

- CARVALHO, J.B.; SABBAG, O.J. Análise de eficiência da produção de alface no noroeste de São Paulo. *Revista Agro@ambiente, Boa Vista*, v.9, n.2, p.152-160, 2015.
- COSTA, C.P.; SALA, F.C. A evolução da alficultura brasileira. *Horticultura Brasileira, Brasília*, v.23, (artigo de capa), 2005.
- CRUZ, J.L.; SOUZA FILHO, PELACANI, C.R. Influência da adubação fosfatada sobre o crescimento do camapu (*Physalisangulata L.*). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas*, v.17, n.3, p.360-366, 2015.
- CRUZ, L.A.A. Desenvolvimento inicial de mamoeiro relacionado à disponibilidade de fósforo no solo. Botucatu: UNESP/FCA, 1994. 96p. (dissertação de mestrado).
- DANNER, M.A.; CITADIN, I.; SASSO, S.A.Z.; ZARTH, N.A.; MAZARO, S.M. Fontes de cálcio no solo e sua relação com qualidade da Uva “Vênus”. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v.31, n.3, p.881-889, 2009.
- DUTRA, T.R.; MASSAD, M.D.; SARMENTO, M.F.Q. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafistula (*Peltoprurumdubium*). *Floresta, Curitiba*, v.46, n.4, p.491-498, 2016.
- FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. Produção de hortaliças: nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- FONTOURA, S.M.V.; VIEIRA, R.C.B.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; MORAES, R.P. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em Latossolo sob Plantio Direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.1907-1914, 2010.
- GAVA, J.L.; GONÇALVES, J.L.M.; SHIBATA, F.Y.; CORRADINI, L. Eficiência relativa de fertilizantes fosfatados no crescimento inicial de eucalipto cultivado em solos do Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*, v.21, p.497-504, 1997.
- GÓES, S.B.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P.C.F.; GÕES, G.B.; MOREIRA, J.N. Productive performance of lettuce at different amounts and times of decomposition of dry scarlet starglory. *Revista Ciência Agronômica, Fortaleza*, v.42, n.4, p.1036-1042, 2011.
- HENRY, A. et al. Responses to low phosphorus in high and low foliar anthocyanin coleus (*Solenostemonscutellarioides*) and maize (*Zea mays*). *FunctionalPlantBiology*, v.39, n.3, p.255-265, 2012.
- INOCÊNCIO, M.F.; PAIM, L.R.; NOVELINO, J.O.; NORILER, A.V.; PEDROSO, F.W.; MIGLIORANÇA, M.V.S. Características agronômicas da alface fertilizada com superfosfato triplo e ninhos de cupim. *Agrarian, Dourados*, v.2, n.4, p.83-93, 2009.



KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; BOAS, R.L.V. Acúmulo de nutrientes e resposta da alface à adubação fosfatada. *Revista Biotemas*, Florianópolis, v.25, n.3, p.39-47, 2012.

KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; BOAS, R.L.V. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.287-291, 2010.

KRAUSE-SAKATE, R.; FIRMINO, A.C.; JADÃO, A.S.; PAVAN, M.A.; SILVA, N.; HANAI, S.M.; ANBO, R.H.; NIETZSCHE, T. *SummaPhytopathologica*, Botucatu, v.34, p.88-90, 2008.

LEÃO, C.; SANTOS, L.L.; LEÃO, H.R.; KAMENECH, K.P. Valoração de características não comercializadas de produtos hortigranjeiros em Goiânia – GO – 2015. *Conjuntura Econômica Goiana*, Goiânia, n.34, p.21-32, 2015.

LEITE, J.N.F.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; ANDRIOLI, I.; BRAOS, L.B. Frações orgânicas e inorgânicas do fósforo no solo influenciadas por plantas de cobertura e adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.51, n.11, p.1880-1889, 2016.

MACHADO, M.D.; SILVA, A.L. Canais de distribuição para produtos provenientes da agricultura familiar: um estudo multicase na região de São Carlos e Araraquara. In: *XLI Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 2003, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora, 2003.

MACHADO, V.J.; SOUZA, C.H.E. Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. *BioscienceJournal*, v.28, sup.1, p.1-7, 2012.

MANTOVANI, J.R.; OLIVEIRA, I.A.C.; MARQUES, D.J.; SILVA, A.B.; LANDGRAF, P.R.C. Teores de fósforo no solo e produção de alface crespa em função de adubação fosfatada. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.35, n.4, p.2369-2380, 2014.

MARTINS, I.S.; SILVA, I.M.; FERREIRA, I.; MELO, L.F.; NOMURA, M. Produtividade da alface em função do uso de diferentes fontes orgânicas fosfatadas. *FAZU em Revista*, Uberaba, n.10, p.36-40, 2013.

MELAMED, R.; GASPAR, J.C.; MIEKELEY, N. Pó-de-Rcoha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais. *Série Estudos e Documentos*. 2007.

MELO, P.C.T.; MELO, A.M.T.; ARAGÃO, F.A.S. Melhoramento genético de hortaliças no Brasil: retrospectiva e perspectivas. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.

MENDES, F.F. Controle genético da eficiência no uso de fósforo em milho tropical. Lavras: UFLA, 2012.

MOTA, J.H. et al. Produção de alface Americana em função da aplicação de doses e fontes de fósforo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.21, n.4, p.620-622, 2003.

MODEL, N.S.; ANGHIONONI, I. Resposta do milho a modos de aplicação de adubos e técnicas de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.16, p.55-59, 1992.

NAVA, G. Uso de fosfato natural Gafsa e cama de aviário em sistema orgânico de produção de batata. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v.16, n.2, p.88-94, 2017.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). *Fertilidade do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

OLIVEIRA, L.A.M. Potássio. *Informe Mineral*, v.6, p.15, 2008.

PANTANO, G.; GROSSELI, G.M.; MOZETO, A.A.; FADINI, P.S. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. *Química Nova*, v.39, n.6, p.732-740, 2016.

PROCHNOW, L. I. et al. Characterization and agronomic evaluation of single superphosphates varying in iron phosphate impurities. *Agronomy Journal*, Madison, v. 95, p. 293-302, 2003.

PURQUERIO, L.F.V; DEMANI, L.A.R.; GOTO, R.; BOAS, R.L.V. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.25, p.464-470, 2007.

RESENDE, A.V. et al. Solos de fertilidade construída: características, funcionamento e manejo. *Informações Agronômicas*, n.156, p.1-19, 2016.

REZENDE, C.G.B.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A.; CABRAL, C.E.A.; SCHLICHTING, A.F. Fosfato natural reativo na adubação do capim piatã em Latossolo Vermelho do Cerrado. *Revista Agrarian*, Dourados, v.9, n.31, p.55-62, 2016.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E. Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do Cerrado. *Informe Técnico 195*. Brasília: Editora da Embrapa, 2007.

RIPLEY, B.S. et al. Quantification of the photosynthetic performance of phosphorus-effect Sorghum by means of chlorophyll-a fluorescence kinetics. *South African Journal of Science*, v.100, n.11, p.615-618, 2004.

ROSOLEM, C.A.; SANTOS, F.P.; FOLONI, J.S.; CALENEGO, J.C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milheto e chuva simulada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.6, p.1033-1040, 2006.

SANTOS, D.R.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade de fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.2, p.576-586, 2008.

SILVA, I.R.; FURTINI NETO, A.E.; FERNANDES, L.A.; CURI, N.; VALE, F.R. Formas, relação quantidade/intensidade e biodisponibilidade de potássio em diferentes latossolos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.10, p.2065-2073, 2000.

SILVA, C.A.; RANGEL, O.J.P.; BELIZÁRIO, M.H. Interação calagem-adubação fosfatada e sua influência nos níveis críticos de P e crescimento do eucalipto. *ScientiaForestalis*, Piracicaba, n.73, p.63-72, 2007.

SILVA, D.R.G. et al. Characterization and nutrient release from silicate rocks influence on chemical change in soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.36, p.951-962, 2012.

SILVA, M.C.; COSTA, F.R.; LEANDRO, W.M.; LIMA JÚNIOR, A.F.; BRITO, G.S.; SILVA, L.R. Eficiência de uso de termofosfato de alumínio como fonte de fósforo na produção de feijão, em solo incubado. *Revista da Faculdade de Montes Belos*, Montes Belos, v.8, n.5, p.1-18, 2015.

SILVA, M.L.S.; TREVIZAM, A.R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. *Informações Agronômicas*, n.149, 2015.

SILVA, F.A.M.; VILLAS BÔAS, R.L.; SILVA, R.B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.32, n.1, p.131-137, 2010.

SIMONETE, M.A.; ERNANI, P.R.; MORO, L.; TEIXEIRA-GANDRA, C.F.A.; GATIBONI, L.C. Eficiência de métodos analíticos na predição da disponibilidade de fósforo para arroz irrigado em solos catarinenses. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v.39, p.1151-1160, 2015.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, 2004.

SOBRAL, L.F.; BARRETTO, M.C.V.; SILVA, A.J.; ANJOS, J.L. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solo. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da Região do Cerrado. *Informações Agronômicas*, n.102, 2003.

SOUSA, D.M.G.; NUNES, R.S.; REIN, T.A.; SANTOS JÚNIOR, J.D.G. Manejo da adubação fosfatada para culturas anuais no Cerrado. Circular Técnica, Planaltina, Junho, 2016.

SOUSA, D.M.; LOBATO, E.; REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002.

TELES, A.P.B. et al. Do cover crops change the lability of phosphorus in a clayey subtropical soil under different phosphate fertilizers? British Society of Soil Science, 2017.

VEIGA, M. et al. Effects on soil and crop properties of forms of sowing, deferral intervals and fertilization of the annual winter forage in a crop-livestock integration system. Journal of Agricultural Science, v.8, p.15-25, 2016.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; VIEIRA, A.C.P. Inovação na agricultura brasileira: uma reflexão a partir da análise dos certificados de proteção de cultivares. Texto para

discussão/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: IPEA, 2013.

WESTON, J.F.; BRIGHAM, E.F. Fundamentos da administração financeira. 10.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.